l'ontogénie humaine, en vertu de la loi d'hérédité abrégée. Parmi ces étapes du développement, il faut noter, comme une des principales, la larve intestinale, la gastrula, dont nous venons de nous occuper, cette curieuse forme embryonnaire existant déjà chez les éponges, et qui se retrouve, identiquement la même, dans les classes zoologiques les plus dissemblables jusqu'aux vertébrés.

L'embryologie de l'amphioxus et de l'ascidie a tellement enrichi nos documents touchant l'embryologie humaine, qu'en dépit de l'imperfection de nos connaissances empiriques, il ne reste plus à ce sujet de lacunes essentielles. Nous pouvons donc aborder maintenant notre objet principal et reconstruire, dans ses grandes lignes, la phylogénie humaine, en nous aidant des documents que nous fournissent l'ontogénèse et l'anatomie comparée. Vous verrez ainsi quelle portée a l'application immédiate de la loi biogénétique fondamentale, du lien étiologique rattachant l'ontogénèse et la phylogénèse. Mais, avant d'entrer en matière, il ne sera pas inutile d'exposer quelques considérations générales qui aideront à l'intelligence du sujet.

Parlons d'abord du laps de temps qu'a mis le genre humain à se dégager du règne animal. La première pensée qui nous frappe est celle de l'énorme différence existant entre la durée de l'embryologie et celle de la phylogénie humaine. Le court espace de temps nécessaire à l'ontogénèse de l'individu humain s'évanouit devant l'infinie durée que réclame la phylogénèse du genre humain. Neuf mois suffisent à l'évolution d'un homme, depuis la phase ovulaire jusqu'à la naissance. L'embryon humain ne met que quarante semaines, d'ordinaire 280 jours, à parcourir les stades de son évolution si complexe. La durée de la vie embryonnaire ne diffère guère chez beaucoup d'autres mammifères, par exemple dans l'espèce bovine. Chez le cheval et l'âne, elle est un peu plus longue, de 43 à 45 semaines; chez le chameau, elle est déjà de 13 mois. Chez les grands mammifères, le développement embryologique exige plus de temps; il dure, par exemple, 1 an 1/2 chez le rhinocéros, 90 semaines chez l'éléphant. Dans ce dernier cas, la grossesse dure donc presque une année et 3/4, plus du double de celle de l'homme. Au contraire, chez les petits mammifères, la durée de l'évolution embryonnaire est beaucoup plus courte. La souris se développe en 3 semaines, le lapin et le lièvre en

4 semaines, le rat et la marmotte en 5 semaines, le chien en 9 semaines, le porc en 17 semaines, le mouton en 21 et le cerf en 36 semaines. Chez les oiseaux, l'évolution est plus rapide encore. Le poussin atteint son plein développement, dans l'œuf, normalement en trois semaines, exactement 21 jours. Il faut au canard 25 jours, au coq d'Inde 27, au paon 31, au cygne 42, au casoar de la Nouvelle-Hollande 65 jours. Le plus petit des oiseaux, le colibri, ne séjourne dans l'œuf que douze jours. Évidemment il y a, chez les mammifères et les oiseaux, une certaine relation entre la durée de l'évolution embryologique et la grosseur du corps. Mais cette influence n'est pas la seule, et quantité d'autres causes modifient la durée du développement embryologique ([68]).

Toujours la durée de l'ontogénèse est insignifiante, si on la compare à l'immense espace de temps qu'a nécessité la phylogénèse, l'évolution graduelle de la série des ancêtres. Cet espace de temps ne se mesure pas par années ou centaines d'années, mais par milliers et millions d'années. Il a fallu, en effet, bien des millions d'années pour que de l'antique ancêtre monocellulaire sortît graduellement le plus parfait des vertébrés, l'homme. En niant que l'homme descende des animaux inférieurs et, originellement, d'un ancêtre monocellulaire, en traitant ces faits de prodige incroyable, les adversaires de la théorie de la descendance oublient que le même prodige s'accomplit, pour chaque homme, dans le court espace de neuf mois. Cette série de formes, que nos ancêtres animaux ont mis des millions d'années à parcourir, chacun de nous la reproduit durant les quarante semaines de son existence dans le sein maternel.

Mais toutes ces métamorphoses organiques sont d'autant plus étonnantes, qu'elles s'effectuent plus rapidement. Par conséquent, si nos adversaires tiennent la descendance animale du genre humain pour un fait incroyable, l'évolution de l'individu humain à partir de l'ovule doit leur sembler plus merveilleuse encore. Cette métamorphose ontogénétique, qui s'accomplit sous nos yeux, l'emporte en merveilleux sur la métamorphose ontogénétique, autant que sa durée est plus courte. En effet, dans le court espace de quarante semaines, l'embryon humain doit évoluer de la cellule simple à l'homme adulte, tandis que, pour exécuter la même évolution, les ancêtres de l'homme ont eu besoin de bien des millions d'années ([69]).

Quant à l'âge phylogénétique en lui-même, il est impossible d'évaluer approximativement sa longueur en siècles ou même en milliers d'années, ou de le représenter par un nombre quelconque absolu. Mais, dès longtemps, la géologie nous a appris à évaluer et à comparer les diverses périodes de l'histoire organique de la terre. L'étalon métrique pour la détermination de ces quantités nous est fourni par l'épaisseur des strates rocheuses neptuniennes, des formations sédimenteuses, c'est-à-dire des couches terrestres, qui se sont déposées au fond des mers et des eaux douces. Ces couches superposées de roches calcaires, d'argile, de marne, de grès, d'ardoises, etc., constituant la masse de nombre de montagnes et ayant souvent des milliers de pieds d'épaisseur, nous servent d'échelle pour apprécier la durée relative des diverses périodes géologiques.

Pour ne pas être trop incomplet, force m'est de dire ici quelques mots sur la marche de l'évolution géologique en général et sur diverses considérations qui s'y rattachent. Tout d'abord un fait capital nous frappe, c'est que la vie a commencé sur notre globe à un moment déterminé. C'est là une proposition que ne contestera aucun géologue compétent. Nous savons, à n'en pas douter, que la vie organique est née à un certain moment sur notre planète et n'a nullement existé de toute éternité, comme on l'a quelquefois prétendu. La preuve irréfutable de ce qui précède nous est fournie à la fois par la cosmogénie physico-astronomique et par l'ontogénie des organismes. Pas plus que les individus, les espèces et les groupes organiques ne jouissent d'une vie éternelle (70). Leur commencement a eu lieu à un moment donné. Nous appellerons « histoire organique terrestre » cette période qui s'est écoulée depuis l'origine de la vie jusqu'à nos jours et qui nous intéresse particulièrement; c'est la contre-partie de « l'histoire anorganique terrestre » précédemment écoulée. Les philosophes de la nature et le grand philosophe critique Emmanuel Kant ont tenté, les premiers, de nous expliquer l'histoire anorganique de la terre. A ce sujet, force m'est bien de vous renvoyer à « l'Histoire naturelle générale et à la théorie du ciel », de Kant, ainsi qu'aux nombreuses cosmogénies qui ont traité du même sujet sous une forme populaire. Nous ne pouvons pas insister ici sur ce point.

L'histoire organique ne peut commencer qu'à partir du moment où l'eau liquide a existé sur le globe. En effet, un

organisme quelconque ne peut exister sans eau liquide, et il en contient une grande quantité. A l'état adulte, le corps humain renferme dans ses tissus 70 p. 100 d'eau et seulement 30 p. 100 de substance solide ([71]). Chez les animaux marins inférieurs, par exemple chez certaines méduses, le corps contient 99 p. 100 d'eau et à peine 1 p. 100 de matière solide. Sans eau, nul organisme ne peut exister et vivre.

Mais l'eau liquide, d'où dépend principalement l'existence de la vie, n'a pas pu apparaître sur notre globe, d'abord en fusion, avant un certain refroidissement de la surface. Jusque là, l'eau n'existait qu'à l'état de vapeur ; mais, quand la première goutte se condensa par refroidissement et tomba du manteau de vapeur qui recouvrait la terre, cette eau commença son rôle géologique, et, depuis lors, elle n'a cessé de travailler à la transformation perpétuelle de l'écorce terrestre. Le résultat de cette incessante action de l'eau sous toutes ses formes, pluie et grêle, neige et glace, ouragan et ressac des vagues, fut de déliter les roches et de former du limon. Comme le dit Huxley dans ses excellentes leçons sur « les causes des phénomènes de la nature organique », il n'est pas, pour l'histoire passée de notre globe, de document plus précieux que le limon; toute la question du passé de la terre se résume dans celle de la formation du limon. Toutes les couches stratifiées constituant la masse de nos montagnes ont commencé par être du limon déposé au fond des eaux et qui, plus tard, s'est durci en roches.

Comme nous l'avons déjà noté, on peut, en rapprochant et comparant les diverses strates disséminées à la surface terrestre, se faire une idée approximative de leur âge relatif. Depuis longtemps, les géologues admettent d'un commun accord que les diverses formations s'échelonnent en série historique. Les strates superposées répondent à des périodes successives de l'histoire organique terrestre, pendant lesquelles elles se sont déposées au fond des mers à l'état de limon. Peu à peu, ce limon s'est pétrifié; après nombre d'émersions et de submersions alternantes, ces roches se sont exhaussées en montagnes. D'ordinaire on distingue quatre ou cinq grandes sections de l'histoire organique terrestre correspondant aux grands et petits groupes des strates sédimentaires; puis ces périodes principales se subdivisent en sous-périodes plus petites et plus nombreuses, ordinairement au nombre de douze à quinze (voir le sixième et

septième tableaux). L'épaisseur relative des diverses strates permet d'évaluer approximativement la durée relative des diverses périodes. Pourtant, nous n'avons pas le droit de dire : « Telle couche, d'une épaisseur donnée (par exemple de deux pouces), s'est déposée en un siècle; donc une formation de mille pieds d'épaisseur sera vieille de six cent mille ans; » car des formations de même épaisseur peuvent s'être déposées durant des temps très-divers. Nous pouvons seulement de l'épaisseur, de « la puissance » d'une formation, déduire approximativement la longueur *relative* de la période à laquelle elle correspond.

Des quatre ou cinq grandes sections de l'histoire organique terrestre, dont la connaissance est nécessaire pour la phylogénie humaine, la première et la plus ancienne est l'âge *archolithique* ou *archozoïque*. Si nous évaluons à 130,000 pieds la puissance totale des couches géologiques, il nous en faut attribuer 70,000, plus de la moitié, à ce premier âge. De là nous pouvons conclure, qu'à elle seule, la période primordiale ou archolithique est beaucoup plus longue que toutes celles qui l'ont suivie, prises ensemble. Il est même vraisemblable que la durée de l'âge primordial n'a pas été relativement à la somme des autres :: 7 : 6, ce qu'il semble être, mais considérablement plus longue. L'âge primordial se subdivise en trois périodes appelées *laurentienne*, *cambrienne*, *silurienne ;* ces périodes correspondent aux trois grands groupes de roches sédimentaires constituant l'ensemble des terrains archolithiques. L'énorme laps de temps durant lequel cette colossale formation de 70,000 pieds s'est déposée au fond de la mer représente sûrement bien des millions d'années. Ce fut pendant ce temps que naquirent, par génération spontanée, les plus anciens et les plus simples êtres organisés de notre planète, les *monères*. De ces monères provinrent d'abord certaines plantes et certains animaux, les amibes et beaucoup de protistes. *C'est durant cet âge archolithique que se développèrent des organismes précédents tous les ancêtres invertébrés du genre humain*. Cette conclusion est autorisée par ce fait que, dès la fin de la période silurienne, on trouve des restes de poissons fossiles, des sélaciens et des ganoïdes. Mais ces poissons sont beaucoup mieux organisés et bien plus récents que le dernier des vertébrés, l'amphioxus, et tous les nombreux vertébrés acrâniens qui ont

dû vivre à cette époque. En outre, tous les ancêtres invertébrés du genre humain ont dû nécessairement vivre avant l'amphioxus. Nous pouvons donc appeler cette époque la grande période des ancêtres invertébrés du genre humain, ou « l'âge des acrâniens », si nous voulons prendre surtout en considération les premiers représentants de l'embranchement des vertébrés.

Pendant l'âge archolithique tout entier, la population de notre planète fut seulement aquatique; du moins, jusqu'ici, pas un seul débris d'animal ou de plante terrestre n'est parvenu jusqu'à nous ([72]).

A l'âge primordial succède un deuxième âge fort long, l'âge *paléolithique*, *peléozoïque* ou *primaire*, subdivisé aussi en trois périodes : les périodes *dévonienne*, *carbonifère* et *permienne*. Durant la période dévonienne se forme le « vieux grès rouge » ou système dévonien; durant la période carbonifère ou houillère s'accumulèrent les puissants amas de houille qui constituent notre plus importante réserve de combustibles; enfin, la période permienne répond au nouveau grès rouge, au chstein et aux schistes cuprifères. La puissance moyenne de ces strates prises ensemble dépasse 42,000 pieds, un peu plus ou beaucoup moins, selon les divers géologues. Les formations géologiques, qui se sont déposées durant cet âge primaire, renferment des restes nombreux d'animaux fossiles de nombreuses espèces d'invertébrés et aussi des vertébrés, parmi lesquels les poissons prédominent. Dès la période dévonienne, mais aussi durant les périodes carbonifère et permienne, il y avait un si grand nombre de poissons, surtout de requins et de poissons cartilagineux, que nous pouvons donner à la grande période paléolithique tout entière le nom « d'âge des poissons ». Durant cet âge aussi, quelques poissons commencèrent à s'accoutumer à la vie terrestre, et de là naquit la classe des amphibies. Déjà nous trouvons, dans le système carbonifère, des restes fossiles d'amphibies, c'est-à-dire des plus anciens vertébrés, qui aient respiré dans l'air et habité la terre ferme. Dans la période permienne, ces amphibies deviennent plus variés, et vers la fin de cette période apparaissent les premiers amniotes, les aînés des trois classes supérieures de vertébrés. Ces amniotes sont quelques sauriens, dont le proterosaurus des schistes cuprifères d'Eisenach est le plus connu. Ces antiques débris de reptiles

SEPTIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des périodes paléontologiques ou des grandes divisions chronologiques de l'histoire organique terrestre.

I. Premier cycle : *Age archolithique.* Age primordial.
(Age des acrâniens et des algues.)

1. Age archolithique ancien	ou	Période laurentienne.
2. Age archolithique moyen	ou	Période cambrienne.
3. Age archolithique récent	ou	Période silurienne.

II. Deuxième cycle : *Age paléolithique.* Age primaire.
(Age des poissons et des fougères.)

4. Age paléolithique ancien	ou	Période dévonienne.
5. Age paléolithique moyen	ou	Période houillère.
6. Age paléolithique récent	ou	Période permienne.

III. Troisième cycle : *Age mésolithique.* Age secondaire.
(Age des reptiles et des conifères.)

7. Age mésolithique ancien	ou	Période du trias.
8. Age mésolithique moyen	ou	Période jurassique.
9. Age mésolithique récent	ou	Période crétacée.

IV. Quatrième cycle : *Age cœnolithique.* Age tertiaire.
(Age des mammifères et des plantes à feuilles caduques.)

10. Age cœnolithique ancien	ou	Période éocène.
11. Age cœnolithique moyen	ou	Période miocène.
12. Age cœnolithique récent	ou	Période pliocène.

V. Cinquième cycle : *Age anthropolithique.* Age quaternaire.

13. Age anthropolithique ancien	ou	Période glaciaire.
14. Age anthropolithique moyen	ou	Période post-glaciaire.
15. Age anthropolithique récent	ou	Période de la civilisation.

(La période de la civilisation est la période historique ou des traditions.)

HUITIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des formations paléontologiques ou des couches fossilifères de l'écorce terrestre.

TERRAINS.	SYSTÈMES.	FORMATIONS.	SYNONYMES DES FORMATIONS.
V. Terrains anthropolithiques ou anthropozoïques (quaternaires).	XIV. Récent (alluvium).	36. Actuel.	Alluvien supérieur.
		35. Récent.	Alluvien inférieur.
	XIII. Pleistocène (diluvium).	34. Post-glaciaire.	Diluvien supérieur.
		33. Glaciaire.	Diluvien inférieur.
IV. Terrains cœnolithiques ou cœnozoïques (tertiaires).	XII. Pliocène (tertiaire neutre).	32. Arvernien.	Pliocène supérieur.
		31. Subapennin.	Pliocène inférieur.
	XI. Miocène (tertiaire moyen).	30. Falunien.	Miocène supérieur.
		29. Limburg.	Miocène inférieur.
	X. Eocène (tertiaire ancien).	28. Gypse.	Éocène supérieur.
		27. Calcaire grossier.	Éocène moyen.
		26. Argile de Londres.	Éocène inférieur.
III. Terrains mésolithiques ou mésozoïques (secondaires).	IX. Craie.	25. Craie blanche.	Crétacé supérieur.
		24. Grès verts.	Crétacé moyen.
		23. Néoconien.	Crétacé inférieur.
		22. Wealdien.	Apparition des forêts.
	VIII. Jura.	21. Portlandien.	Oolithique supérieur.
		20. Oxfordien.	Oolithique moyen.
		19. Bathonien.	Oolithique inférieur.
		18. Lias.	Formation du lias.
	VII. Trias.	17. Keuper.	Trias supérieur.
		16. Muschelkalk.	Trias moyen.
		15. Grès bigarré.	Trias inférieur.
II. Terrains paléolithiques ou paléozoïques (primaires).	VI. Permien (nouveau grès rouge).	14. Zechstein.	Permien supérieur.
		13. Nouveau grès rouge.	Permien inférieur.
	V. Carbonifère (houille).	12. Grès houiller.	Carbonifère supérieur
		11. Calcaire carbonifère.	Carbonifère inférieur.
	IV. Dévonien (vieux grès rouge).	10. Pilton.	Dévonien supérieur.
		9. Ilfracombe.	Dévonien moyen.
		8. Linton.	Dévonien inférieur.
I. Terrains archolithiques ou archozoïques (primordiaux).	III. Silurien.	7. Ludlow.	Silurien supérieur.
		6. Wenlock.	Silurien moyen.
		5. Landeilo.	Silurien inférieur.
	II. Cambrien.	4. Potsdam.	Cambrien supérieur.
		3. Longmynd.	Cambrien inférieur.
	I. Laurentien.	2. Labrador.	Laurentien supérieur.
		1. Ottava.	Laurentien inférieur.

semblent indiquer qu'il faut placer vers la fin de l'âge paléolithique l'origine des plus anciens amniotes, parmi lesquels doit se trouver la forme ancestrale commune des reptiles, des oiseaux et des mammifères. Les ancêtres du genre humain sont représentés, durant cet âge, d'abord par de vrais poissons, puis par des dipneustes et des amphibies, enfin par les plus anciens des amniotes, par les protamniens.

A l'âge paléolithique se rattache une troisième grande période de l'histoire organique terrestre, l'*âge mésolithique* ou *secondaire*, subdivisé aussi en trois sous-sections, celles du trias, du Jura et de la craie. La puissance approximative de ces strates mesure environ 15,000 pieds, moins de la moitié de celles des strates paléolithiques. Durant cet âge, tous les groupes du règne animal se développèrent et se différencièrent beaucoup. Ce fut surtout dans l'embranchement des vertébrés qu'il apparut un grand nombre de formes nouvelles et intéressantes. Les poissons osseux se montrèrent pour la première fois. On rencontre surtout une infinie variété d'espèces de reptiles, parmi lesquels les plus curieux et les plus connus sont les dragons géants ou dinosauriens et les lézards volants, les ptérosauriens. A cause de cette prédominance de la classe des reptiles, on appelle cet âge l'*âge des reptiles*. Mais ce fut aussi alors qu'apparut la classe des oiseaux, sortie sans doute des sauriens. Ce dernier point ressort de l'identité embryologique des oiseaux et des reptiles, de leur anatomie comparée, et aussi de cette circonstance que nous connaissons, dans cet âge, un oiseau fossile avec une queue de lézard (l'archæopteryx). Enfin, la plus parfaite et pour nous la plus importante classe des vertébrés, celle des mammifères, apparut durant cette période. Les plus anciens débris de mammifères ont été trouvés dans les couches les plus récentes du trias : ce sont de petites molaires d'un petit monotrême insectivore. Un peu plus tard on en trouve de nombreux débris dans le Jura et quelques-uns dans la craie. Tous les débris de mammifères de cet âge appartiennent aux monotrêmes, au groupe le plus inférieur; là aussi doivent sûrement se rencontrer les ancêtres de l'homme. Mais on n'a pas encore pu déterminer bien sûrement un débris de mammifère supérieur, de placentalien appartenant à cette période. Cette dernière grande division des mammifères placentaliens, à laquelle appartient l'homme, se développa plus tard, durant l'âge tertiaire.

La quatrième grande section de l'histoire organique terrestre, l'*âge tertiaire*, *cœnozoïque* ou *cœnolithique*, dura bien moins que les précédentes. En effet, les strates déposées durant cette période n'ont guère qu'une épaisseur de 3,000 pieds; elles sont aussi subdivisées en trois périodes, *éocène, miocène* et *pliocène*. Durant cette période se développèrent, dans toute leur variété, les classes supérieures des règnes organiques; la faune et la flore de notre globe prirent de plus en plus le caractère qu'elles ont conservé de nos jours. Notons surtout la prédominance décisive que prit la première classe zoologique, celle des mammifères. C'est alors qu'apparut le groupe le plus parfait des mammifères, celui des placentaliens, auquel appartient l'homme. L'apparition de l'homme ou plus exactement l'évolution de la forme humaine, à partir des formes simiennes les plus voisines, s'effectua vraisemblablement dans les périodes miocène et pliocène, vers le milieu ou la fin de l'âge tertiaire. Peut-être aussi, comme on le prétend quelquefois, l'homme véritable, doué de la parole, ne se forma-t-il que dans l'âge suivant, l'âge anthropolithique, aux dépens des singes anthropoïdes privés de la parole.

Quoi qu'il en soit, c'est dans cette dernière période de l'histoire organique terrestre que s'effectuèrent le développement complet et la diffusion des diverses espèces humaines; aussi a-t-on donné à cet âge le nom d'*âge anthropolithique* ou *anthropozoïque*, aussi bien que celui d'*âge quaternaire*. Mais, dans l'état actuel d'imperfection de nos connaissances paléontologiques et préhistoriques, nous ne pouvons savoir encore si l'homme est sorti des formes simiennes voisines, au début de l'âge anthropolithique ou vers le milieu ou la fin de l'âge tertiaire précédent. Mais ce qui est bien certain, c'est que l'évolution humaine proprement dite, celle de la civilisation, s'est effectuée dans l'âge anthropolithique et que la durée de cette dernière période est insignifiante comparativement à l'énorme chronologie de l'histoire organique terrestre. Comment, avec cette conviction, ne pas trouver ridicule que l'homme appelle « histoire universelle » le court instant qu'a duré son âge de civilisation? Cette soi-disant histoire universelle ne représente guère qu'un demi pour cent de l'énorme cycle écoulé depuis le commencement de l'histoire organique terrestre jusqu'à nos jours. En réalité, cette histoire universelle ou histoire des peuples n'occupe guère que la dernière moitié de l'âge anthropolithique, dont la pre-

mière moitié doit être appelée période préhistorique. On peut donc appeler *âge du genre humain* la période qui s'étend de la fin de la période cœnolithique jusqu'à nos jours ; durant cette période se sont effectuées la diffusion et la différenciation des diverses espèces et races humaines, qui ont tant influé sur tout le reste de la population organique du globe.

Depuis que la conscience de l'homme s'est éveillée, sa vanité et son orgueil se sont complu à se figurer qu'il était l'objet principal, le but de la vie, le centre de la nature terrestre ; tout l'effort de la nature était destiné et prédestiné, croyait-il, par une « sage Providence », à l'aider et à le servir. Combien sont peu fondées ces présomptueuses rêveries anthropocentriques ! Rien ne le démontre mieux que la comparaison de la durée de l'âge anthropozoïque ou quaternaire avec celle des âges précédents. En effet, quand même on attribuerait à l'âge anthropolithique plusieurs centaines de milliers de siècles, que signifie ce laps de temps en comparaison des millions de siècles qui se sont écoulés depuis le commencement de la vie organique terrestre jusqu'à l'apparition de l'homme ? Que si, maintenant, nous divisons en cent parties égales la durée de la vie organique terrestre, depuis l'apparition de la première monère, par génération spontanée, jusqu'à nos jours, et si ensuite nous évaluons en centièmes la durée relative des cinq périodes, d'après l'épaisseur relative des strates, nous aurons à peu près les chiffres suivants :

I.	Age archolithique, archozoïque ou primordial.	53,6
II.	Age paléolithique, paléozoïque ou primaire.	32,1
III.	Age mésolithique, mésozoïque ou secondaire.	11,5
IV.	Age cœnolithique, cœnozoïque ou tertiaire.	2,3
V.	Age anthropolithique, anthropozoïque ou quaternaire	0,5

Le tableau ci-contre fera mieux ressortir encore la longueur relative des cinq grandes périodes, en montrant quelle est l'épaisseur relative des strates. On le voit, la durée de l'histoire soi-disant universelle n'est qu'un moment en comparaison de l'immense longueur des âges précédents, pendant lesquels il n'était pas question de l'existence de l'homme. Bien plus, l'âge cœnozoïque ou tertiaire, si important, puisque c'est celui du développement des mammifères supérieurs, des placentaliens, ne mesure guère plus de 2 p. 100 de l'énorme cycle de la vie organique terrestre ([73]).

Avant de revenir à notre sujet capital, à la phylogénèse, avant

NEUVIÈME TABLEAU.

Tableau d'ensemble des systèmes de strates contenant des fossiles, avec leur épaisseur moyenne. (130,000 pieds environ.)

IV. *Système des strates cœnolithiques.* 3,000 pieds.	*Eocène, miocène, pliocène*
III. *Système des strates mésolithiques.* Dépôts de l'âge secondaire. Environ 15,000 pieds.	IX. Système crétacé. ..... VIII. Système jurassique. ..... VII. Système triasique.
II. *Système des strates paléolithiques.* Dépôts de l'âge primaire. Environ 42,000 pieds.	VI. Système permien. ..... V. Système carbonifère. ..... IV. Système dévonien.
I. *Système des strates archolithiques.* Dépôts de l'âge primordial. Environ 70,000 pieds.	III. Système silurien. Environ 22,000 pieds. ..... II. Système cambrien. Environ 18,000 pieds. ..... I. Système laurentien. Environ 30,000 pieds.

de suivre pas à pas, dans chaque période. le développement paléontologique de nos ancêtres animaux, en nous appuyant sur l'ontogénèse et sur la loi biogénétique fondamentale, permettez-moi une courte excursion dans un domaine scientifique bien différent, mais où nous trouverons du secours pour résoudre les difficiles questions qui nous occupent.

Le domaine dont je parle est celui de la linguistique. Depuis que Darwin a, par sa théorie de la sélection, infusé une vie nouvelle à la biologie et a mis partout à l'ordre du jour la question fondamentale de l'évolution, on s'est occupé de mille manières de la curieuse analogie qui existe entre le développement des diverses langues humaines et celui des espèces. Le rapprochement est parfaitement juste et fort instructif. En effet, il n'y a guère de plus frappante analogie, si l'on veut bien tenir compte des obscurs et délicats phénomènes de la phylogénie. Tous les linguistes quelque peu familiers avec la science admettent unanimement que toutes les langues humaines se sont développées lentement et graduellement à partir de radicaux fort simples. Quant à l'étrange opinion défendue avant la publication du livre de Darwin par les autorités de la linguistique, et suivant laquelle le langage serait un don divin, elle n'a plus d'autres partisans que des théologiens ou des gens tout à fait étrangers à l'idée de l'évolution naturelle. C'est qu'en présence des merveilleux résultats obtenus par la linguistique comparée, il faut vraiment se boucher les yeux pour ne pas voir l'évolution naturelle du langage. Pour un naturaliste, cela va de soi. En effet, le langage est une fonction physiologique qui a dû se développer avec ses organes, le larynx, la langue et aussi les fonctions cérébrales. Rien n'est donc plus naturel que de retrouver dans l'histoire de l'évolution et la taxinomie des langues les phénomènes que l'on rencontre dans le développement et la taxinomie des espèces. Les divers groupes, petits et grands, de formes verbales, que la linguistique comparée divise en langues primitives, langues fondamentales, langues mères, langues sœurs, dialectes, idiomes, etc., répondent parfaitement dans leur développement aux divers groupes organiques, grands et petits, qu'en zoologie et en botanique, nous appelons embranchements, classes, ordres, familles, genres, espèces, variétés. Dans les deux cas, la relation des divers groupes juxtaposés ou superposés en degrés, des catégories du système, est identique; leur

évolution s'effectue aussi de la même manière. C'est à un de nos meilleurs linguistes, mort trop tôt, et qui était en même temps botaniste distingué, à Auguste Schleicher, que nous devons cette féconde comparaison. Dans son principal ouvrage, « l'anatomie comparée et l'histoire de l'évolution des langues » sont traitées exactement comme s'il s'agissait de formes animales. C'est surtout pour le groupe des langues indo-germaniques qu'il a mené ce travail à bonne fin, et, dans un petit écrit intitulé : « La théorie darwinienne et la science du langage », il a étayé sa théorie d'un arbre généalogique de l'embranchement des langues indo-germaniques (74). Suivez, à l'aide de cet arbre généalogique, le développement des divers rameaux linguistiques sortis des communes racines de la langue indo-germanique primitive, et vous aurez un tableau extrêmement clair de leur phylogénie. En même temps, vous verrez combien cette évolution est identique à celle des grands et petits groupes vertébrés sortis de la forme ancestrale commune du vertébré primitif. Cette antique langue indo-germanique primitive s'est d'abord bifurquée en deux embranchements : un embranchement slavo-germanique et un embranchement ario-germanique. L'embranchement slavo-germanique se divisa à son tour en une langue germanique primitive et une langue slavo-lettique. De son côté, l'embranchement ario-germanique se partagea en une langue arienne primitive et une langue gréco-romane aussi primitive.

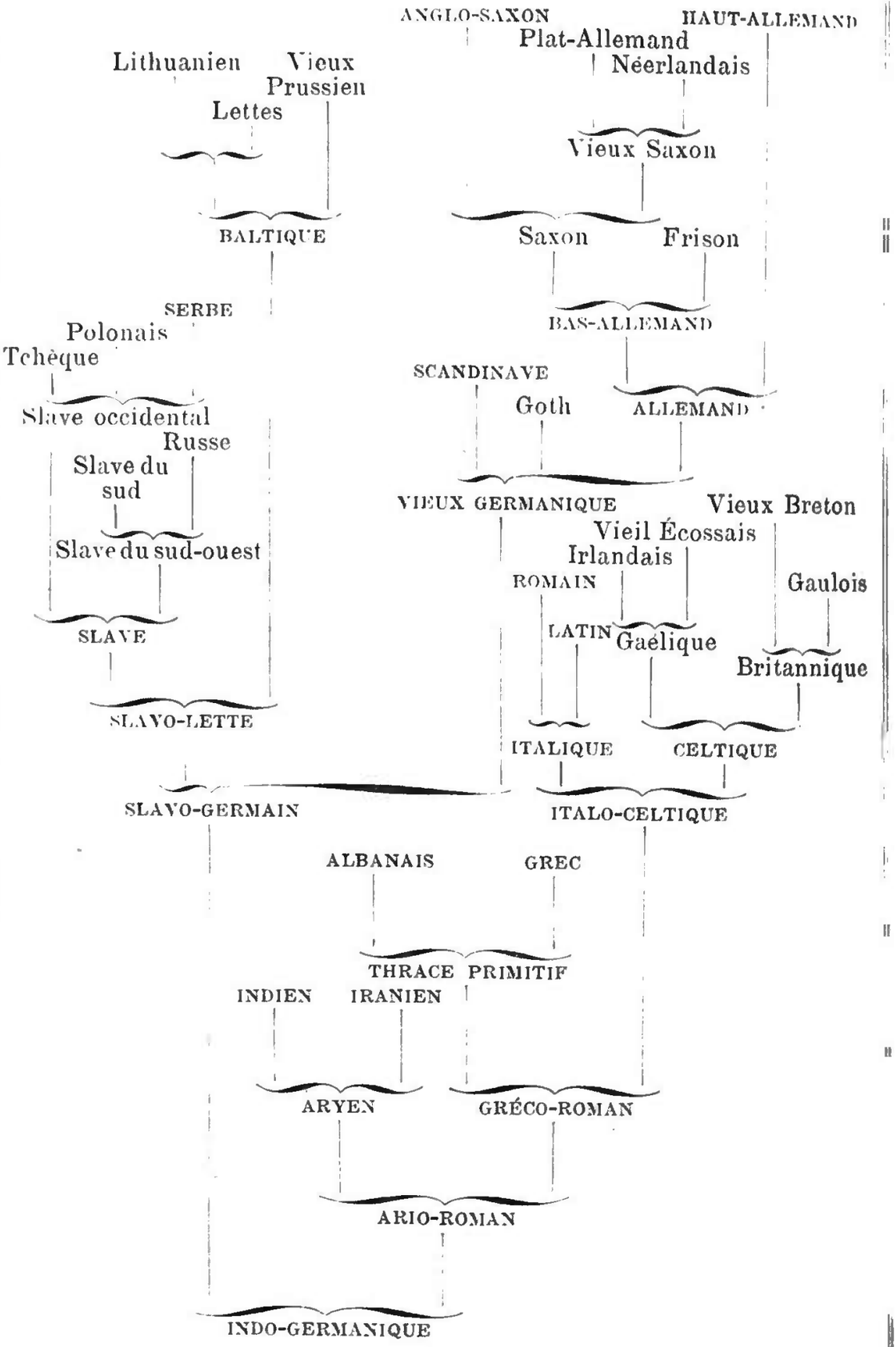
En continuant à suivre ces quatre langues indo-germaniques primitives, nous voyons que notre langue germanique primitive se divise en trois branches principales, scandinave, gothique et allemande fondamentale. De cette dernière sort, d'une part, le haut-allemand, d'autre part, le bas-allemand, auquel se rattachent les divers idiomes frisons, saxons et plat-allemands.

De la même manière se forma la langue primitive slavo-lettique, qui se divisa plus tard en une langue fondamentale baltique et une autre langue fondamentale slave. De la langue fondamentale baltique provinrent les idiomes lettique, lithuanien et vieux prussien. D'autre part, la langue fondamentale slave engendra, d'un côté, les idiomes russe et slave méridional; de l'autre, à l'ouest, les idiomes polonais et tchèque.

Un coup d'œil jeté sur les ramifications de l'autre embranchement des langues indo-germaniques nous montre aussi une dif-

DIXIÈME TABLEAU

Arbre généalogique des langues indo-germaniques.



férenciation non moins riche de ses deux principales branches. La langue primitive gréco-romane se divise, d'une part, en une langue fondamentale thrace (albanais-grec); d'autre part, en une autre langue fondamentale italo-celtique. De cette dernière sortent deux rameaux divergents, savoir : dans le Sud, le rameau italique (romain et latin); dans le Nord, le rameau celtique, d'où sont issus tous les idiomes britanniques et gaëliques (vieux breton, vieil écossais, irlandais). En outre, les nombreux idiomes iraniens et indiens sont sortis, comme autant de pousses nombreuses, de la langue primitive arienne.

Il serait d'un haut intérêt d'étudier plus en détail cet arbre généalogique indo-germain; la linguistique comparée, qui l'a dressé, a ainsi montré qu'elle est une véritable science, une science naturelle. En effet, cette méthode phylogénétique, dont nous usons avec tant de succès en zoologie et en botanique, servait déjà depuis longtemps à la linguistique. De quelle utilité ne serait-il pas pour notre instruction publique d'enseigner dans nos écoles la linguistique, c'est-à-dire l'un des plus puissants moyens de culture, et de mettre, au lieu et place de notre philologie morte et aride, la linguistique comparée, si variée et si vivante? Entre la linguistique et la philologie, il y a la même différence qu'entre l'histoire vivante de l'évolution des organismes et la taxinomie morte des espèces. Si, au lieu de se tourmenter à composer de rebutantes compositions latines en style cicéronien, nos écoliers des gymnases étudiaient seulement les premiers éléments de la linguistique comparée, combien ils y trouveraient plus d'intérêt ! quelle quantité d'idées fécondes ils y gagneraient !

Si j'ai quelque peu insisté sur « l'anatomie comparée » et l'histoire du développement des langues, c'est qu'elles éclaircissent singulièrement la phylogénie des espèces organiques. Vous le voyez, par leur structure et leur évolution, les langues primitives, les langues mères, les langues sœurs et les idiomes répondent très-bien aux classes, ordres, genres et espèces du règne animal. Dans les deux cas, la « taxinomie naturelle » est phylogénétique. De même que l'anatomie comparée, l'ontogénie, la paléontologie nous ont amenés à croire fermement que tous les vertébrés éteints et actuels descendent d'une forme fondamentale commune; ainsi l'étude comparative des langues indo-germaniques mortes et vivantes nous démontre irréfutablement

que toutes ces langues sont issues d'une langue primitive commune. C'est là une conclusion monophylétique à laquelle sont arrivés unanimement tous les linguistes de quelque valeur et de quelque sens critique (75).

Dans cette comparaison des rameaux linguistiques indo-germaniques avec les rameaux de l'embranchement vertébré, il est un point sur lequel je dois attirer votre attention : c'est qu'il faut se garder de confondre les descendants directs avec les collatéraux ou les formes éteintes avec les formes vivantes. Cette confusion se fait bien souvent, et elle suscite des idées erronées, dont nos adversaires profitent pour faire échec à la théorie de la descendance. Si l'on affirme, par exemple, que l'homme descend du singe, ce dernier du maki, le maki du kangurou, beaucoup de gens ne songeront qu'aux spécimens de ces divers ordres de mammifères remplissant nos musées. Aussitôt nos adversaires nous jettent à la face cette idée erronée; avec plus de perfidie que de raison, ils affirment qu'une telle généalogie est impossible, ou bien ils veulent qu'expérimentalement, physiologiquement, nous métamorphosions un kangurou en maki, celui-ci en gorille et le gorille en homme! Prétention aussi enfantine que l'idée est fausse. En effet, toutes ces formes actuelles s'écartent plus ou moins de la forme ancestrale commune, et nul n'a maintenant le pouvoir de reproduire cette postérité divergente, réellement issue, il y a des milliers d'années, de la forme ancestrale commune (76).

Indubitablement, l'homme descend d'un mammifère éteint, que nous rangerions sûrement dans l'ordre des singes si nous le pouvions connaître. Sans doute aussi, ce singe primitif provint d'un maki inconnu et ce dernier d'un marsupial éteint. Mais il n'est pas moins sûr que c'est seulement par les traits essentiels de leur structure interne, par la présence des caractères anatomiques ordinaux, que toutes les formes ancestrales, dont nous avons parlé, appartiennent aux ordres actuels de mammifères. Peut-être différaient-elles beaucoup des représentants contemporains de ces ordres par la forme extérieure, par les caractères génériques et spécifiques. En effet, quand il s'agit d'évolution phylogénétique, c'est un fait naturel et général que, depuis plus ou moins longtemps, les formes ancestrales sont éteintes avec leurs particularités spécifiques. Les formes actuelles analogues diffèrent plus ou moins, et peut-être essen-

tiellement, des ancêtres. Dans nos recherches phylogénétiques, dans nos études comparatives des descendants contemporains, il s'agit seulement de déterminer l'écart plus ou moins grand à partir de la forme ancestrale. Nous pouvons admettre en toute sûreté qu'aucune forme ancestrale ne s'est propagée jusqu'à nous sans varier.

