

THÉORIE EXPÉRIMENTALE

DE LA

FORMATION DES OS

PAR

P. FLOURENS,

Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des sciences (Institut de France);
Membre des Sociétés royales de Londres et d'Édimbourg, des Académies royales des sciences
de Stockholm, Munich, Turin, etc., etc.;
Professeur de physiologie comparée au Muséum d'histoire naturelle de Paris.



Ce qu'il y a de plus constant, de plus inaltérable dans
la nature, c'est l'empreinte ou le moule de chaque
espèce, tant dans les animaux que dans les végétaux;
ce qu'il y a de plus variable et de plus corruptible,
c'est la substance qui les compose.

BUFFON.

AVEC VII PLANCHES GRAVÉES.

A PARIS,

CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE,
rue de l'École-de-Médecine, 17;

A LONDRES, CHEZ H. BAILLIÈRE, 219, REGENT-STREET.

1847.

THÉORIE EXPÉRIMENTALE DE LA FORMATION DES OS.

**Ouvrages de M. P. Flourens, QUI SE
TROUVENT CHEZ LE MÊME
LIBRAIRE.**

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LES FONCTIONS
ET LES PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME NERVEUX.
Deuxième édition augmentée. Paris, 1842, in-8.

7 fr. 50

MÉMOIRES D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE
COMPARÉES, contenant des Recherches sur 1° les lois
de la symétrie dans le règne animal ; 2° le mécanisme de
la rumination ; 3° le mécanisme de la respiration des
poissons ; 4° les rapports des extrémités antérieures et
postérieures dans l'homme, les quadrupèdes et les
oiseaux. Paris, 1844. Grand in-4, avec 8 planches gravées
et coloriées.

18 fr.

ANATOMIE GÉNÉRALE DE LA PEAU ET DES
MEMBRANES MUQUEUSES. Paris, 1843, in-4 avec 6 pl.

20 fr.

THÉORIE EXPÉRIMENTALE

DE LA

FORMATION DES OS

PAR

P. FLOURENS,

Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des sciences (Institut de France);
Membre des Sociétés royales de Londres et d'Édimbourg, des Académies royales des sciences
de Stockholm, Munich, Turin, etc., etc.;
Professeur de physiologie comparée au Muséum d'histoire naturelle de Paris.



Ce qu'il y a de plus constant, de plus inaltérable dans la nature, c'est l'empreinte ou le moule de chaque espèce, tant dans les animaux que dans les végétaux; ce qu'il y a de plus variable et de plus corruptible, c'est la substance qui les compose.

BUFFON.

AVEC VII PLANCHES GRAVÉES.

A PARIS,
CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE,
rue de l'École-de-Médecine, 17;

A LONDRES, CHEZ H. BAILLIÈRE, 219, REGENT-STREET.

1847.

A la
Mémoire de Duhamel.

AVERTISSEMENT.

Cet ouvrage se compose de quatre parties.

La première est l'exposition, et, j'ose le croire, la démonstration de ma théorie sur la formation des os.

La seconde est la reproduction, fort abrégée, de mes expériences, déjà publiées, touchant la coloration des os par la garance.

La troisième est la discussion des théories qui ont précédé la mienne.

La quatrième est l'examen du grand et nouveau problème du rapport des forces avec la matière dans les corps vivants.

Ce problème, pour la première fois véritablement posé dans la science, appellera sans doute, sur mes expériences et sur mes vues, l'attention des physiologistes.

PREMIÈRE PARTIE.
EXPÉRIENCES MÉCANIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

MA THÉORIE ET LES EXPÉRIENCES QUI LA DÉMONTRENT.

Ma théorie de la formation des os repose sur les six propositions suivantes :

La première, que l'os se forme dans le périoste ;

La seconde, qu'il croît en grosseur par couches superposées ;

La troisième, qu'il croît en longueur par couches juxtaposées ;

La quatrième, que le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches internes de l'os ;

La cinquième, que les têtes des os sont successivement formées et résorbées, pour être reformées encore, tant que l'os croît ;

Et la sixième, que la mutation continuelle de la matière est le grand et merveilleux ressort du développement des os.

PREMIÈRE PROPOSITION.

L'os se forme dans le périoste.

Opinion et expériences de Duhamel.

§ I.

Duhamel est le premier qui ait dit que l'os se forme dans le périoste.

« J'ai tâché d'établir, dit-il, que les os croissent
» en grosseur.... par la suraddition des couches du
» périoste, qui, en s'ossifiant, forment l'épaississement
» des parois du canal médullaire ¹. »

Il dit ailleurs : « Le fait n'est pas douteux : sûre-
»ment les lames du périoste s'ossifient et contribuent
» à l'augmentation de grosseur des os ². »

Il dit encore : « Les os commencent par n'être
» que du périoste, car je regarde les cartilages
» comme un périoste fort épais ³. »

Il dit enfin : « Les os augmentent en grosseur
» par l'addition de lames très minces qui faisaient
» partie du périoste avant que d'être adhérentes
» aux os, avant que d'en avoir acquis la dureté ⁴. »

§ II.

Telle est donc l'opinion bien formelle de Duhamel : selon Duhamel, l'os n'est que le périoste endurci ⁵.

J'ajoute que toutes les expériences de Duhamel sont exactes, que je les ai toutes répétées, et que tout ce qu'il dit avoir vu, je l'ai vu.

Comment se fait-il donc que son opinion n'ait pas été généralement admise ; ou plutôt, et à parler plus justement, comment se fait-il que, à commencer par Haller, elle ait été combattue par presque tous les physiologistes ?

§ III.

C'est que, pour juger l'opinion de Duhamel, on s'est presque toujours borné à répéter ses expériences ; et que ces expériences (quoique très exactes d'ailleurs, ainsi que

je viens de le dire) n'étaient pas, à beaucoup près, les plus propres à mettre les phénomènes dans tout leur jour.

Mes expériences.

§ I.

Pour mettre dans tout son jour le grand fait de la formation de l'os dans le périoste, je ne me suis pas borné, comme Duhamel ⁶, à fracturer un os, et, si je puis m'exprimer ainsi, le premier os venu, le tibia, par exemple, ou tout autre os des membres.

Quand on fracture un pareil os, voici ce qui arrive : des deux bouts rompus, l'inférieur, celui qui tient à la partie libre du membre, est aussitôt fortement attiré, par la contraction des muscles, vers le supérieur. Les deux bouts se rapprochent, se touchent ou se croisent, un épanchement survient, etc. ; et, dès lors, comment voir les faits qui se passent ? Je dis clairement voir ; car ce qui n'est pas clairement vu, n'est pas vu : une grande partie de l'art des expériences est de rendre les faits clairs et nets.

§ II.

Il fallait donc, en premier lieu, choisir un os dont les deux extrémités fussent fixes, afin que les bouts rompus ne pussent pas se rapprocher.

Il fallait, en second lieu, ne pas se borner à le fracturer, à le rompre ; car, dans ce cas, les bouts rompus demeurent trop près l'un de l'autre.

§ III.

J'ai choisi, pour mes expériences, les côtes : os fixés d'un côté aux vertèbres, et de l'autre par le cartilage sternal au

sternum.

Et je ne me suis pas borné à fracturer l'os. J'ai retranché une certaine portion d'os ; et par là les deux bouts divisés ont été mis d'abord, et constamment tenus ensuite, à une certaine distance l'un de l'autre.

Expériences faites sur les côtes.

§ I.

On a retranché sur plusieurs chiens une portion de côte, en n'enlevant que l'os et en laissant le périoste.

Au bout de quelques jours, il s'est formé, dans le périoste laissé entre les deux bouts de côte, un petit noyau osseux. Peu à peu ce noyau osseux s'est développé, et il a fini par reproduire, par rendre toute la portion d'os qui avait été retranchée entre les deux bouts de côte.

§ II.

La Planche I représente une suite de côtes.

On a retranché sur chacune de ces côtes une portion d'os, en ayant soin, comme je viens de le dire, de n'enlever que l'os et de laisser le périoste.

Puis, l'animal a survécu de plus en plus longtemps à l'opération, depuis l'animal de la première côte jusqu'à celui de la dernière.

Sur chacune de ces côtes, en allant de la première à la dernière, on voit un progrès nouveau dans le périoste : d'abord périoste simple, mais tuméfié ; puis cartilage ; puis os.

§ III.

On voit sur la côte 1, entre les deux bouts de côte, le périoste très épaissi, très gonflé.

L'expérience a duré quatre jours.

Pour la côte 2, l'expérience a duré six jours. Ici, le périoste laissé entre les deux bouts de côte est déjà cartilage, et dans le milieu de ce cartilage sont deux petits noyaux osseux ⁷ parfaitement déterminés, circonscrits, très éloignés tous deux des deux bouts de côte.

L'expérience pour la côte 3 a duré dix jours. Au milieu du périoste laissé entre les deux bouts de côte est aussi un double noyau osseux ; et comme cette expérience a duré quelques jours de plus que la précédente, le double noyau osseux est aussi un peu plus gros que celui de la côte 2.

Dans la côte 4, il y a trois noyaux osseux.

Dans la côte 5, il n'y en a qu'un, mais il est très développé ; et néanmoins, quoique très développé, il ne touche encore à aucun des deux bouts de côte.

Celui de la côte 6 touche déjà à un bout de côte. Et celui de la côte 1 de la Planche II touche aux deux bouts de côte.

Ici, toute la portion d'os qui avait été retranchée entre les deux bouts de côte est reproduite, rendue ; la restitution de la côte est complète.

L'expérience a duré : pour la côte 4, douze jours ; pour la côte 5, quatorze jours ; pour la côte 6, seize jours ; et pour la côte 1 de la Planche II, elle a duré trois mois.

§ IV.

Tout, dans cette suite d'expériences, est à remarquer, car chaque circonstance y est une preuve de ma théorie et une réfutation des théories reçues.

En premier lieu, l'os nouveau naît dans le périoste ; ce point est ici de toute évidence.

En second lieu, il naît dans le périoste sans toucher d'abord à l'os ancien ; ce n'est que plus tard, et même très

tard ⁸, ce n'est qu'à la fin qu'il y touche.

En troisième lieu, l'os ancien ne s'allonge pas ; ses bouts ne s'avancent pas l'un vers l'autre pour se rejoindre ; ils ne se rejoignent pas ; ils ne bougent pas ; ils ne se rejoindront jamais : entre l'un et l'autre il y aura toujours l'os nouveau.

En quatrième lieu enfin, c'est dans le périoste même que naît l'os nouveau, et non dans une substance, dans un épanchement quelconques, étrangers au périoste.

L'os se forme donc dans le périoste.

Expériences faites au moyen d'une canule introduite dans l'os.

§ I.

La formation de l'os dans le périoste est donc démontrée ; et, sur ce point, je pourrais sans doute m'en tenir aux expériences qui précèdent. Je crois pourtant devoir en ajouter ici quelques autres qui ne sont pas moins décisives ⁹.

§ II.

Puisque, me suis-je dit, c'est le périoste qui produit l'os, je pourrai donc avoir de l'os partout où j'aurai du périoste, c'est-à-dire partout où je pourrai conduire, introduire mon périoste. Je pourrai multiplier les os d'un animal, si je veux ; je pourrai lui donner des os que naturellement il n'aurait pas.

§ III.

D'après cette idée, j'ai imaginé de percer un os, et d'introduire une canule d'argent dans cet os percé.

Bientôt le périoste s'est introduit dans cette canule ; puis il s'y est épaissi, gonflé ; puis il y est devenu cartilage, et puis il y est devenu os. L'animal a eu, à sa jambe (car j'opérais sur le tibia), un petit os nouveau, un petit os de plus, un os que naturellement il n'aurait pas eu ; et comme la canule avait été placée en travers, le nouvel os, l'os surnuméraire, l'os de plus a été aussi transversal.

§ IV.

Les pièces 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 de la Planche II sont des tibias de différents chiens.

Sur chacun de ces tibias on a fait d'abord un trou, et puis on a introduit dans ce trou une canule d'argent.

Le premier de ces tibias, le tibia 5, est le seul qui n'ait pas reçu de canule.

On voit, sur ce tibia, le périoste qui s'est introduit dans le trou de l'os, qui le remplit, qui pénètre par ce trou jusque dans le canal médullaire de l'os, et qui, arrivé là, s'unit à la membrane médullaire ¹⁰.

Tous les autres tibias ont une canule ; et l'on voit, sur tous : le trou de l'os, la canule, l'introduction du périoste dans la canule, et l'union du périoste avec la membrane médullaire.

Sur le tibia 9, la membrane médullaire a, si je puis ainsi dire, gagné de vitesse le périoste, et c'est elle qui, s'étant introduite la première dans la canule, est venue joindre le périoste et s'unir à lui ¹¹.

Si maintenant vous suivez le périoste, depuis le premier de ces tibias jusqu'au dernier, vous aurez toute la marche de ses modifications ; vous le verrez d'abord de plus en plus épaissi, gonflé, du premier tibia au troisième ; puis cartilagineux du quatrième au cinquième ; puis commençant à s'ossifier dans le sixième ; et puis

complètement ossifié, tout-à-fait os, formant un os complet et nouveau, dans les deux derniers,

L'expérience a duré cinq jours pour le premier tibia, six pour le second, sept pour le troisième, neuf pour le quatrième, dix pour le cinquième, onze pour le sixième, et quinze pour les deux derniers.

§ V.

Voilà donc une suite d'expériences où l'on voit le périoste s'introduire dans un tuyau, dans une canule, dans un lieu qui n'est pas le sien, dans un corps étranger au corps de l'animal, et on le voit là complètement isolé, complètement seul, donner de l'os, devenir os.

Encore une fois, l'os se forme donc dans le périoste.

SECONDE PROPOSITION.

L'os croît en grosseur par couches superposées.

§ I.

J'ai entouré, d'un anneau de fil de platine, divers os longs sur différents animaux, sur des chiens, sur des lapins, sur des cochons d'Inde, etc.

Au bout de quelque temps, l'anneau de fil de platine, qui d'abord entourait l'os, s'est trouvé entouré par l'os et contenu dans le canal médullaire.

§ II.

Dans toutes ces expériences, le premier soin a été de bien placer l'anneau sous le périoste, sur l'os même, entre l'os et le périoste.

On a commencé par mettre à nu, sur chaque animal, l'un des deux tibias ; le périoste a été ensuite incisé sur un point ; et, par ce point incisé, l'on a fait passer un fil de platine entre le périoste et l'os.

L'os a continué de croître, et à mesure qu'il a crû, il a recouvert de ses couches l'anneau de platine.

§ III.

Les pièces 15 et 16 de la Planche VI sont deux tibias de deux lapins.

Sur le tibia 15, l'anneau de platine n'est encore que sous le périoste seul ; et, sur le tibia 16, il est déjà recouvert d'une lame osseuse.

Pour le tibia 15, l'expérience ne fait que commencer ; et pour le tibia 16, elle a duré huit jours.

§ IV.

Les pièces 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14 de la Planche IV sont des portions de tibias de jeunes chiens ¹².

Sur ces tibias, pour lesquels l'expérience a duré de plus en plus longtemps, depuis le premier jusqu'au dernier, l'anneau est de plus en plus recouvert par l'os, de plus en plus près du canal médullaire ; il finit par être dans le canal médullaire.

Sur les tibias 7 et 8, par exemple, l'anneau n'est encore recouvert que par quelques couches osseuses ; il est à peu près dans le milieu de l'épaisseur même de l'os sur le tibia 9 ; il est de plus en plus près du canal médullaire sur les tibias 10, 11, 12 ; il est presque entièrement dans le canal médullaire sur le tibia 13 ; il y est tout-à-fait sur le tibia 14.

§ V.

Ainsi donc, quand on place un anneau de fil de platine autour d'un os, cet anneau est bientôt recouvert par des couches d'os nouvelles. On voit ces nouvelles couches se former extérieurement à l'anneau, par-dessus l'anneau ; on voit une première couche se former sur l'anneau, une seconde couche se former sur la première, une troisième sur la seconde, et ainsi des autres.

L'os croît donc en grosseur par couches superposées.

TROISIÈME PROPOSITION.

L'os croît en longueur par couches juxtaposées.

§ I.

J'ai pratiqué sur le tibia de plusieurs lapins deux trous, et j'ai placé dans chacun de ces trous un petit clou d'argent.

L'intervalle entre les deux trous de l'os, ou les deux clous d'argent, a été mesuré très exactement.

Et, en même temps que j'opérais ainsi sur le tibia d'un côté, j'amputais le tibia du côté opposé, et je le conservais pour que, le moment venu, je pusse y trouver un terme de comparaison.

§ II.

La pièce 18 de la Planche VI est le tibia gauche d'un lapin.

Ce tibia a été détaché du corps par amputation, le jour même où l'on pratiquait deux trous sur le tibia droit.

La pièce 17 est le tibia droit. Aux points marqués i i, se voient les deux trous dont je parle et les petits clous d'argent qu'on y a placés.

L'expérience a duré cinquante-trois jours.

Or, quand l'opération a été faite, il y avait entre les deux trous 20 millimètres de distance ; et quand l'animal a été tué, il n'y avait entre les deux trous que 20 millimètres de distance.

L'intervalle entre les deux trous était donc resté le même.

Et cependant l'animal s'était beaucoup accru ; le tibia, en particulier, s'était accru de 31 millimètres.

Ainsi, l'expérience avait duré cinquante-trois jours, comme je viens de le dire ; et, au bout de ce temps, le tibia soumis à l'expérience, comparé au tibia amputé, se trouvait à peu près d'un tiers plus long.

Le tibia 18 est le tibia amputé au commencement de l'expérience ; il a 63 millimètres de longueur.

Le tibia 17 est le tibia soumis à l'expérience ; il a 94 millimètres.

La pièce 20 est le tibia gauche d'un lapin, le tibia amputé au commencement de l'expérience.

La pièce 19 est le tibia droit du même lapin, le tibia soumis à l'expérience.

Aux points marqués i i sont les deux trous, et les deux clous d'argent mis dans ces trous.

L'expérience a duré quatre-vingt-sept jours.

Le tibia amputé au commencement de l'expérience a 66 millimètres de longueur.

Le tibia soumis à l'expérience a, à la fin de l'expérience, 104. millimètres de longueur.

La différence de longueur entre les deux tibias est donc de plus de 38 millimètres, c'est-à-dire de plus d'un tiers.

Et cependant l'intervalle entre les deux trous, qui, au commencement de l'expérience, était de 20 millimètres, est de 20 millimètres à la fin de l'expérience.

Tout l'accroissement de l'os s'est fait par-delà les trous.

§ III.

Dans les expériences précédentes, chaque os n'avait que deux trous. J'ai voulu multiplier les trous sur le même os.

Les pièces 1, 2 et 3 de la Planche V sont les tibias droits de trois lapins.

Le tibia 1 a six trous, le tibia 2 en a huit, et le tibia 3 en a huit aussi.

§ IV.

Il y a jusqu'à quatre expériences distinctes sur chacun de ces os : la première, relative au corps de l'os ; la seconde, à ses extrémités ; la troisième, à son épine ou apophyse ; et la quatrième, à ses épiphyses.

Mais je ne parle ici que des deux premières ; je parlerai, plus loin, des deux autres ¹³.

§ V.

L'expérience relative au corps de l'os a trois clous qui la représentent : sur l'os n° 1, les clous 3, 4 et 5 ; et sur les os n°s 2 et 3, les clous 4, 5 et 6.

Or, quand l'expérience a commencé, ces clous étaient à 1 centimètre l'un de l'autre ; et quand l'expérience a fini, ils étaient, l'un de l'autre, à 1 centimètre.

Et cependant l'os n° 1 s'était accru de 6 millimètres ; l'os n° 2, de 2 centimètres 6 millimètres ; et l'os n° 3, de 2 centimètres 7 millimètres.

Encore une fois, tout l'accroissement de l'os s'était donc fait par-delà les clous.

L'expérience avait duré vingt-deux jours pour l'os n° 1, quarante-six pour l'os n° 2, et soixante-six pour l'os n° 3.

§ VI.

Deux clous représentent l'expérience relative aux extrémités de l'os : sur l'os n° 1, les clous 1 et 6 ; et sur les os n°s 2 et 3, les clous 2 et 7.

Sur l'os n° 1, les deux clous 1 et 6 ont été mis à 5 centimètres 1 millimètre l'un de l'autre ; sur l'os n° 2, les deux clous 2 et 7 ont été mis à 3 centimètres 3 millimètres l'un de l'autre ; et sur l'os n° 3, les deux clous 2 et 7 ont été mis, l'un de l'autre, à 4 centimètres 3 millimètres.

Et je n'ai presque plus besoin de dire que, sur aucun de ces os, la distance d'un clou à l'autre n'a jamais changé.

Mais, sur l'os n° 1, le clou 1, qui était d'abord à 4 millimètres de l'épiphyse supérieure, en est maintenant à 7 ; et le clou 6, qui était à 4 millimètres de l'épiphyse inférieure en est aussi à 7.

Sur l'os n° 2, le clou 2, qui d'abord était à 4 millimètres de l'épiphyse supérieure, en est maintenant à 20 ; et le clou 7, qui était à 4 millimètres de l'épiphyse inférieure, en est à 16.

Sur l'os n° 3, le clou 2, qui était à 4 millimètres de l'épiphyse supérieure, en est à 25 ; et le clou 7, qui était à 3 millimètres de l'épiphyse inférieure, en est à 13.

L'os n° 1 s'est donc accru de 3 millimètres par en haut, et de 3 millimètres par en bas.

L'os n° 2 s'est accru de 16 millimètres par en haut, et de 12 par en bas.

Et l'os n° 3 s'est accru de 21 millimètres par en haut, et de 10 par en bas.

Tous ces os se sont donc accrus par en haut et par en bas ¹⁴, et ils ne se sont accrus que par en haut et que par en bas.

§ VII.

L'os ne croît donc pas en longueur par l'extension de son tissu : il croît en longueur parce que de nouvelles couches,

de nouvelles lames s'ajoutent sans cesse les unes aux autres à chacun de ses deux bouts, et s'y juxtaposent.

Mais d'où viennent ces couches, ces lames dont la juxtaposition successive produit tout l'accroissement de l'os en longueur ? Elles viennent du fibro-cartilage (c'est-à-dire du périoste à l'état de fibro-cartilage) qui sépare l'os de son épiphyse, la diaphyse de l'épiphyse.

Tant que ce fibro-cartilage subsiste, l'os croît en longueur ; dès qu'il est entièrement ossifié, tout l'accroissement de l'os en longueur est fini.

§ VIII.

L'os croît donc en longueur comme il croît en grosseur : par des suradditions de couches.

Pour sa grosseur, ces couches se superposent ; et pour sa longueur, elles se juxtaposent.

L'os croît donc en longueur par couches juxtaposées.

QUATRIÈME PROPOSITION.

Le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches Internes de l'os.

§ I.

Pour prouver la quatrième Proposition de ma théorie, il semble que je pourrais me borner à reprendre les expériences qui ont prouvé la seconde, c'est-à-dire les expériences où un anneau a été mis autour d'un os.

On se rappelle ces expériences et les pièces qui s'y rapportent.

Sur la pièce 15 de la Planche VI, l'anneau est encore par dessus l'os ; et sur la pièce 16, il est déjà recouvert par des

couches d'os nouvelles.

A la Planche IV, à mesure qu'on va des pièces 7, 8 et 9 aux pièces 10, 11, 12 et 13, on voit l'anneau de plus en plus recouvert par l'os, et de plus en plus près du canal médullaire ; il est tout entier dans le canal médullaire, sur la pièce 14.

Ainsi l'anneau, qui était d'abord sur l'os, est maintenant dans l'os ; l'os recouvre l'anneau qui recouvrait l'os ; en un seul mot, l'anneau était extérieur, et il est intérieur.

Comment ce changement s'est-il fait ?

Il n'a pu se faire que de deux manières : Ou l'os s'est étendu, et, se trouvant pressé par l'anneau, s'est rompu, pour se rejoindre ensuite par-dessus l'anneau ; ou bien tandis que d'un côté l'os acquérait les couches externes qui ont recouvert l'anneau, il perdait de l'autre ses couches internes, qui étaient résorbées.

La première de ces explications est celle de Duhamel ¹⁵ ; la seconde est celle de J. Hunter ¹⁶ et la mienne.

Et, d'abord, je puis dire contre Duhamel que j'ai répété bien des fois l'expérience qui nous divise, que je l'ai suivie dans tous ses progrès, et que je me suis bien assuré que l'os ne se rompt point, et par conséquent qu'il ne s'étend point.

§ II.

Mais cela ne serait pas assez. Une expérience qui a pu se prêter à deux explications aussi différentes que celle de Duhamel et la mienne, n'est pas l'expérience qu'il faut ; il faut une expérience qui décide, qui tranche : je crois l'avoir trouvée.

§ III.

Au lieu d'un anneau qui presse, qui résiste, qui peut rompre l'os, j'ai employé une très petite lame de platine ¹⁷, si mince qu'elle n'avait presque pas de poids ¹⁸, et qui, de plus, étant isolée, libre, ne pouvait offrir à l'os aucune résistance.

§ IV.

J'ai placé cette lame sous le périoste, et voici ce qui est arrivé. Les pièces 15,16, 17, 18,19, 20, 21 et 22 de la Planche IV montrent la marche du fait dans tous ses progrès.

§ V.

La pièce n° 15 est le tibia gauche d'un jeune chien ¹⁹, âgé d'un mois. On y voit le périoste incisé, et la lame de platine sous le périoste. Cette pièce représente l'expérience vue au moment où elle vient d'être faite.

La pièce n° 16 est le tibia droit d'un jeune chien, du même âge que le précédent, opéré de même, et tué cinq jours après l'opération. Le périoste incisé s'est réuni, et recouvre la plaque de platine.

Dans la pièce n° 17 ²⁰, la lame de platine est déjà recouverte par des lames osseuses.

Ces lames osseuses sont plus nombreuses dans la pièce n° 18.

La lame de platine est au milieu des couches de l'os dans les pièces n^{os} 19 et 20.

Elle est presque entièrement dans le canal médullaire sur la pièce n° 21.

Elle y est tout-à-fait sur la pièce n° 22.

Pour ces deux dernières pièces, l'expérience a duré trente-six jours ; elle en avait duré vingt pour les pièces 5

et 6 ; douze pour la pièce 4 ; et huit pour la pièce 3.

§ VI.

Ce qui arrive à l'anneau arrive donc aussi à la lame.

La lame est, comme l'anneau, successivement recouverte par le périoste, par des couches d'os, par des couches d'os de plus en plus nombreuses ; on la trouve enfin dans le canal médullaire.

Et pourtant la lame n'a point résisté ; la lame n'a rien rompu. L'os, qui primitivement était sous la lame, est maintenant sur la lame : c'est qu'un os ancien a disparu et qu'il s'est formé un os nouveau. L'os qui existe aujourd'hui n'est pas celui qui existait quand on a mis la lame, il s'est formé depuis ; et l'os qui existait alors n'est plus, il a été résorbé. La résorption de l'os est donc un fait démontré, un fait certain.

Le canal médullaire s'agrandit donc par la résorption des couches internes de l'os.

CINQUIÈME PROPOSITION.

Les têtes des os sont successivement formées et résorbées, pour être reformées encore, tant que l'os croît.

§ I.

Le fait que j'explique ici est un des plus singuliers de l'accroissement des os.

A mesure qu'un os croît en longueur, ses deux extrémités, ses deux têtes s'éloignent de plus en plus l'une de l'autre. Comment cet éloignement se produit-il ?

§ II.

Dans la théorie ordinaire de l'accroissement des os par extension, rien de plus simple à concevoir que le fait qui m'occupe. Les deux bouts, les deux têtes de l'os s'éloignent, parce que le corps, parce que la portion intermédiaire de l'os s'étend. Mais la théorie de l'extension n'est qu'une vaine hypothèse ²¹. L'os ne croît pas parce qu'il s'étend. Il croît en grosseur par couches superposées ; il croît en longueur par couches juxtaposées ²².

Comment donc, avec la crue de l'os en longueur par couches juxtaposées, l'éloignement des têtes de l'os peut-il se produire ? C'est que les têtes de l'os sont successivement formées et résorbées pour être reformées encore, et toujours de plus en plus loin l'une de l'autre, tant que la crue de l'os en longueur dure.

§ III.

Pour suivre l'accroissement des os en longueur, je me suis servi, comme on vient de le voir ²³, de petits clous enfoncés dans l'os.

C'est du même moyen que je me suis servi pour suivre le déplacement, l'écartement, disons mieux, le changement des têtes des os, leurs résorptions et leurs reproductions successives.

§ IV.

La pièce n° 1 de la Planche V est le tibia droit d'un jeune lapin ²⁴.

On a déjà vu que six clous avaient été mis sur cet os ; mais je ne parle plus ici que du clou qui se rapporte à mon objet présent ²⁵.

Ce clou est le clou 2 : il a été mis, d'un côté, au niveau de l'apophyse ou épine du tibia, et, de l'autre, à 4 millimètres du clou 1, mis, à son tour, à 5 centimètres 1 millimètre du clou 6.

On se rappelle que l'expérience a duré vingt-deux jours ; que l'os, qui, au commencement de l'expérience, avait 6 centimètres de long, avait, à la fin de l'expérience, 6 centimètres 6 millimètres ; qu'il s'était donc accru en longueur de 6 millimètres ; et que tout l'accroissement s'était fait par-delà les clous, puisque l'intervalle des clous n'avait pas changé.

Je viens au clou qui m'importe ici, au clou qui avait été placé au niveau de l'épine du tibia : il s'en trouve maintenant à 3 millimètres ; et comme il n'a pas bougé (c'est-à-dire changé par rapport aux autres ²⁶), c'est donc l'épine du tibia qui s'est éloignée, c'est elle qui a changé.

Pour la pièce n° 2, l'expérience a duré quarante-six jours. Le clou 3, qui d'abord était au niveau de l'épine du tibia ²⁷, en est maintenant à 13 millimètres. L'épine s'en est donc éloignée de 13 millimètres.

Sur la pièce n° 3, pour laquelle l'expérience a duré soixante-six jours, l'épine s'est éloignée du clou 3 de 17 millimètres ²⁸.

§ V.

L'épine, c'est-à-dire la tête du tibia, se déplace, s'éloigne donc de plus en plus à mesure que l'os croît en longueur. A parler plus exactement, l'os change continuellement de tête, pendant qu'il croît en longueur. En effet, ce n'est pas la même tête qui s'éloigne ; ce sont des têtes diverses qui, successivement, sont formées pour être résorbées, et résorbées pour être reproduites. La tête qui, sur la pièce n° 1, était au niveau du clou quand l'expérience a commencé, n'est plus, et la tête qui en est maintenant à 3 millimètres

est une tête nouvelle. Il faut en dire autant des têtes actuelles des pièces n° 2 et n° 3 : ce sont des têtes nouvelles ; les têtes anciennes ont disparu. Il y a donc une succession, une mutation continuelle des têtes des os pendant tout l'accroissement des os en longueur.

Les têtes des os sont donc successivement formées et résorbées, pour être reformées encore, tant que l'os croît.

SIXIÈME PROPOSITION.

La mutation continuelle de la matière est le grand et merveilleux ressort du développement des os.

§ I.

Ce merveilleux ressort est démontré par les expériences des anneaux ²⁹, par celles des lames ³⁰, qui montrent que le corps de l'os tout entier est continuellement résorbé et reformé, qu'il se renouvelle sans cesse.

Il est démontré encore par les expériences des clous ³¹, qui montrent que les têtes des os sont successivement résorbées et reproduites, qu'elles sont continuellement renouvelées.

§ II.

Et cette rénovation continue est, de plus, très rapide.

Il faut quelques semaines à peine pour la rénovation entière du corps de l'os, pour celle des têtes des os.

Pour le corps de l'os, l'expérience la plus longue a duré trente-six jours ³² ; et pour les têtes des os, l'expérience la plus longue est de soixante-six jours ³³.

§ III.

Quand un os croît en grosseur ou en longueur, il ne s'étend pas pour devenir plus gros, il ne s'étend pas pour devenir plus long. L'os change continuellement de corps et de têtes, pendant qu'il s'accroît. Pour mieux dire encore, et pour dire tout, ce n'est pas le même os qui s'accroît : c'est une suite d'os qui disparaissent, et une nouvelle suite d'os qui se forment.

Ce n'est pas le même os qui devient plus gros, ce n'est pas le même os qui devient plus long : à un os d'une grosseur donnée succèdent des os de plus en plus gros, à un os d'une longueur donnée succèdent des os de plus en plus longs.

La mutation continue de la matière est donc le grand et merveilleux ressort du développement des os.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

Toutes les Propositions de ma théorie sont donc prouvées :

L'os se forme dans le périoste ;

Il croît en grosseur par couches superposées ;

Il croît en longueur par couches juxtaposées ;

Le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches internes de l'os ;

Les têtes des os sont successivement résorbées et reproduites tant que l'os croît ;

Et la mutation continue de la matière est le grand et merveilleux ressort, ressort admirable et jusqu'ici demeuré inconnu, du développement des os.

CHAPITRE II.

IDENTITÉ DE LA MEMBRANE MÉDULLAIRE ET DU PÉRIOSTE.

Je prouve, dans ce chapitre :

Que la membrane médullaire est l'organe qui résorbe les couches internes de l'os ;

Que la membrane médullaire produit l'os comme le produit le périoste ;

Que, de son côté, le périoste résorbe l'os comme le résorbe la membrane médullaire ;

Et que, dans certains cas, le périoste produit et donne la membrane médullaire elle-même.

La membrane médullaire et le périoste sont donc un seul et même organe.

PREMIÈRE PROPOSITION.

**La membrane médullaire est l'organe qui résorbe les
couches internes de l'os.**

**Résorption, par la membrane médullaire des os
propres de l'animal.**

§ I.

On connaît les belles expériences de Troja.

Troja sciait un os long en travers, un os des membres, par exemple ; et puis, portant un stylet dans le canal médullaire de cet os, il en détruisait toute la membrane. Au bout de quelque temps, l'os, dont la membrane médullaire avait été détruite, tombait en nécrose, et tout autour de cet os mort il se formait un os nouveau.

§ II.

Ce sont des expériences, faites à la manière de Troja, qui m'ont ouvert les yeux sur le rôle que joue la membrane médullaire dans la résorption des os.

Tout en me donnant une fois encore dans le périoste ce que nous venons d'y voir, c'est-à-dire l'organe qui forme l'os, ces expériences m'ont donné de plus, dans la membrane médullaire, l'organe qui le résorbe.

§ III.

Il y a donc dans les os un organe de formation, qui est le périoste ; et il y a un organe de résorption, qui est la membrane médullaire ³⁴.

§ IV.

La pièce n° 4 de la Planche VI est la moitié d'un radius de bouc scié en long.

Ce radius est un os entièrement nouveau, et dans cet os nouveau se trouve enfermé de toute part un os ancien, un os mort, un os dont la membrane médullaire avait été détruite.

Voici comment l'expérience qui m'a fourni ce résultat, beaucoup plus complet qu'aucun de ceux obtenus par Troja lui-même, a été conduite.

§ V.

Troja ³⁵ commençait par scier en travers l'os dont il voulait détruire la membrane médullaire. Il amputait le membre dans la continuité de l'os. Il n'y avait donc qu'une portion d'os qui fût soumise à l'expérience ; il n'y en avait qu'une de conservée ; et, par conséquent, il n'y avait qu'une portion d'os qui pût se reproduire.

J'ai voulu, dans mon expérience, que l'os pût se reproduire tout entier. Je me suis donc borné à pratiquer un trou sur le radius ; et puis, portant un stylet par ce trou dans le canal médullaire, j'en ai détruit toute la membrane. Ainsi tout l'os a été soumis à l'expérience, tout l'os a été conservé, et tout l'os a pu se reproduire.

C'est, en effet, ce qui a eu lieu. Le radius, conservé tout entier, soumis tout entier à l'expérience, s'est reproduit tout entier ³⁶.

Et ce n'est pas tout. Tout comme il s'est formé un os entièrement nouveau, il s'est formé aussi une membrane médullaire entièrement nouvelle.

Quant à l'os ancien, il est enfermé de toute part, comme je viens de le dire, dans l'os nouveau ; mais il y est mobile, mais il en est séparé partout par la nouvelle membrane médullaire, et déjà même il est en partie détruit, résorbé, par cette membrane.

§ VI.

Les pièces 4 et 6 de la Planche VI sont les deux moitiés du radius que je décris ici, et que j'ai fait scier en long, pour qu'on en pût voir l'intérieur.

La pièce 4, vue de dehors en dedans, et sur la coupe, offre d'abord le périoste, puis l'os nouveau, puis la membrane médullaire nouvelle, puis l'os ancien, et, dans

l'os ancien, les débris de la membrane médullaire ancienne, de la membrane médullaire qui a été détruite.

§ VII.

La pièce n° 6 est la seconde moitié du radius que je décris. Mais on a retiré de cette moitié l'os ancien, l'os mort, l'os qui formait séquestre. Il ne reste donc plus ici que la nouvelle membrane médullaire et l'os nouveau.

Enfin la pièce n° 5 est ce même os ancien et mort, retiré, comme je viens de le dire, de la seconde moitié du radius nouveau.

Cet os ancien est vu ici par sa face externe. Or, on remarquera d'abord que cette face externe est tout usée, toute rongée ; et l'on remarquera ensuite que le corps seul de l'os subsiste : les deux extrémités, tant la supérieure que l'inférieure ³⁷, ont déjà disparu, détruites et résorbées par la membrane médullaire.

§ VIII.

La pièce n° 1 est la moitié d'un radius de cochon scié en long.

L'animal avait été opéré de la même manière que le précédent ; mais il a survécu beaucoup moins longtemps à l'opération. Aussi, d'une part, l'os nouveau n'est-il pas encore entièrement formé, et, de l'autre, la résorption de l'os ancien est-elle beaucoup moins avancée.

On voit dans l'intérieur de la pièce n° 1 l'os ancien et mort, l'os dont la membrane médullaire a été détruite.

Autour de cet os ancien est une membrane épaisse, laquelle est la membrane médullaire nouvelle, et entre cette membrane médullaire nouvelle et le périoste, également très épais, se forme l'os nouveau, dont

l'ossification n'est encore complète que sur quelques points.

La pièce n° 3 est la seconde moitié de ce même radius, dont on a ôté l'os ancien, l'os mort, et qui formait séquestre.

§ IX.

Il n'est pas un seul détail de la pièce que j'examine en ce moment qui n'ait son importance.

Là où le nouvel os se forme, cet os nouveau se trouve placé entre le périoste et la membrane médullaire nouvelle. Là où le nouvel os ne paraît pas encore, ces deux membranes (la membrane médullaire nouvelle et le périoste) sont unies l'une à l'autre, et n'en font qu'une ³⁸.

Enfin, et ceci est surtout le point qui m'importe ici, à la face interne de la membrane médullaire nouvelle se voit un tissu d'un aspect singulier, ou plutôt une surface toute parsemée de petits mamelons et de petits creux. C'est par cette surface, tour à tour creuse et mamelonnée, que la membrane médullaire nouvelle agit sur l'os ancien, le dissout, le ronge, et finit par le résorber.

Et ce que je dis ici est clairement marqué sur la pièce n° 2.

Cette pièce n° 2 est l'os ancien retiré de la pièce même que je viens de décrire.

Or, cet os ancien, vu par sa face externe, est tout usé, tout rongé ; et ce qui paraîtra sans doute plus décisif encore, c'est que partout la surface de l'os érodé répond à la surface de la nouvelle membrane médullaire tour à tour creuse et mamelonnée, c'est que partout à chaque creux de l'os répond un mamelon de la membrane médullaire, et à chaque creux de la membrane médullaire une saillie de l'os.

§ X.

Les pièces que je viens de décrire montrent :

1° Que la destruction de la membrane médullaire d'un os est suivie d'abord de la mort de cet os, et ensuite de la formation d'une membrane médullaire nouvelle et d'un os nouveau ³⁹ ;

2° Que l'os nouveau se forme dans le périoste de l'os ancien ;

3° Que ce même périoste de l'os ancien donne la membrane médullaire nouvelle, laquelle tient d'abord à ce périoste, et ne s'en sépare que par l'interposition de l'os nouveau ;

Et 4° que la face interne de la membrane médullaire nouvelle, tour à tour creuse et mamelonnée, dissout et ronge peu à peu l'os ancien, et finit par le résorber.

La membrane médullaire est donc l'organe qui résorbe l'os.

Résorption déportions d'os étrangères à l'animal.

§ I.

Dans les expériences précédentes, les os résorbés appartiennent à l'animal même. Ici les os résorbés sont étrangers à l'animal.

§ II.

On a commencé par faire un trou à l'un des deux tibias d'un chien, puis on a introduit dans le canal médullaire de ce tibia une petite côte de lapin, et puis on a laissé vivre l'animal.

La membrane médullaire s'est gonflée, l'os a grossi ; enfin on a sacrifié l'animal, et l'on a retiré de son tibia la

petite côte qu'on y avait introduite.

§ III.

Les pièces n^{os} 25 et 26 de la Planche IV sont trois de ces petites côtes de lapins qui avaient été introduites dans le canal médullaire du tibia, sur différents chiens.

La petite côte n° 25 montre déjà des traces manifestes d'érosion, d'usure, de résorption ; ces traces sont plus manifestes encore sur les deux petites côtes n° 26.

Et pour qu'on puisse bien juger de l'érosion de ces trois petites côtes, j'ai fait placer près de chacune, la côte correspondante (ou de l'autre côté de l'animal), conservée intacte.

§ IV.

Les pièces n^{os} 23 et 24 sont deux tibias de chien, dans lesquels on a laissé les petites côtes qu'on y avait introduites.

Dans la pièce 23, on voit la côte qui commence à être rongée, résorbée

Dans la pièce n° 24, la petite côte introduite est presque entièrement résorbée.

§ V.

La membrane médullaire résorbe donc jusqu'à des portions d'os étrangères à l'animal.

Encore une fois, la membrane médullaire est donc l'organe qui résorbe l'os.

SECONDE PROPOSITION.

La membrane médullaire produit l'os comme le produit le périoste.

§ I.

Quand on détruit, à la manière de Troja, la membrane médullaire d'un os, cet os meurt. Puis le périoste donne un os nouveau et une nouvelle membrane médullaire, et puis cette membrane médullaire nouvelle résorbe, ronge l'os ancien, l'os mort ⁴⁰.

§ II.

J'ai fait une expérience qui est de tout point l'inverse de celle de Troja.

Troja détruisait la membrane médullaire et respectait le périoste. J'ai détruit le périoste et j'ai respecté la membrane médullaire.

Et j'ai obtenu des résultats de tout point inverses de ceux de Troja.

Dans l'expérience de Troja, l'os nouveau contenait l'os ancien, et était produit par le périoste. Dans la mienne, l'os nouveau est contenu dans l'ancien, et est produit par la membrane médullaire.

Enfin, dans l'expérience de Troja, c'est la membrane médullaire qui résorbe l'os ancien, l'os mort, et, dans la mienne, c'est le périoste.

§ III.