C'est exactement le même fait qui ressort de la comparaison des diverses langues éteintes et vivantes provenant d'une langue primitive commune. Examinons à ce point de vue notre arbre généalogique des langues indo-germaniques; force nous sera alors de conclure que toutes les langues primitives, fondamentales, sœurs ou aïeules de nos idiomes divergents, sont éteintes depuis un temps plus ou moins long. C'est, en effet, la vérité. Les langues principales ario-romane et slavo-germanique sont disparues depuis longtemps ; il en est de même des langues primitives arienne, gréco-romane, slavo-lettique et germanique. Les langues sœurs et aïeules sont aussi éteintes depuis longtemps, et si toutes les langues indo-germaniques actuelles sont parentes, c'est qu'elles sont la postérité divergente d'une forme ancestrale commune, dont elles diffèrent plus ou moins.

Ces faits, dont la démonstration est facile, expliquent très-bien la descendance analogue des espèces vertébrées. La « linguistique comparative » phylogénétique est ici la fidèle alliée de la « zoologie comparative » phylogénétique. Mais la première de ces sciences fournit une démonstration bien plus directe ; car le matériel paléontologique de la linguistique, l'ensemble des vieux documents écrits dans des langues éteintes, est infiniment mieux conservé que le matériel paléontologique de la zoologie, que les os fossiles des vertébrés. Plus vous songerez à cette analogie, plus vous la trouverez frappante.

Vous ne tarderez pas à voir que nous sommes en mesure de suivre la généalogie de l'homme non-seulement jusqu'aux mammifères inférieurs, mais bien plus loin en arrière, jusqu'aux amphibies, jusqu'aux requins primitifs ; plus loin encore, jusqu'aux vertébrés acrâniens, voisins de l'amphioxus. Vous comprenez bien maintenant que l'amphioxus actuel, les requins, les amphibies actuels ne sauraient nous représenter la forme extérieure des anciens ancêtres. Il serait plus faux encore de faire de l'amphioxus actuel, du requin actuel, d'un amphibie actuel, la forme ancestrale directe des vertébrés supérieurs et

de l'homme. Ce qui est raisonnable, c'est de considérer les formes actuelles dont nous parlons comme des collatéraux plus voisins et plus analogues aux ancêtres que toutes les autres formes animales connues. L'analogie est telle, que, si nous avions sous les yeux les formes ancestrales inconnues aujourd'hui, force nous serait de les ranger dans l'ordre des formes actuelles voisines. Mais les descendants directs des primitifs ancêtres n'ont pas cessé de varier, et il ne faut pas songer à retrouver, parmi les espèces animales contemporaines, les ancêtres directs du genre humain, avec la forme spécifique qui les caractérisait. Les traits caractéristiques, essentiels, plus ou moins communs aux formes vivantes et aux ancêtres éteints, tiennent à la structure interne et pas du tout à la structure spécifique externe. Ces derniers caractères anatomiques ont varié maintes fois par adaptation, tandis que les particularités de structure étaient conservées par l'hérédité.

Que l'homme soit un vrai vertébré, c'est un point sur lequel l'anatomie comparée et l'ontogénie ne laissent pas de doute possible ; par conséquent, son arbre généalogique doit se confondre avec celui de tous les vertébrés descendant d'une même souche. Mais les solides données de l'anatomie comparée et de l'ontogénie nous obligent à admettre, pour tous les vertébrés, une seule et même origine, une descendance monophylétique. Si la théorie de la descendance est fondée, la totalité des vertébrés, y compris l'homme, ne peut descendre que d'une seule forme ancestrale commune, d'une unique espèce de vertébré primitif. L'arbre généalogique des vertébrés sera donc en même temps celui de l'homme. Notre tâche s'élargit; ce n'est plus l'arbre généalogique de l'homme qu'il s'agit de construire, mais bien celui de tout l'embranchement vertébré. Or, ce dernier arbre généalogique ne se sépare pas de celui des invertébrés ; car il se rattache à celui des vers, tout en n'ayant rien de commun avec la généalogie des articulés, des mollusques proprement dits et des radiés. C'est un point qu'ont déjà établi l'anatomie comparée et l'ontogénie de l'amphioxus et de l'ascidie. Puisque les ascidies appartiennent aux tuniciers, classe que nous devons ranger dans le groupe multiforme des vers, il nous faut donc, en nous basant sur l'anatomie comparée et l'ontogénie, poursuivre les degrés de notre généalogie jusqu'aux vers les plus inférieurs. Mais cela nous mène infailliblement à la gastræa, ce type zoo-

logique si important, la plus simple forme imaginable que puisse revêtir un animal à deux feuillets germinatifs. A son tour, la gastræa ne peut provenir que des plus simples des animaux, des protozoaires. Parmi ces protozoaires, nous nous sommes déjà occupés de celui qui nous intéresse le plus, de l'amibe unicellulaire, si extrêmement curieuse quand on la compare à l'ovule humain. C'est là le dernier pas que nous puissions faire sur un terrain solide, le terme où s'arrête l'application directe de notre loi biogénétique fondamentale, le dernier point où il nous soit possible de passer d'un stade évolutif embryonnaire à la forme ancestrale éteinte. Le stade unicellulaire, par lequel chaque homme commence sa vie individuelle, nous autorise à dire que les plus antiques ancêtres de l'humanité et du règne animal ont été de simples cellules amiboïdes.

Sans doute on ne manquera pas de nous demander à l'instant : aux débuts du monde organique, au commencement de la période laurentienne, d'où sont provenues les antiques amibes? Une seule réponse est possible. Comme tous les organismes unicellulaires, les amibes n'ont pu descendre que des plus simples organismes connus, des monères (voir la *protamoeba*, fig. 13). Ces monères sont, vous ne l'ignorez pas, les plus simples organismes imaginables. En effet, le corps des monères n'a pas de forme déterminée ; ce n'est qu'une particule de protoplasme, un glomérule de cette substance albuminoïde vivante, déjà douée de toutes les fonctions essentielles à la vie et qui est la base matérielle de tout ce qui vit. Nous voici donc parvenus au dernier ou, si l'on préfère, au premier problème de l'évolution, au problème de l'origine des monères. Mais c'est là une question primordiale, celle de l'origine de la vie, de la génération spontanée.

Nous n'avons ici ni le temps ni l'occasion de traiter à fond la difficile question de la génération spontanée. Pour ce qui a trait à ce problème, force m'est de vous renvoyer à mon « Histoire de la création naturelle » et surtout au second volume de ma « Morphologie générale », où j'ai exposé en détail mes vues à ce sujet (77). Je me bornerai à dire quelques mots sur cette obscure question de l'origine de la vie et à y répondre seulement en ce qui touche à notre conception fondamentale de l'évolution organique. Dans les limites restreintes où je la circonscris, la génération spontanée est une hypothèse nécessaire, sans laquelle on

ne saurait concevoir le début de la vie sur la terre; elle se ramène alors à savoir comment les monères se sont formées aux dépens des composés carbonés anorganiques. Comment les corps vivants sont-ils apparus tout d'abord sur notre planète, jusqu'alors purement minérale? Ils ont dû se former chimiquement aux dépens des composés anorganiques; ainsi a dû apparaître cette substance complexe, contenant à la fois de l'azote et du carbone, que nous avons appelée protoplasme et qui est le siége matériel constant de toutes les activités vitales. Au fond de la mer, à d'énormes profondeurs, vit encore, de nos jours, un protoplasme homogène et informe, aussi simple que possible : c'est le bathybius. Nous appelons monères chacune de ces particules amorphes et vivantes. Les monères primitives sont nées par génération spontanée dans la mer, comme les cristaux salins naissent dans les eaux mères. C'est là une hypothèse exigée par le besoin de causalité inhérent à la raison humaine. En effet, toute l'histoire anorganique de la terre est régie par des lois mécaniques, et il en est de même pour toute l'histoire organique; il n'y a pas là de place pour la moindre idée créatrice; il n'est nullement besoin non plus d'invoquer une force créatrice surnaturelle pour comprendre l'origine de tous les organismes : dès lors, ne serait-il pas absurde de faire intervenir une idée créatrice à l'origine première de la vie sur notre globe? Néanmoins, en notre qualité de naturaliste, nous devons au moins tenter de donner de ce dernier fait une explication naturelle.

Si la question tant débattue de la génération spontanée nous semble aujourd'hui si complexe, c'est que sous cette expression on a confondu une foule de phénomènes étrangers et parfois tout à fait absurdes; c'est aussi qu'on a voulu la résoudre expérimentalement par des expériences grossières. La doctrine de la génération spontanée ne se peut réfuter expérimentalement. En effet, chaque expérience négative démontre seulement que, dans les conditions de l'expérience, toujours fort artificielles, nul organisme ne peut provenir des substances anorganiques. Mais il est aussi fort difficile de démontrer la génération spontanée par des expériences; et quand même des monères naîtraient encore aujourd'hui, à chaque moment, par génération spontanée, ce qui est fort possible, la démonstration empirique du fait n'en serait pas moins très-ardue, peut-être impossible. Pour quiconque n'admet point avec nous la génération spon-

tanée des monères à l'origine de la vie, il n'y a plus d'autre alternative que le miracle ; et c'est, en effet, le refuge désespéré de beaucoup de nos naturalistes soi-disant « exacts », qui n'hésitent point à faire ainsi bon marché de leur raison.

Mais, je le répète, c'est seulement pour les monères, pour les organismes sans structure et sans organes, qu'il nous faut admettre l'hypothèse d'une génération spontanée. Tout organisme différencié, tout organisme composé d'organes doit provenir, par différenciation de ses parties, et phylogénétiquement, d'un organisme inférieur, indifférent. Aussi nous n'admettons nullement la génération spontanée pour la plus simple cellule. En effet, si simple soit-elle, toute cellule se compose au moins de deux parties distinctes : d'un noyau interne, solide (nucleus), et d'une membrane externe, molle, protoplasmique. Or, ces deux parties ne peuvent provenir que du plasma indifférent d'une monère ou d'une cytode. C'est précisément parce que les monères aplanissent les difficultés offertes en principe par la génération spontanée, que leur histoire est d'un tel intérêt. Grâce aux monères actuelles, nous pouvons aujourd'hui voir encore des organismes sans structure et sans organes, tels qu'il en existait à l'origine de la vie organique sur la terre.

SEIZIÈME LEÇON.

LA SÉRIE ANCESTRALE DE L'HOMME.

I. De la monère à la gastræa.

L'on dira sans doute que, puisque la marche du développement est d'une telle simplicité, tout doit aller de soi-même et qu'il est à peine besoin de recourir aux recherches expérimentales. Mais l'histoire de l'œuf de Colomb se répète chaque jour, et il s'agit de parvenir à dresser cet œuf sur la pointe. Combien d'ailleurs, dans le domaine du savoir, des notions, qui sembleraient devoir s'imposer, se répandent péniblement, quand on a pour adversaires des autorités considérables; c'est une expérience que je n'ai que trop faite.

CARL ERNST BAER (1828).

Rapport de la loi générale d'induction de la théorie généalogique avec la loi spéciale de déduction de l'hypothèse généalogique. — Imperfection des trois grandes sources de documents sur la création, savoir : de la paléontologie, de l'ontogénie et de l'anatomie comparée. — Inégale valeur des diverses hypothèses généalogiques spéciales. — Les vingt-deux degrés de la série ancestrale de l'homme : huit chaînons invertébrés et quatorze chaînons vertébrés. — Distribution de ces vingt-deux degrés dans les cinq grandes divisions de l'histoire organique terrestre.—Premier chaînon ancestral : monères. — Plasma sans structure et homogène des monères. — Différenciation du plasma en noyau et protoplasme cellulaire. — Cytodes et cellules formant deux degrés évolutifs des plastides. — Phénomènes biologiques des diverses monères. —Organismes sans organes. —Deux chaînons ancestraux : amibes; protozoaires unicellulaires de la conformation la plus simple et la plus indifférente. — Les ovules amiboïdes. — L'œuf est plus vieux que la poule. — Troisième degré ancestral : synamibes, ontogénétiquement représentées par la morula; communauté de cellules amiboïdes semblables. — Quatrième degré ancestral : planæa, ontogénétiquement représentée par la blastosphère et la planula. — Cinquième degré ancestral : gastræa, ontogénétiquement représentée par la gastrula et le disque germinatif bifolié.

Messieurs,

L'intéressante question qu'il s'agit maintenant de traiter, en nous appuyant sur la loi biogénétique fondamentale et sur les documents authentiques de l'histoire de la création, c'est de retrouver la série des ancêtres du genre humain; mais, auparavant, il importe de nous bien représenter les diverses opérations intellectuelles dont nous aurons besoin dans ce travail de philo-

sophie naturelle. Ces diverses opérations sont, les unes inductives, les autres déductives; tantôt l'on conclut à une loi générale d'après de nombreuses observations de détail, tantôt on fait l'application de cette loi générale à un cas particulier.

L'ensemble de la phylogénie est une loi inductive. En effet, la théorie généalogique tout entière fait nécessairement et essentiellement partie de la théorie universelle de l'évolution; elle se base évidemment sur des inductions. De la totalité des phénomènes biologiques dans la vie des plantes, des animaux et de l'homme, nous sommes arrivés inductivement à la certitude que toute la population organique de notre globe s'est développée conformément à une loi d'évolution unitaire. Entre les mains de Lamarck, de Darwin et de leurs successeurs, cette loi d'évolution est devenue la théorie généalogique. Tous les curieux phénomènes que nous fournissent l'ontogénie, la paléontologie, l'anatomie comparée, la dystéléologie, la chorologie, l'œcologie des organismes et toutes les lois générales que nous abstrayons de cette masse de faits, et qui se lient si harmonieusement et si intimement entre elles, tout cela n'est qu'une large base de cette grande loi inductive, biologique. En effet, tous les faits infiniment variés provenant de ces sources multiples ne se peuvent intimement relier, expliquer et comprendre que par la théorie généalogique; force nous est donc de considérer cette théorie de l'évolution comme une loi d'induction générale.

S'agit-il d'appliquer cette loi d'induction, de retracer avec son aide la généalogie des espèces organiques en particulier, force nous est alors de faire des hypothèses phylogénétiques, ayant un caractère essentiellement déductif, et qui sont de simples applications de la théorie généalogique générale à des cas particuliers. Mais, dans le domaine du savoir, ces conclusions déductives spéciales sont aussi légitimes, aussi nécessaires que les conclusions inductives générales supportant toute la théorie d'évolution. La théorie, qui donne au genre humain des ancêtres animaux est une loi déductive spéciale, découlant logiquement et nécessairement de la loi inductive générale de la théorie généalogique ([78]).

Or, de l'aveu des partisans et des adversaires de la théorie généalogique, nous n'avons, pour expliquer l'origine du genre humain, qu'à choisir entre deux hypothèses inconciliables : ou bien nous croyons que toutes les espèces animales et végétales

sont le résultat d'un acte surnaturel, d'une création divine et, par suite, en dehors du domaine scientifique ; ou bien force nous sera d'admettre dans toute son extension la théorie de la descendance, et de faire dériver d'une forme ancestrale des plus simples l'homme aussi bien que les diverses espèces animales et végétales. En dehors de ces deux hypothèses, point de refuge. Ou croire aveuglément à la création, ou accepter la théorie scientifique de l'évolution ! Prenons-nous le second parti, et c'est le seul possible pour quiconque conçoit scientifiquement l'univers, alors nous pouvons déterminer approximativement la série des ancêtres de l'homme d'après l'anatomie comparée et l'ontogénie, tout comme nous le ferions pour tous les autres organismes.

Or, des données que nous ont déjà fournies l'anatomie et l'ontogénie de l'homme et des autres vertébrés, il résulte clairement qu'il nous faut chercher l'arbre généalogique de l'homme d'abord dans l'embranchement vertébré. Si la théorie généalogique est fondée, on ne saurait douter que l'homme ne se soit développé comme un vrai vertébré, qu'il ne provienne d'une forme ancestrale, qui lui est commune avec tous les autres vertébrés. Cette déduction spéciale est parfaitement sûre, si l'on admet, au préalable, le bien fondé de la loi inductive, de la théorie généalogique. Nul partisan de cette dernière loi n'a le droit d'émettre un doute sur l'importante conclusion déductive qui en découle. Bien plus, nous pouvons trouver, dans l'embranchement des vertébrés, une série de formes spéciales, que l'on peut sûrement considérer comme des degrés successifs d'évolution phylogénétique, comme des chaînons ancestraux. Nous avons également le droit de démontrer que l'embranchement vertébré est issu d'un groupe d'invertébrés inférieurs; et, dans ce groupe, il nous sera loisible encore de retrouver plus ou moins sûrement une série d'ancêtres.

Pourtant je tiens à faire remarquer que la certitude de ces diverses hypothèses généalogiques, basées sur des conclusions déductives toutes spéciales, est très-inégale. Certaines de ces conclusions reposent déjà sur une base inébranlable ; d'autres, au contraire, sont fort douteuses ; pour d'autres enfin, le degré de vraisemblance dépend de la masse de connaissances et de la puissance logique du naturaliste. Dans tous les cas, vous aurez à décider entre la certitude absolue de la théorie généalogique

inductive et la certitude relative de l'hypothèse déductive spéciale de la théorie généalogique. Sûrement la série ancestrale d'un organisme n'aura jamais le même degré de certitude que la théorie généalogique, considérée comme seule explication scientifique des métamorphoses organiques. Ajoutons que l'énumération détaillée des formes ancestrales d'une espèce sera toujours plus ou moins incomplète et hypothétique. Cela est tout naturel. En effet, les nombreux documents dont nous nous servons sont et seront toujours incomplets, exactement comme il arrive pour la linguistique.

Les matériaux les plus incomplets sont les plus primitifs, ceux que fournit la paléontologie. On n'ignore pas que la totalité des fossiles connus ne représente qu'une insignifiante portion des animaux et des plantes disparus. Pour une espèce fossile, il en est cent, mille, qui n'ont pas laissé la plus légère trace de leur existence. On ne saurait trop insister sur ces énormes et regrettables lacunes des documents paléontologiques, lacunes d'ailleurs faciles à comprendre, car elles résultent des conditions mêmes de la fossilisation. On peut aussi imputer ces lacunes à l'imperfection de nos connaissances. La plupart des fossiles conservés dans les strates de l'écorce terrestre nous sont naturellement encore inconnus. Nous ne possédons que de rares échantillons des fossiles enfouis dans l'immensité des terrains asiatiques et africains. On n'a encore soigneusement exploré qu'une partie de l'Europe et de l'Amérique septentrionale. La somme totale des fossiles classés dans nos collections ne représente sûrement pas la centième partie de ceux qui sont réellement cachés dans l'écorce terrestre. Bien des précieuses découvertes sont donc réservées à l'avenir. Néanmoins, pour des raisons que j'ai exposées dans la quinzième leçon de mon « Histoire de la création », nos archives paléontologiques seront toujours fort incomplètes.

La deuxième classe de documents, celle des documents ontogéniques, ne laisse pas moins à désirer. Pour la phylogénie spéciale, ces documents sont, de tous, les plus importants ; mais ils sont aussi fort défectueux et nous font bien souvent faux bond. Rappelons-nous qu'en vertu de la loi d'hérédité abrégée et déviée, le cours primitif de l'évolution est bien souvent masqué jusqu'à devenir méconnaissable. La récapitulation ontogénétique de la phylogénie n'est que rarement assez

complète. D'ordinaire, les stades primitifs de l'embryologie, les plus importants de tous, sont fortement abrégés et restreints. Souvent les étapes embryologiques ont dû s'adapter à des conditions nouvelles et, par suite, se modifier. L'influence de la lutte pour l'existence a métamorphosé les larves libres tout aussi puissamment que les formes adultes. Nous n'avons donc aujourd'hui dans l'ontogénèse, surtout dans celle des animaux supérieurs, qu'une image effacée et souvent altérée de la primitive évolution des ancêtres. C'est avec une extrême circonspection, un sûr esprit critique, que nous devons conclure de leur embryologie à leur phylogénie. Ajoutons que l'embryologie elle-même ne nous est bien connue que depuis peu d'années.

Enfin, les documents fournis par l'anatomie comparée ne sont pas plus complets que les autres, et pour une raison bien simple: en effet, toutes les espèces animales de nos jours ne nous représentent qu'une faible portion de celles qui ont vécu depuis le début de la vie organique sur la terre. Nous pouvons sûrement évaluer à plusieurs millions le nombre des espèces éteintes, et, en comparaison, la quantité d'espèces étudiées par l'anatomie comparée, pourtant assez avancée, est bien faible. Là encore des trésors inconnus sont réservés aux investigations futures.

En présence de cette notoire imperfection de nos meilleurs documents relatifs à la création organique, il faut bien se garder, en étudiant la phylogénie humaine, d'attacher une trop grande valeur aux formes connues et de s'en servir indifféremment pour déterminer les degrés évolutifs, les formes ancestrales. Quand il s'agira de déterminer hypothétiquement notre série d'ancêtres, n'oublions jamais que les formes ancestrales hypothétiques ont une valeur bien variable au point de vue de l'authenticité. Du peu que nous avons dit à propos de la comparaison entre l'ontogénèse et la phylogénèse, vous avez déjà pu conclure que quelques formes ont une valeur primordiale et que certaines formes ontogénétiques peuvent sûrement s'identifier avec les formes phylogénétiques. En tête de ces types morphologiques de premier ordre, nous avons dû placer l'ovule humain. Du fait capital que l'œuf humain est une simple cellule comme celui de tous les autres animaux, on peut conclure en toute sûreté qu'il a existé une forme ancestrale unicellulaire, d'où sont provenus tous les animaux monocellulaires, y compris l'homme. Une deuxième forme embryologique fort importante.

que l'on peut directement transporter dans la phylogénie, est la gastrula. Dans cette curieuse forme larvée, nous voyons un animal constitué par deux feuillets germinatifs et ayant déjà le plus fondamental des organes primitifs, le canal intestinal. Du fait que ce stade embryologique bifolié, à intestin rudimentaire, se retrouve dans tous les embranchements zoologiques, à l'exception de celui des protozoaires, nous en pouvons sûrement déduire l'existence d'une forme ancestrale commune semblable à la gastrula ; j'appelle cette forme gastræa. Nous n'avons pas un moindre parti à tirer, pour notre phylogénie humaine, des divers stades de l'embryologie humaine qui correspondent à certains vers, acrâniens, poissons, etc. Mais entre ces points de repère phylogénétiques, sur lesquels nous aurons toujours à revenir, il existe de grandes et regrettables lacunes, imputables, comme nous l'avons dit, à l'imperfection de la paléontologie, de l'anatomie comparée et de l'ontogénie.

Quand j'essayai pour la première fois, dans ma « Morphologie générale » et dans mon « Histoire de la création naturelle », de construire l'arbre généalogique humain, je rangeai en série d'abord dix, puis vingt-deux formes zoologiques, que l'on peut, avec plus ou moins de certitude, considérer comme les ancêtres animaux de l'homme, et qui marquent les principales étapes dans la longue série évolutive de l'organisme unicellulaire à l'homme ([79]). De ces 20 à 22 formes animales, 8 environ se rangent dans l'antique groupe des invertébrés, 12 à 14 appartiennent à l'embranchement plus récent des vertébrés. Notre onzième tableau indique comment ces 22 formes principales de notre généalogie se répartissent entre les cinq grandes sections de l'histoire organique terrestre. Vous y verrez que de ces 22 degrés évolutifs une moitié au moins, comprenant les onze plus antiques chaînons ancestraux, appartient à l'âge archolithique, à cette première section de l'histoire organique qui en représente plus de la moitié et durant laquelle il n'existait vraisemblablement que des organismes aquatiques. Les onze autres formes ancestrales se partagent entre les quatre autres sections principales : trois appartiennent à l'âge paléolithique, trois à l'âge mésolithique, quatre à l'âge cœnolithique. Dans le dernier âge, l'âge anthropolithique, l'homme existe déjà.

Si nous cherchons maintenant à déterminer quelle a été, en phylogénie, la succession évolutive de ces 22 chaînons ances-

ONZIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principaux chaînons animaux dans la série généalogique de l'homme.

MN = Limite entre les ancêtres invertébrés et les ancêtres vertébrés.

Ages de l'histoire organique terrestre.	Périodes géologiques de l'histoire organique terrestre.	Chaînons animaux dans la généalogie humaine.	Types vivants les plus voisins des chaînons généalogiques.
		1. Monères	Bathybius, Protamœba
		2. Antiques amibes.	Simples amibes *(autamœbæ)*
		3. Synamibes	Cystophrys, labyrinthula
		4. *Planaeada*	Larves-planula
		5. *Gastraeada*	Larves-gastrula.
I. *Age archolithique ou primordial*	1. Période laurentienne 2. Période cambrienne 3. Période silurienne	6. *Archelminthes*	Turbellariés.
		7. *Scolecida*	? Entre les turbellariés et les ascidies.
		8. *Chordonia*	Ascidies
		M.	N
		9. Acrâniens	Amphioxus
		10. Monorhinés	Lamproies *(petromyzontes)*
		11. Sélaciens	Requins *(squalacei)*
II. *Age paléolithique ou primaire*	4. Période dévonienne 5. Période carbonifère 6. Période permienne	12. Dipneustes	Protoptères
		13. *Sozobranchia*	*Proteus* axolotl *(siredon)*
		14. *Sozura*	*Triton* salamandre
III. *Age mésolithique ou secondaire*	7. Période triasique 8. Période jurassique 9. Période crétacée	15. Protamniotes	? Entre les *sozura* et les monotrèmes.
		16. Promammaliens	Monotrèmes
		17. Marsupialiens	Didelphes
IV. *Age cœnolithique ou tertiaire*	10. Période éocène 11. Période miocène 12. Période pliocène	18. Prosimiens	Lori *(stenops)* maki *(lemur)*
		19. Catarhiniens à queue	Singe nasique
		20. Singes anthropoïdes ou catarhiniens sans queue	Gorille, chimpanzée, orang, gibbon
		21. Hommes privés de la parole ou pithécoïdes	Idiots, crétins, microcéphales
V. *Age quaternaire*	13. Période diluvienne 14. Période alluvienne	22. Hommes ayant un langage	Australiens et papouas

traux de l'homme depuis l'origine de la vie, si nous nous hasardons à éclaircir l'antique mystère de cette origine, nous verrons que le début de la vie a sans doute été marqué par l'apparition des monères, de ces êtres curieux qu'à diverses reprises déjà nous avons signalés comme étant les plus simples des êtres vivants. Ce sont aussi les plus simples organismes concevables. En effet, une fois complétement développé et doué de mouvement libre, leur corps n'est qu'un grumeau de plasma sans structure, un petit fragment de ce composé carboné albuminoïde, substratum matériel des propriétés biologiques actives. Les faits observés dans ces dix dernières années ont de plus en plus prouvé que, dans tout corps de la nature doué des propriétés biologiques actives de la nutrition, de la reproduction, du mouvement volontaire et de la sensibilité, c'est un composé complexe, contenant du carbone et de l'azote, appartenant au groupe des albuminoïdes, qui est le substratum matériel des activités vitales.

Faut-il, s'en tenant au sens monistique, regarder la fonction comme étant simplement l'acte du substratum matériel, ou bien faut-il, dans le sens dualistique, distinguer l'une de l'autre la force et la matière ? Disons seulement que jusqu'ici on ne connaît pas d'organisme vivant où la manifestation des propriétés biologiques ne soit pas indissolublement liée à l'essence d'un corps plasmatique. Chez les plus simples organismes connus, chez les monères, le corps tout entier n'est qu'un glomérule de plasma, c'est-à-dire de l'*urschleim* des anciens philosophes de la nature.

D'ordinaire, on appelle *protoplasme* la substance molle, albuminoïde, du corps des monères, et on ne la distingue pas de la substance cellulaire des animaux et des plantes. Pourtant, comme Édouard van Beneden l'a montré le premier dans son excellent travail sur les grégarines, il faut, pour être exact, bien distinguer entre le plasma des cytodes et le protoplasma cellulaire. Cette différence est d'ailleurs capitale pour l'histoire du développement. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, il faut distinguer deux degrés évolutifs parmi ces « organismes élémentaires », qui, à titre d'ébauches, de *plastides,* représentent le premier ordre. Le premier degré, le plus ancien, est représenté par les *cytodes*, dont le corps entier est formé d'une seule substance albuminoïde, d'un plasma extrêmement simple

ou « matière de formation ». Le degré supérieur et moins ancien est représenté par les cellules, chez qui le plasma primitif est déjà différencié en deux substances albuminoïdes distinctes, le noyau interne et la substance cellulaire externe, ou protoplasme.

Les monères sont des cytodes permanentes. Leur corps est constitué uniquement par un plasma mou et sans structure. Nos réactifs chimiques les plus délicats, nos meilleurs instruments d'optique ne font que mettre en évidence la parfaite homogénéité de toutes les parties de ces organismes. Ces monères sont donc, au sens strict de l'expression, des organismes sans organes. En bonne philosophie, on ne devrait même pas appeler les monères des « organismes », puisqu'elles n'ont pas d'organes et ne sont point composées de particules différenciées. Elles ne

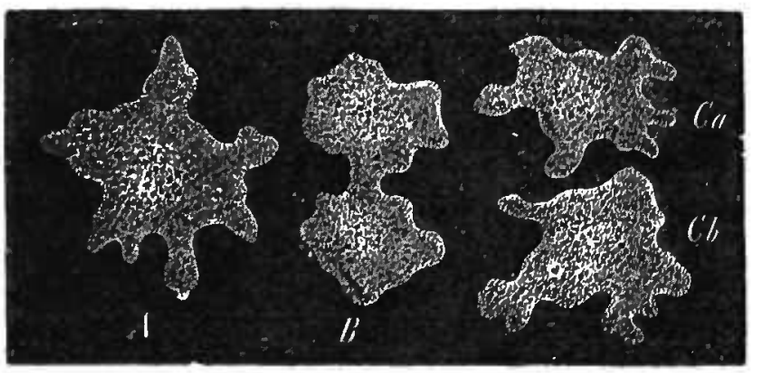


Fig. 101.

méritent le nom d'organismes que parce qu'elles possèdent les propriétés biologiques de la nutrition, de la reproduction, de la sensibilité et de la motilité. C'est le type organique le plus simple que l'on puisse construire *à priori*.

Quoique toutes les véritables monères soient réellement de simples grumeaux de plasma vivant, pourtant, parmi les monères vivant soit dans la mer, soit dans l'eau douce, on peut distinguer plusieurs genres et espèces, selon les modes divers de la motilité et de la reproduction. La motilité diffère beaucoup. Chez quelques monères, par exemple chez la protamibe (pro-

Fig. 101. — Une *monère* (protamœba), en voie de reproduction. *A*. La monère intacte se mouvant, comme d'ordinaire, à l'aide de prolongements protéiformes. *B*. La même monère s'étrangle, en son milieu, par un sillon. *C*. Chacune des deux moitiés s'est séparée de l'autre et représente maintenant un individu indépendant. (Fort grossissement.)

tamoeba, fig. 101), le glomérule, alors qu'il se meut, émet des prolongements peu nombreux, courts, obtus, digitiformes, changeant lentement de forme et de grandeur, et ne se ramifiant jamais. D'autres monères émettent des appendices nombreux, longs, fins, le plus souvent filiformes, irrégulièrement ramifiés, et dont les extrémités libres et mobiles s'entrelacent, se soudent en réseau. Dans les profondeurs pélagiques, d'énormes masses de ces réseaux albuminoïdes et protéiformes rampent au fond de la mer (bathybius, fig. 102).

Des courants liquides pénètrent lentement dans l'intérieur de ces réseaux. Si l'on nourrit ces monères avec une matière colorante finement pulvérisée (carmin ou indigo) et si en même temps, pendant que la monère est sous le microscope, on répand un peu de la même poudre dans l'eau, on voit d'abord les particules colorantes adhérer à la surface de la monère, puis pénétrer peu à peu dans le glomérule et s'y mouvoir irrégulièrement. Les molécules de la monère se déplacent et occasionnent ainsi la translation des particules colorantes qui se sont glissées au milieu d'elles. Ces déplacements nous prouvent qu'il n'y a pas dans le corps de la monère une fine structure invisible. En effet, on pourrait nous objecter que l'absence de structure chez les monères n'est qu'apparente; que, s'il nous semble en être ainsi, cela tient à la faiblesse de nos microscopes. Mais l'objection est sans valeur, puisque nous pouvons, à notre gré, faire pénétrer dans la monère des corpuscules étrangers et les voir s'y déplacer dans tous les sens. En outre, nous voyons changer à chaque instant le réseau filiforme formé par la soudure des extrémités ramifiées des filaments protoplasmiques. Les monères sont bien réellement homogènes, sans structure ; toutes les parties de leur corps se ressemblent. Chaque partie de la monère peut manger et digérer, chaque partie est irritable et sensible, chaque partie est douée de motilité indépendante, enfin chaque partie peut se reproduire et se régénérer.

C'est toujours asexuellement que se reproduisent les monères. Chez les protamibes (fig. 101), chaque individu, alors qu'il a acquis une certaine grosseur, se divise en deux morceaux. Un sillon se creuse autour du corps, comme dans la bipartition cellulaire. L'isthme reliant les deux moitiés s'amincit de plus en plus (fig. 101, *B*) et se divise enfin par le milieu. Par ce mode si simple de bipartition, un individu se dédouble en deux indi-

vidus indépendants (fig. 101, *C*). D'autres monères se rétractent en boule, alors qu'elles ont atteint une certaine grosseur. Puis le globule protoplasmique sécrète une enveloppe gélatineuse, dans l'intérieur de laquelle la masse protoplasmique se segmente tantôt en quatre parties (*vampyrella*), tantôt en un grand nombre de petites sphères (*protomonas, Protomyxa* (voir la pl. I de la quatrième édition de l'« Histoire de la création naturelle »). Au bout d'un certain temps, ces sphérules commencent à se mouvoir; elles rompent ainsi la membrane d'enveloppe, en sortent et se mettent à nager à l'aide d'un cil long et mince; puis le simple effet de la croissance ramène chaque sphérule à

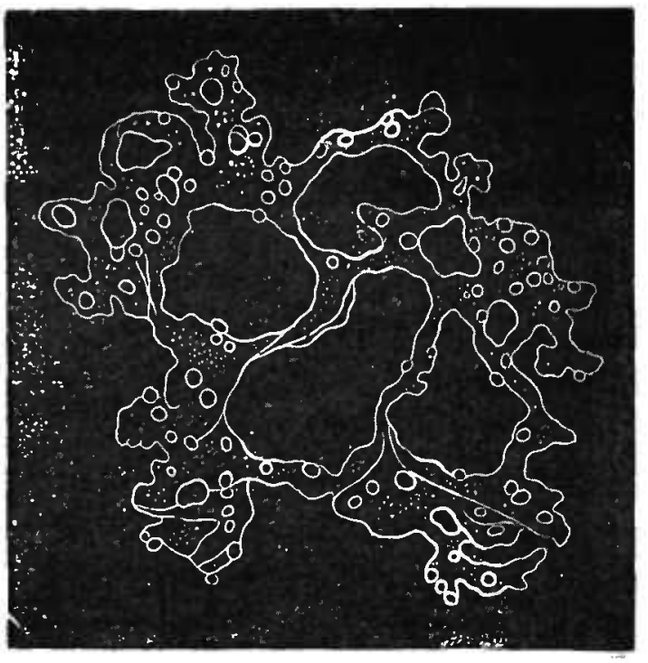


Fig. 102.

la forme mère. On peut donc, d'après la forme des divers appendices ou d'après les divers modes de la reproduction, distinguer parmi les monères des espèces et des genres variés. Dans le supplément de ma Monographie des monères, j'ai énuméré 8 genres et 16 espèces (Biolog. Studien, Heft I, p. 182). Mais, de toutes les monères, la plus curieuse est bien celle que Huxley découvrit en 1668, le *bathybius,* dont j'ai déjà parlé (fig. 102).

Cette singulière monère vit dans les grandes profondeurs pélagiques, surtout dans l'océan Atlantique; elle recouvre par places tout le fond de la mer et en telle quantité, que le fin

Fig. 102. — *Bathybius Haeckelii.* Petit grumeau changeant constamment de forme. C'est un réseau plasmatique, pris dans l'océan Atlantique.

limon est comme imprégné de mucus vivant. Sous cette forme réticulée, le protoplasme ne semble pas encore bien individualisé; chaque fragment muqueux peut être un individu ([80]).

L'origine et la signification de cette énorme masse d'informes corpuscules plasmatiques à ces grandes profondeurs suscite bien des questions et bien des pensées. Tout d'abord, le bathybius fait songer à la génération spontanée. Nous l'avons déjà vu, la génération spontanée est une hypothèse nécessaire pour expliquer l'origine des premières monères; remarquons encore une fois que rejeter l'hypothèse de la génération spontanée pour rendre compte de l'origine de la vie, c'est renverser la loi de causalité des phénomènes naturels. Il faudrait alors attribuer l'origine des premières monères à un acte de création surnaturelle; ce serait l'unique cas dans lequel la loi de causalité perdrait sa valeur générale et serait remplacée par un miracle. Mais plutôt que d'admettre un tel prodige, plutôt que de briser le réseau partout ininterrompu des lois naturelles, il est sûrement bien plus sage d'admettre la génération spontanée, dans les limites fixées par nous. Nous sommes d'autant mieux fondés à le faire, que la génération spontanée de ces monères, les plus simples des organismes, n'a rien qui répugne, dans l'état actuel de nos connaissances ([81]). En effet, les monères forment vraiment transition entre les corps organiques et les corps anorganiques.

Au type des cytodes, représenté par les monères, succède, dans la généalogie de l'homme et de tous les animaux, comme deuxième chaînon, la cellule sous sa forme la plus simple, celle que nous représentent encore les amibes unicellulaires. Le premier phénomène de différenciation, qui s'effectue dans le plasma homogène et sans structure des monères, est la formation de deux substances distinctes : l'une interne, solide, le noyau, ou *nucléus,* et l'autre externe, plus molle, la substance cellulaire, ou protoplasme. Par ce phénomène primordial, par cette différenciation du plasma en nucléus et protoplasme, la cytode sans structure se transforme en cellule organisée, la plastide sans noyau devient une plastide à noyau. Que les premières cellules soient ainsi apparues sur la terre, par différenciation des monères, cela paraît certain, dans l'état actuel de nos connaissances histologiques. En effet, le même procédé de différenciation s'observe encore aujourd'hui directement dans l'ontogénèse. Vous vous souvenez que le premier effet de la

fécondation de l'ovule est la disparition complète du noyau cellulaire, de la « vésicule germinative » (voir la huitième leçon). Nous avons expliqué ce fait par une régression de l'ovule nucléé après la fécondation, un fait d'atavisme qui, en vertu de la loi d'hérédité latente, fait reculer l'ovule d'un degré. L'ovule commence par devenir un œuf cytode, parce que, dans le principe, la cytode devint au contraire une cellule complète. Aussi, pour la même raison, un nouveau noyau ne tarde pas à se former dans l'ovule sans noyau. Comme ce stade de l'ovule répond évidemment, en phylogénèse, à la monère primitive, nous l'avons appelé *monerula*.

La description détaillée que nous avons donnée de l'ovule, en

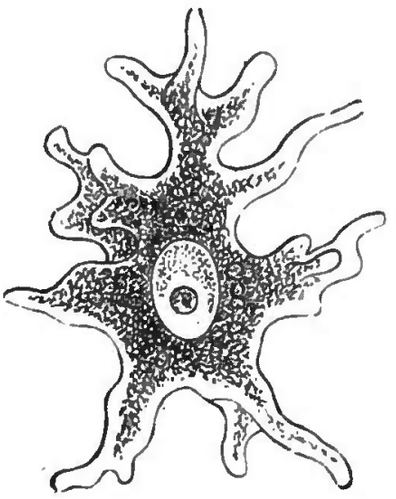


Fig. 103.

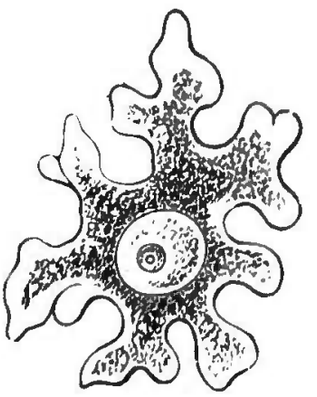


Fig. 104.

en faisant ressortir l'extrême importance phylogénétique, nous dispense d'y revenir. Nous avons aussi parlé alors d'un organisme unicellulaire, que l'on peut considérer comme un ovule permanent; cet organisme est l'amibe. En effet, des nombreux protozoaires unicellulaires, le plus indifférent, le plus primitif est l'amibe, si commune encore aujourd'hui dans les eaux douces ou marines. Or, puisque les jeunes ovules, les *protova*, tels qu'on les trouve encore dans l'ovaire de la plupart des

Fig. 103. — Une *amibe rampante* (fortement grossie). Tout l'organisme n'est qu'une simple cellule nue, se mouvant à l'aide de prolongements protéiformes, alternativement émis et rétractés par la masse protoplasmique. Dans l'intérieur de l'amibe se voit un noyau ou *nucléus* arrondi, clair, contenant un *nucléolus* obscur.

Fig. 104. — *Ovule d'une éponge calcaire* (olynthus). L'ovule se meut par reptation dans le corps de l'éponge, en émettant des prolongements protéiformes, comme le fait l'amibe ordinaire.

animaux, ne sauraient se distinguer des amibes ordinaires, nous pouvons donc, en vertu de la loi biogénétique fondamentale, regarder l'amibe comme la monocellule ancestrale, phylogénétique, ontogénétiquement reproduite aujourd'hui par « l'ovule amiboïde ». Une preuve frappante de l'extrême analogie des deux cellules, c'est que, tout d'abord, on a décrit les œufs des éponges comme des amibes parasitiques. On vit ces organismes unicellulaires ramper dans l'intérieur des éponges, et l'on reconnut plus tard seulement que ces prétendues « amibes parasitiques » (fig. 104) étaient les véritables œufs de l'éponge. C'est qu'en réalité, par le volume, l'aspect, la conformation du noyau, les mouvements caractéristiques, à l'aide de pseudopodies protéiformes, les œufs d'éponges ressemblent tellement aux amibes (fig. 103), qu'on ne les en saurait distinguer, abstraction faite de leur origine.

Notre explication phylogénétique de l'ovule et de sa rétrogradation à l'ancienne forme ancestrale de l'amibe nous permet de résoudre définitivement un problème souvent posé sous forme de plaisanterie : « La poule a-t-elle précédé l'œuf, ou inversement ? » C'est là une énigme digne d'un sphinx, et mes adversaires en ont usé plusieurs fois pour tâcher de faire échec à ma théorie évolutive ou de la réfuter; mais nous pouvons répondre tout simplement que l'œuf est beaucoup plus vieux que la poule. Naturellement l'œuf primitif n'était pas un œuf d'oiseau, mais bien une cellule amiboïde indifférente de la forme la plus simple. Durant des milliers d'années, l'œuf a vécu indépendant, à l'état d'organisme unicellulaire, d'amibe. Ce fut seulement quand la postérité de cet œuf unicelullaire se fut transformée en organismes polycellulaires, quand ces organismes se furent sexuellement différenciés, que l'œuf, tel que le conçoit aujourd'hui la physiologie, naquit des cellules amiboïdes. L'œuf fut d'abord œuf de ver, puis œuf d'acrânien, œuf de poisson, œuf d'amphibie, œuf de reptile et enfin œuf d'oiseau. L'œuf d'oiseau actuel, celui de nos poules, est un produit historique fort complexe, le résultat d'innombrables phénomènes d'hérédité, qui se sont déroulés durant des millions d'années ([82]).

Notons encore une fois, comme un fait capital, que l'œuf primitif, tel qu'on le rencontre dans l'ovaire des animaux les plus dissemblables, est partout presque identique : c'est une cellule indifférente, de la forme amiboïde la plus simple. Cet

œuf primitif, une fois extrait des follicules de l'ovaire, ne diffère en quoi que ce soit d'un animal à l'autre. C'est plus tard seulement, quand l'ovule primitif, ou *protovum,* s'est adjoint un jaune de nutrition diversement constitué, quand il s'est revêtu d'une membrane spéciale, quand il est devenu un *metovum*, qu'on peut d'ordinaire assez facilement dire à quelle classe il appartient. Mais ces particularités de l'œuf mûr et susceptible de fécondation sont des héritages secondaires, résultat de l'adaptation de l'œuf et de l'animal d'où il provient aux conditions variées de l'existence.

Nos deux premiers chaînons généalogiques, la monère et l'amibe, ne sont, au point de vue morphologique, que des organismes simples, des individus du premier ordre, des *plastides*.

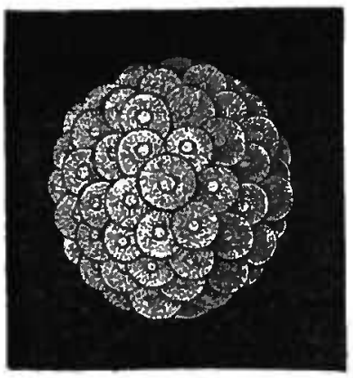


Fig. 105.

Tous les chaînons suivants sont représentés par des organismes complexes, des individus de rang supérieur, des communautés sociales, composées de cellules multiples. Les plus anciennes de ces *synamibes*, troisième chaînon de notre généalogie, sont de simples sociétés de cellules claires, semblables entre elles, indifférentes, des *communautés d'amibes*. Pour obtenir des renseignements dignes de foi sur leur nature et leur origine, il nous faut suivre pas à pas les premiers produits ontogénétiques de l'ovule fécondé. Quand la vésicule germinative a disparu dans l'œuf fécondé, quand un noyau de nouvelle formation lui a succédé, l'ovule se divise, par simple bipartition, en deux cellules. De celles-ci naissent, par le même procédé, 4, 8, 16, 32, 64 cellules, etc. (voir fig. 15, 16). Le résultat final de ce « sillonnement total » est, comme vous vous en souvenez, la formation d'un amas cellulaire sphérique, composé de cellules claires, semblables entre elles, indifférentes, de la structure la plus simple (fig. 16, *D*; fig. 105). Comme cet amas cellulaire ressemble à une mûre, nous l'avons appelé « jaune mûriforme » ou *morula*. Chez les zoophytes et les vers les plus inférieurs (fig. 17), chez l'ascidie et l'amphioxus (pl. VII), aussi bien que chez les mam-

Fig. 105. — *Morula ou jaune mûriforme* d'une éponge calcaire (olynthus), résultat du sillonnement pertotal.

mifères (fig. 16) et chez tous les autres animaux dont l'œuf subit le sillonnement pertotal, ce jaune mûriforme est le produit ultime de la segmentation. Évidemment, cette morula reproduit sous nos yeux l'animal polycellulaire sorti, pendant la période laurentienne, de la forme amiboïde unicellulaire. La morula répète, conformément à la loi biogénétique fondamentale, le chaînon généalogique de la synamibe. En effet, les premières communautés cellulaires d'alors, les premiers rudiments des animaux supérieurs polycellulaires, se composèrent de cellules amiboïdes, claires, semblables entre elles. Les premières amibes vécurent solitaires et les cellules amiboïdes, nées des amibes, par bipartition, restèrent longtemps dans le même isolement. Mais, peu à peu, à côté de ces protozoaires unicellulaires, se formèrent de petites communautés d'amibes, alors que les cellules-sœurs, nées par bipartition, restèrent accolées. L'avantage que ces sociétés cellulaires avaient, dans la lutte pour l'existence, sur les cellules isolées favorisa leur progrès, leur développement ultérieur. Mais, aujourd'hui encore, on trouve, dans la mer et les eaux douces quelques genres de protozoaires qui nous représentent les primitives sociétés cellulaires. Telles sont, par exemple, plusieurs espèces de *cystophrys*, découvertes par Archer, et les *labyrynthulées*, découvertes par Cienkowski; ce sont d'informes amas de cellules nues, très-simples et de même forme ([83]).

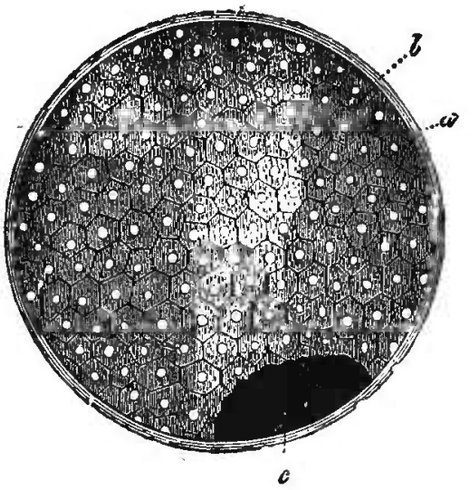


Fig. 106.

De la morula provint, aussi bien chez les mammifères que chez nombre d'animaux inférieurs, cette forme embryonnaire, découverte par Baer et appelée par lui *vésicule blastodermique* ou *blastosphère* (fig. 106). Le germe forme alors une sphère creuse, dont la paroi est constituée par une seule couche de cel-

Fig. 106. — *Vésicule blastodermique, extraite de l'ovaire d'un lapin.* Les sphères du sillonnement forment une simple couche cellulaire à la surface interne de la membrane ovulaire ou chorion (*a*). Les noyaux se détachent, comme des points brillants, sur le fond des cellules, qui, par pression réciproque, ont pris une forme hexagonale. En un point (en *c*) existe encore un amas de sphères de sillonnement non modifiées; c'est le premier rudiment du disque germinatif. (D'après Bischoff.)

lules et la cavité remplie de liquide. Une certaine quantité de liquide s'est amassée au centre de la morula en refoulant les cellules, qui sont allées s'étaler à le périphérie, pour former, en fin de compte, une couche cellulaire, ininterrompue, la vésicule blastodermique (blastoderma). Cette métamorphose est de grande importance, car elle s'effectue chez des animaux appartenant aux groupes zoologiques les plus divers; chez beaucoup de zoophytes et de vers, chez les ascidies (pl. VII, fig. 3), chez beaucoup de radiés et de mollusques, chez l'amphioxus (pl. VII, fig. 9), aussi bien que chez les mammifères. Quand une vraie blastosphère manque dans l'ontogénèse, cela tient à la formation d'un jaune de nutrition et à d'autres phénomènes d'adaptation embryonnaire. Il faut bien nous figurer que cette blastosphère est la répétition d'un antique chaînon phylogénétique et que tous les animaux, à l'exception des protozoaires inférieurs, proviennent d'une forme ancestrale commune, qui ne différait pas essentiellement de la vésicule blastodermique. Chez beaucoup d'animaux inférieurs, l'évolution de la vésicule blastodermique s'effectue hors de la membrane ovulaire, dans le milieu aquatique; alors chaque vésicule blastodermique se meut librement à l'aide de prolongements protoplasmiques, filiformes, de cils vibratiles. Dès l'année 1847, on a appelé *planula* ou *larve ciliée* cette larve vésiculiforme, dont la paroi est formée d'une seule couche cellulaire et à laquelle ses cils vibratiles impriment un mouvement rotatoire. Pourtant les zoologistes ne donnent pas tous la même valeur à cette expression, et souvent on a confondu la *gastrula* avec la *planula*. Pour nous, la *planula* sera cette larve très-répandue des animaux inférieurs, qui ressemble essentiellement à la blastosphère de l'amphioxus et des mammifères, puisqu'elle n'en diffère que par la présence de cils vibratiles externes.

Aujourd'hui encore on trouve, dans la mer et les eaux douces, divers genres de protozoaires, qui ressemblent essentiellement à la blastosphère et que l'on peut, en quelque sorte, considérer comme des formes planulaires permanentes : ce sont des sphères creuses, dont la paroi est formée par une seule couche de cellules ciliées, toutes semblables entre elles. On trouve ces planéades dans le groupe très-varié des flagellates, surtout parmi les volvocinés (par exemple, *synura*). En septembre 1869, sur les côtes de la Norvége, à l'île de Gis-Oe, j'ai observé une de ces planéades.

qui est fort curieuse, et je l'ai appelée *magosphaera planula* (fig. 107).

Parvenue à son plein développement, la magosphère est une vésicule sphérique, dont la paroi est constituée par 30 à 40 cellules ciliées. Une fois suffisamment mûr, le groupe cellulaire se désagrége ; chaque cellule vit isolée, durant un temps assez long, puis elle se développe et se transforme en une amibe rampante. Cette amibe se rétracte en boule, sécrète une capsule d'enveloppe sans structure ; elle ressemble alors tout à fait à un œuf ordinaire. Après être restée stationnaire un certain temps, elle se divise par bipartition réitérée en 2, 4, 8, 16, 32 cellules.

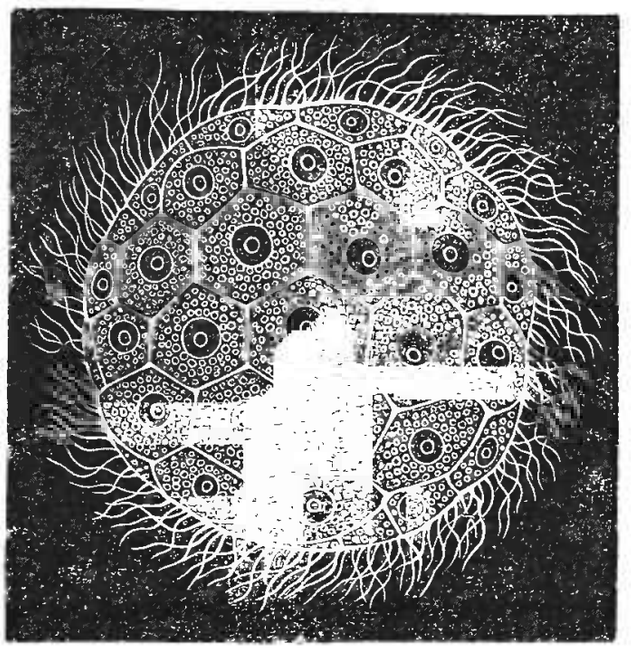


Fig. 107.

Ces cellules s'ordonnent de nouveau en une vésicule sphérique, émettent des cils, brisent la membrane d'enveloppe, puis se mettent à nager comme la magosphère d'où elles proviennent. Tout le cycle vital de ce curieux animal est alors parcouru ([84]).

Si l'on compare cette planula permanente avec la blastosphère embryonnaire de l'homme et des autres mammifères, avec nombre d'embryons d'animaux inférieurs, aussi avec les larves ciliées libres, ou embryons planulaires de beaucoup d'autres animaux inférieurs, on en peut déduire sûrement l'antique existence d'une forme ancestrale commune et depuis longtemps

Fig. 107. — Sphérule norvégienne ciliée (*magosphaera planula*), nageant à l'aide de son revêtement cilié ; vue par sa surface externe.

éteinte, ressemblant essentiellement à la planula, et que nous appellerons *planaea*. Parvenue à son plein développement, cette *planaea* était une vésicule creuse, pleine de liquide ou d'une sorte de gélatine amorphe. La paroi de la planæa était formée par une simple couche de cellules ciliées, toutes semblables entre elles. Nul doute qu'il n'ait existé un grand nombre d'espèces et de genres de ces protozoaires planéiformes, formant une classe spéciale, que nous pouvons appeler classe des planéadés (*planaeada*).

A ce propos, je vous citerai une preuve de plus du génie philosophique de notre grand Carl Ernst Baer, de la profondeur avec laquelle il pénétrait les mystères de l'histoire évolutive du règne animal ; en effet, dès l'année 1828, dix ans avant que la théorie cellulaire fût fondée, il avait soupçonné l'importance phylogénétique de la blastosphère et en avait prophétiquement parlé dans sa classique « Histoire de l'évolution zoologique » (vol. I, p. 223). Voici ses paroles : « Plus nous avançons dans l'histoire de l'évolution, plus la concordance entre des animaux très-dissemblables nous paraît grande. Nous en arrivons à nous demander si, au commencement de leur développement, tous les animaux n'étaient pas essentiellement pareils, si tous ne sont pas sortis d'une même forme primitive? — Puisque le germe n'est que l'animal non encore développé, on est autorisé à dire que la forme vésiculaire simple est la forme fondamentale d'où sont provenus tous les animaux, non pas idéalement, mais historiquement. » Cette dernière proposition a autant de portée en ontogénie qu'en phylogénie. Trente ans avant Darwin, Baer s'y montre comme un partisan perspicace de la théorie de la descendance. Mais, à cette époque, on ne connaissait pas encore l'existence de la blastosphère chez les animaux les plus divers; on ignorait aussi que la paroi de cette blastosphère fût formée par une seule couche de cellules! Aussi devons-nous admirer plus encore le génie de Baer, qui, en dépit de la pauvreté du matériel empirique d'alors, a osé dire : « Tous les animaux ont peut-être commencé par n'être qu'une sphère creuse. »

A l'antique forme ancestrale de la *planaea*, qui se retrouve encore aujourd'hui, à l'état de blastosphère, dans l'embryon humain, se rattache notre cinquième degré généalogique, la gastræa, qui en sortit. Comme vous le savez, ce chaînon ances-

tral a une grande valeur philosophique. Son antique existence est sûrement prouvée par la *gastrula,* dont nous avons souvent parlé, et que nous avons retrouvée dans l'ontogénèse des animaux les plus dissemblables. Comme vous vous le rappelez, la *gastrula* (fig. 108) est un corps ovoïde, à cavité simple, muni d'un orifice à l'un des pôles de son axe.

C'est la cavité intestinale primitive (fig. 108, *Bg*) avec son orifice buccal (*o*). La paroi intestinale est composée de deux couches cellulaires, qui sont tout simplement les deux feuillets

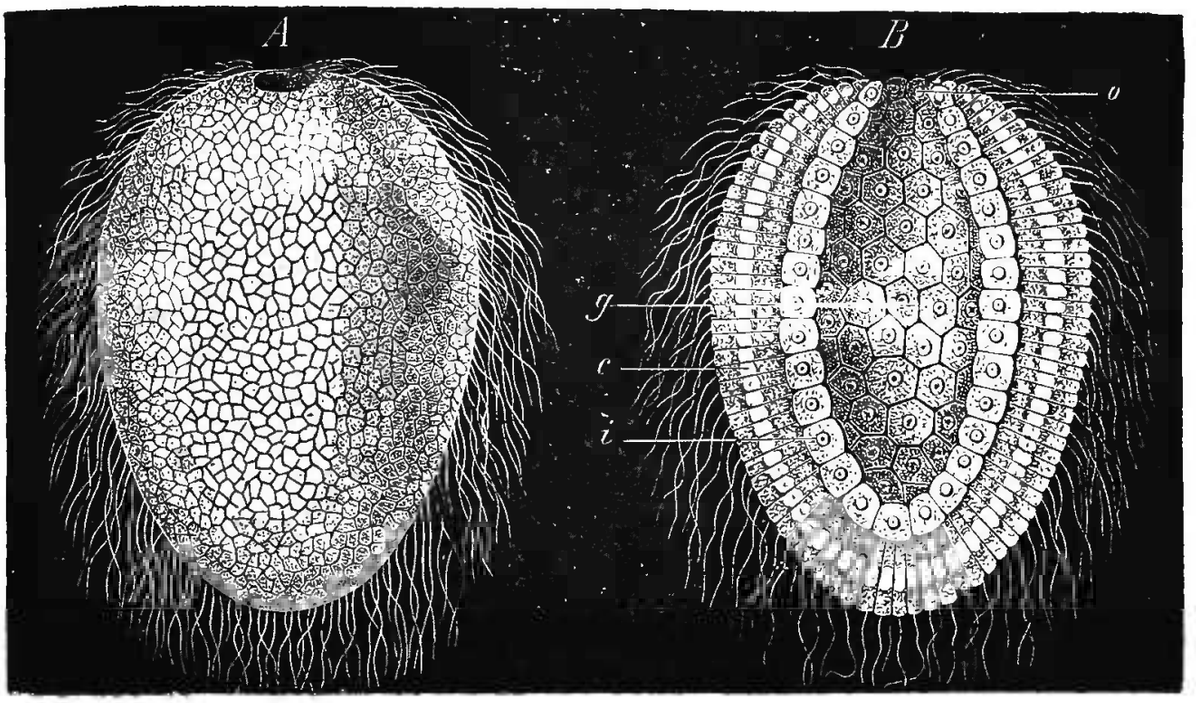


Fig. 108.

germinatifs primaires : le feuillet cutané animal (*e*) et le feuillet intestinal végétatif (*i*).

Que la *gastraea* descende phylogénétiquement de la *planaea*, c'est ce que nous apprend aujourd'hui encore la gastrula, que nous voyons sortir de la blastosphère. Déjà nous avons rencontré cette gastrula dans l'embryologie de l'amphioxus et de l'ascidie (pl. VIII). En un point de la vésicule blastodermique, il se forme une invagination de plus en plus profonde; il en résulte que la portion invaginée finit par s'appliquer étroitement sur la face interne de la portion non invaginée du blastoderme

Fig. 108. — *Gastrula d'une éponge calcaire* (olynthus). *A*, vue du dehors. *B*, section axiale. *g*, intestin primitif. *o*, bouche primitive. *i*, feuillet intestinal ou entoderme. *e*, feuillet cutané ou exoderme.

(pl. VII, fig. 4, 10). Si nous cherchons à savoir, d'après cette transformation ontogénétique, quelle a été, phylogénétiquement, l'origine de la *gastraea*, que la *gastrula* reproduit encore en vertu de la loi biogénétique fondamentale, il faut nous figurer que la *planaea* sphérique, composée d'une seule couche de cellules, s'est mise à absorber de la nourriture, surtout par un point de sa surface. En ce point spécialement nutritif, il s'est formé peu à peu, par sélection naturelle, une dépression qui s'est exagérée de plus en plus; puis les fonctions nutritives de la préhension des aliments, de la digestion, ont été exercées exclusivement par ces cellules, tandis que les autres cellules ne s'acquittaient plus que des fonctions de motilité et de protection. Ainsi s'effectua la première division du travail entre les cellules semblables entre elles de la planæa.

De cette première différenciation sont résultées seulement deux espèces de cellules : des cellules internes nutritives et des cellules externes locomotrices. C'était déjà la différenciation des deux feuillets germinatifs primaires. Les cellules internes formèrent le feuillet interne, végétatif, chargé des fonctions nutritives; les cellules externes formèrent le feuillet externe, animal, chargé des fonctions de la locomotion et de la protection. Cette première différenciation des cellules est d'une importance fondamentale et dont il se faut bien pénétrer. On ne saurait priser assez haut la portée phylogénétique de la gastrula, puisque le corps humain, avec ses organes si variés, le corps de tous les animaux supérieurs proviennent des deux simples feuillets germinatifs de cette gastrula. En effet, l'intestin primaire, la simple cavité digestive de la gastrula, avec sa bouche primitive, est le premier organe véritable, dans le sens morphologique; c'est le plus ancien organe spécial, d'où sont provenus tous les autres par différenciation. A proprement parler, le corps tout entier de la gastrula n'est qu'un « intestin primitif ».

Or, chez les larves intestinales, les *gastrulae* des animaux les plus dissemblables, des éponges, des polypes, des coraux, des méduses, des vers, des mollusques, des ascidies et de l'amphioxus, les ressemblances sont si essentielles, les différences sont si légères, que la taxinomie ne pourrait considérer tous ces êtres, dans sa classification naturelle, que comme des espèces d'un même genre. Mais, puisque tous ces animaux si différents les

uns des autres proviennent ontogénétiquement d'une même forme embryonnaire, la loi biogénétique fondamentale nous autorise à en conclure que leurs ancêtres sont descendus phylogénétiquement de la même forme ancestrale. Cette antique forme ancestrale est la gastræa.

Sûrement, durant la période laurentienne, la gastræa a vécu dans la mer; elle y nageait et s'y ébattait au moyen de ses cellules ciliées, comme le font encore les gastrulæ actuelles. Par un seul point essentiel, la gastræa éteinte depuis des millions d'années différait vraisemblablement de la gastrula actuelle; en effet, pour des motifs tirés de l'anatomie comparée et de l'ontogénèse, mais qu'il serait trop long d'exposer ici, nous pouvons admettre que la gastræa se reproduisait déjà sexuellement et non point par division, germination, sporogonie, en un mot, asexuellement, comme il arrivait vraisemblablement chez les quatre formes généalogiques dont nous avons parlé précédemment. Peut-être quelques cellules internes ou externes devenaient-elles des ovules, tandis que d'autres se métamorphosaient en spermatozoaires. Cette hypothèse est appuyée par le fait qu'aujourd'hui encore, nous observons cette forme élémentaire de génération sexuée chez les zoophytes les plus inférieurs, par exemple chez les éponges les plus simples. Le fait s'observe spécialement chez certaines éponges calcaires, chez les ascones. Chez ces animaux, le corps n'est qu'une simple poche, cylindrique ou ovoïde, dont la paroi est constituée par deux couches de cellules. La cavité de cette poche est la cavité stomacale, et son orifice supérieur est l'orifice buccal. Les deux couches cellulaires pariétales sont les deux feuillets germinatifs primaires (fig. 109). Ce qui distingue ces éponges si simples de la gastrula, c'est qu'elles se fixent au fond de la mer par l'extrémité de leur corps opposée à l'orifice buccal, tandis que la gastrula nage librement. Quand ces éponges sont mûres pour la reproduction, quelques cellules de leur entoderme deviennent, les unes des cellules femelles, d'autres des spermatozoaires, et la fécondation s'opère dans la cavité même de l'estomac. Mais comme, en définitive, il n'existe aucune différence essentielle entre la gastrula libre et l'éponge fixée, on peut avec quelque vraisemblance supposer que le mode le plus rudimentaire de génération sexuelle existait déjà chez la gastræa. Chez les gastréadés aussi bien que chez les zoophytes, les œufs et les sper-

matozoaires se forment aussi chez un même individu, et les plus anciens gastréadés ont été hermaphrodites. En effet, l'anatomie comparée nous apprend que l'hermaphroditisme est le premier et le plus ancien degré de différenciation sexuelle ; la séparation des sexes, ou gonochorisme, ne s'effectua que plus tard. Mais, cette question mise à part, le rôle joué par nos ancêtres gastréadés est primordial ; car ils ont accompli un progrès énorme en passant du type protozoaire au type métazoaire ([85]).

DOUZIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des cinq degrés évolutifs de la série généalogique humaine, comparés avec les cinq premiers degrés de l'évolution individuelle et taxinomique.

MORPHOLOGIE des cinq premiers degrés évolutifs de l'animal.	PHYLOGÉNÈSE. Les cinq premiers degrés de l'évolution généalogique.	ONTOGÉNÈSE. Les cinq premiers degrés de l'évolution embryologique.	TAXINOMIE. Les cinq premiers degrés de la classification animale.
1. PREMIER DEGRÉ : Simple cytode. Plastide sans noyau.	1. *Monères.* Premiers des animaux, nés par génération spontanée.	1. *Monerula.* Œuf animal, sans noyau, après la fécondation et la disparition de la vésicule germinative.	1. *Monères.* Bathybius et autres monères actuelles.
2. DEUXIÈME DEGRÉ : Simple cellule. Plastide à noyau.	2. *Amibe.* Animaux primitifs.	2. *Ovulum.* Œuf nucléé. Cellule ovulaire simple.	2. *Amibe.* Amibes actuelles vivantes.
3. TROISIÈME DEGRÉ : Communauté de cellules simples et semblables entre elles.	3. *Synamibe.* Primitives sociétés d'amibes.	3. *Morula.* « Jaune mûriforme ». Amas globulaire de « sphères de sillonnement », toutes semblables entre elles.	3. *Labyrinthula.* Groupe de protozoaires unicellulaires et semblables entre eux.
4. QUATRIÈME DEGRÉ : Vésicule creuse pleine de liquide, à paroi composée d'une seule couche de cellules semblables entre elles.	4. *Planaea.* Vésicule creuse, dont la paroi est formée d'une seule couche de cellules ciliées.	4. *Blastosphaera.* Vésicule creuse, dont la paroi est formée d'une seule couche de cellules semblables. (Planula des animaux inférieurs.)	4. *Magosphaera.* Vésicule creuse, dont la paroi est constituée par une seule couche de cellules ciliées semblables entre elles.
5. CINQUIÈME DEGRÉ : Corps creux, hémisphérique ou ovoïde, dont la paroi est constituée par deux couches cellulaires distinctes ; avec un orifice à l'un des pôles de l'axe.	5. *Gastraea.* Forme ancestrale de l'animal intestinal ou métazoaire. Simple intestin primitif avec bouche primitive. Paroi composée d'exoderme et d'entoderme.	5. *Gastrula.* Larve intestinale. Simple cavité intestinale avec orifice buccal. Paroi intestinale composée des deux feuillets germinatifs primaires.	5. *Protascus.* Zoophyte, très-simple individu non segmenté, dont la paroi se compose d'exoderme et d'entoderme.

DIX-SEPTIÈME LEÇON.

LA SÉRIE GÉNÉALOGIQUE DE L'HOMME.

II. Du ver primitif au crâniote.

Je ne suis point semblable aux dieux ! Cela, je ne le sens que trop ;
Je ressemble au ver dans la poussière,
Dans la poussière où il vit,
Et où le pied du passant l'écrase et l'enfouit, —
Tu me dis en ricanant, crâne vide,
Qu'autrefois ton cerveau a été troublé comme le mien,
Qu'au sein du crépuscule, tu as cherché la lumière du jour,
Qu'en aspirant à la vérité, tu as douloureusement erré !

WOLFGANG GOETHE.

L'embranchement des vers considéré comme groupe ancestral des quatre embranchements zoologiques supérieurs. — La postérité de la gastræa : d'une part, la forme ancestrale des zoophytes (éponges et animaux urticants ou acalèphes) ; d'autre part, la forme ancestrale des vers. — Forme radiée des premiers et forme bilatérale des seconds. — Les deux grandes sections des vers : acoelomates et coelomates ; les premiers n'ont ni cavité viscérale ni système sanguin : les autres en sont pourvus. — Sixième chaînon généalogique : archelminthes, proches voisins des turbellariés. — Les coelomates proviennent des acoelomates. — Tuniciers et animaux à notocorde (chordoniens). — Septième degré : vers mous (scolecida). — Lignée collatérale des scolécides : le balanoglossus. — Différenciation du tube intestinal en intestin branchial et intestin gastrique. — Huitième chaînon ancestral : animal à notocorde (chordonia). — La larve de l'ascidie considérée comme l'esquisse des chordoniens. — Développement du cordon axial ou de la chorda. — Tuniciers et vertébrés considérés comme rameaux divergents des chordoniens. — Séparation des vertébrés d'avec les autres embranchements supérieurs (articulés, radiés, mollusques). — Importance de la formation des métamères. — Acrâniens et crâniotes. — Neuvième chaînon généalogique : crâniotes. — Amphioxus et vertébré primitif. — Origine du crâniote (formation de la tête, du crâne et du cerveau). — Dixième chaînon ancestral : crâniotes, parents des cyclostomes.

Messieurs,

Maintes fois, on le sait, aussi bien dans le langage familier que dans le langage poétique, on compare l'homme à un ver. « Pauvre ver », « misérable ver », etc., sont des expressions

usuelles. Loin de nous la pensée de chercher dans cette comparaison zoologique un sens phylogénétique profond; pourtant on pourrait peut-être y voir comme un pressentiment instinctif, plus ou moins inconscient, d'un état animal antérieur, fort intéressant à connaître dans nos recherches au sujet de la généalogie humaine. On ne saurait douter, par exemple, que l'embranchement des vertébrés, auquel l'homme se rattache par son organisation tout entière, ne descende, comme les autres embranchements zoologiques supérieurs, de ce groupe multiforme d'invertébrés inférieurs, que nous appelons aujourd'hui « groupe des vers ». Tout en donnant au mot « ver » une acception très-étroitement limitée, nous ne pouvons cependant douter que toute une série de vers éteints n'ait figuré parmi les ancêtres du genre humain.

Dans la zoologie moderne, l'embranchement des vers (vermes) est bien moins vaste que ne l'était la classe des vers dans l'ancienne zoologie, se rattachant encore au système de Linnée. Cependant ce groupe comprend un grand nombre d'animaux inférieurs très-dissemblables, que nous pouvons regarder, au point de vue phylogénétique, comme les derniers ramuscules encore verdoyants d'un arbre immense, aux nombreux rameaux, dont les branches principales et même le tronc sont depuis longtemps frappés de mort. D'un côté, en effet, l'on trouve, parmi les classes si divergentes des vers, sinon les formes ancestrales des quatre embranchements supérieurs (mollusques, radiés, articulés, vertébrés), au moins les plus proches parents de ces formes; d'autre part, nous pouvons considérer plusieurs vastes groupes, plusieurs genres isolés de vers comme des rejetons radicaux, immédiatement sortis de la souche puissante des vers. Parmi ces derniers rejetons, il en est qui s'écartent évidemment fort peu de la forme ancestrale, depuis longtemps éteinte; quant à cette forme, le ver primitif (*prothelmis*), elle se rattache immédiatement à la gastræa, dont nous venons de parler.

En effet, d'importantes preuves tirées de l'anatomie et de l'ontogénie établissent nettement que l'ancêtre immédiat de cet antique ver primitif doit avoir été la *gastraea*. Encore aujourd'hui on voit, dans l'ontogénèse des vers les plus dissemblables, la *gastrula* se former aux dépens de l'ovule segmenté (fig. 108, pl. VII, fig. 4). Les plus imparfaits des vers conservent, durant

toute leur vie, une organisation si simple, qu'ils ne s'élèvent guère au-dessus des zoophytes les plus humbles; or, ces derniers sont aussi les descendants immédiats de la gastræa, et, aujourd'hui encore, ils proviennent directement de la gastrula. Si l'on se rend bien compte des relations généalogiques des vers et des zoophytes, on voit que ces deux embranchements inférieurs sont vraisemblablement issus, indépendamment l'un de l'autre, de la gastræa. Cette dernière a donné naissance d'un côté à la forme ancestrale commune des vers, de l'autre à celle des zoophytes (voir les tableaux XIII et XIV).

Aujourd'hui l'embranchement des zoophytes (*zoophyta* ou *cœlenterata*) comprend deux classes principales, celle des éponges (*spongiae*) et celle des acalèphes (*acalephae*); à la dernière de ces classes appartiennent les polypes hydroïdes, les méduses, les cténophores et les coraux. De l'antique forme ancestrale de ce groupe, de la vésicule primitive (protascus), provient une forme embryologique fort simple, issue d'abord de la gastrula, aussi bien chez les éponges que chez les acalèphes : cette forme est l'*ascula* (fig. 109). Cette ascula est un corps sacciforme, organisé comme la gastrula, dont il diffère seulement en ce qu'il n'est pas libre; en effet, l'ascula se fixe au fond de la mer par l'extrémité de son corps opposée à l'orifice buccal (*o*). Par suite, les cils vibratiles, qui étaient les agents locomoteurs de la gastrula, ont disparu. D'ailleurs, la mince paroi de cette simple poche gastrique (*g*) est constituée simplement par les deux feuillets germinatifs primaires, le feuillet cutané externe (*e*) et le feuillet intestinal interne (*i*). Les descendants du protascus, que nous rappelle encore aujourd'hui l'ascula, se divisèrent en deux rameaux divergents. Dans l'un de ces deux groupes, des pores se creusèrent dans la paroi gastrique, d'où résultèrent les *éponges*. Chez les animaux de l'autre groupe, des organes urticants se développèrent dans le feuillet cutané, d'où les *acalèphes*. Par un développement ultérieur, les acalèphes acquirent l'organisation radiée qui caractérise la plupart des zoophytes et qui a pour conséquence directe l'adaptation à la vie sédentaire.

De même que dans l'un des groupes issus de la gastræa, chez les zoophytes, la forme radiée caractéristique a déterminé la vie sédentaire, dans l'autre, chez les vers, la forme toujours nettement et symétriquement bilatérale a eu pour conséquence

l'adaptation à la libre locomotion. Tantôt cette locomotion n'est qu'un mouvement de reptation sur le fond de la mer; tantôt c'est de la natation libre. La direction, l'attitude du corps, constamment conservées dans la natation libre, ont eu pour résultat la forme bilatérale du ver symétrique. C'est par là que le ver primitif (*prothelmis*), forme ancestrale du ver primitif, se distingue déjà du *protascus*, premier ancêtre des zoophytes. C'est dans ces influences purement mécaniques, dans la libre locomotion du ver, dans la vie sédentaire des premiers zoo-

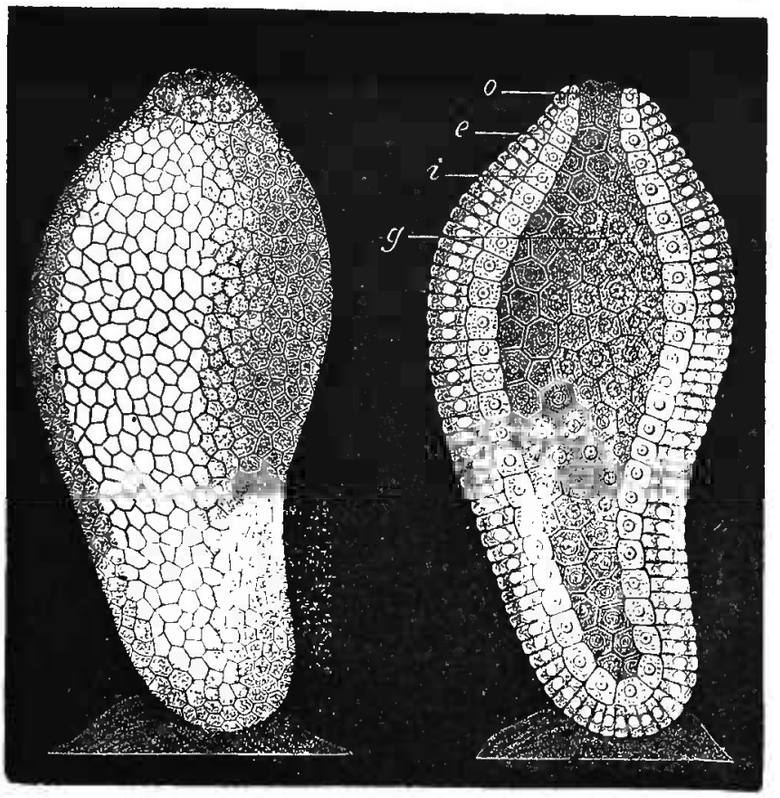


Fig. 109.

phytes, qu'il nous faut chercher les causes efficientes ayant déterminé là la forme bilatérale, ici la forme radiée. Cette forme bilatérale est un legs que le ver a fait à l'homme.