Je laisse, pour un moment, la résorption de l'os par le périoste ; tout-à-l'heure j'y reviendrai ⁴¹. Je m'arrête ici à la production de l'os par la membrane médullaire.

§ IV.

Les pièces 6, 7 et 8 de la Planche V sont des tibias de canards adultes : sur ces tibias, toute la région moyenne de l'os a été dépouillée de périoste.

L'expérience a duré vingt jours pour le premier, vingt-huit pour le second, et trente et un pour le troisième.

Sur ces trois tibias, on voit : 1° que l'os ancien (l'os qui a été dépouillé de son périoste) est mort ⁴² ; et 2° que dans l'intérieur, dans le canal médullaire de cet os ancien, est un os nouveau, un os produit par la membrane médullaire ⁴³.

Cet os nouveau, qui remplit le canal médullaire de l'os ancien, se voit ici sur les trois tibias dont je parle ; et surtout il se voit bien sur le tibia 6 : f est la portion du canal médullaire, libre et à l'état ordinaire ; h est l'os intérieur, l'os nouveau formé dans ce canal, et qui répond à toute la portion d'os dont on a détruit le périoste.

§ V.

Lors donc qu'on détruit le périoste d'un os, la membrane médullaire produit l'os qu'aurait produit le périoste si l'on eût détruit la membrane médullaire, et elle remplit de cet os nouveau le canal médullaire de l'os ancien.

La membrane médullaire produit donc l'os, comme le produit le périoste.

TROISIÈME PROPOSITION.

**Le périoste résorbe l'os comme le résorbe la
membrane médullaire.**

Résorption par le périoste des os mêmes de l'animal.

§ I.

Je reviens aux expériences de la Proposition qui précède.

§ II.

Sur les trois tibias que je viens de décrire, on voit d'abord l'os ancien, l'os mort, et, dans l'os mort, l'os nouveau produit par la membrane médullaire ; mais on y voit de plus : 1° que le périoste qui avait été détruit s'est reproduit ; et 2° que ce périoste nouveau, très tuméfié, très gonflé, s'attache à l'os mort et le résorbe, le ronge.

§ III.

Sur le tibia 6, le périoste nouveau commence à s'attacher à l'os mort et à le résorber.

Sur les tibias 7 et 8, pour lesquels l'expérience a duré plus longtemps que pour le tibia 6, le périoste nouveau ne se borne pas à s'attacher à l'os mort pour le ronger et le résorber ; il l'a déjà résorbé, percé en plusieurs points, et, passant par ces points percés, il a fini par atteindre l'os nouveau, et par s'y implanter.

Résorption par le périoste de petits os étrangers à l'animal.

§ I.

J'ai placé de petites lames d'un os étranger, d'un os mort, sous le périoste d'un os vivant : au bout de quelque temps, ces petites lames d'os ont été résorbées.

§ II.

Les pièces n^{os} 4 et 5 de la Planche V sont deux tibias de deux jeunes chiens.

Sur chacun de ces tibias, deux petites lames d'os ont été placées, l'une sous le périoste de la tête supérieure, et l'autre sous le périoste de la tête inférieure.

Pour le tibia n^o 4, l'expérience a duré vingt-six jours ; et les petites lames d'os sont déjà usées, rongées, résorbées sur leurs bords par le périoste.

L'expérience a duré trente et un jours pour le tibia n^o 5 ; et les petites plaques d'os sont ici presque entièrement résorbées. Je parle surtout de la supérieure ; il en reste à peine un vestige.

§ III.

La figure 4 bis représente une petite lame d'os préparée pour l'expérience, mais qui n'y a point été soumise. Elle est ici pour servir de terme de comparaison par rapport aux autres.

§ IV.

Je faisais voir tout-à-l'heure que la membrane médullaire résorbe les os de l'animal et les os qui lui sont étrangers. Le périoste résorbe de même et les os propres de l'animal, et les os qui lui sont étrangers.

Le périoste résorbe donc l'os tout comme le résorbe la membrane médullaire.

QUATRIÈME PROPOSITION.

Dans certains cas, le périoste produit la membrane médullaire.

§ I.

Quand je détruis la membrane médullaire d'un os, cet os meurt, et le périoste de cet os mort donne un os nouveau ⁴⁴.

Mais ce périoste ne donne pas seulement un os nouveau, il donne aussi une membrane médullaire nouvelle.

Nous avons vu, sur les pièces 1 et 3 de la Planche VI, l'os nouveau se former dans le périoste très tuméfié, très gonflé, et séparer par là ce périoste en deux portions, dont l'externe devient le périoste de l'os nouveau, et l'interne la membrane médullaire nouvelle.

§ II.

Les pièces 11 et 13 de cette même Planche sont les deux moitiés du tibia droit d'un lapin.

Sur cet animal, on a commencé par scier le tibia en travers, comme le faisait Troja ⁴⁵ ; après quoi, un stylet a été porté dans l'os, et la membrane médullaire a été détruite.

Au bout de quelque temps, l'os, à membrane médullaire détruite, est mort ; et dans le périoste de cet os mort, un nouvel os s'est formé.

L'expérience a duré quarante jours.

§ III.

Les pièces 11 et 13 sont les deux moitiés de l'os, comme je viens de le dire.

Au point c est le nouvel os ; et, au point d, est le périoste, qui, parvenu au bout inférieur de l'os, se replie, et se porte, se glisse entre les deux os, pour y former la membrane médullaire nouvelle.

La pièce 12 est la portion morte de l'os ancien.

§ IV.

La pièce 14 est la moitié du tibia droit d'un lapin,
Sur cet os, la membrane médullaire avait été détruite.
L'expérience a duré dix-neuf jours.

On voit, sur cette pièce :

1° Au point e, l'os ancien, mort, et déjà en partie rongé,
résorbé par la membrane médullaire nouvelle ;

2° Au point c, l'os nouveau ;

Et 3°, au point d, le périoste, qui, parvenu au bout inférieur de l'os, au bout scié, se replie et se porte entre les deux os, l'ancien et le nouveau, pour y former la membrane médullaire.

Dans certains cas, le périoste produit donc la membrane médullaire.

§ V.

Mais ce n'est pas tout : dans les expériences où une canule d'argent a été placée dans le trou d'un os ⁴⁶, j'ai vu souvent la membrane médullaire traverser la canule, et venir se joindre au périoste, ou, réciproquement, le périoste traverser la canule pour aller se joindre à la membrane médullaire.

La membrane médullaire peut donc donner le périoste ;
le périoste peut donner la membrane médullaire : ils se donnent tous deux, et par conséquent ils ne sont, tous deux, qu'un seul et même organe.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE.

Toutes les Propositions de ce chapitre sont donc aussi prouvées :

La membrane médullaire est l'organe qui résorbe les couches internes de l'os ;

La membrane médullaire produit l'os comme le produit le périoste ;

De son côté, le périoste résorbe l'os comme le résorbe la membrane médullaire ;

Et, dans certains cas, le périoste produit et donne la membrane médullaire elle-même ;

Le périoste et la membrane médullaire sont donc un seul et même organe ⁴⁷.

CHAPITRE III.

FORMATION DU CAL.

Je prouve, dans ce chapitre :
Que le cal se forme dans le périoste ;
Qu'il ne se forme que dans le périoste ;
Et, par conséquent, que la formation du cal n'est qu'un cas particulier du cas général, du cas ordinaire de la formation des os.

PREMIÈRE PROPOSITION.

Le cal se forme dans le périoste.

§ I.

Deux opinions régnaient, avant Duhamel, sur la formation du cal.

« On se contente d'admettre ordinairement, dit
» Duhamel, que cette grosseur osseuse, qu'on
» nomme le cal, et qui réunit les os fracturés, est
» formée par un épanchement de suc osseux, qu'on
» suppose qui transsude ou de l'os même, ou des
» parties voisines ; et l'on croit que ce suc osseux
» soude l'un à l'autre les deux bouts d'os rompus, à
» peu près comme les plombiers soudent avec de
» l'étain deux bouts de tuyau ⁴⁸.

» D'autres, ajoute-t-il, ont cru qu'outre cet épanchement
» du suc osseux, les extrémités des fibres

» osseuses rompues s'allongeaient et se joignaient
» les unes aux autres, à peu près comme font les
» parties molles ⁴⁹. »

Telles étaient, avant Duhamel, les idées reçues sur la formation du cal.

§ II.

Duhamel ne tarda pas à s'en faire d'autres.

Dès ses premières expériences ⁵⁰, il vit qu'il n'y avait ni épanchement de suc ni allongement de fibres, et que le cal n'était que le périoste ossifié, devenu os.

« Ces expériences, dit-il, lèvent, je crois, les
» principales difficultés qu'on avait sur la réunion
» des fractures et sur la formation des cicatrices qui
» opèrent la guérison de plaies des os ; car, si on
» avait peine à concevoir que des fibres dures et
» roides, comme le sont celles des os, fussent ca-
» pables de s'allonger, de s'étendre et de se souder
» les unes aux autres, on a lieu d'être satisfait quand
» on voit que ce sont les fibres molles, ductiles et
» expansibles du périoste qui se gonflent, qui prê-
» tent, qui s'allongent, qui se soudent ⁵¹.

» On ne sera point non plus en peine, continue-
» t-il, de savoir d'où transsude le suc osseux qu'on
» croyait nécessaire pour former le cal, et pour
» remplir les plaies des os, puisqu'on voit que c'est
» le périoste qui, après avoir rempli les plaies des
» os ou s'être épaissi autour de leurs fractures,
» prend ensuite la consistance de cartilage, et acquiert
» enfin la dureté des os ⁵². »

Il dit enfin : « J'ai prouvé, par quantité d'expériences,
» que le cal qui opère cette réunion (la
» réunion des fractures des os) n'est pas produit,
» comme on le croyait, par un épanchement d'un

» suc osseux, mais qu'on en est redevable à l'épais
» sissement et à l'ossification de plusieurs lames du
» périoste, qui forment une espèce de virole osseuse,
» laquelle assujettit les bouts d'os rompus ; j'ai fait
» voir que les lames du périoste, qui étaient d'abord
» membraneuses, devenaient ensuite cartilagineuses,
» et qu'elles acquéraient enfin la dureté des os ⁵³. »

Il n'y a donc, selon Duhamel, ni suc osseux épanché, ni allongement des fibres osseuses ; le cal n'est que l'endurcissement du périoste ⁵⁴ ; et Duhamel a parfaitement raison.

§ III.

Nous avons déjà vu, et beaucoup plus clairement qu'on ne peut le voir sur de simples fractures, comment le cal, c'est-à-dire comment une nouvelle portion d'os se forme entre deux bouts d'os rompus.

Qu'on se reporte aux expériences où une portion de côte a été retranchée, et où cette portion retranchée a été reproduite par le périoste laissé entre les deux bouts de côte ⁵⁵.

Eh bien, cette portion de côte, cette portion d'os reproduite est un cal, un véritable cal ; seulement le cal est ici plus gros que dans les cas ordinaires de simples fractures, parce qu'il y a eu de l'os retranché, de l'os perdu, parce qu'il y a eu perte de substance.

§ IV.

Tout ce que la reproduction d'une portion retranchée de côte nous a donné en grand, la réunion des fractures va nous le donner en petit.

§ V.

Les pièces 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16 de la Planche V sont des tibias de lapins ou de jeunes chiens, qu'on représente ici sciés en long, pour faire mieux voir la manière dont le périoste s'unit à la membrane médullaire et aux bouts d'os rompus.

§ VI.

On voit sur le tibia n° 9 les deux bouts d'os rompus et les nombreux filaments par lesquels le périoste s'attache à l'os.

L'expérience n'a duré que trois jours.

Pour le tibia 10, l'expérience a duré dix jours.

Ici le périoste est très gonflé, et l'on voit les gros prolongements qu'il envoie de chaque côté de l'os, entre les bouts d'os rompus. On voit aussi qu'il s'unit par ces prolongements à la membrane médullaire.

L'expérience a duré quinze jours pour le tibia 11.

Sur ce tibia, le périoste, également très épaissi, vient s'unir, de même, à la membrane médullaire, en passant entre les bouts d'os rompus.

L'expérience, pour le tibia 12, a duré vingt-deux jours. On voit déjà dans le périoste épaissi un petit os, un petit noyau osseux.

Et l'on remarquera bien, sans doute, que ce point osseux, cette nouvelle portion d'os, ce cal (car voilà le cal qui paraît) est dans le milieu même du périoste épaissi, dans le périoste seul, et non dans un épanchement quelconque extérieur au périoste.

L'expérience a duré vingt jours pour le tibia 13.

Sur ce tibia, il y a deux noyaux osseux dans le périoste, et toujours dans le périoste seul, toujours isolés, toujours séparés des deux bouts d'os rompus.

Et l'on remarquera bien encore que les deux bouts d'os rompus ne s'allongent pas, qu'ils ne s'avancent pas l'un vers l'autre, qu'ils ne bougent pas.

§ VII.

Les pièces 14 et 15 sont deux moitiés de tibia de deux lapins. On a scié l'os en long, pour en faire voir l'intérieur.

Pour le premier tibia, l'expérience a duré dix jours ; elle en a duré quarante-cinq pour le second.

Sur le premier, les deux bouts rompus sont contenus, enfermés dans une capsule toute de périoste.

Dans le second, cette capsule de périoste est tout ossifiée. Cette capsule d'os est la virole osseuse de Duhamel ⁵⁶.

§ VIII.

La pièce 16 est la moitié du tibia droit d'un chien ⁵⁷.

L'expérience a duré quarante-cinq jours.

La fracture est tout-à-fait réunie, consolidée ; on voit pourtant encore, au milieu du canal médullaire, une cloison osseuse, reste des prolongements ossifiés du périoste et de la membrane médullaire.

Cette cloison osseuse sera plus tard résorbée.

§ IX.

Quand un os est fracturé, le périoste commence donc par se tuméfier, par se gonfler, par envoyer des prolongements entre les bouts d'os rompus, et ceci est, pour le périoste, le premier progrès ; le second progrès est de s'attacher à ces bouts et de s'unir à la membrane médullaire : puis il paraît, dans le périoste, un ou plusieurs noyaux osseux ; enfin, ces noyaux osseux se développent, s'étendent, touchent, de chaque côté, à chaque bout d'os rompu ; et la fracture est réunie.

Tout se passe donc dans le périoste : c'est le périoste qui se gonfle ; c'est le périoste qui s'attache aux bouts d'os rompus ; c'est le périoste qui s'unit à la membrane médullaire ; c'est dans le périoste que naissent et se développent les noyaux osseux ; et ces noyaux osseux sont le cal, le vrai cal, tout le cal, l'intermédiaire solide qui réunit la fracture, qui rejoint les bouts d'os rompus.

Le cal se forme donc dans le périoste.

SECONDE PROPOSITION.

Le cal ne se forme que dans le périoste.

§ I.

Reprenons les pièces que nous venons de voir.

Sur la 10e, sur la 11e, nous voyons le périoste tuméfié, gonflé, s'attachant aux bouts d'os rompus, s'unissant à la membrane médullaire.

Sur la pièce 12, nous voyons déjà un noyau osseux, premier rudiment, premier germe de la portion d'os nouvelle qui va se former, du cal : mais ce noyau osseux, où est-il ? dans le périoste.

La pièce 13 a deux noyaux osseux : mais où sont-ils encore ? toujours dans le périoste.

La pièce 14 nous offre une capsule molle ; c'est le périoste à l'état de périoste proprement dit, de membrane.

La pièce 15 nous offre une capsule solide ; c'est le périoste à l'état d'os.

§ II.

Ceux qui ont cru voir le cal, c'est-à-dire l'os, se former dans un suc gélatineux, glutineux, dans une matière épanchée, ont pris pour un suc, pour une matière

épanchée, ce qui précisément est le périoste, mais le périoste tuméfié, gonflé, gorgé de sucs, et que, dans cet état nouveau, ils n'ont pas su reconnaître.

Toute la suite de leurs erreurs vient de cette première méprise.

Le cal ne se forme donc que dans le périoste.

§ III.

Et il n'est pas plus vrai que, dans une fracture, les bouts d'os rompus s'étendent, s'allongent pour se réunir l'un à l'autre, qu'il n'est vrai que le cal, que l'os, se forme dans une matière étrangère au périoste.

On en voit ici même, sur les pièces 14, 15 et 16, des preuves frappantes.

Sur la pièce 14, où la capsule du périoste est encore molle, les bouts rompus ne s'allongent pas ; sur la pièce 15, où la capsule du périoste est déjà solide, ils ne se sont pas allongés ; sur la pièce 16, la fracture est entièrement réunie, et les bouts rompus n'ont pas bougé, ils ne se sont pas rapprochés, ils sont séparés, ils resteront toujours séparés l'un de l'autre par toute la portion d'os nouvelle, par tout le cal.

Je le répète donc, car je l'ai déjà dit, et redit, à propos de mes expériences sur les côtes ⁵⁸, jamais les bouts d'os rompus ne s'allongent ; entre les bouts rompus, entre les bouts d'os anciens, il y a, il y aura toujours l'os nouveau : ici, cet os nouveau est le cal : le cal (c'est-à-dire l'os nouveau) est donc l'intermédiaire qui, dans une fracture, unit les bouts d'os rompus ; et ces bouts rompus ne seront jamais unis que par cet intermédiaire.

TROISIÈME PROPOSITION.

La formation du cal n'est qu'un cas particulier et ordinaire de la formation de l'os.

§ I.

Je prie, maintenant, que l'on compare les pièces que je viens de décrire, pièces qui représentent des os fracturés, qui représentent le cal, avec les pièces de la Planche I, pièces qui représentent des côtes, sur lesquelles j'ai retranché une portion d'os, et sur lesquelles j'ai vu cette portion d'os se reproduire.

§ II.

Comparez, par exemple, les pièces 11, 12, 13, etc., de la Planche V avec les pièces 1,2,3, etc., de la Planche I ; et vous aurez deux séries parallèles de pièces tout-à-fait semblables.

Sur les pièces 11 et 1, nous voyons de même, entre les bouts d'os divisés, le périoste, très épaissi, très gonflé ; sur les pièces 12 et 2, nous voyons, encore de même, dans ce périoste épaissi, gonflé, un petit noyau osseux ; sur les pièces 13 et 3, nous voyons, dans ce périoste, deux noyaux osseux, etc.

Enfin, si nous comparons la pièce 16 de la Planche V avec la pièce 1 de la Planche II, nous voyons, d'un côté , les deux bouts du tibia réunis, nous voyons, de l'autre, les deux bouts de la côte réunis ; et, des deux côtés, le moyen de réunion est le même, exactement le même, une portion d'os nouvelle, un os nouveau, un cal.

§ III.

Vue enfin, et pour la première fois peut-être, sous son vrai jour, la réunion des fractures, la formation du cal n'est

donc plus quelque chose de particulier, d'exceptionnel, de mystérieux en physiologie.

Le cal est de l'os, n'est que de l'os, et de l'os qui se forme où tout os se forme : dans le périoste.

La formation du cal n'est donc qu'un cas particulier du cas général et ordinaire de la formation des os.

CHAPITRE IV.

REPRODUCTION DES OS.

Je reviens à la faculté merveilleuse qu'ont les os de se reproduire ; et je prouve, dans ce Chapitre :

Que le périoste reproduit et rend toutes les portions d'os qu'on lui ôte ;

Je prouve même qu'on peut détruire le périoste, qu'il se reproduit ; et qu'une fois reproduit, il reproduit l'os.

PREMIÈRE PROPOSITION.

Le périoste reproduit et rend toutes les portions d'os qu'on lui ôte.

§ I.

Nous avons déjà vu, en ce genre, les faits les plus remarquables.

J'ai retranché, sur plusieurs côtes, une portion d'os, en laissant le périoste ; et toutes ces portions d'os ont été reproduites ⁵⁹. J'ai détruit, sur plusieurs tibias, la membrane médullaire : le périoste avait été respecté , et toutes les portions détruites de ces tibias ont été reproduites ⁶⁰. J'ai détruit la membrane médullaire d'un radius entier, sans toucher à son périoste, et le radius tout entier a été reproduit ⁶¹.

§ II.

Voici une nouvelle suite de pièces où l'on verra, de même, diverses portions d'os, et des os entiers, reproduits par le périoste.

§ III.

Les pièces 1, 2, 3 et 4 de la Planche III sont des humérus de jeunes chiens.

Sur chacun de ces humérus, on a retranché la tête supérieure de l'os, en laissant le périoste.

On voit, sur tous ces humérus (depuis le premier jusqu'au dernier), le périoste, très tuméfié, donner des points osseux, de plus en plus développés, et qui reproduisent de plus en plus la tête qui a été retranchée.

Il y a trois points ou noyaux osseux, sur l'humérus 1 ; un seul, mais très développé, sur l'humérus 2 ; trois, dont un très gros, sur l'humérus 3 ; et cinq, trois petits et deux très grands, sur l'humérus 4.

Sur ce dernier os, les deux grands noyaux osseux, placés de chaque côté, semblent reproduire jusqu'à la forme même de la tête qui a été retranchée.

§ IV,

Les pièces 9, 10, 11, 12 et 13 sont des radius de jeunes chiens.

On a retranché ici la tête inférieure de l'os, en laissant toujours le périoste ; et cette tête inférieure se montre de nouveau de plus en plus complète, depuis le radius 9 jusqu'au radius 13.

Sur le radius 9, on voit le périoste épaissi ; on le voit transformé en cartilage, sur le radius 10 ; de plus en plus ossifié, sur le radius 11 et sur le radius 12, et tout à-fait ossifié sur le radius 13.

§ V.

Sur les pièces 1, 2 et 3 de la Planche IV, le radius tout entier avait été retranché, et le périoste laissé tout entier.

Sur la pièce 1, on voit déjà le radius qui renaît par un point osseux.

Il est restitué en grande partie sur la pièce 2 ; il est restitué tout entier sur la pièce 3.

Ainsi donc, on peut enlever au périoste une portion d'os, et il rend cette portion d'os ; on peut lui enlever une tête d'os, et il rend cette tête ; on peut lui enlever un os entier, et il rend cet os entier.

Le périoste reproduit donc et rend toutes les portions d'os qu'on lui ôte.

SECONDE PROPOSITION.

Le périoste détruit se reproduit ; et, une fois reproduit, il reproduit l'os.

§ I.

Les pièces 5 et 6 de la Planche III sont des humérus de jeunes chiens.

Sur ces humérus, on a retranché la tête supérieure de l'os, avec son périoste ; le bout de l'os s'est incrusté de cartilage ; mais il ne paraît encore aucun noyau osseux.

L'expérience a duré trente-deux jours pour la pièce 5, et quarante pour la pièce 6 ⁶².

§ II.

J'examine de nouveau ces deux pièces. Il ne s'est donc point formé de noyaux osseux ; cependant le cartilage qui

entoure le bout de l'os a été formé par le périoste qui s'est lui-même reproduit, et qui, une fois reproduit, après avoir donné le cartilage, aurait fini par donner de l'os.

§ III.

La preuve de ce que je dis ici se voit sur les pièces 6, 7, 8 et 9 de la Planche VII.

Les pièces 6 et 7 sont les deux moitiés d'un humérus de chien ; et les pièces 8 et 9, les deux moitiés d'un humérus de chevreau.

On a retranché, sur chacune de ces pièces, l'os et le périoste ; et néanmoins on voit déjà, sur chacune d'elles, de l'os nouveau, des noyaux osseux.

L'expérience a duré cinquante-quatre jours pour les pièces 6 et 7, et quatre-vingt-dix-sept jours pour les pièces 8 et 9.

Le périoste détruit se reproduit donc ; et, une fois reproduit, il reproduit l'os.

§ IV.

Le périoste est donc la matière, l'organe, l'étoffe qui sert à toutes ces reproductions merveilleuses.

Le périoste est l'organe qui produit les os et qui les reproduit : aussi nulle autre partie de l'économie animale ne jouit-elle à un aussi haut degré de la faculté de se reproduire.

Quelques jours suffisent à sa reproduction ; et cette reproduction est inépuisable.

On peut retrancher une portion de périoste, elle se reproduit ; on peut la retrancher encore, et elle se reproduit encore, etc.

§ V.

Et maintenant, après avoir mis dans tout son jour, après avoir démontré par tant d'expériences diverses, la faculté surprenante, et jusqu'à moi si peu connue, qu'ont les os de se reproduire, me sera-t-il défendu d'espérer que cette merveilleuse puissance sera bientôt un ressort nouveau entre les mains de la Chirurgie ?

Oh ! non, sans doute. Je m'adresse aux chirurgiens qui observent, qui pensent, qui ne voient pas, dans la chirurgie, un simple métier de routine, mais une science, une grande science, et qui, au-dessus de cette science même, voient l'humanité.

DEUXIÈME PARTIE.

EXPÉRIENCES FAITES AU MOYEN DE LA GARANCE.

CHAPITRE PREMIER.

ACTION DE LA GARANCE SUR LES OS DES OISEAUX.

§ I.

Tout le monde sait que Belchier, chirurgien de Londres, dînant un jour chez un teinturier en toiles peintes, s'aperçut que les os d'un morceau de porc frais, servi sur la table, étaient rouges. Or, l'animal dont les os offraient cette couleur rouge, avait été nourri avec du son chargé de l'infusion de garance, qu'on emploie pour la teinture des toiles peintes.

Un fait aussi singulier surprit fort Belchier, et il se mit aussitôt à faire quelques expériences pour le reproduire ⁶³.

Il mêla de la racine de garance en poudre avec les aliments dont il nourrit un coq. Au bout de seize jours, cet animal mourut ; et tous ses os se trouvèrent rouges ; et les os seuls : les muscles, les membranes, les cartilages, toutes les autres parties conservaient leur couleur ordinaire ⁶⁴. La garance rougit donc les os, et, ce qui n'est pas moins remarquable, elle ne rougit que les os.

§ II.

Les choses en étaient là, lorsque Duhamel fut instruit de l'expérience de Belchier. Il s'empressa de la répéter sur des poulets, sur des pigeons, sur des cochons ; il vit partout la garance rougir les os, ne rougir que les os ; et cette action

constante, cette action exclusive de la garance sur les os fut désormais un fait acquis à la science.

Dans les animaux qui avaient été soumis à l'action de la garance, dit Duhamel, « ni les plumes,

» ni la corne du bec, ni les ongles n'avaient changé
» de couleur..... La peau de tout le corps avait sa couleur
» naturelle ; le cerveau, les nerfs, les muscles,
» les tendons, les cartilages, les membranes n'offraient
» rien de contraire à l'état ordinaire de ces
» parties. Mais les longs tendons osseux qui se prolongent
» le long du gros os qu'on appelle improprement
» la jambe des oiseaux, étaient rouges vers
» le milieu de leur longueur, qui en est la partie la
» plus dure. Tous les vrais os les plus déliés étaient
» rouges comme du carmin ⁶⁵. »

Il ajoute : « Le cœur, le poumon, le médiastin,
» la plèvre, le diaphragme, se sont trouvés de couleur
» naturelle. Il n'y avait rien de remarquable au
» foie, aux reins, non plus qu'à l'extérieur du gésier
»..... La membrane intérieure du jabot et des
» intestins paraissait d'abord comme injectée ; cependant,
» en l'examinant avec une loupe, je vis
» distinctement que ce n'était pas une liqueur teinte
» qui était contenue dans des vaisseaux, mais que
» c'était simplement une espèce de fécule arrêtée
» dans le velouté de ces membranes ⁶⁶. »

§ III.

Tels sont les faits vus par Duhamel, et revus depuis par tous les physiologistes ⁶⁷. La garance n'agit donc ni sur les viscères, ni sur les muscles, ni sur les membranes, ni sur les cartilages, ni sur les tendons, etc. ; elle n'agit que sur les os, mais elle agit sur tous les os ; et nul point d'ossification, quelque délicat, quelque délié qu'il soit,

quelque isolé qu'il soit du reste du système, n'échappe à son action.

§ IV.

J'ai soumis tout à la fois à mes expériences des oiseaux et des mammifères. Les expériences sur les mammifères feront l'objet du Chapitre suivant. Je ne parle ici que de celles sur les oiseaux.

Dans mes expériences, la garance a été mêlée en poudre aux aliments ordinaires de l'animal, et c'est ce mélange de la garance avec les aliments ordinaires que j'appelle régime de la garance. J'avertis aussi que les pigeons dont je me suis servi étaient de très jeunes pigeons, des pigeons de deux ou trois semaines au plus.

§ V

La pièce 10 de la Planche VII est le squelette d'un jeune pigeon qui a été tué vingt-quatre heures après un seul repas de garance, et cependant tous les os sont du plus beau rouge.

J'ai fait conserver, sur ce squelette, les cartilages, les ligaments, des portions de périoste. On ne peut se lasser d'admirer cette précision avec laquelle la garance atteint, découvre, décèle toutes les parties osseuses, et respecte toutes les autres. Tous les os sont rouges, et les os seuls : les ligaments, les tendons, les cartilages conservent leur couleur ordinaire. Dans chaque os, tout ce qui est cartilage garde sa couleur ordinaire ; dans chaque cartilage, tout ce qui déjà est os a pris la couleur rouge.

§ VI.

La figure 12 de la Planche VII représente l'os hyoïde, le larynx et la trachée-artère du pigeon dont je viens de

parler.

Toutes les parties de l'hyoïde, d'ailleurs si fines et si déliées dans les jeunes pigeons, sont teintées du plus beau rouge. Dans le larynx, la plaque osseuse antérieure, qui répond au cartilage thyroïde des mammifères, est également du plus beau rouge ; enfin, tout ce qu'il y a de points d'ossification dans les anneaux de la trachée-artère, et particulièrement dans les deux derniers, voisins de la bifurcation des bronches, est aussi très rouge.

Et voici quelque chose de plus curieux encore. Je disais tout-à-l'heure, d'après Duhamel, que, les os mis à part, aucune partie ne se colore, ni les viscères (le cœur, les poumons, le foie, les reins, etc.), ni les muscles, ni les cartilages, ni les tendons, etc. ; et ce que je disais d'après Duhamel, toutes mes expériences le confirment.

Cependant Duhamel avait cru apercevoir un commencement de coloration dans quelques parties de l'œil. « Les yeux de ces animaux (des animaux sou
» mis au régime de la garance) encore vivants
» paraissaient, dit-il, rouges comme ceux de quelques
» perroquets. Je crus, ajoute-t-il, après les
» avoir disséqués, qu'il n'y avait de teint que la
» capsule, ou plutôt le chaton qui reçoit le cristal-
» lin ⁶⁸. »

J'ai vu aussi, dans tous les pigeons soumis au régime de la garance, un cercle rouge autour de l'iris ; et la dissection m'en a bientôt révélé le siège. Ce cercle qui se colore en rouge, et qui est la seule partie de l'œil qui se colore en rouge (car ni le cristallin, ni la capsule, ni le corps vitré, etc., ne changent jamais de couleur), est ce cercle de petits os qui, dans l'œil des oiseaux, se trouve entre les deux lames de la partie antérieure de la cornée. Aussi les yeux des mammifères, soumis à l'action de la garance, n'offrent-ils jamais de cercle rouge, parce qu'en effet il n'y a pas de cercle osseux dans leur cornée.

La pièce 11 montre, sur un œil de pigeon, le cercle osseux de la cornée, devenu rouge par l'action de la garance.

§ VII.

Mais ce qui est bien fait aussi pour frapper l'attention, c'est la rapidité avec laquelle la garance rougit les os.

Belchier avait vu les os d'un coq devenir rouges au bout de seize jours du régime de la garance, et cette promptitude d'action l'avait étonné. Duhamel ne tarda pas à reconnaître qu'il faut bien moins de temps pour rougir les os. Il obtint des os très rouges en trois jours ; il en obtint d'un rose vif ⁶⁹ en trente-six heures, et de couleur de chair ⁷⁰ en vingt-quatre heures.

J'ai obtenu des colorations plus rapides encore. Le pigeon dont les os sont d'un si beau rouge n'a été soumis, comme je l'ai déjà dit, que vingt-quatre heures à l'action de la garance. J'ai vu des os très rouges après douze heures de cette action ; et j'en ai vu d'assez rouges après cinq, et même après quatre et trois heures.

§ VIII.

Je rappelle que ces résultats ont été obtenus sur de très jeunes pigeons. Des pigeons adultes, au contraire, offrent à peine un commencement de coloration après plusieurs jours du régime de la garance : toujours l'effet est d'autant plus faible que l'animal est plus vieux. De vieux pigeons, après dix-huit et même vingt jours du régime de la garance, ne m'ont offert, dans leurs os, qu'une trace à peine sensible de coloration ⁷¹.

CHAPITRE II.

ACTION DE LA GARANCE SUR LES OS DES MAMMIFÈRES.

DÉVELOPPEMENT DES OS EN GROSSEUR.

§ I.

Je n'ai parlé, dans le précédent Chapitre, que de mes expériences sur les oiseaux. J'expose, dans celui-ci, les résultats de mes expériences sur les mammifères.

On a vu, par mes expériences sur les oiseaux, avec quelle rapidité la garance rougit les os. Mes expériences sur les mammifères montrent comment la coloration, produite par la garance, rend manifeste la marche même que suit l'os qui se développe.

§ II.

Duhamel crut d'abord que la coloration des os se dissipait, quand on suspendait l'usage de la garance. « L'expérience me confirma, dit-il, que le
» changement de nourriture (la cessation de l'usage
» de la garance) fait évanouir la couleur des
» os ⁷². »

Il soupçonna bientôt que « les couches rouges
» pouvaient bien être restées, et que si on ne les
» apercevait plus à la superficie des os, c'était
» parce qu'elles étaient recouvertes par des couches
» osseuses blanches qui s'étaient formées depuis la
» cessation de l'usage de la garance ⁷³ : » soupçon qui fut
pour lui un trait de lumière, et auquel il dut un des faits les
plus importants de tout son travail.

§ III.

Voici comment il rend compte lui-même de ce beau fait.

« Trois cochons, dit-il, furent destinés à éclaircir
» mes doutes.

» Le premier, qui était âgé de six semaines, fut
» nourri pendant un mois avec la nourriture ordinaire,
» dans laquelle on mettait tous les jours une
» once de garance ; au bout du mois, on supprima
» la garance, et l'ayant nourri à l'ordinaire pendant
» six semaines, on le tua.

» Je sciai transversalement les os de ses cuisses
» et de ses jambes, et j'eus le plaisir de m'assurer
» que j'avais bien prévu ce qui devait arriver. La
» moelle était environnée par une couche d'os
» blanc ⁷⁴ assez épaisse ; c'était la portion d'os qui
» s'était formée pendant les six semaines que ce
» cochon avait vécu d'abord sans garance.

» Ce cercle d'os blanc était environné par une
» zone aussi épaisse d'os rouge ; c'était la portion
» d'os qui s'était formée pendant l'usage de la garance.

» Enfin, cette zone rouge était recouverte par
» une couche assez épaisse d'os blanc ; c'était la
» couche d'os qui s'était formée depuis qu'on avait
» retranché la garance à cet animal.

» Le second animal était âgé de deux mois quand
» on le mit à l'usage de la garance ; on lui en donna
» pendant un mois ; puis on le remit aux aliments
» ordinaires ; enfin, on lui donna encore pendant
» un mois de la garance, et on le tua.

» Les os de la jambe de cet animal avaient
alternativement

» deux couches blanches et deux
» couches rouges, parce qu'on l'avait remis deux
» fois à l'usage de la garance.

» A l'égard du troisième, il a été traité comme
» celui dont je viens de parler, excepté qu'on a fini
» par le remettre à l'usage de la nourriture ordinaire
» pendant plusieurs mois, ce qui fait que ses
» os sont recouverts par une couche blanche, et qu'il
» faut les scier pour découvrir les deux couches
» rouges ⁷⁵. »

§ IV.

La coloration produite par la garance ne s'évanouit donc pas, comme l'avait cru d'abord Duhamel ; elle reste : seulement, les couches colorées sont bientôt recouvertes par des couches blanches, quand on rend l'animal à la nourriture ordinaire.

En un mot, la coloration de l'os répond au régime de l'animal ; et, par conséquent, les couches externes, les couches qui sont sur les autres, sont toujours les plus nouvelles, puisque les couches externes, les couches qui sont sur les autres, répondent toujours au dernier régime.

L'os de l'animal qu'on nourrit de garance nous offre, à l'extérieur, un cercle rouge ; l'os de l'animal qui, après avoir été nourri de garance, est rendu à la nourriture ordinaire, nous offre ce cercle rouge, recouvert par un cercle blanc. C'est donc, comme nous l'avons déjà vu, et si

complètement vu ⁷⁶, par couches qui se superposent, par couches qui se forment les unes sur les autres, par couches superposées ,que les os croissent en grosseur.

§ V.

La pièce 15 de la Planche VII est une portion du fémur d'un jeune porc de quatre à cinq semaines, qui a été soumis au régime de la garance pendant un mois. Ici, toute la substance de l'os est rouge.

La pièce 16 est une portion du fémur d'un porc, un peu plus âgé que le précédent, et qui, de même, a été soumis au régime de la garance pendant un mois.

On voit ici deux cercles très distincts : un intérieur, qui est blanc ⁷⁷, et un extérieur qui est rouge.

Suivons, maintenant, ce cercle rouge.

Sur la pièce 16 dont je viens de parler, il est extérieur ; c'est que l'animal a été tué pendant le régime de la garance.

Sur la pièce 17, il est entre deux cercles blancs ; c'est que l'animal, après un mois du régime de la garance, a été rendu au régime ordinaire pendant un mois.

Sur la pièce 18, le cercle rouge touche presque au canal médullaire, et le cercle blanc, qu'il recouvrait, a presque entièrement disparu ; c'est que l'animal, après un mois du régime de la garance, a été rendu au régime ordinaire pendant deux mois.

Enfin, sur la pièce 19, le cercle rouge est tout-à-fait dans le canal médullaire, il n'est même plus entier, il a déjà disparu en partie ; c'est que l'animal, après un mois du régime de la garance, a été rendu au régime ordinaire pendant quatre mois.

§ VI.

Ainsi donc, le cercle rouge est d'abord extérieur ; puis il est placé entre deux cercles blancs ; puis il s'approche de plus en plus du canal médullaire ; puis il devient tout-à-fait intérieur, il est dans le canal médullaire, et le cercle blanc qu'il recouvrait a disparu ; puis il disparaît à son tour.

A mesure donc que l'os se recouvre de nouvelles couches par sa face externe, par celle qui répond au périoste, il en perd d'autres par sa face interne, par celle qui répond à la membrane médullaire : double travail de sur-addition externe et de résorption interne, dans lequel consiste, comme nous l'avons vu ⁷⁸, tout le mécanisme de l'accroissement des os en grosseur.

§ VII.

La pièce 20 nous offre quatre cercles : deux blancs et deux rouges.

Un premier cercle blanc, déjà en partie résorbé, touche au canal médullaire ; puis, sur ce cercle blanc est un cercle rouge ; puis sur ce cercle rouge, un second cercle blanc ; et puis, sur ce cercle blanc, un second cercle rouge.

L'animal avait deux mois quand il a été soumis à l'expérience, c'est-à-dire à un premier régime de garance qui a duré un mois.

Après un mois de régime de garance, il a été rendu au régime ordinaire pendant un mois, et puis, il a été remis au régime de la garance pendant un mois encore.

C'est pendant ce dernier régime qu'il a été tué.

La superposition des cercles marque la succession des régimes : le premier cercle blanc répond au premier régime ordinaire ; le premier cercle rouge au premier régime de la garance ; le second cercle blanc au second régime ordinaire ; et le second cercle rouge au second et dernier régime de la garance.

§ VIII.

La pièce 21 nous offre quatre cercles encore, mais dont le dernier est blanc, parce que l'expérience a fini par le régime ordinaire.

Le premier cercle, celui qui touche au canal médullaire ⁷⁹, est rouge : sur ce cercle rouge est un cercle blanc ; sur ce cercle blanc, un cercle rouge ; et sur ce cercle rouge, un cercle blanc.

L'animal avait deux mois quand il a été soumis à un premier régime de garance qui a duré un mois : après ce régime, il a été rendu à la nourriture ordinaire pendant un mois ; puis il a été remis au régime de la garance pendant un mois ; et puis il a été remis au régime ordinaire pendant deux mois.

C'est pendant ce dernier régime qu'il a été tué.

§ IX.

La pièce 16 est, comme on l'a déjà vu, une portion du fémur d'un jeune porc, qui a été soumis au régime de la garance pendant un mois.

Il n'y a eu qu'un seul régime de garance ; et cependant, outre le cercle rouge extérieur, on voit un autre cercle rouge tout-à fait intérieur, placé tout-à-fait dans le canal médullaire.

Ce cercle intérieur nous marque l'os qui se forme par la membrane médullaire ⁸⁰. Il a donc une importance propre ; car il peut nous donner la marche de l'os intérieur, du tissu spongieux de l'os, comme le cercle extérieur nous a donné la marche de l'os proprement dit, de l'os externe.

Mais je l'ai trop peu suivi encore, et je me borne à l'indiquer ici.

§ X.

La pièce 13 est la partie moyenne du fémur gauche d'un jeune porc. L'os a été scié en long.

L'animal n'avait été soumis qu'à un seul régime de garance ; et, néanmoins, on voit, ici encore, une portion de l'os intérieur, une portion du tissu spongieux de l'os, qui est rouge.

CHAPITRE III.

ACTION DE LA GARANCE SUR LES OS DES MAMMIFÈRES.

DÉVELOPPEMENT DES OS EN LONGUEUR.

§ I.

Je me suis servi, dans le précédent Chapitre, de l'action de la garance pour suivre la marche de l'accroissement des os en grosseur. C'est ce que Duhamel, c'est ce que J. Hunter, avaient déjà fait avant moi, du moins en partie. Mais ni Duhamel, ni J. Hunter n'avaient songé à profiter de l'action de la garance pour démêler et pour suivre la marche de l'accroissement des os en longueur.

Et cependant l'action de la garance ne donne pas moins l'accroissement des os en longueur que leur accroissement en grosseur.

§ II.

La pièce 14 de la Planche VII est l'humérus (scié en long) d'un jeune porc.

L'animal a d'abord été soumis au régime de la garance pendant un mois ; il a été ensuite rendu à la nourriture

ordinaire pendant quatre mois ; enfin, il a été soumis, de nouveau, au régime de la garance pendant un mois, et il a été tué.

L'humérus, scié en long, offre, selon toute sa longueur, trois lignes ou couches parfaitement distinctes : une interne, rouge ⁸¹ ; une intermédiaire, blanche ; et une externe, rouge.

Les deux couches rouges répondent aux deux régimes de la garance, et la blanche répond au régime ordinaire.

Et si j'examine les deux extrémités de l'os, tant la supérieure que l'inférieure, j'y vois deux portions de tissu spongieux, juxta-posées et parfaitement distinctes l'une de l'autre par leur couleur.

La première de ces portions, celle qui touche au canal médullaire, est blanche ; et la seconde, celle qui termine l'os, est rouge.