Puisque l'homme n'a aucune autre parenté avec les zoophytes, nous avons maintenant, avant tout, à rechercher quelle est la généalogie de l'homme dans l'embranchement des vers. Cette généalogie est aussi celle de tout l'embranchement vertébré. Voyons donc, autant du moins que nous le permettront l'anatomie comparée et l'ontogénie, quels ont été, dans ce groupe

Fig. 109. — *Ascula d'une éponge calcaire* (olynthus). A gauche, l'ovule est vu du dehors; à droite, on a représenté une section suivant l'axe longitudinal. *g*, intestin primitif. *o*, bouche primitive. *i*, feuillet intestinal. *e*, feuillet cutané.

des vers, les antiques ancêtres des vertébrés, y compris l'homme. Pour cela, il nous faudra d'abord consulter la taxinomie des vers. Abstraction faite de nombreuses particularités appartenant à quantité de classes qui ne nous intéressent point ici, l'on peut, en s'appuyant sur les récents travaux ayant pour objet l'anatomie comparée et l'ontogénie des vers, diviser l'embranchement des vers en deux sections principales. La première section, celle des *acœlomates*, comprend tout l'ancien groupe des vers inférieurs, n'ayant encore ni vraie cavité viscérale, ni système circulatoire, ni cœur, ni sang, ni rien de ce qui coexiste avec une organisation complexe. La deuxième section des vers, celle des *cœlomates*, se distingue de la précédente par la présence d'une vraie cavité viscérale (cœloma), d'une humeur sanguine remplissant cette cavité; en outre, il s'est formé, chez la plupart des cœlomates, des vaisseaux sanguins qui, par corrélation, entraînent d'autres progrès organiques. Le lien phylogénétique entre ces deux sections des vers est maintenant évident. Les acœlomates, très-voisins encore des gastréadés et des zoophytes, doivent former le plus ancien des deux groupes, d'où est sortie la division des cœlomates à un moment moins reculé de la période laurentienne.

Nous avons à dire quelques mots du groupe des acœlomates, renfermant le sixième chaînon généalogique des vertébrés et de l'homme. Cette forme ancestrale se rattache étroitement à la gastræa. La dénomination « acœlomates » signifie « vers sans cavité viscérale », sans cœloma et, par suite, sans humeur sanguine, sans système circulatoire. Cette dénomination désigne donc l'important caractère qui distingue surtout les acœlomates des cœlomates, ou vers à système circulatoire. On a l'habitude de réunir en une seule classe tous les acœlomates actuels, et, à cause de la forme aplatie de leur corps, on les appelle *plathelminthes*. A ce groupe appartiennent les *turbellariés* aquatiques (turbellaria), les trématodes parasites (trematoda) et les vers rubanés ou cestodes (cestoda), que le parasitisme a plus dégradés encore. Le rapport phylogénétique entre ces trois ordres de plathelminthes est évident : les cestodes sont descendus des turbellariés libres, en s'adaptant à la vie parasitique ; une accoutumance plus complète encore à cette vie a fait sortir les cestodes des trématodes, frappant exemple de rétrogradation progressive des organes les plus importants.

Outre les plathelminthes actuels, il a dû exister bien d'autres acœlomates durant l'âge archolithique. Ces animaux ressemblaient essentiellement aux acœlomates actuels, tout en étant plus simplement organisés sous beaucoup de rapports, et beaucoup plus voisins encore des gastréadés par leurs espèces inférieures. Nous appellerons *archhelminthes* (archelminthes) ces derniers des acœlomates, parmi lesquels se trouve le *prothelmis,* forme ancestrale commune de tout l'embranchement des vers.

Les deux classes des acœlomates et des archhelminthes nous offrent extérieurement le type le plus simple du corps animal bilatéral. Le corps est ellipsoïde, d'ordinaire quelque peu aplati, sans annexes (fig. 110). La face dorsale diffère de la face abdominale, sur laquelle le ver rampe ordinairement. Ce type morphologique fondamental possède donc déjà les trois axes que l'on retrouve dans le corps de l'homme et de tous les animaux supérieurs : 1° un axe longitudinal, antéro-postérieur, 2° un axe tranversal, allant de droite à gauche, et 3° un axe dorso-ventral ou sagittal, allant de la surface dorsale à la surface abdominale. Cette différenciation symétrique, bilatérale, du corps résulte simplement de l'adaptation à la reptation ; au contraire, la gastrula, nageant librement à l'aide de tous les cils vibratiles qui hérissent sa surface, n'a point subi cette différenciation axiale. Chez la gastrula (fig. 108) et le protascus (fig. 102), la forme fondamentale est monaxiale (*monaxonia diplopola*). Chez le ver, au contraire, aussi bien que chez le vertébré, la forme fondamentale est biaxiale, cruciale (*stauraxonia dipleura*) ([86]).

Chez les turbellariés comme chez la gastrula, toute la surface du corps est couverte d'un épais pelage de cils vibratiles, toujours en mouvement et qui sont des prolongements directs des cellules épidermiques superficielles. Les mouvements perpétuels de ces cils produisent dans l'eau qui baigne la surface du corps un tourbillon continuel, d'où les turbellariés ont tiré leur nom. Grâce à ce tourbillon, l'eau est constamment renouvelée à la surface du corps, ce qui permet le fonctionnement respiratoire dans sa forme la plus simple, la « respiration cutanée ». Ce revêtement cilié existant actuellement chez les turbellariés de nos mers et de nos eaux douces, nous devons supposer qu'il existait aussi chez nos ancêtres éteints, chez les archhelminthes. C'était, chez eux, un legs direct de la gastræa.

Faisons maintenant passer par le corps de ces turbellariés et des archhelminthes, qui sûrement en différaient peu, des sections perpendiculaire, longitudinale et transversale ; nous verrons ainsi que, par leur organisation interne, ces animaux sont déjà notablement supérieurs aux gastréadés. Tout d'abord, nous voyons qu entre les deux feuillets germinatifs primaires hérités de la gastræa, entre l'exoderme et l'entoderme, il s'est développé deux autres feuillets cellulaires, provenant, par dédoublement, l'externe de l'exoderme, l'interne de l'entoderme (voir le schéma, pl. III, fig. 10). Ces deux nouvelles couches cellulaires sont simplement les deux feuillets « fibreux » ou « musculaires », que nous voyons provenir des deux feuillets primaires chez l'embryon des vertébrés (voir la section transversale de la larve de l'amphioxus et du lombric, fig. 36 et 38). De ces deux feuillets, l'externe ou feuillet fibro-cutané est étroitement relié au feuillet cutané-sensitif et forme la masse musculaire du corps ; l'interne, au contraire, se rattache au feuillet intestino-glandulaire et, sous le nom de feuillet fibro-intestinal, forme la paroi musculaire du tube intestinal. Quoiqu'il n'y ait, chez ces acœlomates, nulle cavité viscérale, pourtant nous y trouvons, entre les feuillets interne et externe, ces deux feuillets musculaires, sous une forme rudimentaire. C'est bien plus tard que, chez les cœlomates, la cavité viscérale se forma par l'écartement des deux feuillets musculaires. En résumé, les deux grands progrès que les archhelminthes ont faits sur les gastréadés sont le changement de la forme monaxiale en forme dipleurale et la différenciation des deux feuillets germinatifs primaires en quatre feuillets secondaires (voir, pl. III, la coupe longitudinale schématique de la gastrula (fig. 9) et l'esquisse idéale de l'archhelmis (fig. 10).

De cette différenciation histologique des quatre feuillets secondaires résulte une autre différenciation organologique, par laquelle l'organisation des archhelminthes s'élève de beaucoup au-dessus de celle des gastréadés. Chez ces derniers il n'y avait, à vrai dire, au sens morphologique, qu'un seul organe : l'intestin primitif avec son orifice buccal. Tout le corps n'était encore qu'un canal intestinal ; la paroi intestinale était en même temps celle du corps. Des deux couches de cellules formant cette paroi, l'interne fonctionnait comme couche nutritive, l'externe comme couche locomotrice et protectrice. Quelques cellules de la couche interne devinrent, les unes des ovules, les autres des

spermatozoaires, et, par conséquent, cette couche interne assuma aussi la fonction génératrice. Mais, chez les archhelminthes, la formation des feuillets secondaires détermina la distribution des diverses fonctions à des organes divers, issus de l'unique organe primitif, l'intestin primitif. On vit apparaître des organes générateurs, les glandes sexuelles; des organes d'excrétion, les reins ; des organes de mouvement, les muscles; des organes de la sensibilité, les nerfs, et les organes des sens. Ces organes étaient d'une grande simplicité.

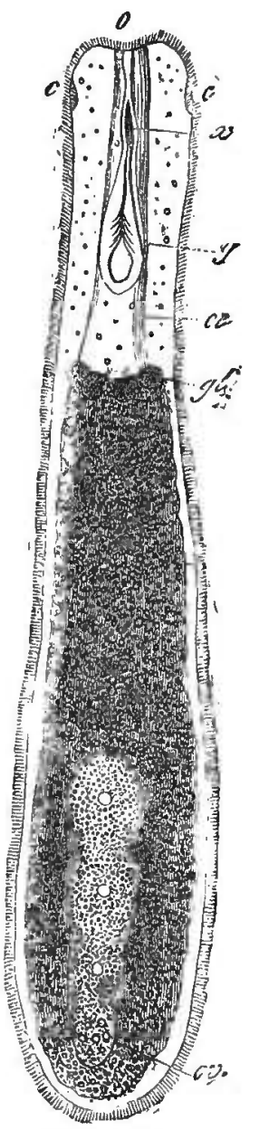


Fig. 110.

Pour nous figurer approximativement la forme rudimentaire que revêtirent d'abord ces organes chez les archhelminthes, il faut examiner ce qu'ils sont encore chez nos turbellariés de mer et d'eau douce. Ces turbellariés sont de très-petits vers presque imperceptibles, de forme très-simple ; ils sont longs d'une ligne ou au plus de quelques lignes. Chez les espèces les plus inférieures de ces turbellariés, évidemment très-voisins de nos archhelminthes éteints, la plus grande partie du corps ovoïde est occupée par le canal intestinal (fig. 110, *i*). Ce canal intestinal est encore presque aussi rudimentaire que chez les gastréadés ; c'est une simple poche, munie d'un orifice qui sert à la fois de bouche et d'anus (*o*).

Les cellules nutritives, tapissant la poche digestive et se groupant çà et là en petites glandes (*gl*), forment le feuillet intestino-glandulaire. Le premier rudiment du feuillet fibro-intestinal est constitué par une mince couche de cellules appartenant au tissu conjonctif et au tissu musculaire. Le feuillet fibro-cutané repose immédiatement sur le feuillet fibro-intestinal ; chez la plupart des vers, ce feuillet fibro-cutané est une simple poche musculo-cutanée. Antérieurement, chez la plupart des turbellariés, se trouve déjà sur l'œsophage un

Fig. 110. — Un *turbellarié simple* (turbellarium). *i*, toute la poche intestinale rudimentaire. *o*, orifice buccal et anal. *gl*, glandes intestinales. *oe*, œsophage (souvent prolongé en trompe). — *c*, deux fossettes ciliées dans l'épiderme vibratile (organes des sens). *y*, testicules. *x*, pénis. *ov*, ovaire. (D'après Gegenbaur.)

système nerveux tout à fait rudimentaire; ce sont deux petits « ganglions œsophagiens supérieurs », ou « cerveau primitif », qui envoient de fins filaments nerveux aux muscles et au feuillet cilié cutané-sensitif. En outre, il existe généralement, chez les plathelminthes, deux canaux rénaux, ou « organes d'excrétion »; ce sont deux tubes glandulaires, longs et minces, situés à droite et à gauche le long de l'intestin, et s'ouvrant à la partie postérieure du corps. Vous n'avez pas oublié combien est hâtive l'apparition des deux canaux rénaux primitifs; ils se montrent dès que s'est accusée la différenciation du feuillet germinatif moyen. Cette apparition précoce prouve bien que les reins sont des organes primordiaux. Une autre preuve encore, c'est l'existence si générale de ces organes chez les plathelminthes; en effet, même les vers rubanés, qui, par suite de leur vie parasitique, ont perdu leur intestin, n'en possèdent pas moins les deux reins primitifs. Ces glandes excrétoires semblent donc plus anciennes et physiologiquement plus importantes que le système circulatoire, lequel fait défaut chez les plathelminthes. Chez nombre de turbellariés nous trouvons des organes sexuels, tantôt très-compliqués, tantôt très-simples. Le plus ordinairement, les turbellariés sont hermaphrodites. Chez les espèces les plus simples on rencontre antérieurement un testicule (fig. 110, *y*), avec des organes copulateurs (*x*); en arrière existe un ovaire des plus simples (*ov*). Le type acœlomatique, que nous offrent aujourd'hui les rhabdocèles inférieurs, peut nous donner une idée approximative de cette forme ancestrale du groupe des vers, que nous avons appelée *prothelmis*, et qui constitue le sixième chaînon de la série généalogique humaine.

Sûrement, ces ancêtres du genre humain, qui, d'après l'ensemble de leur organisation, se rangent parmi les vers acœlomates, ont dû, pendant l'âge archolithique, être représentés par toute une série d'espèces diverses. Les plus inférieurs se rattachent immédiatement aux gastréadés (cinquième degré généalogique); les plus supérieurs tiennent aux cœlomates (septième degré). Pourtant notre connaissance de l'anatomie et de l'ontogénie des acœlomates est encore trop fragmentaire, trop incomplète, pour qu'il nous soit possible de ranger les acœlomates en série graduée; force nous est de renoncer à en donner une classification détaillée. Nous nous occuperons maintenant de notre septième chaînon ancestral, où le doute n'est pas possible:

c'est dans le groupe multiforme des vers à système sanguin (cœlomati) qu'il le faut ranger.

Le grand progrès organique par lequel les cœlomates se distinguent des acœlomates, d'où ils sont issus, est l'acquisition d'une cavité viscérale (cœloma) et d'une humeur nutritive remplissant cette cavité; cette humeur est le sang primitif. Tous les animaux inférieurs dont nous nous sommes jusqu'ici occupés dans notre travail phylogénique, aussi bien les zoophytes que les protozoaires, étaient, comme les acœlomates, dépourvus de sang et de cavité viscérale. L'acquisition de la cavité viscérale et du système circulatoire complexe, qui en dériva bientôt, constitua, pour les cœlomates primitifs, un important progrès. La structure compliquée des quatre embranchements zoologiques supérieurs dépend en grande partie de la différenciation du système circulatoire que leur ont léguée les cœlomates.

Nous pouvons attribuer la formation d'une véritable cavité viscérale, du cœlom, à l'écartement des deux feuillets fibreux, du feuillet fibro-cutané externe et du feuillet fibro-intestinal interne. Ce progrès important peut être considéré comme le résultat mécanique d'une contraction simultanée et divergente des deux feuillets fibreux. Quand, chez les acœlomates, le sac intestino-musculaire et le sac musculo-cutané se furent longtemps contractés, il en résulta l'écartement graduel de ces deux lamelles musculaires; par suite, il se forma entre les deux lamelles une lacune que remplit une humeur sécrétée par la paroi intestinale. Cette humeur constitua le sang primitif, et la lacune qu'elle remplissait fut le rudiment de la cavité viscérale. Ainsi se forma le simple cœlom, cette cavité spacieuse qui, chez tous les animaux supérieurs, loge les circonvolutions intestinales. La formation de ce cœlom et du système circulatoire qui en dérive influa grandement sur l'évolution ultérieure de l'organisation animale. Le premier avantage fut la grande facilité avec laquelle les parties périphériques, éloignées du canal intestinal, purent néanmoins recevoir un liquide chargé de substances nutritives. Grâce à l'intime corrélation des parties, la formation graduelle du système sanguin détermina dans le corps des cœlomates quantité d'autres importants progrès.

Chez les cœlomates aussi bien que chez les acœlomates, notre arbre généalogique compte une longue série d'ancêtres. Mais les cœlomates actuels ne représentent qu'une faible portion de

ce grand groupe, tel qu'il existait autrefois, et très-peu de vers peuvent aujourd'hui être considérés avec quelque certitude comme les proches parents de ces ancêtres de l'homme depuis longtemps disparus. A vrai dire, une seule classe de cœlomates mérite d'être citée sous ce rapport : c'est la classe des *tuniciers*, à laquelle appartiennent les ascidies, dont nous avons déjà parlé (tunicatæ). Les détails que nous avons donnés sur la structure et l'embryologie de l'ascidie et de l'amphioxus ont fait ressortir l'extrême importance de ce type curieux (voir les leçons XIII et XIV). Les faits relatés par nous nous autorisent à affirmer que, parmi les ancêtres des vertébrés et de l'homme, il exista une forme de cœlomate, aujourd'hui disparue et éteinte, dont l'animal actuel le plus voisin est la larve mobile de l'ascidie. Ce ver dont nous parlons étant avant tout caractérisé par la présence d'une notocorde, nous l'appellerons jusqu'à nouvel ordre *chordonium*. De ces chordoniens sont issus comme deux rameaux divergents, d'une part, les ascidies, d'autre part, les vertébrés. Quant à la forme ancestrale commune des chordoniens, nous la supposons, encore une fois, dérivée des acœlomates et sans doute des archhelminthes.

Il est vraisemblable qu'entre ces deux groupes de vers, les archhelminthes et les chordoniens, il a existé toute une série de formes intermédiaires. Mais, quant à présent, nos connaissances zoologiques, relativement à ces types intermédiaires de l'embranchement multiforme des vers, sont très-imparfaites. Naturellement ces vers ne nous ont point laissé de débris fossiles, puisque, comme la plupart des autres vers, ils n'ont aucune partie solide. En outre, la plupart des vers fossiles que nous connaissons sont pour nous sans valeur, car ils ne nous apprennent rien ou presque rien touchant les traits anatomiques les plus importants de ces corps mous. Heureusement nous pouvons, par l'anatomie comparée et l'ontogénie des vers, combler dans une large mesure la lacune paléontologique existant ici dans notre arbre généalogique. Que l'on ait bien présentes à l'esprit, d'une part, l'organisation et l'histoire évolutive des vers inférieurs à partir des turbellariés; d'autre part, l'anatomie et l'ontogénie des ascidies, et il ne sera pas difficile de reconstruire en imagination, l'une après l'autre, les formes intermédiaires, et d'intercaler ainsi, entre les acœlomates et les chordoniens, toute une série de formes ancestrales éteintes.

Cette série de formes sera le septième degré de notre arbre généalogique humain, et nous l'appellerons le groupe des *scolécides* (*scolecida*). •

Exposer ici l'anatomie comparée des divers scolécides, comme nous pourrions peut-être le faire, nous forcerait à nous occuper trop en détail de l'anatomie comparée et de l'ontogénie des vers. Il sera plus utile pour nous de bien montrer par quel progrès phylogénétique l'organisation des premiers cœlomates s'est élevée jusqu'à celle des chordoniens. L'anatomie comparée et l'ontogénie des turbellariés et des ascidies enseignent qu'il faut mettre en première ligne la différenciation du canal intestinal en deux sections, l'une antérieure ou intestin branchial, qui sert à la respiration, l'autre postérieure ou intestin gastrique, qui sert à la digestion. Tout d'abord, le canal digestif n'est, chez les larves d'ascidies comme chez les gastréadés et les archhelminthes, qu'une simple cavité sacciforme, pourvue seulement d'un orifice buc-

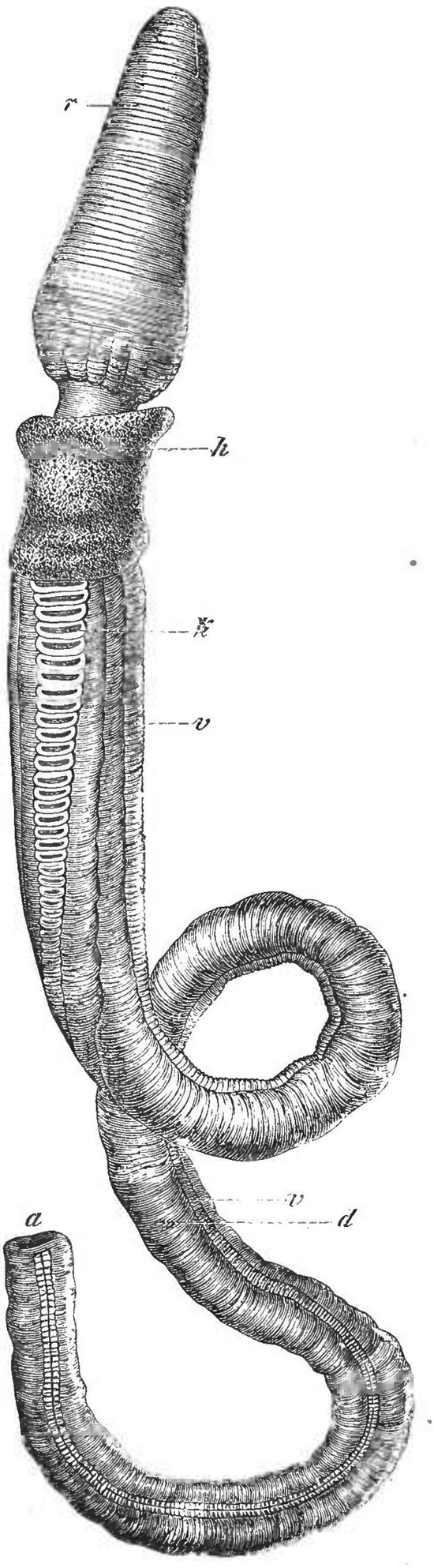


Fig. 111. — Un *jeune balanoglossus*, d'après Alexandre Agassiz (jeune). *r*, trompe glandiforme. *h*, collier cervical. *k*, fentes branchiales et arcs branchiaux de l'intestin antérieur, échelonnés en longue série de chaque côté. *d*, intestin gastrique ou postérieur, remplissant la plus grande partie de la cavité viscérale. *v*, veines intestinales ou vaisseaux abdominaux, situés entre les deux replis cutanés parallèles. *a*, anus.

cal. L'anus ne se forme que plus tard; puis des fentes branchiales transforment toute la section antérieure du canal intestinal en une cage branchiale. C'est là, vous le savez, une conformation spéciale aux vertébrés et qui, en dehors d'eux, ne se rencontre plus que chez les ascidies.

Parmi les vers actuels il en est un, très-curieux et unique dans son genre, que l'on peut regarder comme un parent éloigné des ascidies et des vertébrés, peut-être comme un rameau divergent des scolécides. Ce ver fort connu est le *balanoglossus* (fig. 111); il vit dans les sables de la mer, et Gegenbaur a, le premier, reconnu et établi l'intéressante parenté qui le relie aux ascidies et aux acrâniens. Quoique, sous beaucoup de rapports, ce balanoglossus ait une organisation spéciale et que Gegenbaur ait pu, à bon droit, le regarder comme le représentant d'une classe distincte (enteropneusta), pourtant la portion antérieure de son tube intestinal rappelle beaucoup l'organisation des ascidies et des acrâniens : c'est une cage branchiale (fig. 111, *k*), dont la paroi est, de chaque côté, munie de fentes branchiales supportées par des arcs branchiaux. Quelque différence qu'il y ait, pour tout le reste de l'organisation, entre le *balanoglossus* et les scolécides éteints, que nous devons tenir pour nos ancêtres directs et pour des types intermédiaires aux archhelminthes et aux chordoniens, pourtant cette conformation caractéristique de l'intestin branchial doit faire considérer le *balanoglossus* comme un parent collatéral et lointain des scolécides. Chez cet animal, un progrès important s'est accompli dans la conformation du canal intestinal; un anus (fig. 111, *a*) s'est formé à l'extrémité opposée à l'extrémité buccale. Les vers supérieurs et la totalité des ascidies sont déjà munis de ces deux orifices. Le système circulatoire complexe du *balanoglossus* marque aussi un progrès considérable. Au contraire, sa peau ciliée rappelle les turbellariés. Chez le *balanoglossus*, les sexes sont séparés, tandis que nos ancêtres scolécides étaient vraisemblablement hermaphrodites ([87]).

D'un rameau de scolécides est sorti le groupe des chordoniens (*chordonia*), embranchement qui comprend à la fois les tuniciers et les vertébrés. Le progrès qui a déterminé la formation de ce groupe important des cœlomates fut l'apparition de l'axe solide, existant encore à l'état rudimentaire chez le plus humble des vertébrés, l'amphioxus : je veux parler du cordon axial, ou

chorda dorsalis. Vous vous souvenez que cette même notocorde existe aussi chez les larves libres de l'ascidie (pl. VII, fig. 5). La fonction de la chorda est surtout de supporter la nageoire caudale de la larve d'ascidie ; pourtant elle s'insinue, par son extrémité antérieure, entre le tube intestinal et le tube médullaire de la larve. Le section transversale de cette larve (pl. VII, fig. 6) montre la même distribution des organes qui caractérise le type vertébré (fig. 100) : au milieu, l'axe solide, supportant les autres organes, servant surtout de point d'attache aux muscles dorsaux ; au-dessus de la notocorde se trouve le système nerveux central, sous la forme d'un tube médullaire ; en bas, du côté abdominal, se voit le tube intestinal, dont la moitié antérieure est branchiale et respiratoire, la moitié postérieure, digestive, gastrique. Sans doute, la larve libre de l'ascidie actuelle ne conserve guère ce type vertébré ; bientôt elle perd sa libre locomotion, sa queue-nageoire avec la chorda ; puis elle se fixe au fond de la mer et subit alors cette importante rétrogradation, dont nous avons déjà signalé le résultat si singulier (XIIIe et XIVe leçon). Néanmoins, dans le cours de sa rapide évolution, la larve de l'ascidie nous offre une image fugitive de ce type chordonien depuis longtemps éteint, et que nous devons considérer comme la forme ancestrale commune des tuniciers et des vertébrés. Aujourd'hui encore, il existe une très-petite espèce de tunicier qui conserve pendant toute sa vie l'organisation de la larve de l'ascidie, la queue-nageoire, la libre locomotion, et qui se reproduit ainsi, en dépit de grandes altérations organiques. C'est la petite *appendicularia* (fig. 112).

Comment s'est effectuée la formation du cordon axial et, par suite, la transformation d'une branche de scolécides en la forme ancestrale des chordoniens? C'est là un fait bien difficile à scruter ; pourtant nous pouvons, avec beaucoup de vraisemblance, l'attribuer surtout à l'habitude que prirent les scolécides rampants de nager librement dans le milieu aquatique. Des mouvements natatoires, énergiques et soutenus, eurent pour résultat un plus grand développement des muscles du tronc, et, dès lors, il devint très-avantageux pour ces muscles d'avoir un solide point d'appui.

Une intime soudure des feuillets germinatifs le long de l'axe du corps pouvait fournir ce point d'appui, et quand le cordon

ainsi formé se différencia en tige indépendante, il en résulta la chorda (voir fig. 43-44). En même temps, le ganglion nerveux sus-œsophagien des scolécides s'allongea d'avant en arrière, au-

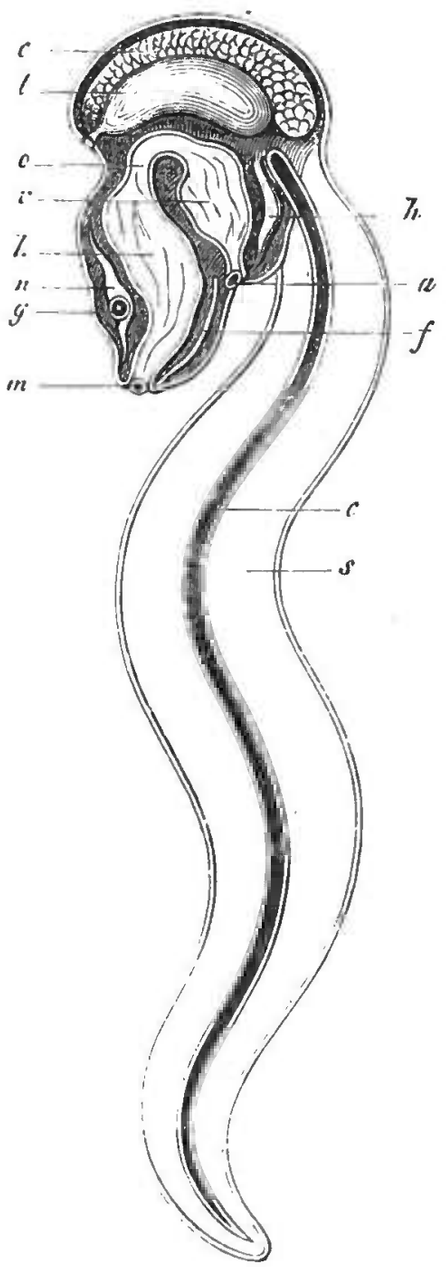


Fig. 112.

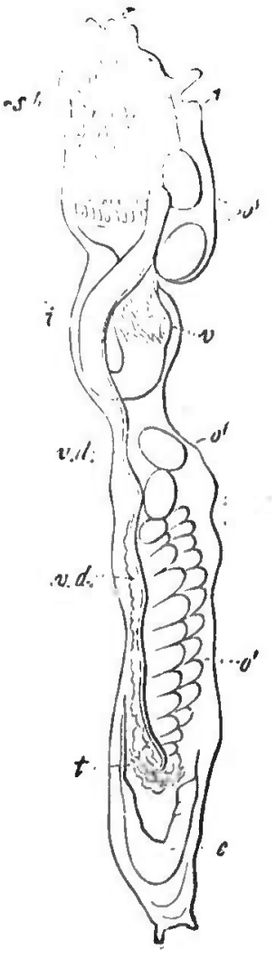


Fig. 113.

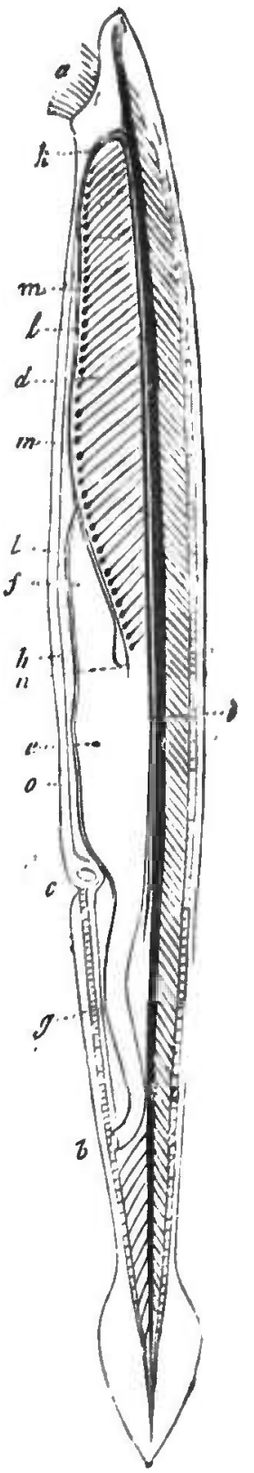


Fig. 114.

Fig. 112. — Une *appendicularia* vue du côté gauche. *m*, bouche. *k*, intestin branchial. *o*, tube alimentaire. *v*, estomac. *a*, anus. *n*, ganglion nerveux (ganglion œsophagien supérieur). *g*, vésicule auditive. *f*, gouttière ciliée, au-dessous des branchies. *h*, cœur. *t*, testicules. *e*, ovaire. *c*, chorda. *s*, queue.

Fig. 113. — *Organisation d'une ascidie* (vue du côté gauche, comme dans les figures 96 et comme dans la fig. 14 de la planche VIII). *sb*, sac branchial.

dessus de la chorda : ainsi se forma le rudiment du tube médullaire.

Déjà nous avons montré quelle est, pour le sujet qui nous occupe, l'importance des ascidies (fig. 113), quelles connexions étroites il y a entre ces animaux et l'amphioxus (fig. 114) ; nous n'insisterons donc pas sur ce point. Je me contenterai de faire remarquer combien il est erroné de vouloir considérer l'ascidie comme la souche ancestrale commune de l'amphioxus et des autres vertébrés. Ce qu'il faut admettre, c'est que les ascidies, d'une part, les vertébrés, de l'autre, sont issus d'une espèce de ver depuis longtemps éteinte et que nous rappellent le mieux aujourd'hui les larves d'ascidies et les appendiculariés (fig. 112). Cette forme ancestrale commune, actuellement inconnue, doit avoir appartenu au groupe des chordoniens, que nous avons considéré comme notre huitième chaînon généalogique ([88]). Quoique nous ne puissions pas nous faire une idée suffisamment précise de la forme extérieure et de la structure intime de ces chordoniens, nul doute cependant que, comme leurs parents, les tuniciers, et les précédents chaînons généalogiques des scolécides et des archhelminthes, on ne les doive classer, dans la taxinomie zoologique, parmi les vers. Entre eux et les vrais vers, il n'y aurait pas plus de différence qu'il n'en existe aujourd'hui encore entre les vers rubanés et les vers annelés.

Nous venons de passer en revue les principaux chaînons généalogiques de l'homme, qui peuvent être rangés dans l'embranchement des vers. Nous allons maintenant quitter cet embranchement inférieur et continuer à suivre la série ancestrale uniquement dans l'embranchement vertébré, sans plus nous occuper de la plus grande partie du règne animal, issu de l'embranchement des vers dans une direction tout autre.

v, estomac. *i*, terminaison intestinale. *c*, cœur. *t*, testicules. *v d*, canal déférent. *o*, ovaire. *o'*, œuf mûr dans la cavité viscérale. (D'après Milne Edwards.)

Fig. 114. — *Amphioxus lanceolatus*, grossi deux fois et vu du côté gauche (l'axe longitudinal est placé perpendiculièrement ; l'extrémité buccale est en haut, l'extrémité caudale est en bas, comme dans la planche VIII, fig. 15). *a*, orifice buccal entouré d'appendices piliformes. *b*, orifice anal. *c*, orifice abdominal (porus abdominalis). *d*, cage branchiale. *e*, estomac. *f*, foie-cœcum intestinal. *g*, extrémité intestinale. *h*, cavité viscérale (cœlom). *i*, chorda (cordon axial), au-dessous duquel est l'aorte. *k*, arcs aortiques. *l*, tronc des artères branchiales. *m*, dilatation sur les branches de l'aorte. *n*, veine cave. *o*, veine intestinale.

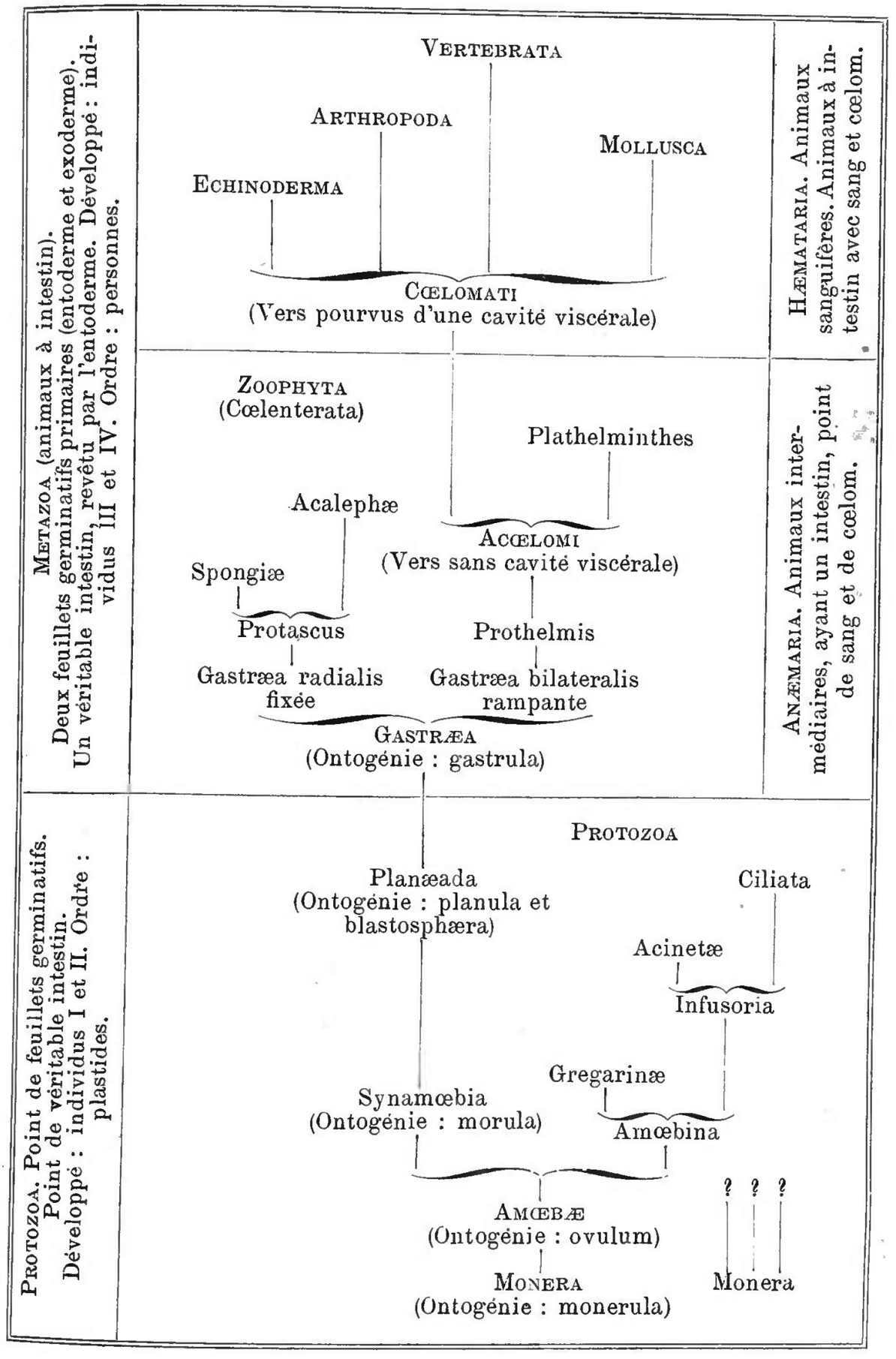
TREIZIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble de la classification phylogénétique du règne animal basée sur la théorie gastréenne et l'homologie des feuillets germinatifs (13).

Types ou phyles du règne animal.	Classes principales ou branches du règne animal.	Classes du règne animal et noms taxinomiques des classes
Premier sous-règne : Protozoaires (protozoa).		
Animaux sans feuillets germinatifs, sans intestin, sans tissus propres.		
A. Protozoa	I. Ovularia	1. Monera. 2. Amœbina. 3. Gregarinæ.
	II. Infusoria	4. Acinetæ. 5. Ciliatæ.
Deuxième sous-règne : Métazoaires (metazoa).		
Animaux ayant deux feuillets germinatifs primaires, intestin, tissus.		
B. Zoophyta	III. Spongiæ	6. Gastræada. 7. Porifera.
	IV. Acalephæ	8. Coralla. 9. Hydromedusæ. 10. Ctenophora.
C. Vermes	V. Acœlomi	11. Archelminthes. 12. Plathelminthes.
	VI. Cœlomati	13. Nemathelminthes. 14. Rhynchocœla. 15. Enteropneusta. 16. Tunicata. 17. Bryozoa. 18. Rotatoria. 19. Gephyrea. 20. Annelida.
D. Mollusca	VII. Acephala	21. Spirobranchia. 22. Lamellibranchia.
	VIII. Eucephala	23. Cochlides. 24. Cephalopoda.
E. Echinoderma	IX. Colobrachia	25. Asterida. 26. Crinoida.
	X. Lipobrachia	27. Echinida. 28. Holothuriæ.
F. Arthropoda	XI. Carides	29. Crustacea.
	XII. Tracheata	30. Arachnida. 31. Myriapoda. 32. Insecta.
G. Vertebrata	XIII. Acrania	33. Leptocardia.
	XIV. Monorhina	34. Cyclostoma.
	XV. Anamnia	35. Pisces. 36. Dipneusta. 37. Amphibia.
	XVI. Amniota	38. Reptilia. 39. Aves. 40. Mammalia.

QUATORZIÈME TABLEAU.

Arbre généalogique monophyléthique du règne animal, basé sur la théorie gastréenne et l'homologie des feuillets germinatifs (13).



Déjà, dans une leçon précédente (IX) sur « l'homme considéré comme un vertébré », j'ai remarqué, que le plus grand nombre des animaux n'avait absolument aucune consanguinité avec notre embranchement. Cependant les formes ancestrales des trois autres embranchements supérieurs (articulés, radiés, mollusques) proviennent aussi de l'embranchement des vers; mais leurs formes ancestrales appartenaient à des sections de cet embranchement tout à fait distinctes des chordoniens. Pour trouver à ces diverses formes ancestrales une commune origine, il faudrait descendre bien au-dessous du groupe des cœlomates (voir les XIIIe et XIVe tableaux).

Les arthropodes, à qui appartient la classe des insectes, la plus vaste du règne animal, ainsi que les arachnides, les myriapodes et les crustacés, descendent de vers articulés proches parents des annélides actuels. C'est aussi de vers articulés analogues qu'est issu l'embranchement des radiés ou échinodermes, auquel appartiennent les astéries, les actinies, les oursins et les holothuries ([63]). C'est encore parmi les vers qu'il faut chercher la forme ancestrale des mollusques, comprenant les céphalopodes, les gastéropodes, les lamellibranches et les spirobranches. Mais les cœlomates, d'où proviennent ces trois embranchements supérieurs, étaient tout différents des chordoniens. Chez eux, il ne se développa jamais de notocorde; jamais la section antérieure de leur tube digestif ne se transforma en cage branchiale; jamais leur ganglion nerveux sus-œsophagien ne s'allongea en tube médullaire. En résumé, chez les arthropodes, les échinodermes, les mollusques et leurs ancêtres cœlomates, les particularités organiques, qui caractérisent l'embranchement des vertébrés et les moins éloignés des ancêtres invertébrés de cet embranchement firent toujours défaut. La plupart des animaux sont donc sans intérêt pour la question qui nous occupe, et nous devons nous renfermer dans l'embranchement des vertébrés.

La formation des vertébrés aux dépens des invertébrés qui en diffèrent le moins, c'est-à-dire des chordoniens, remonte à bien des millions d'années en arrière; ce fait arriva sûrement dans l'âge archolithique, dans la première moitié de l'histoire organique de la terre (voir le VIIe tableau). Cette proposition est établie par la présence de restes de poissons fossiles, même de poissons primitifs, dans les premiers terrains sédimentaires qui se déposèrent durant cette énorme période, je veux parler des forma-

tions siluriennes supérieures. Quoique ces poissons appartiennent aux groupes les plus inférieurs des crâniotes, pourtant leur organisation est relativement supérieure et suppose une longue série évolutive de vertébrés acrâniens ; par conséquent l'origine des plus anciens acrâniens aux dépens des chordoniens doit nécessairement remonter à une période bien antérieure de l'âge archolithique. Ce ne sont donc pas seulement les ancêtres invertébrés de l'homme, mais encore les premiers chaînons vertébrés de sa généalogie, qui se développèrent durant l'antiquité si lointaine des périodes laurentienne, cambrienne et silurienne (voir les IXe et XIe tableaux).

Malheureusement la paléontologie ne peut nous renseigner en rien ni sur la conformation de nos antiques ancêtres vertébrés, ni sur l'époque de leur apparition. En effet, leur corps était aussi mou, aussi dépourvu de parties solides, fossilisables, que celui de nos ancêtres invertébrés, qui les avaient précédés. Il n'y a donc pas à s'étonner, il est même tout naturel, qu'ils ne nous aient légué aucun reste fossile dans les formations archolithiques. Seuls les poissons, dont le squelette cartilagineux s'était en partie ossifié, purent nous fournir des documents fossiles sur leur existence et leur structure.

Heureusement cette lacune est plus que compensée par les témoignages, bien autrement importants, que nous fournissent l'anatomie comparée et l'ontogénie : ces sciences vont en effet nous servir désormais de guides fidèles pour suivre notre généalogie dans les limites de l'embranchement vertébré. Grâce aux classiques recherches de Georges Cuvier, de Jean Müller, de Thomas Huxley et surtout de Carl Gegenbaur, nous disposons déjà, pour cette partie de notre phylogénie, d'une telle masse de documents, que nous pouvons, avec une certitude complète, retracer au moins les traits les plus importants de l'évolution de nos ancêtres vertébrés.

Déjà nous avons établi par quelles particularités tous les vertébrés diffèrent de tous les invertébrés, alors que nous avons étudié la structure du vertébré primitif, idéal (fig. 115). Les caractères principaux sont : 1° la formation de la chorda entre le tube médullaire et le tube intestinal ; 2° la différenciation du tube intestinal en une portion branchiale antérieure et une portion postérieure digestive ; 3° la segmentation interne ou formation des métamères.

Les deux premiers caractères sont communs aux vertébrés, aux larves des ascidies et aux chordoniens; le troisième est propre aux vertébrés. Par conséquent, l'acquisition de métamères internes fut le plus important progrès organique par lequel les premiers vertébrés se différencièrent des chordoniens, qui leur ressemblaient le plus. Tout d'abord, la différenciation intéressa surtout le système musculaire, qui se divisa, à droite et à gauche, en une série de lamelles musculaires superposées (fig. 115, *m*). Ce fut plus tard seulement que la division porta aussi sur le squelette, le système nerveux et le système circulatoire. Comme nous l'avons déjà vu, ce mode de segmentation ou de formation des métamères n'est essentiellement qu'un bourgeon-

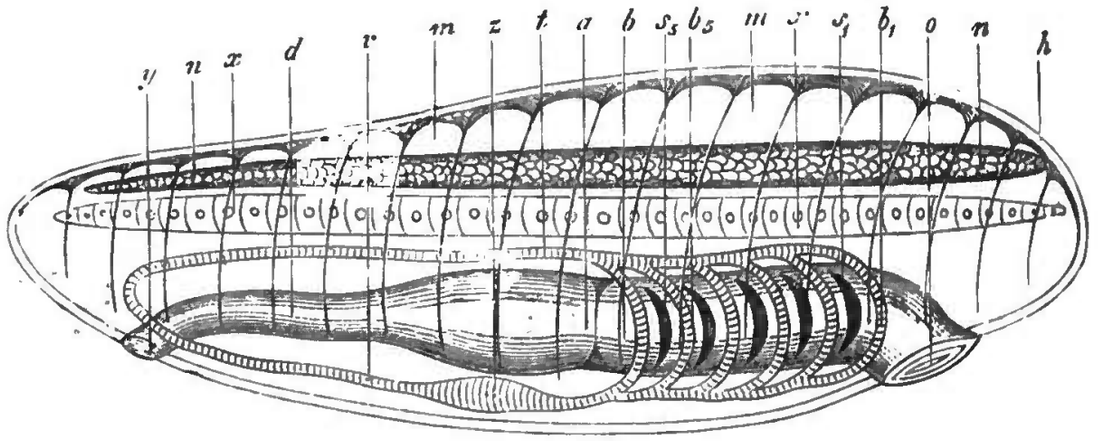


Fig. 115.

nement terminal. Chaque segment dorsal ou métamère a sa valeur morphologique individuelle. La série tout entière des métamères échelonnées d'avant en arrière provient d'une métamère primitive par bourgeonnement terminal. Entre les vertébrés à segmentation interne et leurs ancêtres invertébrés non segmentés, les chordoniens, il y a donc le même rapport qu'entre les annélides, les arthropodes à segmentation externe et les vers non segmentés, dont ils descendent.

Fig. 115. — *Section longitudinale à travers le prototype idéal du vertébré.* La section est faite sur l'axe du corps. La bouche est à droite, l'extrémité caudale à gauche. Au-dessus de la tige axiale (*x*) est le canal de la moelle épinière (*n*); au-dessous est le tube digestif (*d*). Ce dernier s'ouvre en avant par la bouche (*o*), en arrière par l'anus (*y*). Sur chaque face latérale de la portion intestinale antérieure s'ouvrent cinq fentes branchiales ($s_1 - s_5$), séparées par cinq arcs branchiaux ($b_1 - b_5$). *t*, artère principale ou vaisseau dorsal. *v*, veine principale (vaisseau ventral). *z*, cœur. *a*, estomac. *m*, muscles latéraux du tronc. *h*, épiderme.

L'intelligence de la généalogie des vertébrés est grandement facilitée par la taxinomie naturelle des classes de l'embranchement, telle que je l'ai d'abord ébauchée dans ma Morphologie générale (1866), puis considérablement améliorée dans mon « Histoire de la création naturelle » (5e éd., XXe leçon). D'après cette classification, il faudrait distinguer *au moins huit classes parmi les vertébrés actuels* :

TABLEAU TAXINOMIQUE DE HUIT CLASSES DE VERTÉBRÉS.

A. Acrania.			1. Leptocardia.
B. Craniota.	*a.* Narine impaire, monorhina :		2. Cyclostoma.
	b. Narines paires Amphirhina	I. Anamnia	3. Pisces.
			4. Dipneusta.
			5. Amphibia.
		II. Amniota	6. Reptilia.
			7. Aves.
			8. Mammalia.

L'embranchement des vertébrés se divise tout d'abord en deux grandes sections, celle des acrâniens et des crâniotes. La plus inférieure et la plus ancienne de ces sections, celle des acrâniens, n'a plus aujourd'hui d'autre représentant que l'amphioxus. Tous les autres vertébrés, y compris l'homme, appartiennent à la section plus récente et plus élevé des crâniotes. Les crâniotes descendent des acrâniens, comme ceux-ci des chordoniens. Les détails dans lesquels nous sommes entrés, au sujet de l'anatomie comparée et de l'ontogénie de l'ascidie et de l'amphioxus, vous ont déjà convaincus du bien fondé de cette importante proposition (voir les XIIIe, XIVe leçons et les planches VII et VIII avec leurs explications). Je rappellerai seulement un fait d'une très-grande portée : c'est que, chez l'amphioxus et l'ascidie, l'évolution embryonnaire est la même. Dans les deux cas, en effet, la gastrula typique naît de la même manière après segmentation totale de l'œuf (pl. VII, fig. 4 et 10) ; puis de la gastrula provient cette curieuse forme embryonnaire pourvue d'un tube médullaire sur le côté dorsal du tube intestinal et d'une chorda interposée aux deux tubes. Enfin, le tube intestinal se différencie en une portion antérieure branchiale et une portion postérieure digestive ; cela aussi bien chez l'ascidie que chez l'amphioxus. En vertu de la loi biogénétique fondamentale, nous pouvons, d'après ces faits primordiaux, formuler l'impor-

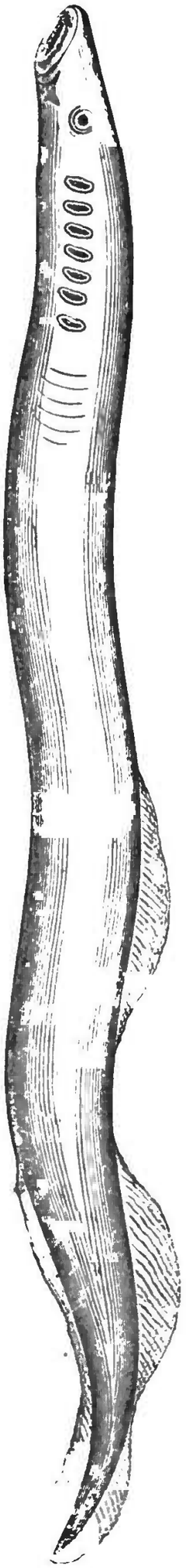
tante proposition suivante : le plus humble des vertébrés, l'amphioxus et la forme invertébrée, qui lui ressemble le plus, l'ascidie, descendent tous deux d'un seul et même type de ver, dont l'organisation était essentiellement celle des chordoniens.

Mais, comme je l'ai déjà dit plusieurs fois, le rôle extrêmement important de l'amphioxus ne vient pas seulement de ce qu'il comble, dans une certaine mesure, l'abîme qui sépare les invertébrés et les vertébrés, mais aussi de ce qu'il nous représente encore aujourd'hui, dans sa forme la plus simple, le vertébré typique, et de ce qu'il nous fournit un solide point de départ pour arriver à comprendre l'évolution graduelle de l'embranchement tout entier. Si la structure et l'embryologie de l'amphioxus nous étaient inconnues, alors l'évolution de l'embranchement vertébré et du genre humain serait plongée pour nous dans une profonde obscurité. C'est seulement grâce à la connaissance exacte de l'anatomie et de l'ontogénie de l'amphioxus, acquise dans ces dernières années, que nous sommes parvenus à dissiper cette obscurité réputée impénétrable. Que si l'on compare l'amphioxus à l'homme adulte ou à un vertébré supérieur quelconque, on remarque une foule de différences frappantes. L'amphioxus n'a, comme vous le savez, ni tête distincte, ni cerveau, ni crâne, ni mâchoires, ni cœur centralisé, ni foie, ni reins complexes, ni colonne vertébrale articulée; chez lui, tous les organes sont bien plus simples, bien plus primitifs que chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme (voir le VIe tableau). Néanmoins, en dépit de ces nombreuses différences, l'amphioxus est un véritable, un incontestable vertébré; et si, au lieu de l'homme adulte, nous prenons pour terme de comparaison l'embryon humain, au début de son ontogénèse, nous verrons qu'entre cet embryon et l'amphioxus il y a concordance parfaite pour tous les organes essentiels (voir le Ve tableau). Cette concordance nous autorise à conclure que tous les crâniotes descendent d'une même forme ancestrale, ressemblant essentiellement à l'amphioxus. Cette forme ancestrale, cet antique provertébré (fig. 115), avait déjà tous les caractères typiques du vertébré, mais point du tout les importantes particularités qui distinguent les crâniotes des acrâniens. Sans doute, l'amphioxus possède sous beaucoup de rapports une organisation qui lui est propre; on ne saurait le considérer comme le descendant non modifié de notre provertébré, mais il en a reçu

les caractères typiques que nous avons énumérés. Nous n'avons donc pas le droit de dire : « L'amphioxus est la souche ancestrale des vertébrés » ; mais nous pouvons dire : « De tous les animaux connus, l'amphioxus est le plus proche parent de ce premier ancêtre ; » comme lui, il appartient à cette famille bien nettement déterminée, à cette classe inférieure des vertébrés que nous appelons classe des *acrâniens*. Or, ce groupe ancestral forme le neuvième chaînon de notre série généalogique, le premier des chaînons vertébrés. De ce groupe des acrâniens sont issus, d'une part, l'amphioxus, d'autre part, la souche ancestrale des crâniotes ([89]).

La vaste section des crâniotes comprend tous les vertébrés connus, à la seule exception de l'amphioxus. Tous ces crâniotes ont une tête distincte, bien nettement différenciée du tronc et cette tête comprend un crâne logeant un cerveau. Cette tête supporte, en outre, trois organes des sens spéciaux, le nez, l'œil et l'oreille, qui font en partie défaut aux acrâniens. D'abord le cerveau revêt une forme des plus simples ; ce n'est qu'un renflement ampullaire antérieur du tube de la moelle épinière (pl. VIII, fig. 16, m_1). Mais bientôt cette ampoule se divise par des étranglements transversaux, d'abord en trois, puis en cinq régions échelonnées d'avant en arrière. Ce sont les cinq vésicules primitives, d'où proviendra, avec toutes ses complications de structure, le cerveau, l'organe de l'âme des crâniotes. C'est cette formation de la tête, du crâne et du cerveau, des organes des sens supérieurs, qui constitue le progrès le plus essentiel par lequel la forme ancestrale des crâniotes l'emporte sur les ancêtres acrâniens. Mais bientôt d'autres organes acquièrent aussi un haut degré de développement : on voit apparaître un cœur centralisé, un foie et des reins complexes, sans parler de bien d'autres importants progrès.

Nous pouvons aussi commencer par diviser les crâniotes en deux grands groupes, savoir les monorhiniens (*monorhina*) et les amphirhiniens (*amphirhina*). Le premier groupe n'est plus représenté, de nos jours, que par peu d'espèces, appelées d'ordinaire *cyclostomes* (*cyclostomi*). Par toute leur organisation, ces cyclostomes se placent entre les acrâniens et les monorhiniens. Bien mieux organisés que les acrâniens, bien inférieurs aux amphirhiniens, ils forment un groupe phylogénétique tout à fait intermédiaire aux uns et aux autres. Nous pouvons



donc les ranger comme un dixième chaînon dans notre série généalogique.

Les rares représentants actuels de la classe des cyclostomes se divisent en deux ordres, les myxinoïdes et les pétromyzontes (lamproies). Les myxinoïdes ont un corps allongé, cylindrique, vermiforme. Linnée les rangeait parmi les vers ; d'autres zoologistes en firent tantôt des poissons, tantôt des amphibies, tantôt des mollusques. Les myxinoïdes sont des animaux marins, vivant habituellement en parasites sur les poissons, dans la peau desquels ils pénètrent à l'aide de leur bouche circulaire, en ventouse, et de leur langue armée de dents. Parfois on les rencontre dans la cavité viscérale des poissons (par exemple de la morue et de l'esturgeon); ils ont alors pénétré à travers la peau dans l'intérieur du corps de l'animal. Le second ordre, celui des pétromyzontes, comprend les lamproies que vous avez tous vues à l'état de conserves; il y en a de deux sortes: la petite lamproie de rivière (*petromyzon fluviatilis*) et la grande lamproie marine (*petromyzon marinus*) (fig. 116).

La classe zoologique comprenant les deux groupes des myxinoïdes et des pétromyzontes a été dénommée classe des cyclostomes, parce que ces animaux ont une bouche circulaire ou semi-circulaire. Les maxillaires supérieur et inférieur, que possèdent tous les vertébrés supérieurs, manquent complétement chez les cyclostomes aussi bien que chez l'amphioxus. Par opposition aux cyclostomes, on peut appeler tous les autres vertébrés *gnathostomes* (*gnathostomi*), animaux à mâchoires. On peut aussi appeler les cyclostomes monorhiniens (*monorhina*), parce qu'ils n'ont qu'un

Fig. 116. — La *grande lamproie marine* (Petromyzon marinus), très-rapetissée. Derrière les yeux, on voit, de chaque côté, la série des sept fentes branchiales.

tube nasal impair, tandis que les gnathostomes ont deux narines, une droite et une gauche (*amphirhina*), amphirhiniens. Mais les cyclostomes ont bien d'autres particularités anatomiques qui leur sont propres, et ils diffèrent des poissons plus que ceux-ci ne diffèrent de l'homme. Force nous est donc de les considérer comme les derniers débris d'une classe vertébrée, très-ancienne et très-inférieure, qui ne s'était pas encore élevée jusqu'à l'organisation des vrais poissons. Pour ne parler que de l'essentiel, notons que, chez les cyclostomes, il n'y a nulle trace de membres. Leur peau muqueuse est tout à fait nue, lisse, sans écailles. Point de squelette osseux. L'axe du corps est encore une simple chorda, comme chez l'amphioxus. Le seul commencement de différenciation vertébrale, existant chez les pétromyzontes, est représenté par des arcs supérieurs partant du tube qui revêt la chorda. A l'extrémité la plus antérieure de la chorda se trouve un crâne des plus rudimentaires. De l'étui de la chorda part une petite capsule membraneuse, en partie cartilagineuse et enveloppant le cerveau. Les importants appareils des arcs branchiaux, de l'os hyoïde, etc., qui existent depuis les poissons jusqu'à l'homme, manquent aux cyclostomes. Ils ont pourtant un squelette branchial, cartilagineux et superficiel, mais dont la valeur morphologique est toute différente. Au contraire, nous rencontrons chez les cyclostomes, et pour la première fois, le cerveau, cet important organe de l'âme, qui s'est transmis héréditairement des monorhiniens à l'homme. Sans doute le cerveau des cyclostomes n'est qu'un petit renflement, proportionnellement insignifiant, de la moelle épinière; d'abord une ampoule simple (pl. VIII, fig. 16, m_1), se subdivisant plus tard en cinq ampoules cérébrales primitives, échelonnées en série, comme le cerveau de tous les amphirhiniens. Ces cinq ampoules, qui se retrouvent chez les embryons de tous les vertébrés, depuis le poisson jusqu'à l'homme, chez qui elles finissent par acquérir une grande complication, conservent chez les cyclostomes une conformation rudimentaire et inférieure. Chez les cyclostomes, la structure élémentaire du système nerveux est aussi plus imparfaite que chez les autres vertébrés. Chez ces derniers, l'organe de l'ouïe a toujours trois canaux semi-circulaires; il n'en a que deux chez les pétromyzontes et un seulement chez les myxinoïdes. Sous tous les autres rapports l'organisation des cyclostomes est encore plus simple et plus im-

parfaite, par exemple dans ce qui a trait au cœur, à la circulation, aux reins. La section antérieure du canal intestinal est encore branchiale et respiratoire comme chez l'amphioxus. Mais l'organe respiratoire des cyclostomes a une conformation spéciale : il se compose de 6 à 7 paires de petites poches situées de chaque côté de l'intestin antérieur et s'ouvrant en dedans dans l'œsophage, en dehors sur la peau. C'est là une structure des organes respiratoires spéciale à cette classe zoologique, et qui lui a, dès longtemps, valu le nom de classe des marsipobranchiés (*marsipobranchi*). Notons aussi l'absence d'un organe important, propre aux poissons, de la vessie natatoire, rudiment des poumons des vertébrés.

L'embryologie des cyclostomes n'offre pas moins de particularités que leur structure anatomique générale. Notons d'abord leur mode de segmentation ovulaire, qui rappelle beaucoup celui des amphibies (segmentation subtotale, inégale). Puis l'œuf segmenté produit une forme embryonnaire très-simple, très-voisine de celle de l'amphioxus et que, pour cette raison, nous avons, depuis longtemps, étudiée et comparée à cette dernière (pl. VIII, fig. 16). L'évolution embryonnaire de cette larve des cyclostomes prouve clairement et sans réplique que les crâniotes sont issus graduellement des acrâniens. Plus tard, on voit provenir de la larve simple, dont nous venons de parler, une autre larve aveugle et sans dents, tellement différente de la lamproie adulte qu'elle était considérée, il y a une vingtaine d'années encore, comme un genre spécial de poissons et décrite comme telle sous le nom d'ammocètes (*ammocœtes*). C'est seulement par une métamorphose ultérieure que l'ammocète aveugle et sans dents devient la lamproie, qui a des dents et des yeux (90).

Si nous embrassons d'un coup d'œil toutes les particularités anatomiques et embryologiques des cyclostomes, nous pourrons formuler la proposition suivante : les crâniotes primitifs se sont bifurqués en deux branches ; de ces deux branches, l'une est parvenue jusqu'à nous sans modifications notables : c'est celle des cyclostomes ou monorhiniens, arrêtée à un degré très-inférieur de développement. L'autre branche, celle des vertébrés, se prolongea en droite ligne jusqu'aux poissons et, par de nouvelles adaptations, elle acquit un grand nombre de nouveaux perfectionnements.

Pour bien apprécier toute la valeur phylogénétique du groupe

des cyclostomes, il faut faire l'examen philosophique des particularités anatomiques de cet antique débris de l'animalité primitive à la lumière de l'anatomie comparée. Il faut, par exemple, savoir distinguer les caractères héréditaires, provenant d'ancêtres éteints et fidèlement transmis jusqu'à ce jour, des particularités dues à l'adaptation et lentement acquises, dans le cours des siècles, par les représentants actuels de ce groupe antique. Parmi ces derniers caractères, par exemple, il faut ranger la narine impaire des cyclostomes, leur bouche en suçoir circulaire, les rapports anatomiques de la peau et des poches branchiales. Les premiers caractères, au contraire, seuls importants au point de vue phylogénétique, seront la primitive conformation de la colonne vertébrale et du cerveau, l'absence de la vessie natatoire, des maxillaires et des extrémités, etc.

D'ordinaire, la taxinomie zoologique range les cyclostomes parmi les poissons; pour démontrer combien cette classification est vicieuse, il suffit de remarquer que, par toutes les particularités caractéristiques de leur organisation, les cyclostomes diffèrent plus des poissons que ceux-ci ne diffèrent des vertébrés et de l'homme. Comme vous le verrez bientôt, on trouve, chez les vrais poissons, une foule de caractères anatomiques qui se sont héréditairement transmis jusqu'à l'homme. Aussi la classe des poissons proprement dits, en en excluant les acrâniens et les cyclostomes, marque une nouvelle époque dans l'histoire de l'embranchement vertébré. C'est seulement à partir des poissons que se montre le vertébré à double narine, à os maxillaires, ce type vertébré qui, chez l'homme, est parvenu à l'apogée de son évolution.

DIX-HUITIÈME LEÇON.

LA SÉRIE GÉNÉALOGIQUE DE L'HOMME.

III. Du poisson primitif à l'amniote.

> L'imagination est un don nécessaire; on lui doit les combinaisons nouvelles qui conduisent aux grandes découvertes. La puissance analytique de la raison et l'imagination qui amplifie et généralise doivent se faire harmonieusement équilibre dans l'esprit du naturaliste. Sans cet équilibre, le naturaliste est emporté par son imagination dans le domaine des chimères; avec lui, au contraire, un naturaliste doué de quelque mérite est conduit par la force de sa raison aux plus importantes découvertes.
>
> JEAN MULLER (1834).

L'anatomie comparée des vertébrés. — Caractères des amphirhiniens ou gnathostomes : la double narine, l'appareil branchial avec arcs branchiaux, la vessie natatoire, les deux paires de membres. — Parenté des trois groupes des poissons : poissons primitifs ou sélaciens, poissons cartilagineux ou ganoïdes, poissons osseux ou téléostiens. — Commencement de la vie terrestre sur le globe. — Transformation de la vessie natatoire en poumons. — Les dipneustes forment trait-d'union entre les poissons primitifs et les amphibies. — Les trois dipneustes actuels (protopterus, lepidosiren, ceratodus). — Transformation des nageoires polydigitales en pieds à cinq doigts. — Causes et effets de cette transformation. — Tous les vertébrés descendent d'un amphibie à cinq doigts. — Les amphibies relient les vertébrés inférieurs aux vertébrés supérieurs. — Métamorphoses de la grenouille. — Divers degrés de la métamorphose des amphibies. — Amphibies à branchies (proteus et axolotl). — Amphibies à queue (tritons et salamandres). — Amphibies-batraciens (grenouille et crapaud). — Grand groupe des amniotes (reptiles, oiseaux et mammifères). — Descendance de tous les amniotes d'un même saurien ancestral (protamnion). — Première formation de l'allantoïde et de l'amnios. — Division des amniotes en deux branches : les reptiles et les oiseaux d'une part, les mammifères de l'autre.

Messieurs,

Plus nous avançons dans la phylogénie humaine, plus se rétrécit le district zoologique où nous avons à chercher les ancêtres disparus. En même temps les preuves du développement de notre embranchement, les documents de la création, les témoignages tirés de l'ontogénie, de l'anatomie comparée et de la

paléontologie deviennent toujours plus nombreux, plus parfaits et plus authentiques. Par conséquent, plus nous nous éleverons aux degrés zoologiques supérieurs, plus notre phylogénie acquerra de précision.

C'est surtout l'anatomie comparée qui, dans ces régions supérieures du règne animal, nous guidera sûrement. Dans aucun groupe des invertébrés, l'anatomie comparée, cette science importante qui est une vraie philosophie de la morphologie organique, n'est aussi avancée que dans l'embranchement des vertébrés. Déjà Georges Cuvier, Frédéric Meckel et Jean Müller avaient donné à l'anatomie comparée des vertébrés une large et solide base, puis Richard Owen et Thomas Huxley ont, de notre temps, fait grandement progresser cette branche scientifique; mais les incomparables travaux de Charles Gegenbaur l'ont tellement enrichie que la théorie de la descendance y trouve maintenant ses plus solides appuis. Grâce à elle, nous pouvons, dès à présent, indiquer sûrement les principaux degrés évolutifs et les grands rameaux généalogiques des vertébrés.

Le terrain taxinomique, où nous avons maintenant à nous mouvoir, est si restreint que, sans jamais sortir de l'âge archolithique, nous n'aurons à nous occuper que de l'embranchement des vertébrés, en négligeant complétement les six autres. Dans cet embranchement même, nous avons déjà passé en revue les degrés les plus inférieurs; de la classe des acrâniens et des amphirhiniens, nous nous sommes élevés à celle des poissons, par où commence la grande section des gnathostomes et des amphirhiniens. Nous allons maintenant prendre pour point de départ la classe des poissons, que les preuves tirées de l'anatomie comparée et de l'ontogénie nous autorisent à considérer en toute sûreté comme la classe ancestrale de tous les vertébrés supérieurs, de tous les gnathostomes. Sans doute, parmi les poissons actuels, il n'en est pas un qui puisse être considéré comme l'ancêtre direct des vertébrés supérieurs; mais nous n'en avons pas moins le droit de regarder tous les vertébrés amphirhiniens, du poisson à l'homme, comme les descendants d'une forme ancestrale, ichthyoïde. Si cette forme éteinte vivait actuellement sous nos yeux, force nous serait de la tenir pour un vrai poisson et de la ranger dans la classe des poissons. Par bonheur, l'anatomie comparée et la taxinomie des poissons sont maintenant si avancées, grâce aux traxaux de Jean Müller et de

Ch. Gegenbaur, que cette conclusion, aussi fondamentale qu'intéressante, s'en dégage très-clairement.

Pour bien retrouver la généalogie humaine dans l'embranchement des vertébrés, il est nécessaire d'avoir bien présents à l'esprit les principaux caractères qui distinguent les poissons et les autres amphirhiniens des monorhiniens et des acrâniens. Ces caractères distinctifs se retrouvent précisement chez les poissons et tous les amphirhiniens jusqu'à l'homme, et c'est justement sur cette concordance que nous nous appuyons pour établir la parenté de l'homme et du poisson (voir le VIe tableau). Parmi ces caractères anatomo-taxinomiques, il faut mettre en première ligne : 1° la double narine; 2° les arcs branchiaux internes et les arcs maxillaires; 3° la vessie natatoire ou les poumons; 4° les deux paires de membres.

Pour ce qui est de la narine double, de ce caractère qui nous sert à distinguer les amphirhiniens des monorhiniens, il est bien intéressant de remarquer que déjà, chez les poissons, le premier rudiment du nez est représenté par deux fossettes situées extérieurement, de chaque côté de la tête, exactement comme il arrive chez l'embryon de l'homme et de tous les vertébrés supérieurs (voir fig. 73 et 74). Au contraire, chez les monorhiniens et aussi chez les acrâniens, le nez commence par une fossette impaire située au milieu de la région frontale (pl. VIII, fig. 16, *n*). La perfection du squelette branchial, des arcs branchiaux et de l'appareil maxillaire qui en dépend, n'est pas moins importante et nous la constatons chez tous les amphirhiniens, depuis le poisson jusqu'à l'homme. Cependant l'antique transformation de l'intestin antérieur en intestin branchial, telle qu'elle existe déjà chez les ascidies, se retrouve originellement chez tous les vertébrés avec la même simplicité et, sous ce rapport, rien n'est plus caractéristique que les fentes branchiales existant, chez tous les vertébrés aussi bien que chez l'ascidie, dans la paroi de l'intestin branchial. Quant au squelette branchial externe supportant la cage branchiale chez les acrâniens et les monorhiniens, il est remplacé, chez tous les amphirhiniens, par un squelette branchial interne. Ce squelette interne est constitué par un certain nombre d'arcs cartilagineux échelonnés d'avant en arrière, situés entre les fentes branchiales de chaque côté de l'œsophage, qu'ils entourent circulairement. La paire la plus antérieure de ces arcs branchiaux se transforme en arcs maxillaires, d'où pro-

viennent les os maxillaires supérieur et inférieur (voir pl. III, fig. 13 à 16 et pl. IV et V).

Il existe, chez tous les amphirhiniens, un caractère essentiel, par lequel ces animaux se différencient nettement des vertébrés inférieurs, dont nous nous sommes occupés jusqu'ici : c'est la formation d'un cœcum, se développant aux dépens de la portion antérieure du canal intestinal. Ce cœcum commence, chez les poissons, par se remplir d'air, et devient la vessie natatoire (pl. III, fig. 13, *lu*). Grâce aux variations de pression ou de quantité que subit ce contenu gazeux, le poids spécifique du poisson diminue ou augmente; la vessie natatoire est donc un appareil hydrostatique, grâce auquel l'animal peut monter ou descendre dans l'eau. C'est aussi, comme nous le verrons, l'organe d'où sont provenus les poumons des vertébrés supérieurs. Le quatrième et dernier caractère que l'on rencontre chez l'embryon des amphirhiniens est l'existence de deux paires d'extrémités ou membres : l'une antérieure, l'autre postérieure, appelées, chez les poissons, nageoires pectorales et nageoires ventrales (fig. 117, *v* et fig. 117, *h*). L'anatomie comparée de ces nageoires est fort intéressante; on y trouve, à l'état rudimentaire, toutes les pièces osseuses constituant, chez les vertébrés supérieurs et l'homme, le squelette des membres. Nulle trace, au contraire, de ces membres chez les acrâniens et les monorhiniens. Outre ces quatre caractères principaux, nous en pouvons signaler d'autres : par exemple, l'existence d'un système nerveux sympathique, d'une rate, d'une glande salivaire abdominale (pancréas); tous ces organes manquent chez les vertébrés inférieurs, dont nous nous sommes jusqu'ici occupés. Tout cela s'est transmis du poisson jusqu'à l'homme et suffit à prouver quelle énorme distance existe entre les poissons et les acrâniens et monorhiniens. Au contraire, tous ces caractères se retrouvent également chez les poissons et chez l'homme (VIe tableau).

Un examen plus détaillé de la classe des poissons montre tout d'abord qu'elle peut se diviser en trois grands groupes ou sous-classes, dont la généalogie est évidente. De ces sous-classes, la première et la plus ancienne est celle des *sélaciens* ou poissons primitifs, dont les ordres si riches des squales et des raies nous offrent aujourd'hui les spécimens les plus connus (fig. 117, 118). Aux sélaciens se rattache, comme forme évolutive ultérieure du

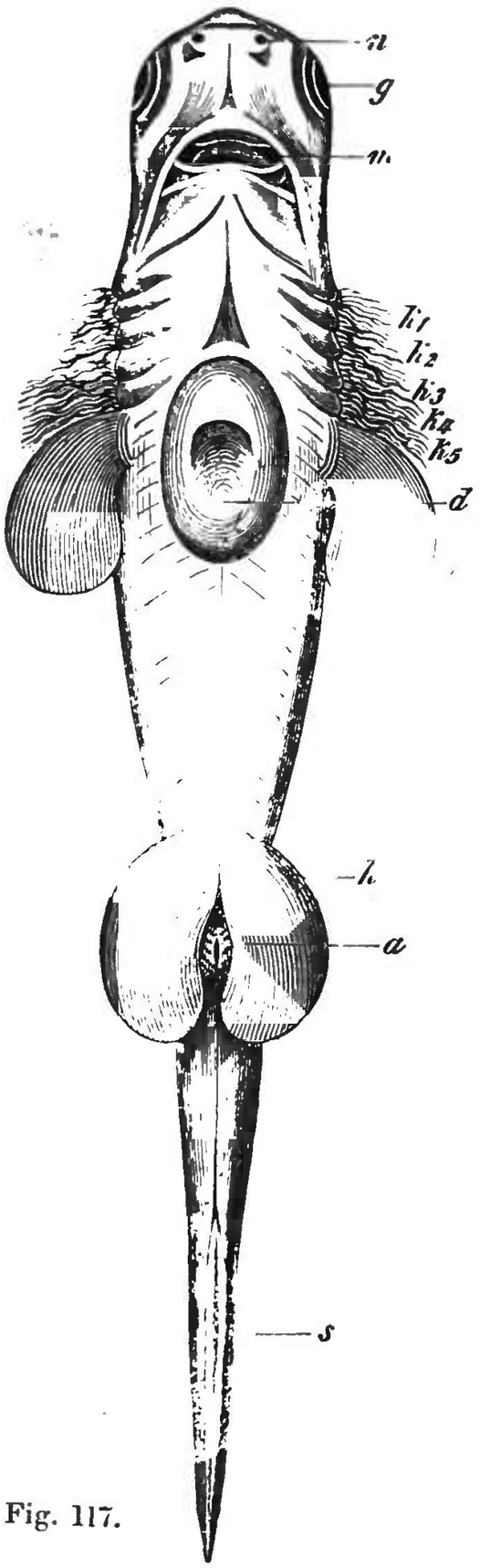


Fig. 117.

Fig. 118.

Fig. 117. — Embryon d'un requin (*Scymnus lichia*), vu du côté abdominal. *r*, nagoires pectorales (on y voit cinq fentes branchiales). *h*, nageoires abdominales. *a*, anus. *s*, nageoire caudale. *k*, houppes branchiales externes. *d*, sac vitellin (en grande partie enlevé). *g*, yeux. *n*, nez. *m*, fente buccale.

Fig. 118. — Requin adulte (*Carcharias melanopterus*). vu du côté droit. r_1. première; r_2, deuxième nageoire dorsale. *a*, nageoire anale.

type poisson, la sous-classe des ganoïdes ou poissons cartilagineux, dès longtemps disparue en grande partie. Il n'en existe plus que de très-rares représentants : ce sont, dans nos mers, l'esturgeon ordinaire et le grand esturgeon ; dans les fleuves d'Afrique, le polypterus ; dans les fleuves américains, le lepidosteus et l'amia. Mais quantité de fossiles nous permettent de juger de l'antique richesse de ce groupe intéressant.

De ces ganoïdes est issue, en troisième lieu, la sous-classe des poissons osseux ou téléostiens, à laquelle appartiennent la plupart des poissons actuels, notamment presque tous les poissons de rivière. Or, l'anatomie comparée et l'ontogénie nous montrent clairement que, comme les ganoïdes sont descendus des sélaciens, ainsi les téléostiens sont descendus des ganoïdes. D'autre part, il est sorti du poisson primitif une autre lignée collatérale ou plutôt un prolongement de la lignée ascendante de l'embranchement vertébré, qui, par le groupe des dipneustes, nous conduit à l'importante division des amphibies ([91]).