Or, de ces deux portions, l'interne ou la plus ancienne, puisqu'elle répond aux quatre mois du régime ordinaire, est blanche ; et la terminale ou la plus nouvelle, puisqu'elle répond au dernier régime de la garance, est rouge. Donc les os croissent en longueur par portions ou couches qui se juxtaposent, comme ils croissent en grosseur par lames ou couches qui se superposent.

§ III.

Les pièces 22 et 23 sont les deux moitiés du tibia gauche d'un jeune porc qui, après un mois du régime de la garance, a été rendu à la nourriture ordinaire pendant deux mois. L'os a été scié en long ; et l'on y voit, selon toute sa longueur, deux lignes ou couches, l'une interne, très mince et rouge, l'autre externe, plus épaisse et blanche ⁸².

La couche interne et rouge, presque entièrement résorbée sur quelques points, est celle qui s'était formée pendant le régime de la garance ; la couche externe et

blanche, beaucoup plus épaisse, est toute la portion d'os qui s'est formée pendant les deux mois de la nourriture ordinaire. Voilà pour l'accroissement de l'os en grosseur.

Pour juger tout aussi sûrement de l'accroissement en longueur, il suffit de remarquer que la couche rouge ne règne que sur le corps de l'os, et que tout ce qui est extrémité est blanc.

Or, ce qui est extrémité, ce qui est blanc, est ce qui s'est fait depuis que le régime de la garance a cessé : ce qui est blanc est ce qui s'est fait après ce qui est rouge, puisque le régime de la garance avait précédé la nourriture ordinaire ; c'est donc par leurs extrémités, et par leurs extrémités seules, que les os croissent en longueur.

L'action de la garance donne donc l'accroissement des os en longueur, comme elle donne leur accroissement en grosseur.

CHAPITRE IV.

EXAMEN DE L'ACTION DE LA GARANCE SUR LES OS.

§ I.

Je ne considère ici l'action de la garance que comme un moyen de démêler et de suivre la marche du développement des os.

§ II.

Si l'on donne de la garance à un jeune pigeon, au bout de très peu de temps, au bout de très peu d'heures, toute la substance, toute l'épaisseur des os est rouge ⁸³.

Il en est de même si l'on donne de la garance à un très jeune mammifère : au bout de quelque temps, au bout de quelques jours, toute l'épaisseur, toute la substance des os est rouge ⁸⁴.

§ III.

Evidemment, si les choses se passaient toujours ainsi, on ne pourrait tirer aucun parti de la garance, pour démêler et pour suivre la marche du développement des os.

Mais, comme on vient de le voir ⁸⁵, les choses ne se passent pas toujours ainsi.

§ IV.

Quand on donne de la garance à un mammifère ⁸⁶ qui, quoique très jeune encore, a déjà pourtant quelques mois, à un jeune cochon de deux à trois mois, par exemple, bientôt les os s'entourent d'un cercle rouge.

Un pareil os offre, comme nous avons vu ⁸⁷, deux cercles : un intérieur blanc et un extérieur rouge.

Le cercle blanc est l'os ancien, l'os formé depuis un certain temps déjà, quand a commencé le régime de la garance, et le cercle rouge est l'os nouveau, c'est-à-dire, 1° tout l'os nouvellement formé au moment où a commencé le régime de la garance, et 2° tout l'os qui s'est formé depuis ⁸⁸.

§ V.

Sans doute, l'os du cercle blanc n'est pas absolument blanc. Si l'on soumet au microscope cet os qui paraît blanc à l'œil nu, on le trouve coloré ⁽²⁾ ; mais, enfin, il est beaucoup moins coloré que l'os du cercle rouge ; il l'est tellement moins, qu'il paraît blanc à l'œil nu ; et cette inégalité de coloration suffit pour distinguer les couches des os les unes des autres, pour distinguer l'os ancien de l'os nouveau, pour démêler et pour suivre la marche du développement des os.

§ VI.

Lorsque je publiai, de 1840 à 1842, la première ébauche de ma théorie sur la formation des os, je ne m'appuyais encore que sur des expériences faites au moyen de la garance.

J'avais pourtant conclu de ces expériences :

Que l'os se forme dans le périoste ⁸⁹ ;

Qu'il croît en grosseur par couches superposées ⁹⁰ ;

Qu'il croît en longueur par couches juxtaposées ⁹¹ ;

Que le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches internes de l'os ⁹² ;

Que les têtes des os sont successivement formées et résorbées, pour être reformées encore, tant que l'os croît ⁹³ ;

Et que l'os se renouvelle sans cesse pendant qu'il se développe ⁹⁴.

§ VII.

Et je conclus de mes nouvelles expériences, expériences d'un tout autre genre que celles faites avec la garance, expériences d'une sûreté, d'une précision mécaniques, expériences qui ne laissent prise ni à l'objection ni au doute :

Que l'os se forme dans le périoste ;

Qu'il croît en grosseur par couches superposées ;

Qu'il croît en longueur par couches juxtaposées ;

Que le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches internes de l'os ;

Que les têtes des os sont successivement formées et résorbées, pour être reformées encore, tant que l'os croît ;

Et que la rénovation, la mutation continuelle de la matière est le grand ressort, jusqu'à moi demeuré inconnu, du développement des os.

TROISIÈME PARTIE.

DISCUSSION DES THÉORIES REÇUES SUR LA FORMATION DES OS.

CHAPITRE PREMIER.

THÉORIE DE L'INTERPOSITION DU SUC NOURRICIER.

§ I.

La théorie de l'accroissement des os par l'interposition du suc nourricier, est très probablement, de toutes, la plus ancienne.

Suivant cette théorie, le suc nourricier, le suc osseux, en s'interposant entre les parties déjà formées, les écarte les unes des autres, et cet écartement produit l'extension, l'accroissement de l'os dans toutes ses dimensions.

Illoë particulæ, dit Clopton Havers, quæ inter extremitates eorum (c'est-à-dire des os) adactæ sunt, dilatant interstitia, ibique hærentes, singulas ossearum particularum series, et consequenter os universum, in longum producunt... ⁹⁵.

§ II.

On a, de bonne heure, confondu l'idée de la nutrition avec celle de l'accroissement des parties.

Or, l'idée de l'interposition des molécules qui semble se lier si bien avec l'idée de la nutrition, laquelle se fait sans doute dans chaque molécule, car chaque molécule vit et par conséquent se nourrit ; cette idée, dis-je, n'est plus en rapport avec les faits, dès qu'il s'agit, non de nutrition, mais d'accroissement.

§ III.

Toutes mes expériences prouvent que l'os ne croît pas par des molécules interposées, mais par des molécules qui se superposent, qui se juxtaposent, par molécules superposées et juxtaposées.

Laissons donc, présentement, de côté le mécanisme de la nutrition, que je n'étudie point ici, et voyons celui de l'accroissement, que mes expériences nous font connaître.

§ IV.

Mes expériences montrent que, à proprement parler, l'os ne croît pas, car il ne reste pas. L'os formé disparaît ; et ce qui nous donne l'apparence de l'accroissement d'un os est une suite d'os qui se forment, et qui, en se formant l'un par-dessus l'autre, se forment toujours de plus en plus gros, de plus en plus longs l'un que l'autre.

CHAPITRE II.

THÉORIE DE L'EXTENSION COMBINÉE AVEC CELLE DE LA SUPERPOSITION DES COUCHES.

§ I.

Avant Duhamel, une seule opinion régnait : celle de l'accroissement de l'os par l'interposition des suc.

Duhamel est le premier qui ait vu l'accroissement par la superposition des couches. Il est même le premier qui ait nettement combattu l'interposition des suc. « Les os sont composés, dit-il, de lames

» très minces qui s'enveloppent les unes les autres ;
»..... donc les os ne croissent pas uniquement par
» l'interposition du suc osseux, qui écarte les parties
» de l'os précédemment formé : une telle mécanique
» produirait une masse, et non pas des
» lames ⁹⁶. »

Mais, tout en posant l'idée nouvelle de la superposition des couches, Duhamel n'en conserve pas moins l'idée ancienne de l'extension des os, de l'interposition des suc ; il combine les deux mécanismes, et mêle les deux idées.

« J'adopte de plus ce que Havers dit de l'interposition
» du suc osseux qui écarte les molécules déjà
» ossifiées..... ⁹⁷. »

§ II.

L'erreur de Duhamel vient d'une des plus belles expériences qu'il ait faites, mais qu'il a mal comprise.

« J'entourai, dit-il, l'os d'un pigeonneau vivant
» avec un anneau de fil d'argent qui était placé sous
» les tendons et sur le périoste ⁹⁸ ; je laissai là cet anneau
» pour reconnaître ce qui arriverait aux couches
» osseuses déjà formées, supposé qu'elles vinssent
» à s'étendre, car je pensais que mon anneau était
» plus fort qu'il ne fallait pour résister à l'effort que
» ces lames osseuses feraient pour s'étendre ; il résista
» en effet, et les couches osseuses, qui n'étaient
» pas encore fort dures, ne pouvant s'étendre
» vis-à-vis l'anneau, se coupèrent. Ce qui prouve
» bien l'extension des couches osseuses, c'est
» qu'ayant disséqué la partie, je trouvai que le diamètre
» de l'anneau n'était pas plus grand que celui
» du canal médullaire ⁹⁹. »

§ III.

Mais pourquoi Duhamel conclut-il que les couches de l'os se coupèrent ? Duhamel ne les a pas vues se couper. Jamais dans mes nombreuses expériences, elles ne se sont coupées ; Duhamel ne suppose, ne conclut, n' imagine qu'elles se coupèrent que parce qu'il veut expliquer l'agrandissement du canal médullaire, et qu'il ne sait l'expliquer que par l'extension.

« Sitôt, dit-il, qu'on sait que le canal médul-
» laire augmente de diamètre, on peut en conclure
» que les lames osseuses s'étendent ¹⁰⁰. » Il dit encore
: « La super-addition des lames osseuses ne
» peut pas servir à rendre raison de l'augmentation
» du diamètre du canal médullaire. Il faut donc que
» ces deux causes (l'extension et la superposition

- » des lames osseuses) concourent pour expliquer
- » l'augmentation de grosseur des os ¹⁰¹. »

§ IV.

Pour expliquer l'agrandissement du canal médullaire, Duhamel conserve donc la prétendue extension des lames osseuses ; mais il ne conserve cette cause supposée que parce qu'il ne voit pas la cause réelle, c'est-à-dire la résorption.

Encore une fois (et les expériences dans lesquelles j'ai substitué une lame de platine ¹⁰² à l'anneau de fil d'argent l'ont assez fait voir), dans l'expérience de Duhamel, il n'y a eu ni extension, ni rupture des lames osseuses. Toute la portion d'os, entourée d'abord par l'anneau, a disparu ; toute celle qui l'a entouré plus tard s'est formée depuis. Il s'est fait un os nouveau à la place de l'os ancien, ou plus exactement par-dessus l'os l'ancien.

CHAPITRE III.

OBJECTIONS DE HALLER CONTRE L'OPINION DE DUHAMEL, TOUCHANT LA FORMATION DE L'OS DANS LE PÉRIOSTE.

§ I.

A peine Duhamel eut-il publié son opinion sur la formation de l'os dans le périoste, que Haller se hâta de la combattre.

Haller a renouvelé la face de la physiologie, et l'on ne peut parler d'un aussi grand homme qu'avec un respect extrême. Et néanmoins il doit être permis de dire qu'on voit trop, dans le travail de Haller sur les os, le parti pris d'avance de combattre l'opinion de Duhamel ¹⁰³.

§ II.

D'abord, la plupart des objections de Haller ne portent pas plus contre l'opinion de Duhamel, qu'elles ne porteraient contre toute autre opinion quelconque.

Par exemple, après avoir dit que « l'état primordial » de l'os est celui d'une glu ¹⁰⁴, » et que la formation des os est due « à la coagulation et à » l'endurcissement d'un suc ¹⁰⁵, » Haller fait à Duhamel cette objection :

« Je ne comprends pas, lui dit-il, que la duremère » ait pu former un os aussi composé que l'est » l'os pierreux, ni que la membrane tendre et délicate

» de la coquille ou des canaux demi-circulaires
» ait pu servir de moule à l'os pierreux ou lui
» imprimer ses spirales et ses contours ¹⁰⁶. »

Duhamel aurait pu lui demander s'il comprenait mieux, lui Haller, comment ces canaux, ces contours, ces spirales avaient pu se former par l'endurcissement d'une glu, ou par la coagulation d'un suc.

§ III.

D'autres objections de Haller ne sont pas assez réfléchies.

« Les couches osseuses, dit-il, qui se forment
» dans un animal nourri de garance sont rouges, et
» le périoste reste blanc ; donc les couches osseuses
» ne sont point formées par le périoste ¹⁰⁷. »

Fougeroux lui répond très bien : « En faisant un
» raisonnement tout pareil, je dirai : La grande
» apophyse du sternum des oiseaux ne prend aucune
» teinte de rouge tant qu'elle est cartilagineuse,
» quoique ces animaux usent dans leurs aliments
» de beaucoup de garance ; l'apophyse du sternum
» des oiseaux, lorsqu'elle est convertie en os, prend
» très bien, au contraire, la teinture de la garance ;
» donc l'apophyse du sternum des oiseaux
» n'est pas formée par le cartilage qui en occupait la
» place ¹⁰⁸. »

En effet, le cartilage ne rougit pas plus ¹⁰⁹ que le périoste sous l'action de la garance ; et si l'argument avait quelque force contre le périoste, il n'en aurait pas moins contre le cartilage. Or, le cartilage devient os ; Haller n'en doutait pas. La non-coloration ne prouve donc pas plus contre le périoste qu'elle ne prouve contre le cartilage.

IV.

Haller dit encore que « le périoste n'a aucune
» part à la réunion des os ; qu'il ne fait pas partie
» du cal... ; qu'il n'est pas attaché au cal ¹¹⁰. »

On voit, par les pièces 12, 13 et 15 de la Planche V, combien Haller se trompe. Le périoste tient partout au cal, ou plutôt le cal n'est que le périoste même, le périoste endurci, selon l'expression de Duhamel ¹¹¹, le périoste devenu os.

Dès qu'un os est rompu, le périoste se porte entre les bouts fracturés ; et là, se tuméfiant de plus en plus, il devient bientôt cartilage ; et bientôt ce cartilage devient le cal ¹¹².

Mes expériences sur les côtes ne sont que des fractures avec perte de substance, comme je l'ai déjà dit ; et ces expériences nous montrent, avec l'évidence la plus complète, le périoste qui devient cartilage, et le cartilage qui devient os, une portion d'os, c'est-à-dire le cal ¹¹³.

§ V.

Haller arrive, enfin, à cette objection, qui a dû paraître bien forte, car, après lui, je ne vois plus un seul physiologiste qui ne la répète.

« Le périoste, dit-il, est si peu la matière de
» l'os, qu'une grande partie des os naît sans en
» avoir. Je parle des noyaux osseux qui naissent au
» milieu du cartilage, qui n'ont aucun périoste visible,
» et qui sont isolés de tous côtés, à l'égard
» du périoste du reste de l'os ¹¹⁴. »

Bordenave, qui semble s'être donné la tâche de reproduire contre Duhamel toutes les objections de Haller, s'est bien gardé d'omettre celle-ci.

« Les extrémités des os longs commencent, dit-il,
» par être cartilages avant que d'être os, et ne doivent

» point leur naissance au périoste ¹¹⁵. »
« On attribue sans preuve, dit Béclard, au périoste,
» l'usage de former les os, car on voit l'ossification
» des os courts commencer au centre du
» cartilage, et loin du périoste par conséquent ¹¹⁶. »

§ VI.

Ainsi donc, l'os naît dans le cartilage ; et, puisqu'il naît dans le cartilage, il ne vient pas du périoste ; et par conséquent Duhamel se trompe.

§ VII.

Mais, point du tout : Haller, Bordenave et Béclard ne voient que la moitié du fait ; Duhamel seul voit le fait entier.

« J'ai fait voir, dit-il, que les lames du périoste,
» qui étaient d'abord membraneuses, devenaient
» ensuite cartilagineuses, et qu'elles acquéraient
» enfin la dureté des os ¹¹⁷. »

Il dit encore : « Ce qui doit devenir os dans l'animal
» est cartilagineux ¹¹⁸. »

Il dit enfin : « C'est le périoste qui, après avoir
» rempli les plaies des os, ou s'être épaissi autour
» de leurs fractures, prend ensuite la consistance
» de cartilage, et acquiert enfin la dureté des
» os ¹¹⁹. »

Duhamel a donc vu aussi que l'os naît dans le cartilage ; il l'a vu avant Haller, avant Bordenave, avant Béclard ; et, ce qu'ils n'ont pas vu, il a vu que le cartilage naît dans le périoste.

CHAPITRE IV.

THÉORIE DU SUC GÉLATINEUX DE HALLER, OU, PLUS GÉNÉRALEMENT, THÉORIE DE L'ÉPANCHEMENT.

§ I.

Selon Haller, « le cal de l'os est formé par un suc
» gélatineux qui suinte des extrémités fracturées de
» l'os, surtout de la moelle, et qui s'épanche tout
» autour ¹²⁰. » — « Ce suc, continue-t-il, s'épaissit,
» devient une gelée tremblante, passe par d'au-
» tres degrés de consistance, et devient, à la fin,
» cartilagineux ¹²¹. »

§ II.

« Dans la réunion d'une fracture, dit Béclard,
» il y a successivement agglutination des fragments
» par un liquide organisable dont le sang fournit
» les matériaux ; ossification d'une substance semblable
» infiltrée tout autour de la fracture, tant à

» l'intérieur qu'à l'extérieur ; enfin réunion vasculaire
» et osseuse entre les fragments eux-mêmes ¹²². »

§ III.

Le liquide organisable de Béclard n'est, sous un autre nom, que le suc gélatineux de Haller ; la substance intermédiaire de Breschet ¹²³ n'est, sous un autre nom, que le liquide organisable de Béclard, que la matière gélatineuse de Troja ¹²⁴ et de Macdonald ¹²⁵ ; et tout cela n'est, sous tous ces différents noms, que le périoste lui-même, gorgé, tuméfié , et, dans cet état nouveau, méconnu par les observateurs ¹²⁶.

§ IV.

Dans les expériences faites à la manière de Troja, on ne touche, comme on a vu ¹²⁷, ni au périoste, ni aux parties voisines, ni par conséquent aux vaisseaux de ce périoste et de ces parties : on ne touche pas même à l'os, du moins à la face de l'os qui répond au périoste. On ne produit donc aucune rupture, aucune lésion, aucun épanchement quelconque entre le périoste et l'os ; et cependant il se forme de l'os nouveau, tout un os nouveau.

§ V.

Les pièces 7 et 9 de la Planche VI sont deux tibias de deux lapins, opérés à la manière de Troja, c'est-à-dire que l'os a été scié en travers, et qu'ensuite on a détruit, au moyen d'un stylet, la membrane du canal médullaire.

L'animal a survécu soixante-douze heures à l'opération, pour la pièce 7 ; et quatre-vingt-seize pour la pièce 9.

Sur ces deux pièces, le périoste a été fendu longitudinalement, et détaché ensuite de l'os par la dissection.

Or, sur la face externe et vers le bout inférieur de l'os, mis à nu, paraît, sur chaque pièce, une petite couche blanche de consistance cartilagineuse ; cette couche

cartilagineuse, déjà ossifiée sur quelques points, est le commencement du tibia nouveau.

Mais ce qu'il importe de bien remarquer ici, c'est d'abord que cette couche cartilagineuse, germe d'un os nouveau, tient au périoste, est le périoste même ; et, ensuite, qu'entre le périoste et l'os il n'y a point d'épanchement.

Sur la pièce 8, tibia d'un lapin qui a survécu quatre-vingt-quatre heures à l'opération, la couche cartilagineuse, beaucoup plus étendue, recouvre l'os entier.

Mais remarquez toujours, d'une part, qu'elle tient partout au périoste, qu'elle n'est que le périoste même, et, d'autre part, qu'il n'y a nul épanchement encore entre le périoste et l'os.

§ VI.

Je le répète donc : l'os se forme toujours dans le périoste ; il se forme dans le périoste seul ; il ne se forme jamais dans une matière épanchée, dans un épanchement quelconque.

CHAPITRE V.

NOUVELLES EXPÉRIENCES TOUCHANT L'ACCROISSEMENT DES OS EN LONGUEUR.

§ I.

« On piqua de quatre trous, dit Duhamel, l'os
» de la jambe d'un pigeonneau. Le trou n° 1 était le
» plus près du pied, et peu éloigné de l'articulation ;
» la partie principale de cet os était renfermée entre
» le n° 2 et le n° 3 ; et la piqûre n° 4 était du côté
» du genou, mais peu éloignée de cette articulation.
» On tua cet animal huit jours après qu'ont lui eut
» fait ces piqûres, et on vit que celles n° 2 et n° 3,
» qui renfermaient la partie moyenne, n'avaient pas
» changé de position l'une à l'égard de l'autre ; mais
» la piqûre n° 1 s'était éloignée de celle n° 2 de près
» d'un quart de ligne, et la piqûre n° 4 s'était éloignée
» de celle n° 3 de près d'une demi-ligne.

» Il est évident par cette expérience que l'os de
» la jambe de ce pigeonneau avait acquis assez de
» dureté à sa partie principale pour ne plus s'étendre
» à cet endroit, mais qu'il n'était pas assez
» dur vers les extrémités pour avoir perdu la propriété
» de s'étendre ; de plus il est à propos de
» remarquer que l'extension a été plus considérable
» du côté de l'extrémité supérieure que du côté du
» pied ¹²⁸. »

§ II.

Ainsi donc, selon Duhamel, les os s'allongent ¹²⁹, s'étendent ¹³⁰, croissent en longueur par extension ¹³¹, etc., etc.

§ III.