Cette intéressante parenté des trois groupes des poissons ne peut plus être mise en doute, après les excellents travaux de Ch. Gegenbaur. La lumineuse dissertation sur « la place taxinomique des sélaciens », qu'il a publiée dans l'introduction de ses classiques recherches sur le squelette céphalique des sélaciens, doit être regardée comme la démonstration définitive de cette importante consanguinité. Chez les poissons primitifs ou sélaciens, les écailles et les dents, c'est-à-dire les appendices cutanés et maxillaires, sont identiques par la forme et la structure, tandis que ces appendices sont déjà différenciés dans les deux autres groupes de poissons (poissons cartilagineux et poissons osseux). Chez les poissons primitifs encore, le squelette cartilagineux, aussi bien celui de la colonne vertébrale et du crâne que celui des membres, est extrêmement simple, d'une conformation rudimentaire, qui a précédé celle du squelette des poissons cartilagineux et osseux. Chez ces derniers aussi, l'appareil branchial et le cerveau sont plus fortement différenciés que chez les poissons primitifs. Sous certains rapports, par exemple pour la conformation du cœur et du canal digestif, les poissons cartilagineux ressemblent aux poissons primitifs et se différencient des poissons osseux. Mais en comparant tous les traits anatomiques, on arrive à être convaincu que les poissons cartilagineux forment un groupe intermédiaire reliant les poissons primitifs et

les poissons osseux. Le plus ancien groupe de poissons est celui des poissons primitifs; il en sortit, d'un côté, la totalité des poissons, en commençant par les poissons cartilagineux, d'où provinrent, beaucoup plus tard, durant la période jurassique ou crétacée, les poissons osseux. Dans une autre direction, les poissons primitifs engendrèrent les formes ancestrales des vertébrés supérieurs, d'abord les dipneustes et ensuite les amphibies. Si nous faisons des sélaciens le onzième chaînon de notre généalogie, le douzième sera formé par les dipneustes et le treizième par les amphibies.

Le progrès réalisé par les dipneustes, alors qu'ils sortirent des sélaciens, est fort notable; c'est un changement qui s'effectua dans la vie organique au commencement de la période paléozoïque ou primaire. Les nombreux fossiles végétaux et animaux que nous ont légués les trois premières périodes géologiques, les périodes laurentienne, cambrienne et silurienne, ont tous appartenu à des animaux et à des plantes aquatiques. De ces faits paléontologiques, que corroborent d'importantes considérations géologiques et biologiques, nous avons, à peu près, le droit de conclure que, d'une façon générale, les animaux terrestres n'existaient pas alors. Durant l'énorme période archozoïque, c'est-à-dire durant bien des millions d'années, toute la population vivante du globe fut aquatique, fait bien remarquable, si l'on se rappelle que cette période représente une grande moitié de la durée de la vie organique sur la terre. Aujourd'hui encore, les embranchements zoologiques inférieurs sont sans exception ou à très-peu d'exceptions près, composés d'animaux aquatiques. Mais durant la période archozoïque ou primordiale, les embranchements supérieurs étaient aussi composés d'animaux aquatiques. Ce fut seulement par la suite qu'ils s'adaptèrent à la vie terrestre. Les fossiles provenant de végétaux et d'animaux terrestres n'apparaissent que dans les couches dévoniennes, c'est-à-dire au commencement de la seconde grande période, de la période paléozoïque. Puis leur nombre s'accroit considérablement dans les strates carbonifères et permiennes. Les arthropodes et les vertébrés fournissent alors de nombreuses espèces, qui habitaient la terre ferme et respiraient dans l'air, tandis que leurs ancêtres de la période silurienne respiraient dans l'eau. Cette importante métamorphose physiologique du mode respiratoire fut le plus profond des changements que subit l'organisme animal, en

passant du milieu liquide sur la terre ferme. Il en résulta, d'abord, la formation des organes de la respiration aérienne, des poumons ; puisque jusqu'alors les organes de la respiration aquatique, les branchies, avaient seuls fonctionné. En même temps il s'ensuivit une modification importante dans la circulation du sang et les organes de cette circulation ; car il y a un rapport constant et profond entre les organes respiratoires et circulatoires. D'autres organes encore, ayant avec les précédents quelque corrélation, furent plus ou moins transformés.

Dans l'embranchement des vertébrés, ce fut sûrement une branche de poissons primitifs ou sélaciens qui fit, durant la période dévonienne, la première tentative heureuse pour s'habituer à la vie terrestre et à la respiration atmosphérique. Ces poissons durent d'abord adapter leur vessie natatoire à la respiration aérienne, c'est-à-dire la transformer en poumons. Par suite le cœur et le nez se modifièrent. Tandis que, chez les vrais poissons, les narines ne sont représentées que par une paire de fossettes situées à la surface de la tête (fig. 117, *n*), elles se perforèrent, chez les sélaciens dont nous parlons, et communiquèrent avec la cavité buccale. Il se forma, de chaque côté, un canal qui faisait directement communiquer les fossettes nasales avec l'extrémité buccale et qui, alors même que la bouche était fermée, donnait passage vers les poumons à l'air atmosphérique nécessaire à la respiration. En outre, tandis que, chez les vrais poissons, le cœur est seulement composé de deux cavités, une oreillette recevant le sang veineux du corps et un ventricule qui le chasse par un tronc artériel dans les branchies, l'oreillette de nos sélaciens se divisa alors, par une cloison incomplète, en deux moitiés droite et gauche. L'oreillette droite seule reçut le sang veineux du corps ; dans l'oreillette gauche passa le sang veineux allant des poumons et des branchies au corps. C'est ainsi que la circulation simple des vrais poissons devint la circulation double des vertébrés supérieurs ; puis, en vertu de la loi de corrélation organique, ce perfectionnement détermina de nouveaux progrès dans la conformation d'autres organes.

Cette classe des vertébrés sélaciens, qui s'adapta la première à la respiration aérienne, nous l'appellerons classe des *dipneustes* ou animaux à double respiration (*dipnoi*), parce qu'avec la respiration pulmonaire nouvellement acquise, elle conserva encore la respiration branchiale, comme les derniers des amphibies.

QUINZIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble de la taxinomie phylogénétique des vertébrés.

I. Aorania ou Leptooardia.

Vertébrés dépourvus de tête, de crâne, de cerveau, de cœur centralisé.

1. Acrania	I. Leptocardia	1. Amphioxida

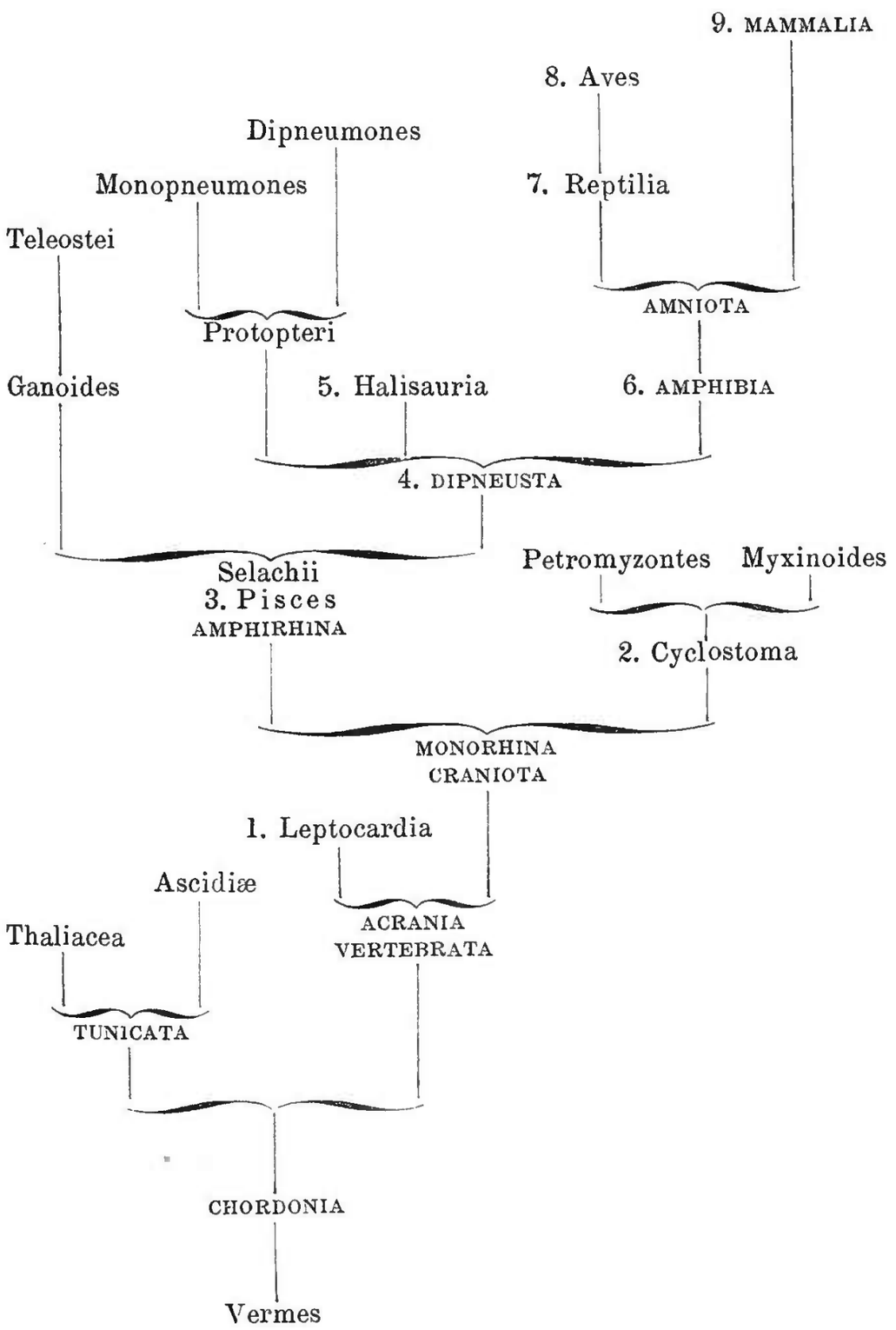
II. Craniota ou animaux à cœur centralisé (Pachicardia).

Vertébrés pourvus d'une tête, d'un crâne, d'un cerveau, d'un cœur centralisé.

Section des crâniotes.	Classes des crâniotes.	Sous-classes des crâniotes et noms taxinomiques des sous-classes.
2. Monorhina	II. Cyclostoma	2. Hyperotreta (myxinoida) 3. Hyperoartia (petromyzontia)
3. Anamnia	III. Pisces	4. Selachii 5. Ganoïdes 6. Teleostei
	IV. Dipneusta	7. Monopneumones 8. Dipneumones
	V. Halisauria	9. Simosauria 10. Plesiosauria 11. Ichthyosauria
	VI. Amphibia	12. Sozobranchia 13. Sozura 14. Anura 15. Phractamphibia
4. Amniota	VII. Reptilia	16. Lacertilia 17. Ophidia 18. Crocodilia 19. Chelonia 20. Pterosauria 21. Dinosauria 22. Anomodonta
	VIII. Aves	23. Saururæ 24. Carinatæ 25. Ratitæ
	IX. Mammalia	26. Monotrema 27. Marsupialia 28. Placentalia

SEIZIÈME TABLEAU.

Arbre généalogique des vertébrés.



Durant l'âge paléolithique, c'est-à-dire durant les périodes dévonienne, carbonifère et permienne, la classe des dipneustes était représentée par des genres nombreux et variés. Mais comme ces animaux, de même que les sélaciens, avaient un squelette mou, cartilagineux, ils n'ont pu laisser aucun débris fossile. Seules, les fines dents de quelques genres (du *ceratodus*) ont pu nous parvenir; on les trouve par exemple dans le trias (pl. IX, fig. 2). Actuellement la classe des dipneustes n'est plus représentée que pas trois genres : le *protopterus annectens* dans les fleuves de l'Afrique tropicale (Nil blanc, Niger, Quellimané, etc.); le *lepidosiren paradoxa* dans le sud de l'Amérique tropicale, dans les affluents de l'Amazone, et le *ceratodus forsteri* dans les marais de l'Australie méridionale (pl. IX, fig. 1) (92). La large dispersion de ces genres épigoniques prouverait à elle seule que ce sont les derniers débris de groupes autrefois très-variés. Par toute sa structure, le groupe des dipneustes devait faire transition entre les poissons et les amphibies. Ce caractère intermédiaire est si fortement imprimé dans toute l'organisation de ces curieux animaux, qu'aujourd'hui encore, les zoologistes discutent pour savoir si les dipneustes sont des poissons ou des amphibies. Quelques zoologistes les placent encore parmi les amphibies, mais la plupart les rangent parmi les poissons. C'est qu'en réalité, les caractères des deux classes sont tellement confondus chez les dipneustes, que c'est une pure question de définition; tout dépend de l'idée que l'on se fait, du « poisson » et de « l'amphibie ». Par leur manière de vivre, les dipneustes sont de vrais amphibies. Durant l'hiver des tropiques, durant la saison des pluies, ils nagent dans l'eau comme des poissons et respirent par leurs branchies. Pendant la saison sèche, ils s'enfouissent dans une argile desséchée et respirent l'air, par leurs poumons, comme les amphibies et les vertébrés supérieurs. Cette double respiration leur est commune avec les amphibies inférieurs et les élève au-dessus des poissons. Mais pour la plupart des autres caractères, ils ressemblent plus aux derniers et sont inférieurs aux premiers. Leur conformation extérieure est absolument pisciforme.

La tête des dipneustes ne se distingue pas du tronc. Leur peau est recouverte de grosses écailles. Le squelette est mou, cartilagineux, très-peu développé, analogue à celui des sélaciens inférieurs. La chorda est parfaitement conservée. Les quatre membres sont des nageoires rudimentaires, analogues à celles des poissons

primitifs les plus inférieurs. La ressemblance avec les poissons inférieurs se retrouve encore dans le cerveau, le tube digestif et les organes sexuels. C'est que les dipneustes ont fidèlement reçu par hérédité de nos antiques ancêtres, les poissons, quantité de traits anatomiques inférieurs, tout en faisant faire à l'organisation vertébrée un grand progrès par leur adaptation à la respiration aérienne.

D'ailleurs, les trois genres de dipneustes actuels se distinguent entre eux par d'importantes différences. Le dipneuste australien (*ceratodus*), découvert en 1870, à Sidney, par Gérard Krefft, est particulièrement remarquable; il atteint jusqu'à six pieds de longueur et doit être regardé comme un type primitif, bien conservé (pl. IX, fig. 1). Il faut noter, par exemple, la conformation de ses nageoires empennées (pl. IX, fig. 3) et son poumon simple. Au contraire, chez le dipneuste africain (*protopterus*) et chez le dipneuste américain (*lepidosiren*), les nageoires ne sont pas empennées et les poumons sont doubles, comme chez tous les vertébrés supérieurs. Outre les branchies internes, le protopterus possède aussi des branchies externes, qui manquent au lepidosiren. Sans doute, les dipneustes disparus, qui ont été nos ancêtres directs et relient les sélaciens aux amphibies, différaient beaucoup de leurs trois survivants actuels, mais ils leur ressemblaient sûrement pour tous les caractères essentiels. Par malheur, l'embryologie des trois dipneustes actuels est encore parfaitement inconnue; mais on peut prédire qu'on en tirera d'importantes conclusions relatives à la phylogénie des vertébrés inférieurs et par conséquent à nos ancêtres.

Déjà nous devons d'importantes inductions de ce genre à la classe des vertébrés, qui vient après celle des dipneustes, qui s'y rattache et en est sortie, à la classe des amphibies. A cette classe appartiennent les tritons et les salamandres (pl. X, fig. 4 et 5), les crapauds et les grenouilles. Autrefois, en suivant les errements de Linnée, on rangeait parmi les amphibies tous les reptiles (lézards, serpents, crocodiles, tortues). Mais ces derniers animaux ont une organisation bien supérieure et, par tous leurs caractères anatomiques les plus importants, ils se rattachent aux oiseaux bien plus qu'aux amphibies. Quant aux vrais amphibies, ils se rapprochent beaucoup des dipneustes et des poissons primitifs; ils sont aussi beaucoup plus anciens que les reptiles. Déjà, durant la période carbonifère, il y avait de nombreux

amphibies, très-développés et pour la plupart de grande taille, tandis que les premiers reptiles n'apparurent que vers la fin de la période permienne. C'est, vraisemblablement, plus tôt encore, dans le cours de la période dévonienne, que les amphibies provinrent des dipneustes. Ces amphibies éteints, dont les restes fossiles, nombreux surtout dans la période triasique, se sont conservés depuis ces âges reculés, se distinguent par une épaisse cuirasse cutanée, analogue à celle du crocodile, tandis que nos amphibies actuels ont, pour la plupart, une peau lisse et lubrifiée. Ces derniers sont aussi d'ordinaire beaucoup moins gros que leurs prédécesseurs, dont ils semblent être des survivants amoindris.

Pourtant, parmi les amphibies actuels, il n'est aucune espèce que l'on puisse placer directement dans notre série zoologique et considérer comme une forme ancestrale des trois classes supérieures des vertébrés ; mais ils ressemblent tellement à ces derniers par nombre de caractères anatomiques et embryologiques, que l'on peut formuler la proposition suivante : entre les dipneustes, d'une part, et les trois classes supérieures de vertébrés, les ammiotes, de l'autre, il a existé toute une série de formes intermédiaires, qu'il nous faudrait ranger parmi les amphibies, si elles n'étaient pas aujourd'hui éteintes. Par toute leur organisation, les amphibies actuels nous représentent un de ces groupes intermédiaires.

Pour les importantes fonctions respiratoire et circulatoire, les amphibies se rattachent encore étroitement aux dipneustes, tout en leur étant supérieurs sous d'autres rapports. Cela est vrai surtout pour la conformation perfectionnée de leurs extrémités, qui, pour la première fois, sont pourvues de cinq doigts. Les travaux approfondis de Gegenbaur ont montré que les nageoires de poissons, sur lesquelles on s'était fait des idées entièrement fausses, sont des pieds polydactyles. Les nombreux rayons cartilagineux et osseux des nageoires des poissons correspondent aux doigts et aux orteils des vertébrés supérieurs. Les segments de ces rayons correspondent aux phalanges de chaque doigt. En réalité, la nageoire n'est qu'un pied polydactyle. Chez les dipneustes, la nageoire est encore aussi compliquée que chez les vrais poissons ; c'est graduellement que ce pied polydactyle est devenu le pied à cinq doigts, que nous trouvons, pour la première fois, chez les amphibies. Cette réduction du nombre des doigts,

chez les ancêtres dipneustes des amphibies, s'effectua vraisemblablement dans la seconde moitié de la période dévonienne, ou, au plus tard, dans la période carbonifère qui suivit. Parmi les fossiles de cette dernière période, nous rencontrons déjà beaucoup d'amphibies à cinq doigts. Dans les terrains triasiques on trouve de nombreuses empreintes de leurs pieds (*chirotherium*).

Cette pendactylie est très-importante, parce qu'elle s'est transmise des amphibies aux vertébrés supérieurs. On ne pourrait se figurer pourquoi, chez les derniers des amphibies, aussi bien que chez les reptiles et les vertébrés supérieurs, y compris l'homme, il a pu se former des extrémités pendactyles, si cette conformation n'est point un legs fait par une forme ancestrale commune, qui était pourvue de cinq doigts. Seule l'hérédité peut nous rendre raison de ce fait. Pourtant chez beaucoup d'amphibies et de vertébrés supérieurs il y a moins de cinq doigts. Mais dans tous ces cas on peut démontrer qu'il y a eu rétrogradation, puis disparition des doigts qui manquent. Chez les chiens et les chats, les pattes antérieures ont encore habituellement cinq doigts, tandis qu'il y en a quatre seulement aux pattes postérieures. Chez les ruminants, il y a encore quatre doigts, dont deux seulement sont développés et les deux autres rudimentaires. Chez le cheval, un seul doigt s'est développé à chaque pied; les quatre autres se sont perdus. Mais nous connaissons un cheval fossile (*anchiterium*), qui avait encore trois doigts. Nous pouvons même à l'aide des nombreux restes fossiles d'ongulés établir une série complète d'intermédiaires entre la forme pendactyle, qui a été la souche des ongulés, et le cheval à doigt unique. Les récents progrès de la paléontologie et de l'anatomie comparée ont si bien élucidé ce fait que je puis le considérer comme un solide point d'appui. Pour tout savant familier avec l'anatomie comparée et ayant étudié les faits au point de vue généalogique, il ne saurait être douteux que, de l'amphioxus à l'homme, les nombreuses variétés d'extrémités que l'on rencontre dans les trois classes supérieures des vertébrés (reptiles, oiseaux et mammifères) ne proviennent d'une forme ancestrale commune à quatre pieds pendactyles. Cette forme ancestrale, depuis longtemps éteinte, a dû être un véritable amphibie.

Quant à la cause efficiente qui a fait de la nageoire polydactyle des poissons un pied pendactyle, il faut la chercher dans

l'adaptation à des fonctions toutes nouvelles, dans le passage d'une existence absolument aquatique à une existence en partie terrestre. La nageoire polydactyle, qui servait d'abord exclusivement d'agent propulseur aquatique, d'aviron, a été employée comme point d'appui pour ramper sur un sol solide ; il en est résulté une transformation des os et des muscles des membres. Peu à peu le nombre des rayons des nageoires se réduisit et tomba enfin à cinq. Mais en même temps ces cinq rayons se développèrent, devinrent plus forts, plus indépendants. Les rayons cartilagineux se transformèrent en tiges osseuses. Le reste du squelette gagna aussi en solidité ; là aussi le tissu osseux résistant remplaça le tissu cartilagineux flexible. Non-seulement les mouvements devinrent plus énergiques, ils devinrent aussi plus variés. Les diverses portions du squelette et par suite celles des muscles se différencièrent de plus en plus. Mais comme il y a une étroite corrélation entre le système musculaire et le système nerveux, la fonction et la structure de ce dernier se perfectionnèrent aussi beaucoup. Aussi voit-on que le cerveau des amphibies supérieurs est déjà beaucoup plus développé que celui des poissons et des dipneustes, tandis qu'il en diffère peu chez les amphibies inférieurs.

Comme nous l'avons déjà vu, chez les dipneustes, les organes qui se modifièrent le plus sous l'influence de l'existence amphibie furent ceux de la respiration et de la circulation. Le premier progrès organique, que nécessita le passage de la vie aquatique à la vie terrestre, fut la formation d'un organe respiratoire, d'un poumon. Cela se fit aux dépens d'un organe préexistant, de la vessie natatoire, léguée par les poissons. Tout d'abord la fonction de cette vessie natatoire fut entièrement subordonnée à celle des anciens organes respiratoires, des branchies. C'est ainsi que nous voyons les derniers des amphibies, les sozobranches, passer, comme les dipneustes, une partie de leur vie dans l'eau et par conséquent y respirer par leurs branchies. C'est seulement pendant les courts instants passés par eux à la surface de l'eau ou en rampant sur la terre ferme qu'ils respirent l'air par leurs poumons. Mais déjà une partie des sozoures, des tritons et des salamandres ne vivent dans l'eau que pendant une partie de leur jeunesse, puis se tiennent ensuite le plus souvent sur la terre ferme. A l'état adulte, ces animaux n'ont plus que la respiration aérienne et

pulmonaire. On en peut dire autant des amphibies très-développés, des anoures (grenouilles et crapauds); quelques-uns de ces derniers n'ont même plus de larve branchifère. Il en est de même chez quelques petits amphibies ophioïdes, chez les *cæciliens*, qui vivent dans la terre comme les lombrics.

C'est précisément parce que la classe des amphibies sert de trait d'union entre les vertébrés inférieurs et les vertébrés supérieurs, qu'elle est particulièrement intéressante. Tandis que, par toute leur organisation, les amphibies inférieurs se rattachent immédiatement aux dipneustes et aux poissons, surtout parce qu'ils vivent dans l'eau et y respirent par des branchies, les amphibies supérieurs tiennent directement aux amniotes et vivent comme eux sur la terre ferme, en respirant par des poumons. Néanmoins, dans leur jeunesse, les amphibies supérieurs ressemblent aux autres et ils n'acquièrent une organisation supérieure qu'après une complète métamorphose. L'embryologie de la plupart des amphibies supérieurs répète fidèlement aujourd'hui encore la phylogénie de la classe entière, et au début de sa vie, en sortant de l'œuf, chacune des grenouilles de nos étangs et de nos marais subit la même métamorphose graduelle par laquelle ont passé les vertébrés inférieurs des périodes dévonienne et carbonifère, alors qu'ils changèrent leur vie aquatique pour la vie terrestre.

On sait qu'au sortir de l'œuf, chaque grenouille est à l'état de larve, de têtard, et tout autrement conformée que la grenouille adulte, puisqu'elle a essentiellement l'organisation d'un poisson primitif (pl. III, fig. 13). Le tronc si écourté de la grenouille s'est prolongé en une longue queue, qui a tout à fait la forme et la structure d'une queue de poisson. Point de membres encore. La respiration se fait exclusivement par les branchies d'abord externes, puis internes. En conséquence, le cœur du têtard est, comme celui du poisson, seulement biloculaire; il a une oreillette recevant le sang veineux du corps, et un ventricule qui chasse ce sang dans les branchies par les arcs aortiques.

C'est sous cette forme de poisson que les larves de nos grenouilles nagent en si grand nombre dans nos étangs et nos marais, en se servant de leur queue musculeuse comme d'une nageoire caudale, ainsi que le font les poissons et les larves d'ascidie. Puis, quand les têtards ont atteint une certaine grosseur, commence la curieuse métamorphose du poisson en gre-

nouille. Il se forme, dans la région œsophagienne, un cœcum, qui se divise bientôt en deux poches spacieuses : se sont les poumons; une cloison divise l'oreillette en deux cavités et, en même temps, les troncs artériels subissent d'importantes modifications. D'abord toute la masse du sang allait, par les arcs aortiques, du ventricule cardiaque dans les branchies; maintenant une partie seulement de ce sang va dans les branchies, le reste est charrié dans les poumons à travers l'artère pulmonaire nouvellement formée. Des poumons le sang artériel revient dans l'oreillette gauche, tandis que l'oreillette droite reçoit le sang veineux du corps et, comme les deux oreillettes s'ouvrent maintenant dans le ventricule unique, celui-ci contient un sang mélangé. La forme dipneuste s'est maintenant substituée à la forme poisson. Dans le cours ultérieur de la métamorphose, les branchies et les vaisseaux branchiaux disparaissent; la respiration devient alors exclusivement pulmonaire. Plus tard la longue queue se résorbe et la grenouille bondit alors en appuyant ses pattes sur le sol (93).

Cette curieuse métamorphose des amphibies supérieurs est fort instructive pour la phylogénie humaine; pourtant la plupart des personnes soi-disant éclairées ne s'en doutent pas. Elle est d'ailleurs d'autant plus intéressante que les divers groupes des amphibies actuels se sont arrêtés à des degrés différents de la phylogénie, telle que la reproduit encore l'embryologie, ainsi que nous l'enseigne la loi biogénétique fondamentale.

Au plus bas degré, nous trouvons d'abord l'ordre amphibien des sozobranches (*sozobranchia*), qui gardent leurs branchies pendant toute la durée de leur vie, comme les poissons (94). A cet ordre appartiennent entre autres le protée à branchies (*proteus anguineus*) de la grotte d'Adelsberg, le *siren lacertina* de la Caroline du Sud et l'axolotl du Mexique (*siredon pisciformis*, pl. X, fig. 4). Tous les sozobranches sont pisciformes, de forme allongée, et ressemblent aux dipneustes pour les organes respiratoires et circulatoires. Pourvus à la fois de branchies et de poumons, ces animaux peuvent, suivant le besoin, respirer dans l'eau par leurs branchies, ou dans l'air par leurs poumons. Dans le deuxième ordre, celui des salamandres, les branchies disparaissent chez l'adulte, qui ne respire plus que par des poumons. Cet ordre a été appelé ordre des sozoures (*sozura*), parce que les animaux qui le composent conservent toujours une longue

queue. A cet ordre appartiennent le *triton commun*, si nombreux l'été dans nos étangs, et la salamandre noire, tachetée de jaune (*salamandra*), qui vit dans les bois humides (pl. X, fig. 5). Ils comptent parmi les plus curieux de nos vertébrés, à cause des nombreuses particularités anatomiques qui attestent leur haute antiquité (95). Quelques sozoures, tout en ayant perdu leurs branchies, ont encore conservé les fentes branchiales de chaque côté du cou (*menopoma*). Si l'on oblige les larves de nos salamandres et de nos tritons à ne pas quitter leur milieu aquatique, on peut, les circonstances aidant, réussir à leur faire garder leurs branchies (fig. 119). Tout en restant ainsi à l'état pisciforme, ces animaux deviennent aptes à la reproduction et gardent toujours l'organisation des sozobranches inférieurs, preuve frappante de la puissance de l'adaptation. Il y a quelques années, un sozobranche pisciforme, le *siredon pisciformis*, nous a fourni la contre-épreuve du fait précédent (pl. X, fig. 4). On prit d'abord cet animal pour un sozobranche permanent, conservant toujours l'état pisciforme. Mais, parmi quelques centaines de ces animaux conservés au Jardin des plantes de Paris, quelques individus sortirent de l'eau, on ne sait pourquoi, perdirent alors leurs branchies et prirent une forme analogue à celle des salamandres (fig. 5); dans cet état, ils se reproduisirent. Depuis lors, on a observé nombre de fois ce phénomène, qui fit alors sensation. Les zoologistes ont vu dans ce fait une sorte de prodige, quoique chaque grenouille et chaque salamandre subisse une métamorphose équivalente. Chez ces dernières, en effet, on peut suivre pas à pas la transformation d'animaux aquatiques et respirant par des branchies en animaux terrestres respirant

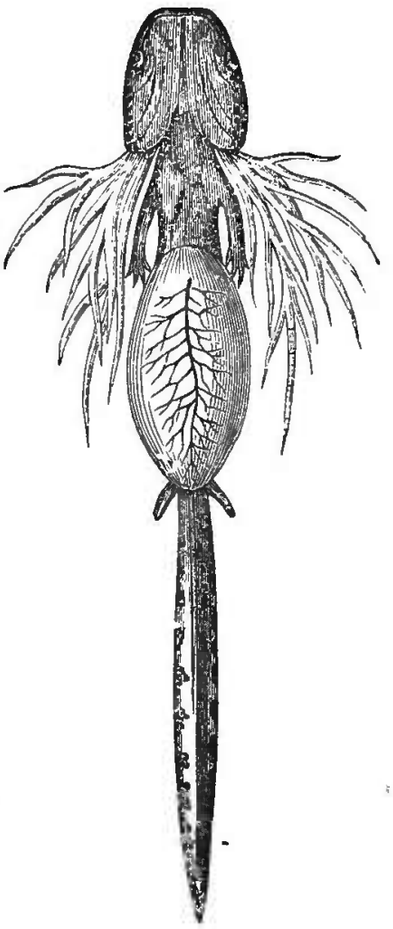


Fig. 119.

Fig. 119. — Larve de la salamandre terrestre tachetée (*salamandra maculata*), vue par la face ventrale. A la partie médiane, un sac vitellin sort encore de l'intestin. Les branchies externes sont modérement ramifiées. Les quatre membres sont encore de fort petite dimension.

par des poumons. Or, ce qui est arrivé à chacun de ces animaux, durant la période embryologique, s'est effectué pour la classe entière durant la période phylogénique.

Dans le troisième ordre amphibien chez les batraciens (*batrachia* ou *anura*), la métamorphose est poussée plus loin encore que chez les salamandres. A cet ordre appartiennent tous les crapauds, grenouilles, rainettes, etc. Durant leur métamorphose, ces animaux perdent, un peu plus tôt, un peu plus tard, non pas seulement les branchies, mais aussi la queue. La métamorphose varie d'ailleurs notablement chez les différentes espèces. La plupart des larves de batraciens perdent leur queue de bonne heure; puis l'animal grandit beaucoup, tout en ayant déjà la forme d'une grenouille. D'autres espèces, par exemple le *pseudes paradoxus* du Brésil et le *pelobates fuscus* de nos pays, restent fort longtemps à l'état de poisson et conservent une longue queue presque jusqu'au moment où ils atteignent leur maximum de croissance; aussi, quand leur métamorphose est complète, ils semblent beaucoup plus petits qu'auparavant. Le phénomène contraire a été observé récemment chez quelques grenouilles où il n'y a plus trace des anciennes métamorphoses; chez elles, l'animal qui sort de l'œuf n'est pas une larve pourvue de branchies et d'une queue, mais une grenouille complète sans branchies et sans queue. Les grenouilles dont nous venons de parler habitent des îles océaniques, dont le climat est très-sec et où souvent l'eau douce manque pendant longtemps. Or, les têtards branchifères ne peuvent se passer d'eau douce; les grenouilles se sont donc adaptées à la localité et ont perdu complétement leurs métamorphoses d'autrefois.

Pour se rendre raison de la perte embryologique des branchies et de la queue, il faut admettre que ces animaux descendent phylogénétiquement de salamandres amphibies munies d'une longue queue. D'ailleurs cette conclusion ressort aussi de l'anatomie comparée des deux groupes. Ces curieuses métamorphoses ont d'ailleurs un intérêt général; car elles jettent une vive lumière sur la phylogénie des singes sans queue et de l'homme. Ces derniers êtres aussi ont eu pour ancêtres des animaux branchifères à longue queue, comme les sozobranches, ainsi que l'établissent irréfutablement la queue rudimentaire et les arcs branchiaux de l'embryon humain.

Durant l'âge palézoïque et vraisemblablement durant la pé-

riode carbonifère, la classe des amphibies a compris une série de formes qu'il faut regarder comme les ancêtres directs des mammifères et aussi de l'homme. Pour des raisons tirées de l'anatomie comparée et de l'embryologie, ce n'est pas, comme on doit s'y attendre, parmi les batraciens sans queue, mais bien parmi les amphibies inférieurs pourvus d'une queue, qu'il nous faut chercher ces ancêtres. Il y a là sûrement deux formes amphibies éteintes, qu'il nous faut considérer comme le treizième et le quatorzième chaînon généalogique de l'homme. Notre treizième ancêtre se rattachait aux dipneustes; comme eux, il possédait des branchies persistantes, mais déjà il avait des pieds pendactyles; s'il vivait encore, nous devrions le ranger dans le groupe des dipneustes, à côté du protée et de l'axolotl (pl. X, fig. 4). Quant à notre quatorzième ancêtre, il avait encore une longue queue, mais déjà il avait perdu ses branchies et devait être voisin des sozoures actuels (pl. X, fig. 5). En 1725, un naturaliste suisse, Scheuchzer, a décrit comme squelette de l'homme contemporain du déluge (*homo diluvii testis*) ([96]) le squelette fossile d'une salamandre éteinte, voisine de la salamandre actuelle du Japon.

Le quinzième ancêtre vertébré, se rattachant aux salamandres et dont il nous faut maintenant parler, serait une sorte de saurien. Il ne nous reste de cet animal aucun débris fossile; il ne ressemble en rien à aucune forme vivante actuelle; pourtant l'anatomie comparée et l'ontogénie nous autorisent à affirmer son antique existence. Nous appellerons cet animal *protamnien*. Tous les vertébrés supérieurs aux amphibies, les trois classes des reptiles, des oiseaux et des mammifères diffèrent si essentiellement, par toute leur organisation, des vertébrés inférieurs dont nous nous sommes occupés, et, en même temps, ils se ressemblent tellement les uns les autres, que nous pouvons les réunir en un même groupe sous la dénomination d'*amniotes* (*amniota*). C'est dans ces trois classes zoologiques qu'apparaît la curieuse enveloppe embryonnaire, l'*amnios*, dont nous avons déjà parlé; cette membrane, qui forme d'abord autour de l'embryon un repli, un mur circulaire, puis constitue une poche close pleine de liquide (voir pl. III, fig. 14 et les figures 78, 86, 87). Cette formation de l'amnios est un fait tout spécial, dont la signification phylogénétique est obscure. On ne saurait en aucune façon la comparer morphologiquement aux formations amnio-

tiques analogues, mais seulement analogues, que l'on observe chez beaucoup d'invertébrés, notamment chez les insectes. Ce n'est sans doute qu'une adaptation ontogénétique purement mécanique, due à la pénétration de l'embryon croissant dans le sac vitellin ([97]).

Tous les amniotes connus, reptiles, oiseaux, mammifères (y compris l'homme), se ressemblent par tant de traits importants de leur organisation et de leur évolution, que l'on ne saurait mettre en doute leur commune descendance d'une même forme ancestrale. C'est ici surtout que les témoignages de l'anatomie comparée et de l'ontogénie méritent pleine confiance. Tout ce qui a trait à la formation amniotique, toutes ces particularités, que vous avez déjà vues dans l'évolution de l'embryon humain, de plus tous les nombreux détails de l'évolution des organes, dont nous parlerons longuement, enfin l'ordonnance générale de la structure du corps chez tous les amniotes adultes, tout cela prouve si clairement la commune extraction de tous les amniotes aux dépens d'une même souche ancestrale disparue, qu'on ne saurait songer à leur assigner une origine polyphylétique, à les faire descendre de plusieurs formes ancestrales distinctes. C'est cette forme ancestale inconnue qui est notre *protamnien*.

Très-vraisemblablement le protamnien s'est formé durant la période permienne, soit au commencement, soit à la fin de cette période. En effet, c'est seulement durant la période carbonifère que les amphibies ont atteint leur complet développement, et, vers la fin de la période permienne, on trouve déjà les premiers reptiles fossiles ou du moins des débris, qui très-probablement appartiennent à des reptiles sauriens (*proterosaurus, rhopalodon*). Pourtant il n'est pas impossible que la première apparition des protamniens ait eu lieu durant une période paléozoïque, durant l'âge carbonifère. D'autres raisons portent, au contraire, à admettre que cette apparition s'est effectuée dans une période plus récente, au commencement de la période triasique, pendant que se déposait le grès bigarré, à une époque durant laquelle d'importantes transformations se sont aussi opérées dans d'autres embranchements zoologiques. Tôt ou tard d'heureuse découvertes paléontologiques nous renseigneront mieux sur ce point. En attendant, c'est à la période carbonifère ou permienne qu'il faut faire remonter l'origine du groupe des amniotes.

Parmi les grandes et fécondes modifications organiques que

subit alors le vertébré, et qui marquèrent le passage de la salamandre amphibie à l'amniote, il en faut noter trois : la perte totale des branchies et la métamorphose des arcs branchiaux en d'autres organes, la formation de l'allantoïde ou sac vésical primitif, et enfin l'origine de l'amnios.

Le principal caractère des amniotes est la perte totale des branchies. Tous les amniotes, même ceux qui vivent exclusivement dans l'eau (les *hydrophis*, les baleines), respirent uniquement l'air par des poumons. Tandis que tous les amphibiens, sauf quelques cæciliens et quelques grenouilles, conservent plus ou moins longtemps des branchies, durant leur jeunesse, et que parfois même ils n'ont pas, pendant toute leur vie, d'autres organes respiratoires, on ne trouve plus trace de la respiration branchiale chez les amniotes. Déjà, chez le protamnien, la respiration aquatique a dû être abolie. Mais, et cela est fort intéressant, les arcs branchiaux persistaient encore et se transformèrent en d'autres organes, en partie rudimentaires; ils formèrent notamment les diverses parties de l'os hyoïde, certaines portions du squelette maxillaire, de l'organe auditif, etc. Mais jamais, même chez les embryons des amniotes, on ne trouve la moindre trace de feuillets branchiaux, de vrais organes respiratoires branchiaux.