« Sur le tibia d'un jeune cochon d'une grande
» espèce, je pratiquai, dit J. Hunter, deux trous
» dans chacun desquels je plaçai un grain de
» plomb, et j'eus soin de tenir note de la distance
» qui séparait les deux plombs l'un de l'autre. Je
» ne tuai l'animal que lorsqu'il eut atteint son ac-
» croissement complet. A cette époque les deux trous
» se trouvèrent exactement à la même distance l'un
» de l'autre qu'au moment où je les avais faits. Or,
» si l'os se fût développé dans toutes ses parties,
» les deux grains. de plomb se seraient éloignés
» l'un de l'autre en proportion de l'accroissement de
» l'os ¹³². »

§ IV.

Voilà, certes, une belle expérience, et J. Hunter dit très bien que « l'os se développe par l'addition,
» à sa surface externe, d'une matière osseuse nou-
» velle ¹³³. »

Mais, à côté de cette belle expérience, j'en trouve une autre ; et J. Hunter ne parle plus de même :
« L'os s'est allongé, dit-il, entre les deux trous d'un
» quart de pouce environ, tandis que les autres parties
» ont grandi d'un demi-pouce ¹³⁴. »

§ V.

Après toutes les expériences décisives qu'on a déjà vues ¹³⁵, j'ose à peine en rapporter encore quelques autres. Les expériences inexactes de Duhamel et de J. Hunter me serviront d'excuse.

§ VI.

Les pièces 1,2, 3, 4 et 5 de la Planche VII répondent à cinq expériences où tout a été fait de même.

On a pris cinq lapins de la même portée, par conséquent du même âge, de la même taille, etc., on les a tous opérés le même jour, et on les a tous opérés de même.

§ VII.

Sur le tibia gauche de chacun de ces lapins, on a mis deux clous ; et l'on a eu grand soin que la distance d'un clou à l'autre fût exactement la même.

Ainsi, la distance qui sépare les deux clous ¹³⁶ est, sur tous les tibias, de 3 centimètres. :

§ VIII.

Ce n'est pas tout.

Sur tous ces tibias, non seulement les deux clous ont été mis à la même distance l'un de l'autre, comme je viens de le dire ; mais ils ont été mis à la même distance des épiphyses : le clou supérieur à 4 millimètres de l'épiphyse supérieure, et le clou inférieur à 4 millimètres de l'épiphyse inférieure.

§ IX.

Quand l'expérience a commencé, les cinq lapins étaient âgés de deux mois.

L'expérience a duré, pour le lapin du tibia 1, quinze jours ; pour le lapin du tibia 2, un mois ; pour le lapin du tibia 3, deux mois ; pour le lapin du tibia 4, trois mois ; et pour le lapin du tibia 5, cinq mois.

Au moment de l'opération, les cinq tibias avaient la même longueur : 3 centimètres, 8 millimètres.

A la fin de l'expérience, le tibia 1 avait 4 centimètres, 8 millimètres ; le tibia 2, 5 centimètres, 6 millimètres ; le tibia 3, 6 centimètres, 5 millimètres ; le tibia 4, 7 centimètres, 3 millimètres ; et le tibia 5, 8 centimètres, 1 millimètre.

Le tibia 1 s'était donc accru de 1 centimètre ; le tibia 2, de 1 centimètre, 8 millimètres ; le tibia 3, de 2 centimètres, 7. millimètres ; le tibia 4, de 3 centimètres, 5 millimètres ; et le tibia 5, de 4 centimètres, 3 millimètres.

Et tout cet accroissement s'était fait par-delà les deux clous.

Les clous de l'os ne s'étaient point écartés : donc l'os ne s'allonge pas, ne s'étend pas, ne croît pas par extension.

CHAPITRE VI.

DES THÉORIES MIXTES.

§ I.

Ayant réfuté l'une après l'autre, comme on vient de le voir, chacune des théories reçues, je ne m'arrêterai pas aux combinaisons que l'on a voulu faire de quelques unes d'entre elles, ou même de toutes.

§ II.

Puisqu'aucune, prise à part, n'est vraie, toutes prises ensemble, ne le sont pas davantage. En ce genre, qui voit bien la vraie théorie, voit bientôt qu'elle est une. Ceux qui en admettent plusieurs, ou qui les admettent toutes, n'en voient bien aucune.

QUATRIÈME PARTIE.

EXAMEN DU RAPPORT DES FORCES AVEC LA MATIÈRE DANS LES CORPS VIVANTS.

CHAPITRE PREMIER.

MUTATION DE LA MATIÈRE.

§ I.

Je l'ai déjà dit ¹³⁷, le grand ressort du développement des os est la mutation de la, matière.

§ II.

Je reprends quelques-unes de mes principales expériences, et je cherche à voir, d'une vue générale, le mécanisme profond, le mécanisme vrai du développement des os.

§ III.

Le mécanisme du développement des os est la rénovation, la mutation continuelle de toutes les parties qui les composent. Cet os que je considère, et qui s'accroît, n'a plus, en ce moment, aucune des parties qu'il avait il y a quelque temps, et bientôt il n'aura plus aucune de celles qu'il a aujourd'hui. Et, dans tout ce renouvellement perpétuel de matière, sa forme change très peu. Là est une des premières et fondamentales lois qui régissent les corps vivants. Dans tout ce qui a vie, la forme est plus persistante que la matière.

§ IV.

Buffon l'avait déjà remarqué. « Ce qu'il y a, dit-il,
» de plus constant, de plus inaltérable dans la nature,
» c'est l'empreinte ou le moule de chaque espèce... ;
» e qu'il y a de plus variable et de plus
» corruptible, c'est la substance qui les com-
»pose ¹³⁸. »

Georges Cuvier semble s'être plu à développer cette belle idée. « Dans les corps vivants, dit-il,
»..... aucune molécule ne reste en place ; toutes
» entrent et sortent successivement : la vie est un
» tourbillon continu, dont la direction, toute compliquée
» qu'elle est, demeure constante, ainsi que
» l'espèce des molécules qui y sont entraînées, mais
» non les molécules individuelles elles-mêmes ; au
» contraire, la matière actuelle du corps vivant n'y
» sera bientôt plus, et cependant elle est dépositaire
» de la force qui contraindra la matière future à
» marcher dans le même sens qu'elle. Ainsi, la
» forme de ces corps leur est plus essentielle que leur
» matière, puisque celle-ci change sans cesse, tandis
» que l'autre se conserve ¹³⁹. »

§ V.

On peut dire que cette grande vue de la mutation continuelle de la matière, fruit d'une méditation abstraite plus encore que des faits mêmes, pour Buffon et pour Cuvier, se convertit dans mes expériences en un fait matériel.

§ VI.

Je considère l'accroissement de l'os en grosseur, et j'examine cette suite de tibias de la Planche IV qui portent

une lame de platine.

Je vois d'abord cette lame sur l'os, puis sous quelques couches d'os, puis dans le milieu de l'os, puis dans le canal médullaire.

Elle est dans le canal médullaire : donc tout un os s'est formé ¹⁴⁰, et tout un os a disparu ¹⁴¹.

§ VII.

L'accroissement en longueur me donne les mêmes faits, et peut-être de plus surprenants encore. Les extrémités de l'os, ce qu'on appelle ses têtes, changent complètement pendant qu'il s'accroît. En effet, sur les tibias 1, 2 et 3 de la Planche V, les extrémités ou têtes de l'os, qui se trouvaient d'abord sur le tibia 1 au point où est le clou 2, et sur les tibias 2 et 3 au point où est le clou 3, ces têtes ne sont plus, elles ont été résorbées ; et celles qui sont maintenant n'existaient pas alors ; elles se sont formées depuis.

§ VIII.

Tout change donc, dans l'os, pendant qu'il s'accroît. Toutes ses parties paraissent et disparaissent ; toutes sont, successivement, formées et résorbées ; et chacune, comme le dit admirablement Georges Cuvier, est dépositaire, tandis qu'elle existe, de la force qui contraindra bientôt celle qui doit lui succéder, à marcher dans le même sens quelle, et à maintenir sa forme.

§ IX.

« Je ne décide point, dit Duhamel, si, dans le
» périoste d'un enfant..., toutes les couches qui doivent
» se développer successivement y sont contenues
» en raccourci, ou s'il s'en forme de nouvelles,

- » à mesure que d'autres se convertissent en os...
- » Ces questions ne peuvent être éclaircies par des
- » expériences ¹⁴². »

Duhamel se trompe : l'expérience peut éclaircir ces questions, et même elle les résout de la manière la plus formelle.

Il se forme sans cesse des couches nouvelles ; et loin que, dans le périoste d'un enfant, se trouvent en raccourci toutes les couches qui devront se développer plus tard, le périoste actuel, le périoste actuel tout entier aura bientôt disparu, et, à sa place, il se sera formé un périoste nouveau, entièrement nouveau.

§ X.

Il y a donc formation continuelle de couches nouvelles, résorption continuelle de couches anciennes, en un mot mutation continuelle de la matière ; et pour emprunter encore, ici, à G. Cuvier une admirable parole : « C'est se faire une idée fausse de la

- » vie, que de la considérer comme un simple lien qui
- » retiendrait ensemble les éléments du corps vivant,
- » tandis qu'elle est, au contraire, un ressort qui les
- » meut et les transporte sans cesse ¹⁴³. »

CHAPITRE II.

PERMANENCE DES FORCES.

§ I.

Il est impossible que, parvenu au point où nous sommes, le lecteur ne soit pas frappé de l'aspect nouveau sous lequel se présentent les forces de la vie.

La matière n'est, selon l'heureuse expression de G. Cuvier, que dépositaire de ces forces. La matière actuelle, la matière qui est à présent, ne les a qu'en dépôt ; elle les a reçues de la matière qui l'a précédée ; et ne les a reçues que pour les rendre à la matière qui la remplacera bientôt.

§ II.

Ainsi donc, la matière passe et les forces restent.

La loi, la grande loi qui fixe le rapport des forces avec la matière, dans les corps vivants, est donc, d'une part, la permanence des forces, et, de l'autre, la mutation de la matière.

§ III.

La force seule est donc stable.

Un philosophe de nos jours a défini l'homme : une intelligence servie par des organes.

Je définis la vie : un ensemble de forces servies par la matière.

FIN.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Formation de l'os dans le périoste.

FIG. 1, 2, 3, 4, 5 et 6. Elles représentent des côtes de chiens, sur lesquelles une portion d'os a été retranchée.

La portion d'os enlevée a été préalablement dénudée de son périoste, lequel a été conservé intact.

La durée de l'expérience a été de quatre jours (fig. 1), six jours (fig. 2), dix jours (fig. 3), douze jours (fig. 4), quatorze jours (fig. 5), seize jours (fig. 6).

a a Points où l'ablation d'une portion de côte a été pratiquée.

b Périoste épaissi.

c Points osseux.

d Cartilage.

Les six figures en regard des précédentes représentent les moitiés de côtes correspondantes.

PLANCHE II.

Formation de l'os dans le périoste et dans la membrane médullaire.

FIG. 1. Côte de chien, sur laquelle a été pratiquée une expérience semblable à celles que représente la Planche I.

L'animal a été tué trois mois après l'opération.

La reproduction de la portion d'os retranchée est si complète, qu'on ne voit plus aucune trace de l'expérience.

La figure en regard représente la moitié de côte correspondante.

FIG. 2. Côte de chien sur laquelle une portion d'os a été également retranchée.

L'expérience a duré onze jours.

Le périoste a été détaché sur les points mêmes, et même un peu par-delà les points où la section de l'os avait été faite, afin de montrer la continuité de cette membrane (là à l'état naturel) avec la portion épaissie dans laquelle se sont développés les points osseux.

FIG. 3 et 4. Elles sont destinées à représenter les résultats d'expériences analogues aux précédentes, mais cependant un peu différentes.

Sur ces animaux, en effet, l'ablation a été pratiquée, non plus sur la partie moyenne de l'os, mais sur l'extrémité sternale de la portion osseuse de la côte, de manière que la tête de l'os et une certaine portion du cartilage ont été enlevées en même temps.

L'animal auquel appartient la côte 3 a été tué neuf jours après l'expérience, et celui auquel appartient la côte 4 treize jours après.

La signification des lettres est la même que dans la Planche I.

a a Points où la résection de l'os et du cartilage a été pratiquée.

b Périoste épaissi.

c Points osseux nouveaux.

d Cartilage nouveau.

Les trois figures, en regard des précédentes, représentent les moitiés de côtes correspondantes.

FIG. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12. Elles représentent les résultats d'expériences où l'on a pratiqué, sur des chiens, une perforation du tibia s'arrêtant au canal médullaire, ou même traversant toute l'épaisseur de l'os. Sur tous ces animaux, à l'exception de celui dont le tibia est représenté fig. 5, on a introduit dans le trou, fait à l'os, une canule d'argent.

Ces tibias ont tous été sciés suivant leur longueur, excepté celui qui porte le n° 9, qui ne l'a point été, et sur lequel on a enlevé un peu de substance osseuse pour mettre à jour le canal médullaire.

Au moyen de la section longitudinale de l'os, on voit la communication du périoste et de la membrane médullaire.

Les mêmes lettres ont la même signification dans toutes ces figures.

a Tibia,

a' Canal médullaire,

b Périoste,

c Membrane médullaire,

d Canule d'argent.

Sur la pièce n° 6, on voit la membrane médullaire qui pénètre dans l'orifice interne de la canule.

Sur toutes les autres pièces, c'est le périoste, au contraire, qui pénètre dans l'orifice externe de la canule ; sur la fig. 5, on le voit s'introduire dans l'ouverture de l'os.

L'épaississement du périoste dans l'intérieur de la canule est de plus en plus manifeste, à partir du n° 7 jusqu'au n°

12. Sur cette dernière figure, il est entièrement osseux, ainsi que la membrane médullaire.

La durée de l'expérience a été de cinq jours (fig. 5), six jours (fig. 6), sept jours (fig. 7), neuf jours (fig. 8), dix jours (fig. 9, onze jours (fig. 10), quinze jours (fig. 11 et 12).

PLANCHE III.

Formation de l'os dans le périoste.

Les quatre premières figures sont destinées à faire voir la reproduction de portions d'os dans le périoste, après l'ablation de l'extrémité supérieure de l'humérus.

On a mis dans ces expériences, qui ont été pratiquées sur des chiens, le plus grand soin à conserver le périoste, à ne point le léser, et néanmoins à en dénuder, aussi complètement que possible, la tête de l'os.

L'expérience a duré huit jours (fig. 1), douze jours (fig. 2), quatorze jours (fig. 3), et vingt jours (fig. 4).

On voit, sur ces quatre figures, des points osseux de nouvelle formation.

Les figures 5 et 6 montrent les résultats d'expériences dans lesquelles, contrairement à ce qui avait été fait dans les précédentes, on a enlevé, avec l'extrémité supérieure de l'humérus, le périoste qui la recouvrait. On ne voit, sur ces deux dernières figures, aucun point osseux de nouvelle formation.

La durée de l'expérience a cependant été plus longue que pour les figures 1, 2, 3 et 4 : ainsi le chien auquel appartenait l'humérus, représenté fig. 5, a survécu trente-

deux jours à l'opération, et celui dont l'humérus se voit à la fig. 6 n'a été tué que le quarantième jour de l'expérience.

Les mêmes lettres ont la même signification dans ces six figures :

- a Cavité glénoïde de l'omoplate ;
- b Point où la section de l'humérus a été pratiquée ;
- c Périoste ;
- c' Périoste épaissi ;
- d Points osseux de nouvelle formation ;
- e Épiphyse de l'extrémité inférieure de l'humérus.

FIG. 7. Tête d'humérus de chien dépouillée de son périoste jusqu'au niveau du cartilage articulaire ; elle appartenait à l'os représenté dans la fig. 1.

FIG. 8. Tête d'humérus recouverte de son périoste ; elle appartenait à l'os représenté dans la fig. 5.

FIG. 9,10, 11,12 et 13. Elles montrent les résultats d'expériences dans lesquelles on a pratiqué sur des chiens l'ablation de l'extrémité inférieure de l'un des radius ; cette extrémité a été dénudée de son périoste, lequel est resté intact, une simple incision longitudinale de cette membrane et son détachement de l'os ayant suffi pour l'accomplissement de l'expérience.

Le nombre des jours pendant lesquels les animaux ont survécu a été de cinq (fig. 9), de quinze (fig. 10), de vingt (fig. 11), de trente (fig. 12), et de quarante-cinq (fig. 13).

- a Radius ;
- b Cubitus ;
- c Périoste ;
- c' Périoste épaissi ;
- d Points osseux de nouvelle formation ;
- e Cartilage de nouvelle formation ;
- e' Cartilage de nouvelle formation sur le point d'être ossifié ;
- f Os du carpe.

FIG. 14. Extrémité inférieure de radius dénudée de son périoste ; cette extrémité appartenait au radius représenté

dans la fig. 9.

PLANCHE IV.

Formation de l'os dans le périoste. Résorption de l'os par la membrane médullaire.

FIG. 1, 2 et 3. Elles présentent les résultats d'expériences dans lesquelles on a enlevé, sur de jeunes chiens, toute la diaphyse de l'un des radius ; on a laissé intact le périoste, qu'il a suffi d'inciser suivant sa longueur pour le détacher de l'os, et pour que l'ablation du corps de l'os tout entier pût être faite : il n'a point été touché aux épiphyses.

La pièce n° 1 est représentée entière, tandis que celles qui portent les n°s 2 et 3 ont été sciées longitudinalement. Le trait de scie n'a atteint le cubitus qu'en partie.

Le temps écoulé entre le jour de l'opération et celui où l'oti a tué l'animal a été de treize jours pour le chien, dont l'avant-bras est représenté dans la figure n° 1, de Vingt et de quarante-huit jours pour ceux dont l'avant-bras est représenté dans les figures 2 et 3.

a a Épiphyses du radius (Dans la fig. 1, elles sont cachées par le périoste très épaissi) ;

b Cubitus ;

c Périoste ;

d d Portions d'os et points osseux de nouvelle formation ;

e Cartilage de nouvelle formation ;

f Os du carpe.

FIG. 4. Diaphyse du radius provenant de l'avant-bras, représenté dans la fig. 1 ; elle est complètement dépouillée de son périoste.

FIG. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14. Elles sont destinées à montrer les résultats d'expériences dans lesquelles on a

entouré d'un anneau de fil de platine l'un des tibias de jeunes chiens.

Dans les fig. 5 et 6, on a représenté l'une des moitiés de l'os scié suivant sa longueur ; les huit autres figures, au contraire, montrent une coupe transversale de l'os.

Les chiens, dont l'un des tibias est figuré aux n^{os} 5 et 6, ont été tués, le premier trente-trois jours, et le second cinquante-quatre jours après l'opération. Quant aux huit autres figures, l'indication de la durée de l'expérience ne peut pas être donnée d'une manière absolument précise ¹⁴⁴. Toutefois, le Chien dont on voit une portion de l'un des tibias au n^o 7, a été tué quelques jours après que l'anneau de fil de platine avait été placé, et celui dont une coupe transversale du même os est figurée au n^o 14 a survécu cent dix jours.

Les autres chiens ont été tués successivement à des époques intermédiaires aux deux précédentes.

a Couches osseuses du tibia comprises dans l'anneau métallique ;

a' Couches osseuses du tibia en dehors de l'anneau ;

b Canal médullaire du tibia ;

c Périoste ;

d Anneau métallique.

On voit que la portion a de l'os manque dans la fig. 14, si ce n'est dans un point très limité où cette lame osseuse est réduite à un amincissement extrême ; elle manque presque entièrement aussi dans les fig. 5, 6 et 13.

Elle est d'autant plus épaisse, que l'animal a survécu moins longtemps à l'expérience. Ainsi, elle n'a nulle part plus d'épaisseur que dans la fig. 7.

Le contraire a lieu pour la portion a' de l'os : très considérable, en effet, dans les fig. 6, 12, 13 et 14, elle l'est déjà moins dans les fig. 5 et 11. Dans la fig. 10, elle est d'une épaisseur à peu près égale à celle de la portion a. Elle est d'autant moins épaisse, que l'expérience est plus

récente : dans la fig. 7, par exemple, cette portion a' manque tout-à-fait, l'anneau n'est recouvert encore que par le périoste.

FIG. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 et 22. Elles représentent les résultats d'une série d'expériences consistant dans l'introduction d'une petite lame de platine sous le périoste de l'un des tibias de jeunes chiens. Cette lame est longue de 4 millimètres et large de 2.

Tous ces tibias, à l'exception de ceux qui portent les n^{os} 15 et 16, ont été sciés suivant leur longueur.

L'animal dont le tibia est figuré n° 15 a été tué le lendemain du jour de l'expérience ; on voit encore l'incision faite au périoste pour l'introduction de la lame métallique sous cette membrane.

Pour les autres figures, la durée de l'expérience a été de cinq jours (fig. 16), huit jours (fig. 17), douze jours (fig. 18), vingt jours (fig. 19 et 20), trente-six jours (fig. 21 et 22.)

a Tibia ;

b Canal médullaire ;

c Périoste ;

d d' Plaques métalliques ;

e Péroné.

On voit que la plaque d s'approche de plus en plus du canal médullaire, depuis la fig. 16 jusqu'à la fig. 21, et qu'elle est dans l'intérieur même de ce canal dans la fig. 22.

FIG. 23, 24, 25 et 26. Elles sont relatives à des expériences qui ont pour but de démontrer la résorption de l'os par la membrane médullaire.

Des côtes de lapin ayant été introduites dans le canal médullaire de l'un des tibias de différents chiens, on a vu s'effectuer, peu à peu, la résorption de ces os étrangers.

Le tibia dans le canal médullaire duquel a été introduite la côte de lapin n'a été représenté que sur les fig. 23 et 24 : sur les autres figures, on s'est borné à montrer la côte telle qu'on l'a trouvée dans l'intérieur du canal d'où on l'a extraite. On a placé en regard la côte correspondante du côté opposé, qu'on avait conservée intacte, afin de constater les changements qui surviendraient pendant la durée de l'expérience.

Sur l'un de ces chiens, comme l'indique la fig. 26, on avait introduit dans le même canal médullaire deux côtes de lapin.

a Tibia ;

b Périoste ;

c Membrane médullaire ;

d Côtes de lapin intactes servant de termes de comparaison ;

d' Côtes de lapin en partie résorbées.

Durée de l'expérience : vingt-deux jours (fig. 23), trente-trois jours (fig. 24), quarante-trois jours (fig. 25), cinquante-trois jours (fig. 26).

PLANCHE V.

Résorption de l'os par le périoste. — Formation du cal dans le périoste.

FIG. 1, 2 et 3. Elles sont destinées à montrer les résultats de quatre séries d'expériences, et ont été pratiquées sur le tibia droit de trois lapins.

Première série d'expériences, relative au corps de l'os.

Il ne faut s'occuper ici que des clous suivants :

Os n° 1, clous 3, 4 et 5 ;

Os n°s 2 et 3, clous 4, 5 et 6.

Ces clous ont été placés à 1 centimètre l'un de l'autre sur chacun de ces os, dont la longueur était, le jour de l'opération : 6 centimètres (fig. 1), 4 centimètres 3 millimètres (fig. 2), et 5 centimètres 4 millimètres (fig. 3). Elle est maintenant, en énumérant toujours les os dans le même ordre, de 6 centimètres 6 millimètres ; 6 centimètres 9 millimètres ; 8 centimètres 1 millimètre. Mais la distance entre les clous, qui était de 1 centimètre le jour de l'opération, est encore la même à la fin de l'expérience, qui a duré, pour le premier animal, vingt-deux jours ; pour le deuxième, quarante-six jours ; et pour le troisième, soixante-six.

Deuxième série d'expériences, relative aux extrémités de l'os.

Les clous qui se rapportent à ces expériences sont, sur l'os n° 1, les clous n°s 1 et 6, et sur les os n°s 2 et 3, les clous n°s 2 et 7. Ces clous ont été placés à des distances respectives, différentes sur chaque os.

Ainsi, au commencement de l'expérience :

Os n°1. 1° Distance entre les clous 1 et 6, 5 centimètres 1 millimètre ; 2° distance entre le clou 1 et l'épiphyse supérieure, 4 millimètres ; 3° distance entre le clou 6 et l'épiphyse inférieure, 4 millimètres ;

Os n° 2. 1° Distance entre les clous 2 et 7, 3 centimètres 3 millimètres ; 2° distance entre le clou 2 et l'épiphyse supérieure, 4 millimètres ; 3° distance entre le clou 7 et l'épiphyse inférieure, 4 millimètres ;

Os n° 3. 1° Distance entre les clous 2 et 7, 4 centimètres 3 millimètres ; 2° distance entre le clou 2 et l'épiphyse

supérieure, 4 millimètres ; 3° distance entre le clou 7 et l'épiphyse inférieure, 3 millimètres ;

A la fin de l'expérience, c'est-à-dire au bout de vingt-deux jours pour l'os n° 1, de quarante-six pour l'os n° 2, et de soixante-six pour l'os n° 3 :

1° Distance entre les clous 1 et 6 (os n° 1), et entre les clous 2 et 7 (os n°s 2 et 3), la même que le jour de l'opération ;

2° Distance entre l'épiphyse supérieure et le clou 1 (os n° 1), 7 millimètres ; et le clou 2 (os n° 2), 20 millimètres ; et le clou 2 (os n° 3), 25 millimètres ;

3° Distance entre l'épiphyse inférieure et le clou 6 (os n° 1.), 7 millimètres ; et le clou 7 (os n° 2), 16 millimètres, et le clou 7 (os n° 3), 13 millimètres.

L'accroissement en longueur de ces os, qui a été de 6 millimètres pour l'os n° 1, de 28 millimètres pour l'os n° 2, et de 31 millimètres pour l'os n° 3, ne s'est donc fait, pour le premier, qu'entre les épiphyses (tant la supérieure que l'inférieure) et les clous 1 et 6 ; et, pour les deux autres, qu'entre les épiphyses et les clous 2 et 7.

Troisième série d'expériences, relative au déplacement de l'apophyse ou épine du tibia pendant l'accroissement de cet os.

La durée de l'expérience a été la même ici que pour la série précédente.

Les clous sur lesquels porte l'expérience sont le clou 2 (fig. 1) et le clou 3 (fig. 2 et 3).

Chacun de ces clous a été placé au niveau de l'épine du tibia le jour de l'opération.

A la fin de l'expérience, on a trouvé, sur chaque os, l'épine éloignée du clou : la distance qui sépare maintenant ces deux points est, en effet, de 3 millimètres (fig. 1), de 13 millimètres (fig. 2), et de 17 millimètres (fig. 3).

Quatrième série d'expériences, relative aux épiphyses.

On a placé un clou dans chaque épiphyse des os n^{os} 2 et 3. Les clous dont il s'agit ici sont les clous 1 et 8. Il faut noter cependant que, sur l'os n° 2, le clou 1, au lieu d'avoir été mis dans l'épiphyse, a été, par erreur, placé dans le fibrocartilage qui sépare la diaphyse de l'épiphyse. Or, pour ce dernier clou, le résultat n'a pas été le même que pour le clou 8 du même os, et que pour les clous 1 et 8 de l'os n° 3. Placé en effet à 4 millimètres du clou 2, la distance entre ces deux clous n'a pas changé ; mais le clou 8, placé à 4 millimètres du clou 7, s'en est trouvé éloigné de 17 millimètres à la fin de l'expérience, c'est-à-dire au bout de quarante-six jours.

Sur l'os n° 3, le clou 1 (clou de l'épiphyse supérieure) a été placé à 4 millimètres du clou 2, et le clou 8 (clou de l'épiphyse inférieure) à 4 millimètres du clou 7.

L'animal a été sacrifié soixante-six jours après l'opération. On a trouvé :

Entre les clous 1 et 2, 25 millimètres de distance ;

Et entre les clous 8 et 7, 14 millimètres.

FIG. 4 et 5. Elles font connaître le résultat d'expériences relatives à la force de résorption du périoste.

Elles ont consisté dans l'introduction de petites lames osseuses sous le périoste des extrémités, des têtes de l'un des tibias. Les animaux qui ont servi à ces expériences étaient de jeunes chiens. Les lames osseuses avaient une longueur de 2 centimètres et une largeur de 3 millimètres,

a Tibia ;

b b Périoste ;

d d Corps étrangers placés sous le périoste.

Durée de l'expérience : vingt-six jours (fig. 4), trente et un jours (fig. 5).

FIG. 6, 7, 8. Elles sont destinées à montrer, d'une part, la formation de l'os par la membrane médullaire, et de

l'autre, la résorption des os propres de l'animal par le périoste.

Ce sont des tibias de canards dont le périoste a été détruit dans presque toute l'étendue du corps de l'os. Ces tibias ont été sciés suivant leur longueur, et l'on n'a représenté que l'une des deux moitiés de chacun de ces os.

a Tibia recouvert de son périoste ;

b Périoste ancien ;

b' Périoste nouveau et épaissi (fig. 7) ;

b'' Deux prolongements du périoste nouveau (fig. 7 et 8), qui, après avoir résorbé, percé l'os mort, se glissent sous cet os mort, pour aller s'implanter dans l'os vivant ;

f Canal médullaire (fig. 6 et 8) ;

h Os nouveau formé dans la membrane médullaire (fig. 6) ;

h' Os nouveau formé dans le périoste ;

i Nouvelle membrane médullaire ;

j Os mort.

L'animal auquel appartenait le tibia représenté fig. 6 a survécu vingt jours à l'opération ; pour celui dont le tibia porte le n° 7, la durée de l'expérience a été de vingt-huit jours ; elle a été de trente et un jours pour celui dont le tibia est figuré au n° 8.

FIG. 9. 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16. Elles montrent le résultat d'expériences destinées à faire connaître la formation du cal.

Elles ont été faites sur des tibias de chiens et de lapins.

Tous ces os, à l'exception de celui qui porte le n° 9, ont été sciés suivant leur longueur.

Les mêmes lettres ont la même signification dans toutes ces figures.

a Tibia ;

b Périoste ;

b' Périoste épaissi ;

e Point où l'os a été fracturé ;

/ Canal médullaire ;

h Os nouveau intérieur, c'est-à-dire développé dans le canal médullaire ;

h' Os nouveau extérieur ;

h'' Points osseux de nouvelle formation ;

k Intérieur de la capsule ou virole : périostique (fig. 14), osseuse (fig. 15).

FIG. 9. Portion moyenne du tibia droit d'un chien, tué trois jours après l'opération. On voit à la face interne du périoste, renversé et maintenu par des érignes, un nombre très considérable de petits prolongements qui viennent se fixer sur l'os et sur le point même où celui-ci a été fracturé.

FIG. 10. Portion moyenne du tibia d'un chien. L'expérience a duré dix jours. La face interne du périoste épaissi, qui est tiré en dehors par des érignes, présente, comme dans la fig. 9, des prolongements qui pénètrent entre les deux fragments de l'os et viennent s'unir à la membrane médullaire.

FIG. 11. Tibia droit d'un chien. La durée de l'expérience a été de quinze jours. On voit, de même, ici le périoste épaissi qui vient s'unir à la membrane médullaire dans l'intervalle existant entre les fragments.

FIG. 12. Portion du tibia droit d'un chien. L'animal a été tué au bout de vingt-deux jours.

FIG. 13. Portion du tibia droit d'un chien qui a survécu à l'expérience durant vingt jours.

Ces deux figures montrent l'augmentation de volume du périoste, et surtout le développement de points osseux dans son épaisseur.

FIG. 14 et 15. Tibias droits de deux lapins, tués : le premier, celui du tibia 14, au bout de dix jours ; et le second, celui du tibia 15, au bout de quarante-cinq jours.

Sur l'une et l'autre figure, on voit la capsule de la fracture, avec cette différence pourtant que cette capsule k est encore molle sur la fig. 14, et qu'elle est complètement osseuse sur la pièce 15.

FIG. 16. Elle montre, sur un tibia droit de jeune chien, examiné quarante-cinq jours après l'expérience, une fracture parfaitement consolidée. On voit encore en e, endroit où la fracture a eu lieu, quelques traces de l'os nouveau qui formait le bouchon osseux intérieur.

PLANCHE VI.

Formation de l'os dans le périoste. Résorption de l'os par la membrane médullaire.

FIG. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Elles font connaître les résultats d'expériences dans lesquelles on a détruit la membrane médullaire de divers os.

On a scié longitudinalement les pièces représentées par ces figures.

La fig. 1 montre une moitié du radius gauche d'un porc, et la fig. 3 l'autre moitié de ce même radius. La fig. 2 est la représentation de l'os ancien et nécrosé, retiré de la cavité du radius de nouvelle formation. — On le voit par sa face externe, qui est usée et corrodée.

La durée de l'expérience a été de vingt et un jours.

Les fig. 4 et 6 sont les deux moitiés du radius droit d'un bouc, os tout entier de nouvelle formation : on voit, fig. 5, l'os ancien et nécrosé, retiré de l'intérieur de l'os nouveau ; la surface externe en est usée et corrodée. L'animal a été

tué trois mois après la destruction de la membrane médullaire.

a Périoste de l'os nouveau ;

c Os nouveau ;

d Membrane médullaire de l'os nouveau ;

e Os ancien ;

f Débris de la membrane médullaire de l'os ancien.

FIG. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14. Elles représentent le résultat d'expériences où, après avoir scié en travers un des tibias, on a détruit aussi complètement que possible la membrane médullaire de cet os. Les animaux sur lesquels on a opéré sont des lapins.

La durée de l'expérience a été, pour les fig. 7, 8, 9, 10, 14, de trois, quatre, huit, seize, dix-neuf jours ; et pour les fig. 11 et 13, de quarante jours.

a Périoste ;

a' Prolongement du périoste se continuant avec

b, Couche cartilagineuse adhérente à l'os de nouvelle formation ;

c Os nouveau ;

d Canal médullaire de l'os nouveau, avec sa nouvelle membrane médullaire ;

e Os ancien. Dans la fig. 14, il forme un séquestre qu'on a fait sortir de la cavité médullaire de l'os nouveau.

FIG. 15 et 16. Elles montrent les résultats d'expériences dans lesquelles on a entouré le tibia droit de deux lapins d'un anneau métallique.

a Périoste ;

h Anneau métallique.

L'animal auquel appartenait le tibia représenté fig. 15 a été tué le quatrième jour après l'opération. L'anneau n'était encore recouvert que par le périoste.

Le tibia qui porte le n° 16 appartenait à un animal qui a survécu huit jours à l'opération ; l'anneau est déjà recouvert par une couche très mince et transparente d'os nouveau.

FIG. 17, 18, 19 et 20. Elles sont destinées à faire connaître le résultat des expériences mécaniques relatives à l'accroissement des os en longueur.

Ces expériences ont été faites de la manière suivante : sur la face interne du tibia droit de deux lapins, deux trous ont été pratiqués à une certaine distance l'un de l'autre. Cette distance a été exactement mesurée. Dans chacun des deux trous, on a fait pénétrer un petit clou d'argent, auquel on a laissé faire à peine saillie.

Quelques points de suture ont rapproché les lèvres de la plaie.

Afin de s'assurer d'une manière exacte de l'accroissement que pourrait prendre l'os sur lequel était pratiquée l'expérience, on a fait sur chacun des lapins une amputation dans l'articulation tibio-fémorale du tibia du côté opposé, et chacun de ces tibias amputés a été conservé avec l'indication du lapin auquel il appartenait.

Les fig. 17 et 19 représentent les tibias droits, sur lesquels ont été placés les clous, et les fig. 18 et 20, les tibias gauches correspondants, amputés le jour même de l'opération.

FIG. 17. Le lapin auquel appartenait ce tibia a été tué cinquante-trois jours après l'opération. L'intervalle compris entre

i i Les clous d'argent est de 20 millimètres, comme le jour de l'opération. L'accroissement de l'os en longueur a été de 31 millimètres, puisque, au lieu de 63 millimètres qu'il avait à ce moment-là, ainsi que l'indique la fig. 18, il en a 94.

FIG. 18. Tibia gauche du même lapin, amputé le jour de l'opération, long de 63 millimètres.

FIG. 19. Le lapin auquel appartenait ce tibia a survécu quatre-vingt-sept jours à l'opération.

i i Clous d'argent distants l'un de l'autre de 20 millimètres, comme au jour de l'opération. L'os a pris un accroissement de 38 millimètres ; car il n'a plus, comme au moment de l'opération, 66 millimètres de longueur, mais bien 104.

FIG. 20. Tibia gauche du même lapin, amputé le jour de l'opération. Sa longueur est de 66 millimètres.

PLANCHE VII.

Action de la garance sur les os.

Les cinq premières figures de cette Planche sont destinées à faire connaître le résultat de nouvelles expériences mécaniques relatives à l'accroissement des os en longueur.

Sur la face interne du tibia gauche de cinq lapins âgés de deux mois, quatre trous ont été pratiqués, un dans chaque épiphyse et deux dans le corps de l'os.

Dans chacun des quatre trous on a fait pénétrer un petit clou d'argent auquel on a laissé faire à peine saillie ; quelques points de suture ont rapproché les lèvres de la plaie.

La longueur de chaque tibia était alors de 3 centimètres 8 millimètres ¹⁴⁵.

Les deux clous implantés dans la diaphyse l'ont été, sur tous les os, à la même distance l'un de l'autre, c'est-à-dire à

une distance de trois centimètres.

Entre le clou de l'épiphyse supérieure ou clou 1 et le clou supérieur de la diaphyse ou clou 2, l'intervalle, au moment de l'opération, était de 4 millimètres ; il était le même entre le clou n° 3 et celui de l'épiphyse inférieure.

La durée de l'expérience a été pour :

Le premier lapin, de quinze jours ;

Le deuxième, d'un mois ;

Le troisième, de deux mois ;

Le quatrième, de trois mois ;

Le cinquième, de cinq mois.

Quant aux résultats obtenus, il faut bien remarquer d'abord que, sur ces cinq tibias, la distance entre les clous 2 et 3 est restée exactement la même que le jour de l'opération, c'est-à-dire de 3 centimètres.

C'est donc par-delà les clous 2 et 3 que s'est fait l'accroissement des os en longueur.

FIG. 1. Longueur totale de l'os, ou plus exactement : distance entre les clous 1 et 4, 4 centimètres 8 millimètres ;

Distance entre les clous 1 et 2, 1 centimètre ;

Distance entre les clous 3 et 4, 8 millimètres.

FIG. 2. Longueur totale de l'os, 5 centimètres 6 millimètres.

Distance entre les clous 1 et 2, 13 millimètres.

Distance entre les clous 3 et 4, 13 millimètres.

FIG. 3. Longueur totale de l'os, 6 centimètres 5 millimètres ;

Distance entre les clous 1 et 2, 2 centimètres ;

Distance entre les clous 3 et 4, 1 centimètre 5 millimètres.

FIG. 4. Longueur totale de l'os, 7 centimètres 3 millimètres ;

Distance entre les clous 1 et 2, 2 centimètres 4 millimètres ;

Distance entre les clous 3 et 4, 1 centimètre 9 millimètres.

FIG. 5. Longueur totale de l'os, 8 centimètres 1 millimètre ;

Distance entre les clous 1 et 2, 2 centimètres 8 millimètres ;

Distance entre les clous 3 et 4, 2 centimètres 3 millimètres.

Pour chacune de ces figures, en ajoutant la distance qui se trouve entre les clous 1 et 2 à la distance qui se trouve entre les clous 3 et 4, on a la longueur totale de l'os, moins 3 centimètres, distance toujours restée invariable entre les clous 2 et 3.

FIG. 6 et 7. Elles représentent les deux moitiés d'un humérus et d'une portion d'omoplate d'un jeune chien sur lequel avait été pratiquée la résection de la tête de l'humérus. Dans cette expérience on a enlevé, avec la tête de l'os, le périoste qui la recouvre.

L'animal a été tué le cinquante-quatrième jour de l'expérience.

FIG. 8 et 9. Elles représentent le résultat d'une expérience semblable à la précédente, mais pratiquée sur un jeune chevreau. La tête de l'humérus a été retranchée avec le périoste qui la recouvre.

L'animal a été tué quatre-vingt-dix-sept jours après l'expérience.

Pour ces quatre figures (6 et 7, 8 et 9) les mêmes lettres ont la même signification.

a Cavité glénoïde de l'omoplate ;

b Point où la section de l'os a été pratiquée ;

c Périoste ;

c' Périoste épaissi (fig. 8 et 9) ;
d Portions osseuses de nouvelle formation.

FIG. 10. Squelette d'un jeune pigeon tué vingt-quatre heures après un seul repas de garance d'Alsace.

FIG. 10 bis. Portion de fémur d'un jeune pigeon tué après un seul repas de garance.

Toute la substance de l'os est rouge.

FIG. 11. OEil d'un pigeon soumis au régime de la garance.

a Cercle osseux de la cornée devenu rouge pendant ce régime.

FIG. 12. Os hyoïde, larynx et trachée-artère d'un pigeon soumis pendant vingt-quatre heures à un régime de garance.

Tout ce qui est de nature osseuse est rouge.

FIG. 13. Portion moyenne de la moitié du fémur gauche d'un jeune porc soumis pendant un mois au régime de la garance, et sacrifié pendant ce régime.

a Portion rouge ;

b Portion blanche.

FIG. 14. Extrémité inférieure de la moitié de l'humérus gauche d'un porc soumis pendant un mois au régime de la garance, rendu pendant quatre mois au régime ordinaire, et puis soumis de nouveau pendant un mois au régime de la garance. L'animal a été tué à la fin de ce dernier régime. L'épiphyse inférieure manque.

a Couche formée pendant le dernier régime de la garance ;

b Couche formée pendant le régime ordinaire ;

c Couche formée pendant le premier régime de la garance ; elle est résorbée vers l'extrémité de l'os.

FIG. 15. Portion de fémur d'un jeune porc, soumis au régime de la garance, pendant un mois, et tué pendant ce régime. L'os est rouge dans toute son épaisseur.

FIG. 16. Portion de fémur d'un porc moins jeune que le précédent, soumis au régime de la garance pendant un mois, et tué pendant ce régime. La portion extérieure de l'os est seule colorée.

a Cercle rouge ;

b Cercle blanc.

FIG. 17. Portion de fémur d'un porc du même âge que le précédent, soumis aussi pendant un mois au régime de la garance, et rendu ensuite pendant un mois au régime ordinaire, pendant lequel il a été tué.

a Cercle blanc ;

b Cercle rouge ;

c Cercle blanc.

FIG. 18. Portion de fémur d'un porc du même âge que le précédent et soumis, de même, au régime de la garance pendant un mois, mais ensuite rendu au régime ordinaire pendant deux mois. L'animal a été sacrifié au bout de ce temps.

a Cercle blanc ;

b Cercle rouge ;

c Cercle blanc.

FIG. 19. Portion de fémur d'un porc du même âge que le précédent, soumis de même pendant un mois au régime de la garance, et rendu ensuite pendant quatre mois au régime ordinaire, pendant lequel il a été sacrifié.

a Cercle blanc très considérable ;

b Cercle rouge en partie résorbé ;

c Cercle blanc intérieur également incomplet.