A cette perte totale des branchies correspond vraisemblablement la formation d'un autre organe, que je vous ai déjà signalé dans l'embryologie humaine; je veux parler de l'allantoïde ou du sac vésical primitif. La poche urinaire des dipneustes est très-vraisemblablement le rudiment de l'allantoïde. Déjà, chez les dipneustes américains (*lepidosiren*), nous voyons une poche urinaire, se formant aux dépens de la paroi inférieure de l'extrémité intestinale postérieure et servant de réservoir à l'excrétion rénale. Cet organe s'est transmis héréditairement aux amphibies, comme nous le voyons chez les grenouilles. Mais ce fut seulement chez les trois classes supérieures des vertébrés que l'allantoïde prit un développement tout particulier, qu'il fit fortement saillie hors du corps de l'embryon et forma un grand sac plein de liquide, dont la paroi est parcourue par de nombreux et volumineux vaisseaux sanguins. Cette poche allantoïdienne assume une partie des fonctions nutritives; c'est cette vessie primitive qui, chez les mammifères et l'homme, forma la placenta.

La formation de l'amnios et de l'allantoïde, la totale dispari-

tion des branchies et l'usage exclusif de la respiration pulmonaire sont les principaux caractères par lesquels les amniotes se distinguent des vertébrés inférieurs, dont nous nous sommes occupés jusqu'à présent. Il faut y ajouter quelques caractères de second ordre constants chez tous les amniotes et manquant généralement aux animaux sans amnios. Un caractère frappant des amniotes consiste dans une forte incurvation de la tête et du cou de l'embryon, incurvation qui fait totalement défaut aux vertébrés inférieurs ou n'y est que peu accusée. Chez les embryons sans amnios, ou bien l'embryon s'allonge en ligne droite, ou bien l'axe tout entier du corps décrit une voussure correspondant à celle du sac vitellin, qu'il touche par le côté abdominal; mais, en aucun point, la ligne axiale ne se rompt angulairement (voir pl. IV, fig. F, A). Au contraire, chez tous les amniotes, le corps se plie brusquement de bonne heure, de telle sorte que le dos de l'embryon forme une voussure très-accusée, que la tête soit presque à angle droit avec la poitrine et que la queue vienne s'appliquer sur le ventre. L'extrémité caudale s'incurve tellement en dedans, que souvent elle touche presque la région frontale (voir pl. IV et V et les figures 78 et 38). Cette triple incurvation du corps de l'embryon, que nous avons notée dans l'ontogénèse de l'homme et distinguée en courbure sincipitale, courbure cervicale et courbure caudale, est caractéristique et commune aux embryons de tous les reptiles, oiseaux et mammifères. Mais les organes internes des amniotes ont aussi réalisé des progrès inconnus aux plus élevés des animaux sans amnios. Tout d'abord une cloison cardiaque commence à diviser le ventricule unique en deux ventricules, un droit et un gauche. Grâce à la complète métamorphose des arcs branchiaux, l'organe auditif s'est beaucoup perfectionné; de grands progrès ont aussi été réalisés dans la conformation du cerveau, du squelette, du système musculaire, etc. Il faut enfin signaler un important changement, la formation des vrais reins. Jusqu'ici nous n'avons vu chez les vertébrés d'autre appareil excréteur de l'urine que les *reins primitifs,* qui apparaissent aussi de bonne heure chez l'embryon des vertébrés supérieurs, y compris l'homme. Mais, chez les amniotes, ces reins primitifs cessent bientôt de fonctionner, durant la vie embryonnaire, et ils sont remplacés par des « reins secondaires » permanents, provenant de la dernière portion du conduit des reins primitifs.

Que l'on embrasse maintenant d'un coup d'œil toutes ces particularités des amniotes, et l'on se convaincra que tous les animaux de ce groupe, tous les reptiles, les oiseaux et les mammifères ont une commune origine et forment une grande section zoologique, dont toutes les espèces sont consanguines. Mais le genre humain est aussi compris dans cette section. Par toute son organisation et par son embryologie, l'homme est un véritable amniote et, comme tous les autres, il descend du protamnien. Quoique tout le groupe amniotique soit apparu à la fin ou vers le milieu peut-être de l'âge paléozoïque, c'est seulement durant l'âge mésozoïque qu'il a pu atteindre son plein et entier développement. Les deux classes des oiseaux et des mammifères ne se montrent guère que durant cette période. Quant à la classe des reptiles, ce fut seulement alors qu'elle se développa dans toute sa variété, à tel point même qu'on a donné à cette période le nom « d'âge des reptiles ». En admettant qu'on ne doive pas considérer comme un vrai reptile le protamnien éteint, souche ancestrale du groupe, sûrement cet animal se rapprochait beaucoup des reptiles par son organisation (98). De tous les reptiles connus, ce sont certains lézards qui doivent ressembler le plus au protamnien; ce dernier a dû, pour la conformation extérieure, tenir le milieu entre la salamandre et le lézard.

L'anatomie comparée et l'ontogénie du groupe des amniotes nous renseignent clairement sur son arbre généalogique. Les premiers groupes issus du protamnien se divisèrent en deux grands rameaux divergents, qui se développèrent très-différemment. Le premier rameau, celui qui nous intéresse le plus, est la classe des mammifères (*mammalia*). L'autre rameau, qui a évolué dans une direction tout autre et n'a de commun avec le rameau mammifère que l'origine, est le groupe si varié des reptiles et des oiseaux, que l'on peut réunir sous le nom de monocondyliens ou *sauropsides*. La souche ancestrale commune de ce groupe a dû être un reptile éteint, analogue aux sauriens. De cette forme commune sont issus, comme autant de rameaux variés, les serpents, les crocodiles, les tortues, les dinosauriens, en résumé toutes les diverses formes de la classe des reptiles. La curieuse classe des oiseaux elle-même est issue directement d'une des branches du groupe des reptiles ; nous en avons maintenant la certitude absolue. Pendant longtemps les embryons des oiseaux et des reptiles sont identiques, et plus tard ils offrent

encore parfois de frappantes analogies (voir la pl. IV, fig. T et H). La ressemblance organique est si frappante, que pas un anatomiste ne peut plus douter que les oiseaux ne descendent des reptiles. Le rameau mammifère, d'abord confondu avec celui des reptiles, s'en est ensuite pleinement séparé, pour évoluer à part. Le produit ultime de l'évolution du mammifère est l'homme, le soi-disant « couronnement de la création ».

Fig. 1. Centrodus Forsteri

Fig. 2. Sa mâchoire inférieure

Fig. 3. Nageoire

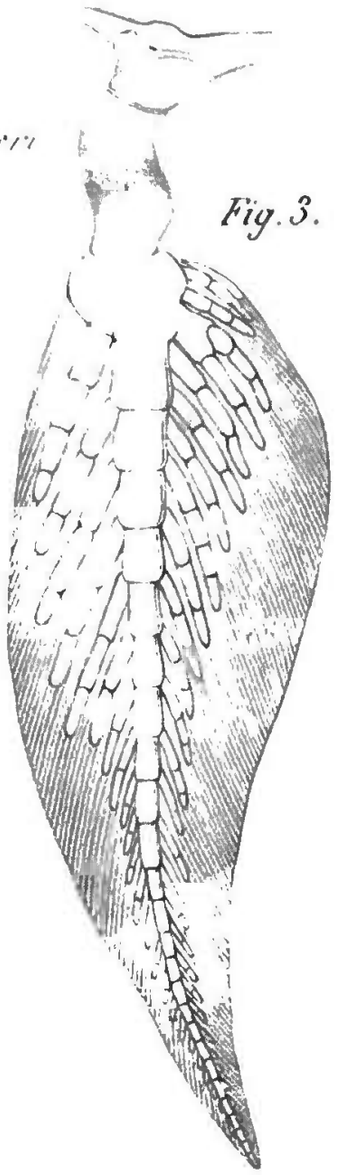


Fig. 3.

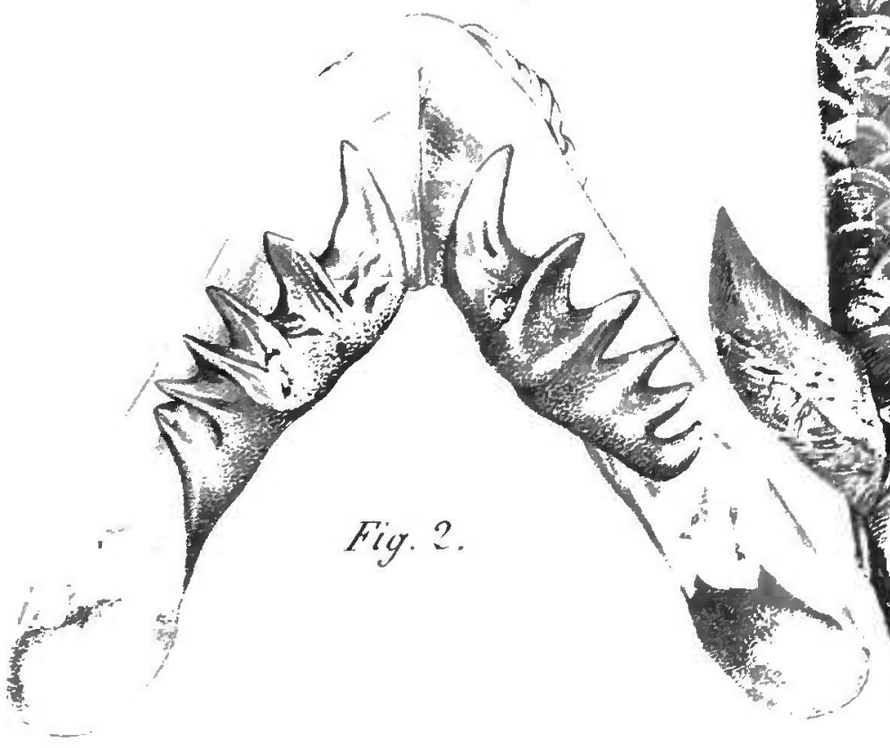
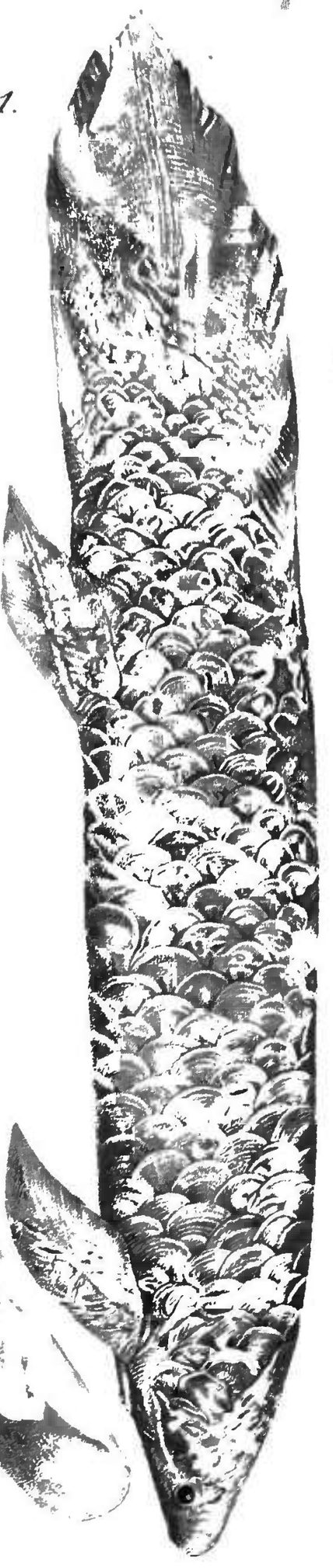


Fig. 2.

Fig. 1.



Imp Becquet Frères

Fig. 4. Siredon piscifórmis

Fig. 4.

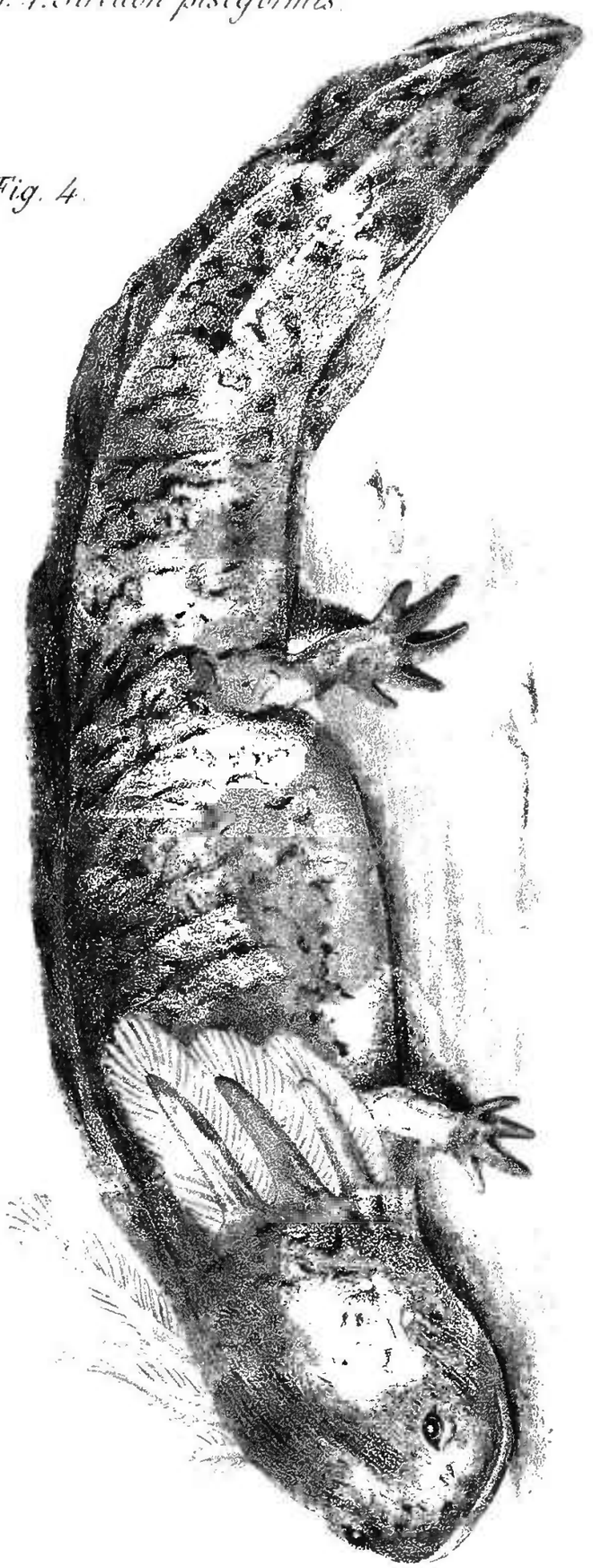


Fig. 5.

Fig. 5

Salamandra maculata

Imt. Becquet Paris.

DIX-NEUVIÈME LEÇON.

LA SÉRIE GÉNÉALOGIQUE DE L'HOMME.

IV Du mammifère primitif au singe.

> Un siècle de recherches anatomiques nous ramène à la conclusion de Linnée le grand législateur de la zoologie taxinomique, savoir : que l'homme appartient au meme ordre que les singes et les lémuriens. Aucun ordre peut-être ne présente une série aussi extraordinaire de gradations allant insensiblement du sommet de la création animale à des étres qui ne sont séparés, comme on le voit, que par un échelon du plus inférieur, du plus petit et du moins intelligent des mammifères placentaliens. Il semble que la nature ait prévu l'orgueil de l'homme et qu'avec une énergie digne de la Rome antique, elle ait voulu qu'au milieu même de son triomphe, la raison humaine fit sortir les esclaves de la foule pour rappeler au conquérant qu'il n'est que poussière.
>
> THOMAS HUXLEY (1863).

L'homme considéré comme mammifère. — Commune descendance de tous les mammifères d'une forme ancestrale unique (promammalien). — Division des amniotes en deux grands rameaux : celui des reptiles et des oiseaux, celui des mammifères. — Date de l'origine des mammifères : la période triasique. — Les trois grandes sections ou sous-classes des mammifères : leurs rapports généalogiques. — Seizième chaînon généalogique : animaux à cloaque (monotrêmes et ornithodelphes). — Les mammifères primitifs éteints (promammaliens) et les ornithorynques actuels (ornithostomes). — Dix-septième chaînon généalogique : animaux à bourse (marsupialiens ou didelphiens). — Marsupiaux éteints et marsupiaux actuels. — Leur situation intermédiaire entre les monotrêmes et les placentaliens. — Origine et organisation des placentaliens ou monodelphiens. — Formation du placenta ou délivre. — La membrane caduque (decidua). — Groupes des décidués et des indécidués. — Formation de la décidue (vera, serotina, reflexa) chez l'homme et les singes. — Dix-huitième chaînon généalogique : makis (prosimiæ). — Dix-neuvième chaînon : singes à queue (menocerca). — Vingtième degré : singes anthropoïdes. — Hommes dépourvus de la parole et hommes pourvus de la parole.

Messieurs,

Parmi les faits zoologiques, sur lesquels nous nous appuyons dans nos recherches au sujet de l'arbre généalogique humain, il n'en est pas de plus important et de plus fondamental que la place de l'homme dans la classe des mammifères (*mammalia*).

Quelque diverse qu'ait été depuis longtemps dans le détail l'opinion des zoologistes au sujet de la place de l'homme dans cette classe des mammifères, de quelque manière que l'on ait conçu les rapports de l'homme avec les groupes simiens les plus voisins, pourtant jamais naturaliste n'a douté que, par son organisation tout entière, par son développement, l'homme ne soit un vrai mammifère. Comme vous pouvez vous en convaincre par un coup d'œil jeté soit dans un musée, soit dans un manuel quelconque d'anatomie comparée, l'homme possède toutes les particularités anatomiques des mammifères, tous les caractères par lesquels ils se distinguent des autres animaux.

Or, si nous examinons phylogénétiquement ces faits anatomiques incontestables, si nous projetons sur eux la lumière de la théorie généalogique, il en sortira aussitôt la conclusion que l'homme et tous les mammifères appartiennent au même groupe et descendent d'une souche commune. Mais les nombreuses particularités communes à la classe des mammifères et qui la distinguent des autres animaux sont telles qu'elles ne permettent point une hypothèse polyphylétique. Il est tout à fait impossible de se figurer que les mammifères actuels ou disparus soient issus de souches diverses. Pour quiconque admet la théorie évolutive, l'hypothèse monophylétique s'impose; il faut accorder que tous les mammifères, y compris l'homme, descendent d'une même forme ancestrale mammifère. A cette forme ancestrale depuis longtemps éteinte et à ses descendants les plus proches n'en différant pas plus que ne diffèrent entre elles les espèces d'un même genre, nous donnerons le nom de *promammaliens* (*promammalia*). Nous avons déjà noté que cette forme ancestrale est sortie du groupe des protamniens, en évoluant dans une toute autre direction que la section des reptiles, qui plus tard a engendré la classe si développée des oiseaux. Les caractères distinctifs des oiseaux et des reptiles sont si frappants que nous pouvons en toute sûreté admettre cette bifurcation originelle de l'embranchement vertébré. Ainsi les reptiles et les oiseaux, que l'on peut réunir sous la commune dénomination de monocondyliens et sauropsides, se ressemblent par une conformation caractéristique du crâne et du cerveau, qui les différencie tout à fait des mammifères. Chez les reptiles et les oiseaux, le crâne s'articule par une saillie condylienne simple avec la première vertèbre cervicale ou *atlas*, tandis qu'il y a deux condyles chez les mammifères et les am-

phibies. Chez les reptiles et les oiseaux, le maxillaire inférieur est composé de plusieurs pièces et il s'articule avec le crâne au moyen d'un os particulier, l'os carré ; chez les mammifères, au contraire, le maxillaire inférieur ne se compose que de deux pièces s'articulant immédiatement avec l'os temporal. Chez les sauropsides, la peau est revêtue d'écailles ou de plumes ; elle est recouverte de poils chez les mammifères. Chez les premiers, les globules rouges du sang ont un noyau ; chez les seconds, ils n'en ont pas. Chez les premiers, les œufs sont très-gros, munis d'un énorme jaune de nutrition ; leur segmentation est partielle (discoïdale) ; chez les seconds, les œufs sont fort petits, sans jaune de nutrition et leur segmentation est totale (pseudototale). Le développement du cerveau est aussi très-différent dans les deux groupes. Enfin les mammifères se distinguent des oiseaux et des reptiles ainsi que de tous les autres animaux, par deux caractères absolument distinctifs : ce sont la présence d'un diaphragme complet et de glandes lactifères destinées à l'allaitement du nouveau-né. C'est seulement chez les mammifères que le diaphragme forme une cloison transversale séparant complétement la cavité viscérale en deux loges, la cavité thoracique et la cavité abdominale (pl. III, fig. 16, *z*). C'est seulement chez les mammifères que le jeune tete la mère, et c'est à bon droit que le nom de la classe entière a été tiré de cette particularité anatomique.

Ces faits importants, fournis par l'anatomie comparée et l'ontogénie, prouvent sûrement que l'embranchement des amniotes s'est bifurqué de bonne heure en deux grands rameaux divergents : d'une part, le rameau des reptiles, d'où plus tard est sorti celui des oiseaux, et, d'autre part, le rameau des mammifères. Des mêmes faits résulte tout aussi sûrement que l'homme est issu du dernier rameau. En effet, l'homme possède tous les caractères des mammifères que nous avons cités et il se distingue par là de tous les autres animaux. Enfin ces faits nous indiquent clairement par quels progrès de l'organisation vertébrée un rameau des protamniens est devenu la souche des mammifères. Les principaux de ces progrès sont : 1° la transformation caractéristique du crâne et du cerveau ; 2° la formation d'un revêtement pileux (Oken appelait les mammifères « animaux pileux ») ; 3° la formation d'un diaphragme complet ; 4° la formation de glandes lactifères et l'adaptation à l'allaite-

ment. Ces modifications en entraînèrent graduellement d'autres, par corrélation, dans d'autres organes.

L'époque de ces grands progrès et par conséquent l'origine de la classe des mammifères, doivent très-vraisemblablement être reportées dans la première section de l'âge mésolithique ou secondaire, dans la période triasique. En effet, les plus anciens débris fossiles de mammifères se rencontrent dans les roches sédimentaires appartenant aux couches supérieures du trias (Keuper). Cependant il n'est pas impossible que les formes ancestrales des mammifères ne soient apparues dès la fin de l'âge paléolithique, dans la période permienne. Aussi, durant l'âge mésolithique tout entier, durant les périodes triasique, jurassique, crétacée, les débris fossiles de mammifères sont rares encore et indiquent que la classe est peu développée. Ce sont les reptiles qui jouent le rôle principal durant cet âge mésolithique; les mammifères leur cèdent le pas de beaucoup. Il est particulièrement intéressant, que tous les fossiles mésolithiques de mammifères appartiennent à l'ancienne et inférieure division des marsupiaux, parfois même au groupe plus ancien encore des animaux à cloaque, des monotrêmes. Nulle trace encore des mammifères supérieurs, des placentaliens. Ces derniers sont de date beaucoup plus récente; on ne commence à trouver leurs restes fossiles que dans l'âge cœnolithique suivant, dans l'âge tertiaire. Ce fait paléontologique est d'autant plus important qu'il s'accorde avec l'ordre d'évolution des ordres mammifères, tel que cet ordre ressort de l'anatomie comparée et de l'ontogénie.

En effet, l'ontogénie nous apprend que la classe des mammifères se divise en trois sections ou sous-classes correspondant aux trois degrés successifs d'évolution phylogénétique. C'est l'illustre zoologiste français de Blainville qui a, le premier, distingué ces trois degrés, lesquels sont en même temps des chainons ancestraux; il basa sa division sur la conformation des organes sexuels femelles et en tira trois groupes, les ornithodelphes, les didelphes et les monodelphes (*delphys* est un mot grec qui signifie utérus). Mais ces trois classes ne diffèrent pas seulement par les organes sexuels, il est quantité d'autres dissemblances qui nous autorisent à formuler les propositions suivantes : les monodelphiens ou placentaliens descendent des didelphes ou marsupiaux et ceux-ci proviennent, à leur tour, des animaux à cloaque ou ornithodelphes.

Il nous faut donc regarder comme seizième chaînon généalogique de l'homme le plus ancien et le plus inférieur des groupes mammifères, la sous-classe des monotrêmes (*monotremata* ou *ornithodelphia*). Comme tous les mammifères inférieurs, ils ont un « cloaque »; c'est un seul orifice d'expulsion pour les excréments, l'urine et les produits sexuels. Chez ces animaux, les canaux urinaires (uretères) et les canaux sexuels débouchent dans la portion la plus inférieure de l'intestin, tandis que, chez tous les autres mammifères, ces organes absolument séparés du rectum et de l'anus s'ouvrent par un orifice spécial, urogénital (*porus urogenitalis*). En outre, chez les monotrêmes, la vessie ou la portion la plus inférieure de l'allantoïde débouche dans le cloaque, et est séparée des deux uretères, qui, chez tous les autres mammifères, s'ouvrent directement dans la vessie. La conformation de la mamelle est aussi toute particulière chez les monotrêmes. Chez eux, la glande mammaire n'est point munie d'un mamelon ou papille; le lait sort par un point de la peau criblé de pertuis, que le jeune monotrême est obligé de lécher. Pour cette raison, on a aussi appelé ces animaux « *amasta* ». En outre, le cerveau des monotrêmes est inférieur à celui de tous les autres mammifères; ainsi le cerveau proprement dit est, chez eux, si petit qu'il ne recouvre pas du tout le cervelet. Les caractères distinctifs du squelette sont nombreux ; mais il faut noter surtout la formation d'une ceinture osseuse scapulaire, qui n'existe pas chez les autres mammifères et ne se retrouve que chez les vertébrés inférieurs, par exemple chez les reptiles et les amphibies (fig. 120). Comme ces derniers, les monotrêmes ont un os coracoïdien (*coracoideum*) très-développé, qui relie l'omoplate au sternum. Chez tous les autres mammifères, et chez l'homme, l'os coracoïdien est atrophié; il fait corps avec l'omoplate et semble n'être qu'une apophyse de cet os. De ces caractères et de beaucoup d'autres moins apparents résulte sûrement que les monotrêmes occupent le dernier rang parmi les mammifères et constituent un type intermédiaire entre les amphibies, spécialement les protamniens et les autres mammifères, à commencer par les marsupiaux.

La forme ancestrale de la classe des mammifères, le promammalien, aura aussi possédé ces caractères intéressants de la classe des amphibies, légués par les amniotes primitifs.

Durant les périodes triasique et jurassique, la sous-classe des

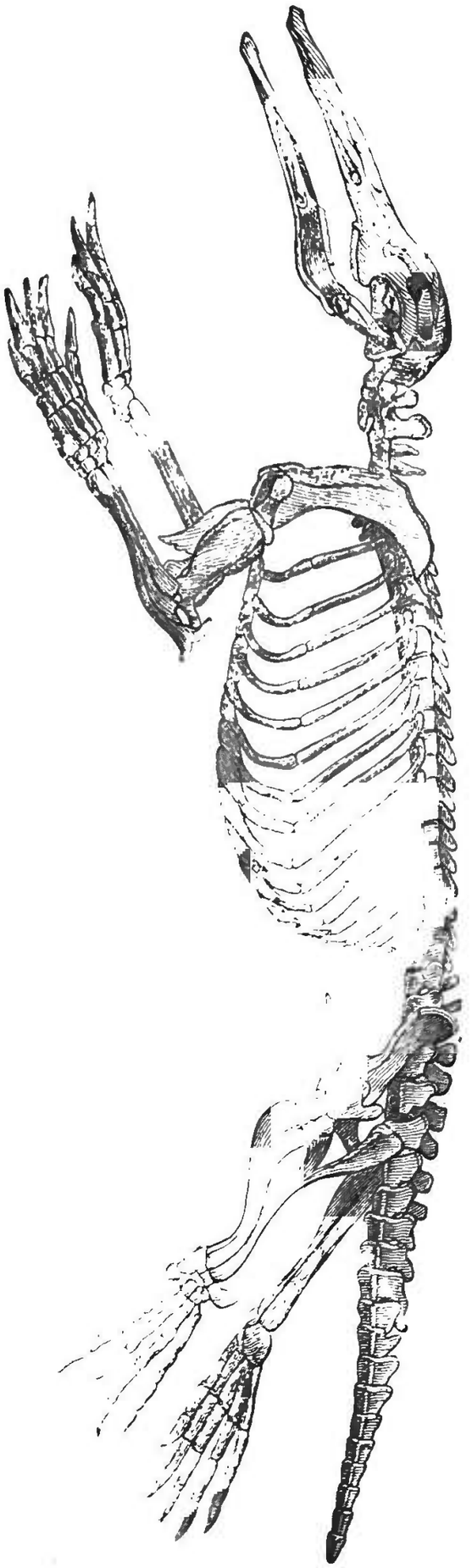


Fig. 120.

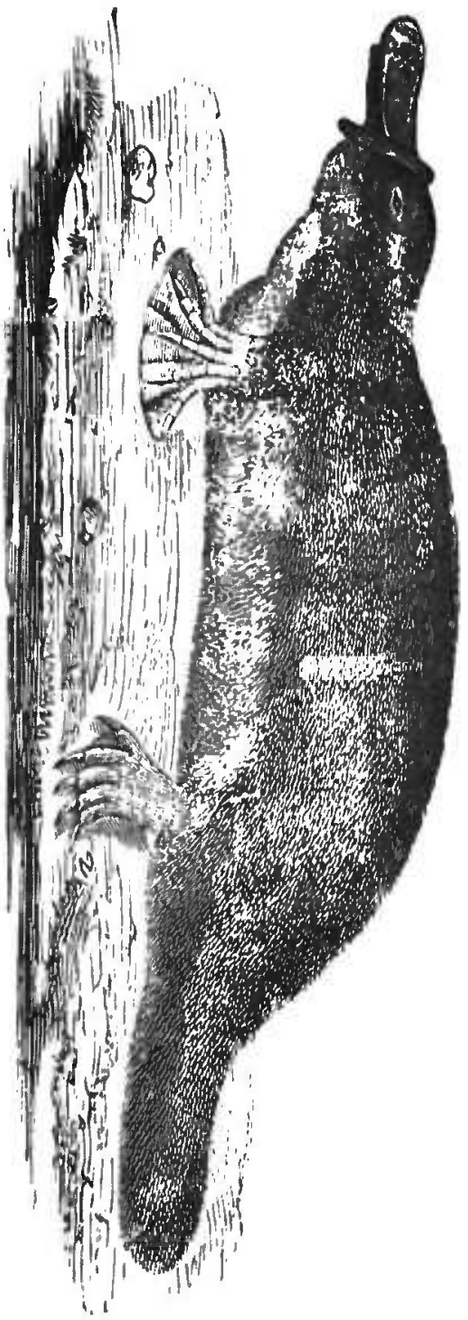


Fig. 121.

monotrèmes fut remplacée par des mammifères primitifs aussi nombreux que variés. Aujourd'hui encore, nous connaissons deux de ces antiques débris, dont nous avons fait la

Fig. 120. — Squelette d'ornithorynque aquatique de la Nouvelle-Hollande (*ornithorynchus paradoxus*).

Fig. 121. — L'ornithorynque aquatique (*ornithorynchus paradoxus*).

famille des *ornithostomes* (*ornithostoma*). Ces deux animaux vivent dans la Nouvelle-Hollande et dans l'île voisine de Van Diemen ou Tasmanie ; tous deux deviennent plus rares d'année en année et bientôt, comme tous leurs pareils, ils ne figureront plus que parmi les animaux éteints. L'une de ces espèces vit dans les fleuves et se construit, à leur embouchure, des habitations souterraines : c'est l'ornithorynque aquatique, bien connu (*ornithorynchus paradoxus*) ; ses pattes sont munies d'une membrane natatoire, il a un pelage doux et épais ; ses mâchoires larges et aplaties ressemblent à un bec de canard (fig. 120, 121). L'autre espèce est terrestre (*echidna hystrix*), très-analogue au fourmilier par son genre de vie, la conformation caractéristique de sa mince trompe et sa longue langue ; cet animal est couvert d'aiguillons et peut se rouler en boule, comme un hérisson. Ces deux ornithorynques n'ont pas de vraies dents osseuses ; sous ce rapport, ils ressemblent aux édentés (*edentata*). Ce défaut de dents est, ainsi que d'autres particularités des ornithostomes, un caractère d'adaptation depuis longtemps héréditaire. Mais les monotrêmes éteints, comprenant les formes ancestrales de toute la classe mammifère, les promammaliens (*promammalia*) avaient sûrement une denture bien développée, que leur avaient léguée les poissons (99). Quelques petites dents molaires, trouvées en Wurtemberg et en Angleterre dans les strates superficielles du triasique supérieur, et qui sont les plus anciens débris connus de mammifères, proviennent vraisemblablement de ces antiques promammaliens. La forme des dents indique que l'animal à qui elles appartenaient se nourrissait d'insectes ; on a appelé l'espèce animale d'où proviennent ces dents *microlestes antiquus*. Récemment on a trouvé dans les terrains triasiques de l'Amérique du Nord des dents appartenant à un autre promammalien, très-voisin du précédent (*dromatherium sylvestre*).

Deux lignées diverses et fort dissemblables de ces promammaliens sont représentées d'une part, par les ornithorynques actuels, d'autre part, par les formes ancestrales des marsupiaux (*marsupialia* ou *didelphia*). Cette seconde sous-classe est fort intéressante ; elle forme entre les deux autres un véritable trait d'union. En effet, tout en conservant une grande partie des particularités propres aux monotrêmes, les marsupiaux ont déjà beaucoup de caractères appartenant aux placentaliens. Il est aussi quelques caractères tout à fait particuliers aux marsupiaux,

par exemple, la conformation des organes sexuels mâles et femelles et la forme du maxillaire inférieur. On trouve, en effet, chez les marsupiaux une apophyse osseuse spéciale; c'est une sorte de crochet horizontal, partant de l'angle du maxillaire inférieur et se dirigeant en dedans. Comme cette particularité manque aux monotrêmes et aux placentaliens, elle suffit à caractériser un marsupial. Or, les débris fossiles que nous trouvons dans les terrains jurassiques et crétacés sont presque tous des maxillaires inférieurs. Seuls, ces maxillaires fossiles nous attestent l'existence de quantité de mammifères mésolithiques; mais pas une autre pièce du squelette n'a été conservée. En raisonnant d'après la logique, que les adversaires « soi-disant exacts » de la théorie généalogique appliquent d'ordinaire à la paléontologie, il en faudrait conclure que le maxillaire inférieur était le seul os de ces mammifères. Pourtant ce fait s'explique tout simplement. En effet, comme ce maxillaire est à la fois un os très-résistant et très-lâchement uni au crâne, il se détache très-facilement du cadavre entraîné par les eaux, tombe au fond de la rivière et y est conservé dans le limon. Le reste du cadavre est entraîné plus loin et détruit peu à peu. Or, puisque tous les maxillaires inférieurs de mammifères trouvés dans les strates jurassiques et dans celles de Stonesfied et de Purbeck, en Angleterre, possèdent cette apophyse spéciale au maxillaire inférieur du marsupial, force nous est de conclure que ces maxillaires inférieurs ont appartenu à des marsupiaux. Il ne semble pas que les placentaliens aient encore existé durant l'âge mésolithique; du moins nous n'en connaissons aucun débris authentique remontant à cette époque.

Les marsupiaux actuels, dont les plus communs sont les kangurous herbivores et les dasyures carnivores (fig. 122), diffèrent beaucoup entre eux par l'organisation, la forme, la taille et, sous maint rapport, ils répondent aux divers ordres des placentaliens. Les marsupiaux vivent, pour la plupart, en Australie, à la Nouvelle-Hollande, sur quelques îles des archipels australien et sud-asiatique; on en trouve aussi quelques espèces en Amérique. Mais aujourd'hui on ne rencontre plus aucun marsupial sur les continents d'Asie, d'Afrique et d'Europe. Il en était tout autrement durant l'âge mésolithique et durant l'âge cénolithique ancien. En effet, les strates neptuniennes de ces périodes renferment des débris de marsupiaux nombreux et très-

variés, quelques-uns provenant d'animaux de la taille des éléphants, et cela dans les régions les plus diverses du globe, même en Europe. Nous devons donc conclure que les marsupiaux actuels ne sont qu'un dernier reste d'un ancien groupe zoologique beaucoup plus développé, dont les espèces variées étaient répandues sur toute la surface terrestre. Durant l'âge tertiaire, les marsupiaux succombèrent dans la lutte pour l'existence avec les placentaliens plus forts, et les derniers spécimens actuels ont peu à peu été graduellement refoulés dans leur habitat actuel si limité.

L'anatomie comparée des marsupiaux actuels nous suggère de très-intéressantes conclusions sur la place moyenne qu'ils occupent en phylogénèse, entre les animaux à cloaque et les placentaliens. Le développement incomplet du cerveau, surtout des hémisphères, la présence chez eux d'os marsupiaux (*ossa marsupialia*), la conformation fort simple de l'allantoïde, qui ne forme point encore de placenta, sont des particularités léguées avec beaucoup d'autres par les monotrêmes. Au contraire, l'os coracoïde autrefois indépendant (*os coracoideum*) s'est confondu dans la ceinture scapulaire. Mais la disparition du cloaque constitue un progrès bien plus important; la cavité rectale et l'anus sont dès lors séparés par une cloison de l'orifice uro-génital (*sinus urogenitalis*). Enfin, tous les marsupiaux ont des mamelons, qui permettent au nouveau-né de teter. Ces mamelons font saillie sur le ventre de la mère, dans une poche soutenue par des os marsupiaux. Dans cette poche, d'où l'on a tiré le nom de toute la sous-classe, la mère porte longtemps les jeunes, qui naissent dans un état fort imparfait, et elle les garde jusqu'à ce qu'ils aient atteint un développement suffisant (fig. 122).

Chez le kangourou géant, qui atteint la taille d'un homme, l'embryon ne reste qu'un mois dans l'utérus; puis il naît très-peu développé encore et se développe dans la bourse maternelle, où il séjourne environ neuf mois, constamment attaché aux mamelons.

De toutes ces particularités et de beaucoup d'autres, spécialement de la conformation interne et externe des organes sexuels dans les deux sexes, il ressort clairement que nous devons considérer toute la sous-classe des marsupiaux comme un groupe ancestral particulier, issu des promammaliens. D'une branche, de plusieurs branches peut-être, de ces marsupiaux sont sorties

plus tard les formes ancestrales des mammifères supérieurs, des placentaliens. Il nous faut donc admettre parmi les ancêtres des placentaliens toute une série de marsupiaux, qui formeront notre

Fig. 122.

dix-septième chaînon généalogique (100). Les cinq derniers chaînons de notre généalogie appartiennent tous au groupe des pla-

Fig. 122. — Le rat à bourse, mangeur d'écrevisses (*philander cancrivorus*). Femelle portant deux petits dans sa bourse abdominale.

centaliens (*placentalia*). Cette troisième et dernière division très-développée de la classe des mammifères est apparue beaucoup plus tardivement sur la scène du monde. Nous ne connaissons aucun fossile de l'âge secondaire ou mésolithique que l'on puisse sûrement attribuer aux placentaliens, tandis que dans toutes les divisions de l'âge tertiaire ou cénolithique on trouve quantité de fossiles placentaliens. De ces données paléontologiques, nous devons provisoirement conclure que cette troisième et dernière section des mammifères est sortie des marsupiaux seulement au commencement de l'âge cénolithique ou au plus tôt à la fin de l'âge mésolithique, durant la période crétacée. Vous avez vu, dans notre tableau d'ensemble des formations et des périodes géologiques, combien cet âge tertiaire ou cénolithique a été relativement court. En comparant la puissance relative des strates appartenant aux diverses formations, nous pouvons dire que la période d'apparition et de développement des mammifères placentaliens représente à peine les trois centièmes de la durée de la vie organique sur la terre. C'est là un fait très-important et très-instructif, qui concorde parfaitement avec notre hypothèse phylogénétique.