FIG. 19 bis. Portion de l'un des fémurs du porc dont une autre portion est représentée fig. 19.

Une section longitudinale a été pratiquée de manière à montrer la disposition de la coloration à l'intérieur de l'os.

a Cercle blanc,

b Cercle rouge ;

c Portion blanche de l'os appartenant au cercle blanc intérieur.

d e Lignes rouges indiquant les limites de la portion de l'os rouge par la garance.

FIG. 20. Portion de l'un des fémurs d'un porc soumis pendant un mois au régime de la garance, puis rendu pendant un mois au régime ordinaire, et enfin soumis à un nouveau régime colorant pendant un mois. C'est pendant ce dernier régime que l'animal a été tué.

a Cercle rouge ;

b Cercle blanc ;

c Cercle rouge.

d Cercle blanc.

FIG. 21. Portion de l'un des fémurs d'un porc soumis au régime de la garance pendant un mois, rendu ensuite au régime ordinaire pendant un mois, puis soumis de nouveau au régime colorant pendant un mois, et enfin rendu au régime ordinaire pendant deux mois. C'est pendant ce dernier régime que l'animal a été tué.

a Cercle blanc extérieur ;

b Cercle rouge ;

c Cercle blanc ;

d Cercle rouge.

FIG. 22 et 23. Extrémité inférieure de l'un des tibias d'un porc tué après un régime ordinaire de deux mois, succédant à un régime de garance dont la durée avait été d'un mois.

L'os a été scié dans le sens de sa longueur afin de montrer les portions d'os formées pendant les deux régimes.

a Portions rouges d'os formées pendant le régime colorant ;

b Portions blanches d'os formées pendant le régime ordinaire ;

c Épiphyse.

FIN DE L'EXPLICATION DES PLANCHES.

1 V^e Mémoire sur les os, p. 111. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743.)

2 IV^e Mémoire sur les os, p. 101. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743.)

3 VI^e Mémoire sur les os, p. 315. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743.)

4 IV^e Mémoire sur les os, p. 88.

5 Expressions de Duhamel : « Le cal est produit par un »
endurcissement du périoste..... » I^{er} Mémoire sur les os, p.
107. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1741.

6 Duhamel n'a fait que des fractures, et n'a fracturé que le
tibia (Voyez ses Mémoires sur les os, particulièrement le
premier) ; mais il avait des yeux si habiles que, même avec
des expériences imparfaites, il a bien vu.

7 Quelquefois il y en a deux, comme ici ; quelquefois trois,
comme sur la côte 4 ; souvent il n'y en a qu'un. Quand il y
en a plusieurs, ils se réunissent plus tard en un.

8 Relativement à la durée de l'expérience, bien entendu.

9 Je ne place ici que les plus décisives, ou, pour mieux dire,
que celles dont l'évidence est la plus frappante ; car,
d'ailleurs, tout cet ouvrage est rempli d'expériences qui
prouvent la formation de l'os dans le périoste. On y
trouvera de ces expériences à chaque page, et l'on y en
trouvera de tout genre.

10 Tous ces tibias ont été sciés en long, pour qu'on pût voir
le canal médullaire et sa membrane.

11 Ceci arrive souvent, car le périoste et la membrane
médullaire sont le même organe et donnent également l'os.
Voyez le chapitre suivant.

12 Pour ménager l'espace, on n'a reproduit, de chaque tibia, que la portion qui porte l'anneau.

13 Lorsqu'il s'agira des expériences de ma cinquième Proposition.

14 En général, l'os croît un peu plus par en haut que par en bas, comme je le vois par les pièces mêmes dont je parle ici, et surtout par les pièces très nombreuses de ma Collection.

15 « Sitôt qu'on sait que le canal médullaire augmente de dia

» mètre, on peut en conclure que les lames osseuses s'étendent. » IV^e Mém. sur les os. (Mém, de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 102.)

16 « L'addition de matière osseuse nouvelle se fait à la surface

» supérieure de ces parties (des os), tandis qu'une quantité
» proportionnelle du tissu osseux ancien est enlevée à leur
» surface inférieure. » OEuvres complètes de J. Hunter. (Traduction française par G. Richelot, t. IV, p. 411.)

17 De 4 millimètres de long sur 2 de large.

18 Le poids, d'ailleurs, n'aurait pas porté sur l'os : la lame n'est pas sur le tibia, sur l'os ; elle est au-devant de l'os.

19 C'est sur des tibias de jeunes chiens que toutes ces expériences ont été faites.

20 Pour faire mieux voir la position de la lame, on a scié l'os en long dans cette pièce et dans les suivantes.

21 On vient de le voir par les expériences décisives de l'article précédent.

22 Voyez ci-devant les expériences qui prouvent les Propositions II et III.

23 Voyez ci-devant les expériences de la Proposition III.

24 Il avait cinq semaines au moment de l'opération, comme les deux autres auxquels appartiennent les pièces 2 et 3.

25 J'ai parlé des autres clous à propos des expériences relatives à ma III^e Proposition. Voyez ci-devant, p. 18 et 19.

26 Par rapport aux clous 1 et 6.

27 Il était à 3 millimètres du clou 2 ; et celui-ci, comme on l'a déjà vu (p. 19), était à 3 centimètres 3 millimètres du clou 7. Aucune de ces distances n'a jamais changé.

28 Le clou était à 3 millimètres du clou 2, et celui-ci à 4 centimètres 3 millimètres du clou 7. Aucune de ces distances n'a jamais changé. N. B. Il me reste à parler de l'expérience des épiphyses : je n'en dirai qu'un mot, et même (pour ne pas détourner l'attention de l'expérience plus importante des apophyses ou têtes de l'os) je ne le dirai qu'en Note. Sur l'os n° 2, on a mis, ou voulu mettre un clou dans chaque épiphyse. Par erreur, le clou 1 a été mis, non dans l'épiphyse, mais dans le fibro-cartilage qui sépare l'épiphyse de la diaphyse : il était là à 4 millimètres du clou 2, et il est resté à 4 millimètres du clou 2. Au contraire, le clou 8 avait été bien mis dans l'épiphyse ; et ce clou, qui n'était d'abord qu'à 4 millimètres du clou 7, en est maintenant à 17 millimètres. Sur l'os n° 3, les deux clous 1 et 8 ont été bien mis dans les épiphyses : aussi, le clou 1, qui d'abord n'était qu'à 4 millimètres du clou 2, en est maintenant à 25 millimètres ; et le clou 8, qui n'était qu'à 4 millimètres du clou 7, en est à 14. L'os ne s'étend pas, et voilà pourquoi les clous mis dans l'os ne s'éloignent pas l'un de l'autre ; mais, entre l'os et l'épiphyse, il s'interpose sans cesse de nouvelles couches (tant que l'os croît), et voilà pourquoi l'épiphyse s'éloigne sans cesse de la partie moyenne de l'os (tant que l'os croît).

29 Voyez ci-devant les expériences de la Proposition II.

30 Voyez ci-devant les expériences de la Proposition IV.

31 Voyez ci-devant les expériences de la Proposition V.

32 Voyez ci-devant les expériences de la Proposition IV : expérience ou pièce 22 (Planche IV).

33 Voyez ci-devant les expériences de la Proposition V : expérience ou pièce 3 (Planche V).

34 Le périoste ne se borne pas à former l'os, il le résorbe ; la membrane médullaire ne se borne pas à résorber l'os, elle le forme. Ce chapitre a précisément pour objet de prouver ce double rôle dans chacun de ces deux organes. Mais chaque vérité ne peut être prouvée qu'à son tour.

35 De novorum ossium, in integris aut maximis ob morbos deperditionibus, Regeneratione experimenta, 1775.

36 Voyez Planche VI, fig. 4 et 6.

37 Je ne parle ici que des extrémités de l'os même ; les épiphyses, auxquelles, dans ces expériences, il n'est point touché, restent et passent de l'os ancien à l'os nouveau.

38 Très épaisse, à la vérité, et très facilement divisible en plusieurs feuillets.

39 Qui finit par être tout semblable à l'ancien. Voy. Planche VI, fig. 4 et 6. Ce radins nouveau, comparé au radius de l'autre jambe du même animal, s'est trouvé seulement plus gros : c'est qu'il contenait l'os ancien autour duquel il s'était formé.

40 On vient de voir tout cela dans les expériences relatives à la Proposition précédente.

41 Pour la démonstration de la Proposition suivante.

42 Du moins en partie : l'os, dépouillé de périoste, ne meurt pas tout entier. Ordinairement ce sont les couches extérieures qui seules meurent.

43 On a vu ci-devant, 1^{re} Proposition, p. 11, la membrane médullaire s'ossifier dans une canule d'argent où elle s'était introduite. On verra bientôt (chapitre suivant) cette même membrane s'ossifier dans la plupart des fractures, et y intercepter momentanément, comme par une sorte de cloison, de bouchon osseux, la continuité du canal médullaire. Toutes mes expériences montrent également la formation de l'os par la membrane médullaire et par le périoste.

44 Voyez ci-devant, p. 35 et suiv.

45 Voyez ci-devant, p. 35.

46 Voyez ci-devant, p. 11.

47 Le vrai nom de la membrane médullaire est le nom de périoste interne. La moelle, ou, plus exactement, la graisse, vient, dans l'intérieur de l'os comme partout, d'un tissu particulier (le tissu adipeux), qu'il faut bien distinguer de la membrane médullaire que j'étudie ici, du périoste interne.

48 Observations sur la réunion des fractures des os, 1^{er} Mémoire, p. 99. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1741.)

49 Ibid., p. 99.

50 Qui ne furent que des fractures, comme je l'ai déjà dit. (Ci-devant, p. 4.)

51 Observations sur la réunion des fractures des os, 1^{er} Mémoire, p. 107. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1741.)

52 Ibid., p. 107.

53 III^e Mémoire sur les os, p. 355. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1742.

54 Expression de Duhamel : 1^{er} Mémoire sur les os, p. 107, année 1741.

55 Voyez ci-devant, p. 6 et suiv.

56 « Le cal est produit par un endurcissement du périoste » qui forme autour de la fracture une virole osseuse. » Duhamel, I^{er} Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1741, p. 107.)

57 On voit toujours ici l'os scié en long.

58 Voyez ci-devant, p. 8,

59 Voyez ci-devant, p. 6.

60 Voyez ci-devant, p. 50 et suiv.

61 Voyez ci-devant, p. 37 et suiv.

62 Elle n'avait duré que huit, douze, quatorze et vingt jours pour les pièces 1, 2, 3 et 4 de l'article précédent où l'os paraissait déjà, mais où le périoste avait été conservé. On voit combien il importe de conserver le périoste pour la prompte reproduction de l'os.

63 Antoine Mizaud, médecin de Paris, parle déjà, vers le milieu du XVI^e siècle, de l'action de la garance sur les os : mais il n'en dit que ce peu de mots : Erythrodanum, vulgo rubia tinctorum, dictum, ossa pecudum, rubenti et sandycino colore imbuit, si dies aliquot depastoe sint oves, etiam intacta radice, quae rutila existit..... Memorabilium, sive arcanorum omnis generis, etc., Centuriæ, p. 161, 1572.

64 Philosophical Transactions, vol. XXXIX, 1736.

65 Sur une racine qui a la faculté de teindre en rouge les os des animaux vivants. (Mém. de l'Acad. des sciences, p. 5, année 1739.)

66 Ibid., p. 6.

67 Haller, Dethleef, J. Hunter, etc.

68 Sur une racine qui a la faculté de teindre en rouge les os des animaux vivants. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1739, p. 7.)

69 Sur une racine, etc. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1739, p. 11.)

70 Ibid., p. 11.

71 J'ai fait des expériences sur l'action comparée de la garance d'Avignon, de la garance d'Alsace et de l'alizarine, ce principe colorant de la garance découvert par feu notre célèbre chimiste, M. Robiquet. La garance d'Alsace teint les os d'un rouge plus foncé que celle d'Avignon, et même que l'alizarine pure. Voyez les squelettes des pigeons soumis à ces deux garances et à l'alizarine dans la première édition de mes Recherches sur les os (Recherches sur le développement des os et des dents, Paris, 1842, Planche 1). Je n'ai pas cru devoir reproduire ici ces squelettes, pour ne pas trop multiplier les Planches.

72 Sur une racine, etc. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1739, p. 5.)

73 III^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1742, p. 365.)

74 Cette couche d'os n'était pas absolument blanche, comme on le verra plus loin. Duhamel ne parle que de ce qui paraît à l'œil nu.

75 III^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1742, p. 365.)

76 Dans toute la première Partie de cet ouvrage.

77 Ou qui, du moins, le paraît à l'œil nu. (Je reviendrai plus loin sur ce point.)

78 Dans la première Partie de cet ouvrage.

79 Le cercle blanc, qui existait avant ce cercle rouge, a été presque entièrement résorbé.

80 Sur la formation de l'os par la membrane médullaire, voyez ci-devant, p. 44 et suiv.

81 Déjà résorbée en partie. La couche blanche, qui existait avant cette couche rouge, a été totalement résorbée.

82 Pour ménager l'espace, on n'a représenté qu'une partie de ce tibia ; on n'a représenté, de même, qu'une partie de l'humérus (pièce 14) dont je viens de parler.

83 Voyez la pièce 10 bis de la Planche VII.

84 Voyez la pièce 15 de la Planche VII.

85 Chapitre II de cette seconde Partie.

86 Je dis mammifère : j'ai toujours trouvé toute la substance de l'os également colorée dans les jeunes oiseaux.

87 Ci-devant, p. 85.

88 Quand on donne de la garance à un animal, si tout l'os est nouvellement formé, tout l'os se colore, comme je viens de le dire (p. 94) ; mais si l'os a déjà des couches anciennes et des couches nouvelles, les couches nouvelles se colorent assez pour paraître rouges à l'oeil nu. (2) D'habiles observateurs ont déjà commencé l'étude microscopique de l'action de la garance sur les os. Je me

suis moi-même beaucoup occupé de cette étude, et je publierai bientôt (dans un travail particulier sur la structure intime de l'os, du cartilage et du périoste) les résultats qu'elle m'a donnés.

89 « Il y a dans les os un appareil de formation, et cet appareil

» est le périoste... » Recherches sur le développement des os, etc., p. 42.

90 « La véritable marche de l'accroissement des os consiste
» dans la formation de couches successives et superposées. » Ibid., p. 15.

91 « C'est par couches externes et juxtaposées que les os
» croissent en longueur. » Ibid., p. 23.

92 « Du côté de la face interne de l'os sont résorbées sans
» cesse des couches anciennes, résorption qui fait l'accroissement
» du canal médullaire. » Ibid., p. 28.

93 « Les extrémités de l'os, ce qu'on appelle ses têtes,
» changent complètement pendant qu'il s'accroît. » Ibid., p. 27.

94 « Le mécanisme du développement des os consiste dans
» une mutation continuelle de toutes les parties qui les com-
» posent. » Ibid., p. 25.

95 Osteologia nova, etc., Francfort, 1692, p. 171.

96 IV^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 93.)

97 IV^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 103.)

98 Duhamel dit sur, et peut-être est-ce une simple erreur d'impression. Quoi qu'il en soit, il est beaucoup mieux de placer l'anneau sous le périoste (Voyez ci-devant, p. 13). D'ailleurs, Duhamel ne paraît avoir fait cette belle expérience qu'une seule fois.

99 IV^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 102.)

100 IV^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 102.)

101 IV^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 102.

102 Voyez ci-devant, p. 23 et suiv.

103 Si opinionem præclari hujus physiologi, dit Alexandre Macdonald, de ossium formatione animo contemplemur, non possumus non existimare illum præjudicatam opinionem, contra sententiam Hamelii, accepisse, ideoque experimenta ad opinionem, potiusquam opinionem ad experimenta animo accommodasse. (Disput. inaug. de necrosi ac callo, p. 38.)

104 Mémoires sur les os, réunis par Fougereux. Paris, 1760, p. 181.

105 Ibid., p. 148.

106 Ibid., p. 149.

107 Mémoires sur les os, réunis par Fougereux, p. 24 et p. 151.

108 Ibid., p. 24.

109 Voyez ci-devant, p. 74.

110 Mémoires sur les os, réunis par Fougereux, p. 174.

111 Voyez ci-devant, p. 3.

112 Voyez ci-devant, p. 59.

113 Voyez ci-devant, p. 7.

114 Mémoires sur les os, réunis par Foucheroux. p. 178.

115 Ibid., p. 208.

116 Éléments d'anatomie générale, p. 448.

117 III^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1742, p. 355.)

118 Ibid., p. 368.

119 1^{er} Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1741, p. 107.)

120 Mémoires sur les os, réunis par Foucheroux, p. 174.

121 Ibid., p. 174.

122 . Anatomie générale, p. 521.

123 Quelques recherches historiques et expérimentales sur le cal, par MM. Breschet et Villermé, p. 15.

124 De novorum ossium,..... regeneratione experimnta, p. 49.

125 Diss. inaug. de necrosi ac callo, p. 55.

126 Voyez ci-devant, p. 62. Il y a plus : MM. Breschet et Villermé définissent le périoste tuméfié en définissant la substance qu'ils nomment substance intermédiaire « Une substance d'un » rouge assez vif, mollassse, demi-transparente... » (livre cité, p. 15) ; Troja et Macdonald voient la continuité, l'union de leur matière gélatineuse avec le périoste : Periosteum gelatina comitabatur..., dit Troja (livre cité, p. 49) ; Materia ipsa gelatinosa tenato periosteo adeo adhærebat..., dit Macdonald (livre cité, p. 55), etc., etc.

127 Ci-devant, p. 36 et suiv.

128 V^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 136.

129 « Quand les os ne sont pas bien endurcis, ils s'allongent » dans toutes leurs parties... » Ibid., p. 138.

130 « L'os de la jambe... n'était pas assez dur vers ses extré- « mités pour avoir perdu la propriété de s'étendre... » Ibid., p. 136 (passage cité page précédente).

131 « Il est à propos de remarquer que l'extension a été plus » considérable... » Ibid., p. 136 (passage cité page précédente).

132 OEuvres complètes de J. Hunter traduites de l'anglais par G. Richelot, t. I, p. 292.

133 « Les os ne s'accroissent point au moyen de particules nouvelles

» v qui se placeraient dans l'intervalle des parties antérieu-

» rement formées, de manière à produire un écartement plus

» grand entre ces dernières ;... mais ils se développent par l'addition,

» à leur surface externe, d'une matière osseuse nouvelle. » Ibid., p. id.

134 Ibid., t. IV, p. 412 (en note).

135 Ci-devant, p. 15 et suiv., et p. 27 et suiv.

136 Les clous 2 et 3. Les clous 1 et 4 ont été mis dans les épiphyses ; et par conséquent ils se sont de plus en plus éloignés des clous 2 et 3, des clous de l'os, à mesure que l'os s'est accru. Voyez ci-devant, p. 29.

137 Voyez ci-devant, p. 31 et suiv.

138 Buffon, Histoire du cerf, p. 86 (édition de l'Imprimerie royale).

139 Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles, p. 200.

140 Tout l'os qui est maintenant sur la lame.

141 Tout l'os qui était d'abord sous la lame.

142 IV^e Mémoire sur les os. (Mém. de l'Acad. des sciences, année 1743, p. 98.)

143 Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles, p. 224.

144 Rien ne varie plus, en général, que la durée de temps que demande la formation, la reproduction de l'os. Ce temps varie selon les individus, surtout selon les races, particulièrement dans l'espèce du chien. Souvent un animal est plus avancé dans une expérience de huit jours, qu'un autre dans une expérience de quinze ou de vingt. Pour arriver à des séries régulières, c'est-à-dire où le progrès réponde au temps, il faut choisir sur un très grand nombre d'expériences.

145 J'indique comme longueur de l'os l'intervalle qui sépare les clous des épiphyses, ce qui donne, à très peu de chose près, la longueur totale de l'os, et simplifie l'explication.

*Théorie expérimentale de la formation des os,
par P. Flourens,...*

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6424016t>

À propos de cette édition numérique

Cette édition numérique est issue d'un programme de numérisation du patrimoine mené par la Bibliothèque nationale de France pour enrichir Gallica, la bibliothèque numérique de la BnF et de ses partenaires. En ligne depuis 1997, Gallica s'enrichit chaque semaine de milliers de nouveautés et offre aujourd'hui accès à plusieurs millions de documents numérisés : imprimés (livres, revues et fascicules de presse), manuscrits, estampes et photographies, documents sonores, partitions, cartes et plans... Les imprimés sont d'abord numérisés en mode image (prise de vue photographique) puis le texte est extrait de manière automatique grâce aux techniques de reconnaissance optique de caractères (*optical character recognition* ou OCR). Les algorithmes informatiques utilisés définissent également de manière automatique la structure de l'ouvrage (en-têtes et pieds de page, illustrations, tableaux, etc.). L'état du document imprimé (taches, pages déchirées) et les

caractéristiques de la typographie employée peuvent entraîner des erreurs lors de l'OCR. Le texte ainsi produit est ensuite relu, corrigé, et converti au format ePub (*electronic publication* ou « publication électronique »), format ouvert standardisé pour les livres numériques. Malgré tous nos efforts pour respecter au mieux le format original du livre, il est possible que vous retrouviez des coquilles ou des problèmes de mise en page qui auraient échappé au relecteur. N'hésitez pas à nous signaler ces anomalies à l'adresse gallica@bnf.fr.

Conditions d'utilisation

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer ici [pour accéder aux tarifs et à la licence](#)

2/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

3/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

4/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

5/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6/ Pour obtenir la reproduction d'un document de Gallica en haute définition, contacter reproduction@bnf.fr

7/ Pour utiliser un document de Gallica sur un support de publication commercial, contacter utilisation.commerciale@bnf.fr