Maint caractère saillant distingue les placentaliens des deux groupes inférieurs des mammifères, des monotrêmes et des marsupiaux, dont nous avons parlé. Mais tous ces caractères, l'homme les possède aussi, ce qui est très-significatif. En effet, les faits les plus précis de l'anatomie comparée et de l'ontogénie justifient la proposition suivante : « Sous tous les rapports, l'homme est un vrai placentalien » ; on observe chez lui toutes les particularités anatomiques et embryologiques qui distinguent les placentaliens des deux groupes inférieurs de mammifères et de tous les autres animaux. Parmi ces caractères anatomiques, il faut mentionner avant tout la structure perfectionnée du cerveau, de l'organe psychique. Chez les placentaliens, par exemple, les hémisphères cérébraux sont beaucoup plus développés que chez les animaux inférieurs. C'est seulement chez ces animaux que le corps calleux, la commissure reliant les deux hémisphères cérébraux, atteint son complet développement; chez les monotrêmes et les marsupiaux, cet organe n'est que rudimentaire. Sans doute les derniers des placentaliens, spécialement quelques édentés, se rapprochent beaucoup des marsupiaux par la conformation de leur cerveau; mais il n'en existe pas moins, dans le groupe des placentaliens,

une série progressive de formes cérébrales, qui conduit sans interruption des degrés inférieurs au cerveau perfectionné des singes et de l'homme (voir la XXe leçon).

Chez les placentaliens comme chez les marsupiaux, les glandes mammaires sont pourvues de mamelons; mais jamais on ne trouve chez les mammifères la poche marsupiale, où le fœtus abortif trouve abri et nourriture. Les placentaliens sont aussi dépourvus des os marsupiaux (*ossa marsupialia*) logés, chez les marsupiaux et les monotrèmes, dans la paroi abdominale et dus à l'ossification partielle des tendons des muscles obliques de l'abdomen. On ne trouve que chez quelques carnassiers des rudiments insignifiants de ces os. Quant à l'apophyse en crochet de l'angle du maxillaire inférieur, elle manque généralement chez les placentaliens.

Le vrai caractère exclusif des placentaliens, celui d'où est tiré le nom de toute la classe, est l'existence d'un placenta. Vous n'avez pas oublié que déjà, en parlant de l'allantoïde chez l'embryon humain, nous avons dit quelques mots du placenta. Chez l'embryon de l'homme et de tous les amniotes, on rencontre le sac urinaire, l'allantoïde, se formant à la partie postérieure du canal intestinal (voir fig. 79 *u*, 81 *t*, 82). La mince paroi de ce sac est constituée par les mêmes feuillets que la paroi intestinale, savoir : en dedans, par le feuillet intestino-glandulaire; en dehors, par le feuillet fibro-intestinal. La cavité allantoïdienne est remplie d'un liquide excrété en grande partie par les reins primitifs : c'est de l'urine primitive. De gros vaisseaux sanguins, les vaisseaux ombilicaux, servant à la nutrition et surtout à la respiration embryonnaire, parcourent le feuillet fibro-intestinal de l'allantoïde. Chez les reptiles et les oiseaux, l'allantoïde est un sac volumineux recouvrant à la fois l'embryon et l'amnios, et ne se soudant point avec le chorion. Il en est encore de même chez les monotrèmes et les marsupiaux. Mais c'est uniquement chez les placentaliens que l'allantoïde forme le curieux organe appelé placenta. Essentiellement, le placenta résulte de la pénétration des rameaux vasculaires dans les villosités choriales qui se logent dans les dépressions correspondantes de la muqueuse utérine. Or cette muqueuse est très-vasculaire et la paroi séparant ces vaisseaux utérins maternels des vaisseaux embryonnaires s'amincit extrêmement dans les villosités choriales; aussi il s'effectue, entre les deux ordres de vaisseaux, des échanges matériels, d'où dépend

la nutrition du jeune mammifère. Toutefois il n'y pas communication directe, anastomose entre les vaisseaux maternels et les vaisseaux embryonnaires; il n'y a point de mélange des deux sangs. C'est par transsudation ou diosmose à travers la mince paroi de séparation que s'effectue sans peine le troc des substances nutritives. Plus l'embryon placentalien est volumineux, plus cet embryon séjourne longtemps dans la matrice, plus il a besoin pour se nourrir de formations organiques spéciales. Sous ce rapport, il existe une opposition frappante entre les mammifères supérieurs et les mammifères inférieurs. Chez les monotrêmes et les marsupiaux, où l'embryon séjourne dans la matrice un temps relativement court et où il naît dans un état de grande imperfection, les vaisseaux du sac vitellin et de l'allantoïde suffisent à la nutrition; c'est ce qui arrive chez les oiseaux et les reptiles. Au contraire, chez les placentaliens, où la grossesse dure longtemps, où l'embryon séjourne longtemps dans la matrice, où il se développe complétement avant la rupture des enveloppes embryonnaires, il est besoin d'un nouveau mécanisme pour rendre possible un suffisant apport de substances nutritives; c'est à quoi obvie le développement du placenta.

Mais pour bien comprendre la formation du placenta et de ses modes les plus importants chez les divers placentaliens, pour se bien rendre compte du rôle de cet organe, il nous faut jeter un coup d'œil rétrospectif sur cette membrane d'enveloppe de l'embryon mammifère, que nous avons appelée chorion et membrane séreuse. Vous vous rappelez que nous avons appelé chorion ou membrane ovulaire externe la membrane sans structure qui se forme aux dépens de la membrane vitelline primitive, de la *zona pellucida*. Cette membrane mince et transparente, qui enveloppe étroitement la blastosphère (*blastosphæra*, fig. 19, *b*) résultant de la segmentation, est d'abord glabre; mais elle ne tarde pas à se hérisser de petites papilles, qui sont les villosités primitives du chorion (fig. 35, *a*; fig. 78, $_{1, 2, 3}$, *d'*). Ces villosités sont aussi sans structure; nées par de simples épaississements locaux de la substance de la membrane, elles s'introduisent dans des dépressions correspondantes de la muqueuse utérine et servent à fixer l'ovule.

De bonne heure, chez l'homme, dès la seconde semaine peut-être, ce chorion primaire semble disparaître et est remplacé par le chorion définitif, secondaire. Mais ce second chorion est simplement

« la membrane séreuse », que nous avons vue naître du feuillet germinatif de la vésicule blastodermique (voir fig. 78, $_4$, $_5$, *sh*). Ce n est d'abord qu'une mince membrane glabre, en forme de sphère close enveloppant l'ovule. Mais bientôt ce chorion secondaire se hérisse aussi de petites villosités (fig. 78, $_5$, *chz*). Ces villosités se logent aussi dans des dépressions de la muqueuse utérine et fixent l'ovule. Ce ne sont point des saillies pleines, mais bien des digitations creuses, constituées comme le chorion secondaire tout entier par une mince couche cellulaire, dépendant de la lamelle cornée. Bientôt ces villosités se développent extraordinairement et se ramifient. Partout de nouvelles villosités surgissent entre les premières, et bientôt, chez l'embryon humain dès la troisième semaine, toute la surface externe de l'œuf est revêtue d'une épaisse toison d'élégantes villosités (fig. 82 et 83).

Puis des ramifications vasculaires se développent dans ces villosités creuses ; elles proviennent du feuillet fibro-intestinal de l'allantoïde et sont parcourues par le sang embryonnaire qu'amènent les vaisseaux ombilicaux (fig. 124, *chz*). D'autre part, de riches réseaux sanguins se développent dans la muqueuse utérine, surtout au niveau des dépressions qui logent les villosités choriales (fig. 124, *plu*). Ces réseaux sont parcourus par le sang maternel qu'amènent les vaisseaux utérins. C'est l'ensemble de ces deux groupes de vaisseaux, intimement intriqués et du tissu qui les relie et les environne, que l'on appelle *placenta*. Le placenta est donc formé de deux parties entièrement différentes, mais intimement unies : d'une portion interne ou placenta fœtal, et d'une portion externe ou placenta utérin. La seconde portion est constituée par la muqueuse utérine et ses vaisseaux, la première par le chorion secondaire et les vaisseaux ombilicaux.

Le mode d'union de ces deux portions, la structure, la forme et la grandeur du placenta sont très-dissemblables chez les divers placentaliens ; aussi peuvent-ils servir de base à une classification naturelle et par suite à la phylogénie de toute cette sous-classe. Ainsi nous pouvons diviser les placentaliens en deux sections, celle des placentaliens inférieurs ou indécidués (*indecidua*), et celle des placentaliens supérieurs ou décidués (*deciduata*).

Aux indécidués appartiennent d'abord le grand groupe des

ongulés (*ungulata*) : les tapirs, les chevaux, les porcs, les ruminants, etc., puis les cétacés (*cetacea*) et les fouisseurs (*effodientia*). Chez tous ces indécidués, les villosités sont disséminées sur toute ou presque toute la surface du chorion ; elles sont isolées ou par touffes. Lâchement unies à la muqueuse utérine, elles permettent de séparer sans violence la membrane ovulaire externe et toutes ses villosités de la muqueuse utérine et des dépressions de cette muqueuse, à peu près comme la main se retire d'un gant. En aucun point de la surface de contact les deux portions du placenta ne sont réellement soudées. Aussi, au moment de la naissance, le placenta fœtal est seul détaché ; le placenta utérin n'est point expulsé. Dans ce cas, la muqueuse de l'utérus gravide n'est guère modifiée et, lors de l'accouchement, elle ne subit point de perte de substance directe.

Dans la seconde division des placentaliens supérieurs, la formation du placenta est toute différente. A ce grand groupe des mammifères supérieurs appartiennent les carnassiers, les insectivores, les rongeurs, les éléphants, les chéiroptères et les prosimiens, enfin les singes et l'homme. Chez tous ces déciduates la surface du chorion est tout d'abord revêtue d'une épaisse toison de villosités (fig. 82, 83). Mais bientôt ces villosités disparaissent d'une portion de la surface choriale, tandis qu'elles s'épaississent encore sur le reste. On distingue alors la membrane ovulaire externe glabre (*chorion lævе,* fig. 124, *chl*) et la membrane villeuse (*chorion frondosum,* fig. 124, *chf*). La première n'a que peu ou point de villosités et celles qu'elle possède sont petites ; la seconde membrane est couverte de villosités volumineuses : c'est cette dernière membrane qui forme le placenta des décidués.

Un caractère plus frappant encore des décidués est l'intime connexion existant entre le chorion touffu et les points correspondants de la muqueuse utérine ; il semble y avoir une véritable soudure. Les villosités vasculaires et ramifiées du chorion pénètrent si intimement la muqueuse utérine si richement vascularisée, les deux systèmes de vaisseaux sont tellement intriqués, qu'il est absolument impossible de séparer le placenta fœtal du placenta maternel ; l'un et l'autre placenta forment un tout compacte, un placenta en apparence simple. C'est pourquoi, lors de la naissance, une partie de la muqueuse utérine est expulsée avec la membrane ovulaire adhérente. C'est cette portion de la

muqueuse maternelle que l'on appelle « membrane caduque » (*decidua*), et l'on appelle décidués tous les placentaliens supérieurs pourvus d'une membrane caduque. La chute de la membrane caduque, lors de la naissance, détermine naturellement une hémorrhagie plus ou moins grande, qui ne se produit pas chez les indécidués. Enfin il faut aussi que, chez les décidués, la portion de muqueuse éliminée se régénère après l'accouchement.

Mais, dans le grand groupe des décidués, la formation du placenta et de la caduque ne s'effectue pas toujours de la même manière. Il y a sous ce rapport nombre de différences concordant avec d'autres caractères organiques importants, comme la conformation du cerveau, de la denture, du pied, et dont on a par conséquent le droit de se servir dans une classification phylogénétique. Tout d'abord on peut, d'après la forme du placenta, diviser les décidués en deux grands groupes, suivant que le placenta est annulaire ou discoïde. Chez les décidués à placenta annulaire (*zonoplacentalia*), les deux pôles de l'œuf ellipsoïde sont seuls dépourvus de placenta. Le placenta a la forme d'un large anneau occupant toute la zone moyenne de l'œuf. C'est ce qui arrive chez les carnassiers, aussi bien les carnassiers terrestres (*carnivora*) que les carnassiers aquatiques (*pinnipedia*). On trouve aussi un placenta annulaire chez les chélophores (*chelophora*) : éléphant, hyrax et animaux analogues, que l'on classait autrefois parmi les ongulés. Tous ces zonoplacentaliens appartiennent à une branche collatérale des décidués, dont la parenté avec l'homme est fort lointaine.

Le second groupe est celui des décidués supérieurs, à placenta discoïde (*discoplacentalia*). Ici le placenta est à la fois très-localisé et très-perfectionné. Chez ces animaux, le placenta constitue une masse épaise, fongueuse, ordinairement arrondie ou ovalaire, adhérente seulement à une portion de la paroi utérine. Dans ce cas, la plus grande partie de la surface choriale est naturellement glabre, sans villosités. A ces discoplacentaliens appartiennent les prosimiens et les insectivores, les rongeurs et les chéiroptères, les singes et l'homme. L'anatomie comparée prouve que le groupe fondamental, parmi tous ces ordres, est celui des prosimiens, dont tous les autres discoplacentaliens, peut-être même tous les décidués, sont des rameaux divergents (voir les pl. XVII et XVIII).

Aujourd'hui les prosimiens (*prosimiæ*) n'ont plus que de rares représentants, fort intéressants d'ailleurs ; car ce sont les derniers survivants d'un groupe jadis très-nombreux et très-varié. Ce groupe très-ancien joua vraisemblablement un rôle très-

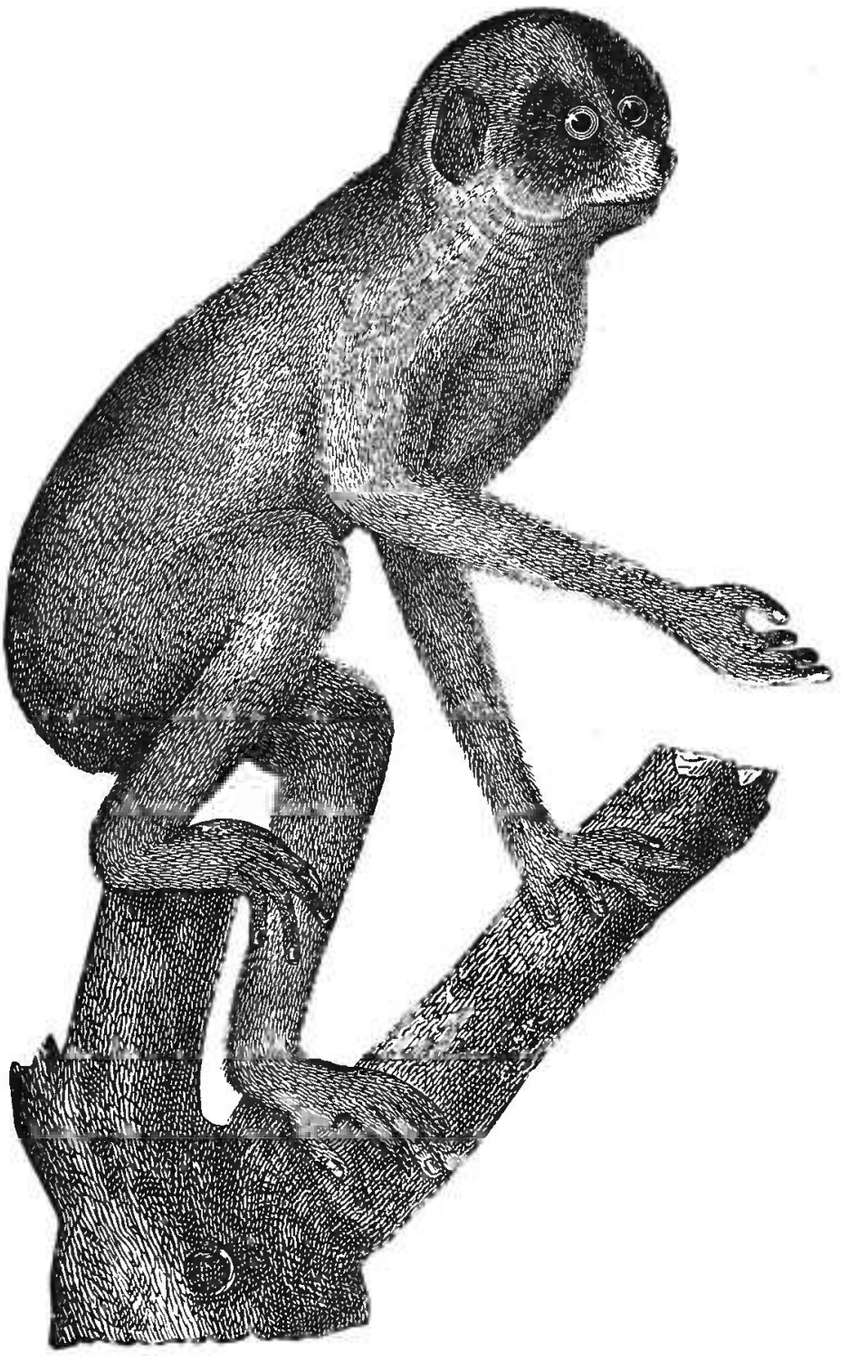


Fig. 123.

important dans l'âge miocène. C'est dans la partie méridionale de l'ancien monde que l'on rencontre les pauvres débris du groupe des prosimiens. La plupart vivent à Madagascar, quel-

Fig. 123. — Le lori grêle (*stenops gracilis*) de Ceylan.

ques-uns dans les îles de la Sonde, quelques autres sur les continents asiatique et africain. En Europe, en Amérique, dans la Nouvelle-Hollande, on ne trouve aucun prosimien ni vivant ni fossile. Ces derniers des prosimiens sont très-dissemblables entre eux. Quelques-uns semblent se rattacher aux marsupiaux, spécialement aux dasyures. D'autres (*macrotarsi*) se rapprochent des insectivores; certains autres (*chiromys*) des rongeurs. Un de leurs genres (*galeopithecus*) se relie directement aux chéiroptères. Enfin, quelques prosimiens sont très-proches voisins des vrais singes (par exemple le lori, *stenops*, fig. 123).

Ces traits de ressemblance si intéressants entre les prosimiens et les divers ordres des discoplacentaliens nous autorisent à conclure que parmi les représentants actuels de ce groupe, se trouvent les types les plus voisins de l'antique forme ancestrale commune. Sûrement parmi les communs ancêtres des singes et de l'homme il y a eu des décidués, que nous rangerions aujourd'hui dans l'ordre des prosimiens, s'ils existaient encore. Cet ordre formera donc le dix-huitième chaînon généalogique, faisant suite aux marsupiaux. Nos ancêtres prosimiens ont dû ressembler aux *brachytarsiens* actuels ou lémurs (*lemur*, *lichanotus*, *stenops*), et comme eux ils devaient mener sur les arbres une vie tranquille, quasi sédentaire. Les prosimiens actuels sont, pour la plupart, des animaux noctambules, doux, mélancoliques et frugivores ([101]).

Aux prosimiens succèdent les vrais singes, qui constituent le dix-neuvième chaînon généalogique du genre humain (*simiae*). Que nul animal ne ressemble tant à l'homme que le vrai singe, c'est un fait qui n'est plus contestable. De même que les derniers des singes sont très-voisins des prosimiens, ainsi les singes supérieurs se rapprochent beaucoup de l'homme. Un soigneux examen de l'anatomie comparée du singe et de l'homme nous fera voir l'organisation simienne passant par un progrès graduel et continu à l'organisation vraiment humaine; puis, en étudiant impartialement cette « question simienne » agitée de nos jours avec un intérêt si passionné, nous aboutirons à la conclusion formulée par Huxley : « Quelque système d'organes que nous envisagions, la comparaison de ses modifications dans la série simienne nous conduira toujours au résultat suivant, savoir, que les différences anatomiques entre l'homme, le gorille et le chimpanzé sont moindres qu'entre le gorille et les singes inférieurs. » Traduit

dans le sens phylogénique, la loi magistralement formulée par Huxley équivaut au dicton populaire : « L'homme descend du singe. »

Pour nous convaincre tout à fait de la légitimité de cette loi, nous examinerons encore une fois les organes, aux modifications desquels nous avons à bon droit attaché une grande valeur dans le cours de notre exposé phylogénétique; je veux parler du placenta et de la *decidua*. Chez l'homme et le singe, le placenta discoïde et la decidua ne diffèrent pas, d'une manière générale, des mêmes organes chez les autres discoplacentaliens. Si l'on descend pourtant aux détails délicats de la structure anatomique, il est des particularités par lesquelles l'homme et le singe se distinguent des autres décidués. Ainsi, dans la caduque de l'homme et des singes, on distingue trois portions, que l'on appelle décidue externe, décidue interne et décidue placentaire. La caduque externe de la vraie décidue (*decidua externa, vera*) est cette partie de la muqueuse utérine qui tapisse la cavité utérine, en dehors de la portion placentaire (fig. 124, *dv*). La caduque placentaire (*decidua placentalis, serotina*, fig. 124, *plu'*) est simplement le placenta maternel (*placenta uterina*), c'est-à-dire cette portion de la muqueuse utérine qui est étroitement unie aux villosités choriales du placenta fœtal (*placenta fœtalis*). Quant à la fausse caduque ou caduque interne (*decidua interna* ou *reflexa*, fig. 124, *dr*), c'est cette portion de la muqueuse utérine, recouvrant à l'état de mince membrane, adhérente, le reste

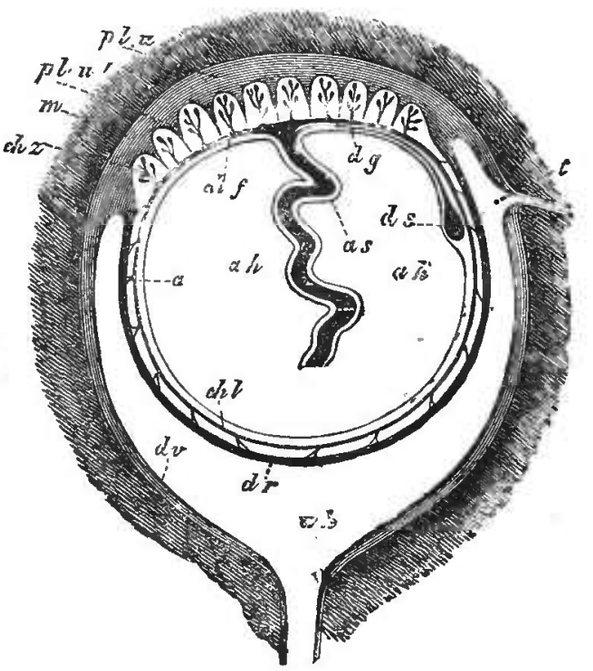


Fig. 124.

Fig. 124. — *Enveloppes ovulaires de l'embryon humain* (figure schématique, d'après Koelliker). *m*, paroi musculaire de l'utérus. *plu*, placenta utérin. *plu'*, couche interne de ce placenta. *dv*, decidua vera. *dr*, decidua reflexa. *chl*, membrane ovulaire glabre (chorion laeve). *chf*, placenta fœtal (chorion frondosum) avec ses villosités, *chz*. *a*, amnios. *ah*, cavité amniotique. *as*, cordon ombilical revêtu par l'amnios. *dg*, canal vitellin. *ds*, sac vitellin. *t*, oviducte. *uh*, cavité utérine.

de la surface ovulaire, la surface glabre (*chorion lævе*, fig. 124, *chl*).

On se fit d'abord au sujet de l'origine de ces trois caduques des idées erronées, qui se reflètent encore dans les dénominations conservées; mais cette origine est évidente : la caduque externe, *decidua vera*, est la couche superficielle de la muqueuse, cette partie modifiée, destinée à être expulsée. La caduque placentaire, *decidua serotina*, est cette portion de la précédente caduque qui s'unit intimement aux villosités choriales, se transforme et fait partie du placenta. La caduque interne, *decidua reflexa*, est un repli muqueux, annulaire, qui se détache au niveau de la ligne de séparation des deux caduques précédentes, recouvre l'œuf, en croissant avec lui, comme une sorte d'amnios ([102]).

C'est seulement chez les singes que l'on retrouve les traits anatomiques spéciaux de la membrane ovulaire humaine. Chez les autres discoplacentaliens, on trouve des différences plus ou moins importantes, dont le caractère est généralement une plus grande simplicité. Ces différences portent, par exemple, sur la structure plus fine du placenta, sur la soudure des villosités choriales avec la caduque sérotine. Parvenu à son plein développement, le placenta humain est un disque arrondi, plus rarement ovalaire, spongieux, mou, ayant 6 à 8 pouces de diamètre, environ 1 pouce d'épaisseur et pesant une livre à une livre 1/2. La surface externe convexe, en rapport avec l'utérus, est villeuse; la surface interne concave limitant la cavité ovulaire est glabre et recouverte par l'amnios (fig. 124, *a*). Vers le milieu du placenta s'implante le cordon ombilical (*funiculus umbilicalis*), provenant du pédicule allantoïdien, comme nous l'avons dit plus haut. Ce cordon est revêtu d'un étui amniotique (fig. 124, *as*), qui, à l'extrémité ombilicale du cordon, se continue immédiatement avec la peau abdominale. Le cordon ombilical, pleinement développé, est cylindrique, roulé en spirale autour de son axe, d'une longueur d'environ vingt pouces, d'un diamètre d'un pouce. Il est constitué par du tissu cellulaire muqueux (la « gelée de Wharton ») englobant les débris du canal vitellin et des vaisseaux vitellins, ainsi que les gros vaisseaux ombilicaux : savoir, les deux artères ombilicales (extrémité des aortes primitives) conduisant au placenta le sang de l'embryon, et la grosse veine ombilicale ramenant le sang au cœur de

l'embryon. Les nombreux et fins rameaux de ces vaisseaux ombilicaux se distribuent aux villosités choriales ramifiées du placenta fœtal, et finissent par pénétrer avec ces villosités et suivant un mode tout spécial dans de larges lacunes sanguines, existant dans le placenta utérin et remplies de sang maternel. Ces particularités anatomiques, aussi complexes que délicates, dans le mode d'union du placenta maternel et fœtal, ne s'observent que chez l'homme et les singes supérieurs; chez les autres décidués, elles diffèrent plus ou moins. De même la longueur du cordon ombilical est proportionnellement plus grande chez l'homme et le singe que chez les autres mammifères.

Sous ce rapport et aussi par tout autre trait morphologique, l'homme fait partie de l'ordre des singes et ne saurait en être séparé. Déjà le grand fondateur de la taxinomie naturelle, Ch. Linnée, avait prophétiquement réuni dans un même groupe le groupe des *primates*, c'est-à-dire des suzerains du règne animal, l'homme, les singes, les prosimiens et les chéiroptères. Plus tard, les naturalistes subdivisèrent l'ordre des primates. L'anatomiste de Göttingen, Blumenbach, institua pour l'homme un ordre particulier, qu'il appela ordre des bimanes (*bimana*); il réunissait dans un deuxième ordre, sous le nom de quadrumanes (*quadrumana*), les singes et les prosimiens; les parents éloignés de ces derniers, les chéiroptères (*cheiroptera*), formèrent un troisième ordre. La distinction des bimanes et des quadrumanes a été maintenue par Cuvier et la plupart des zoologistes qui lui ont succédé. Cette division, qui au premier abord semble capitale, est tout à fait sans fondement. C'est ce qu'a démontré, en 1863, le célèbre zoologiste anglais Huxley. Par d'exactes observations d'anatomie comparée, il prouva que les singes sont tout aussi bimanes que l'homme ou, si l'on veut, que l'homme est aussi quadrumane que les singes. Huxley établit nettement que jusqu'ici l'on avait eu le tort de définir la main et le pied d'après la physiologie au lieu de se baser sur la morphologie. Le fait que le pouce de notre main est opposable aux quatre autres doigts et peut servir à la préhension semble à première vue caractériser la main; car, chez l'homme, le gros orteil n'est pas opposable aux autres. Au contraire, le pied postérieur des singes est tout aussi préhensible que l'antérieur, c'est pourquoi on appelle les singes quadrumanes. Mais beaucoup d'hommes des races humaines inférieures, surtout parmi les nè-

gres, se servent de leur pied comme d'une main. Par une habitude prise de bonne heure, par un long exercice, ils arrivent à saisir avec le pied les rameaux des arbres, par exemple, aussi bien qu'avec la main. Nos enfants nouveau-nés peuvent aussi saisir avec le gros orteil; ils s'en servent, par exemple, pour tenir une cuiller aussi solidement qu'avec la main. Cette différenciation *physiologique* de la main et du pied ne supporte pas l'examen et n'a pas de base scientifique. Ce sont des caractères morphologiques qu'il nous faut trouver.

Or, cette différenciation purement morphologique, c'est-à-dire uniquement fondée sur la structure anatomique de la main et du pied, est très-possible. Dans la conformation des os et des muscles, il existe des différences essentielles et constantes, aussi bien chez l'homme que chez les singes. Il y a, par exemple, une différence essentielle, dans l'arrangement et le nombre, entre les os du carpe et les os du tarse. Il y a aussi des différences constantes dans la musculature. Ainsi on trouve au pied trois muscles, un court fléchisseur, un court extenseur, un long péronier, qui font défaut à l'extrémité antérieure. L'arrangement des muscles diffère aussi en avant et en arrière. Ces différences caractéristiques sont communes à l'homme et aux singes. Nul doute, par conséquent, que le pied du singe ne mérite cette dénomination aussi bien que celui de l'homme et que tous les vrais singes ne soient aussi *bimanes* que l'homme. La prétention de faire des singes des *quadrumanes* est donc sans fondement.

Mais n'y aurait-il pas d'autres caractères, par lesquels l'homme se distinguerait des singes autant que les diverses espèces de singes se distinguent les unes des autres? A cette question Huxley a répondu négativement et d'une manière si décisive, qu'il n'y a plus à tenir compte de l'opposition qu'on lui a faite de bien des côtés. Appuyé sur des recherches précises d'anatomie comparée embrassant le corps tout entier, Huxley a prouvé l'importante proposition suivante : savoir, qu'entre les singes supérieurs et les singes inférieurs, il y a plus de différences qu'entre les singes supérieurs et l'homme. En conséquence, Huxley rétablit l'ordre des primates de Linnée, en en exceptant les chéiroptères, et il le divisa en trois sous-ordres : l'ordre des prosimiens (*lemurida*), l'ordre des vrais singes (*simiadæ*) et l'ordre des hommes (*anthropidæ*) ([103]).

Pourtant, si l'on veut être conséquent, écarter tout préjugé, se conformer rigoureusement aux lois de la logique taxinomique, on doit donner bien plus d'extension à la loi formulée par Huxley Comme je l'ai démontré en 1866, quand je traitai cette question dans ma Morphologie générale, il faut faire au moins un pas en avant et mettre l'homme à sa place naturelle dans une des divisions de l'ordre des singes. Tous les caractères du groupe des vrais singes se retrouvent chez l'homme et manquent aux autres singes. On n'est donc nullement fondé à assigner à l'homme une place spéciale, en dehors du sous-ordre des vrais singes.

Depuis longtemps déjà on a divisé le sous-ordre des vrais singes en deux grands groupes, se distinguant, entre autres caractères, par leur distribution géographique. L'un de ces groupes, celui des hespéropithèques (*hesperopitheci*), habite le nouveau monde; l'autre groupe, celui des éopithèques (*heopitheci*), vit dans l'ancien monde, en Asie, en Afrique; il exista même autrefois en Europe. Tous les singes de l'ancien monde possèdent, comme l'homme, l'ensemble des caractères servant en taxinomie zoologique à différencier les deux groupes de singes. Parmi ces caractères, il faut mettre en première ligne la denture. On objectera peut-être que la denture joue un rôle secondaire en physiologie et que, dans une aussi grave question, on ne saurait y attacher une telle valeur. Mais ce n'est pas à tort que l'on prise si haut la conformation dentaire et les taxinomistes ont pleinement raison de se baser surtout, depuis un demi-siècle, sur la conformation des dents pour différencier et classer les ordres de mammifères. Le nombre, la forme, l'arrangement des dents se transmettent par hérédité, dans l'ordre des mammifères, beaucoup plus sûrement que la plupart des autres caractères zoologiques. La disposition des dents, chez l'homme, vous est connue. A l'état adulte, l'homme possède 32 dents, savoir : 8 incisives, 4 canines, 20 molaires. Les incisives supérieures diffèrent des inférieures. A la mâchoire supérieure, les incisives internes sont plus volumineuses que les externes; c'est l'inverse que l'on observe pour les incisives inférieures. Après les incisives vient, de chaque côté, aux deux mâchoires, une dent canine, plus grosse que les incisives. Parfois, chez l'homme, comme chez la plupart des singes et beaucoup d'autres mammifères, la canine fait une forte saillie et devient une sorte de défense. En allant toujours de dedans en

dehors, on trouve, à droite et à gauche, aux deux mâchoires, cinq molaires. De ces molaires, les deux antérieures sont plus petites, pourvues d'une seule racine, et se renouvellent par seconde dentition; ce sont les fausses molaires. Les trois postérieures, beaucoup plus grosses, ont trois racines et leur éruption ne se fait qu'après la seconde dentition; ce sont les vraies molaires. Or, tous les singes connus de l'ancien monde, tous les singes vivants et fossiles en Asie, en Afrique, en Europe, ont la même denture que l'homme. Au contraire, tous les singes du nouveau monde, sans parler de petites différences dans la forme des dents, ont une fausse molaire de plus à chaque mâchoire, de chaque côté. Ils ont donc six molaires à chaque demi-mâchoire, en tout 36 dents. Cette différence caractéristique entre les deux groupes de singes est si constante qu'elle est pour nous d'une grande valeur, d'autant plus qu'elle s'accompagne d'autres différences constantes aussi. Pourtant une petite famille de l'Amérique méridionale fait exception. Les gracieux petits singes hapalidès (*hapalida*), auxquels appartiennent le *midas* et le *jacchus*, n'ont que cinq molaires à chaque demi-mâchoire et, par là, semblent se rapprocher des singes de l'ancien monde. Mais un examen plus attentif montre qu'ils ont trois fausses molaires, comme tous les singes américains; ils ont seulement perdu la dernière vraie molaire. Cette exception apparente ne fait donc que confirmer la valeur des caractères tirés de la denture.

Fig. 125.

Parmi les autres caractères distinctifs des deux groupes simiens, il faut noter d'abord la conformation du nez. Tous les singes du vieux monde ont le nez conformé comme celui de l'homme; chez eux, une mince cloison sépare les deux fosses nasales, de sorte que les narines regardent en bas. Chez quelques singes de l'ancien monde, le nez est même aussi saillant, aussi bien conformé que celui de l'homme. Déjà nous avons cité le singe nasique, qui a un nez presque aquilin (fig. 125). Sans doute, tous les singes du vieux monde ont le nez quelque peu

Fig. 125. — Tête du singe nasique (*semnopithecus nasicus*).

aplati, par exemple, comme celui du *cercopithecus petaurista* (fig. 126); pourtant, chez tous ces singes, la cloison nasale est étroite et mince.

Mais la conformation du nez est toute autre chez les singes américains. Chez eux, la cloison nasale est élargie à sa partie inférieure, les ailes du nez ne sont point développées et, par suite, les narines sont dirigées en dehors. Cette conformation du nez est caractéristique et se transmet si exactement dans les deux groupes simiens, que l'on a pu appeler les singes du nouveau monde platyrhiniens (*platyrhinae*), et les singes de l'an-

Fig. 126.

cien monde catarhiniens (*catarhinae*). Les platyrhiniens ont, en général, une organisation inférieure; leur cerveau n'atteint jamais le haut degré de développement où il arrive chez la plupart des catarhiniens et qui s'élève à son apogée chez l'homme.

La division de l'ordre des singes en deux sous-ordres, celui des platyrhiniens et celui des catarhiniens, d'après les caractères rigoureusement héréditaires dont nous avons parlé, est généralement acceptée aujourd'hui par les zoologistes, et elle est fortement appuyée par la distribution géographique des deux groupes dans l'ancien et le nouveau continent. De ce fait la

Fig. 126. — Le *cercopithecus petaurista.*

phylogénie déduit immédiatement que, de très-bonne heure, deux lignées divergentes se sont détachées de l'antique forme ancestrale des singes; de ces deux lignées, l'une s'est propagée sur le nouveau, l'autre sur l'ancien monde. Sûrement platyrhiniens et catarhiniens descendent d'une même souche ancestrale; mais ces deux types caractérisés, l'un par un nez large et trois fausses molaires à chaque demi-mâchoire, l'autre par un nez étroit et deux fausses molaires, doivent être considérés comme deux descendants divergents du singe primitif, de l'antique ancêtre commun de tout l'ordre.

Que ressort-il de ce fait pour la généalogie humaine? Chez l'homme, nous retrouvons exactement les mêmes caractères, la même conformation spéciale des dents, du nez, que chez les catarhiniens. Force nous est donc, en classant les primates, de ranger l'homme parmi les catarhiniens. Mais la phylogénie conclut de ce fait, que l'homme est sûrement parent des singes de l'ancien monde et descend, comme tous les catarhiniens, d'une même forme ancestrale. Par son organisation tout entière, par son origine, l'homme est un vrai singe catarhinien; il s'est formé, dans l'ancien continent, aux dépens d'une forme catarhinienne actuellement disparue. Quant aux singes du nouveau monde ou platyrhiniens, ils représentent un rameau divergent de notre arbre généalogique et ce rameau n'a avec l'homme qu'une relation généalogique fort lointaine.

Voilà donc la recherche de nos parents les plus proches circonscrite dans un petit groupe, assez pauvre, par le sous-ordre des catarhiniens ou éopithèques. Il s'agit maintenant de savoir quelle place occupe l'homme dans ce sous-ordre et si cette place nous peut fournir des renseignements plus explicites sur la formation de nos ancêtres immédiats. Les recherches profondes et judicieuses qu'Huxley a consignées dans son livre « Sur la place de l'homme dans la nature » et qui ont trait à l'anatomie comparée de l'homme et des divers catarhiniens nous aideront à élucider cette question. De ce travail ressort sans conteste, que les différences entre l'homme et les catarhiniens supérieurs (gorille, chimpanzé, orang) sont, sous tous les rapports, plus faibles que celles qui existent entre ces derniers et les catarhiniens inférieurs (cercopithèque (fig. 126), macaque, pavian). Bien plus, dans le petit groupe des singes anthropoïdes sans queue, les divers genres diffèrent autant les uns des autres que de l'homme. C'est

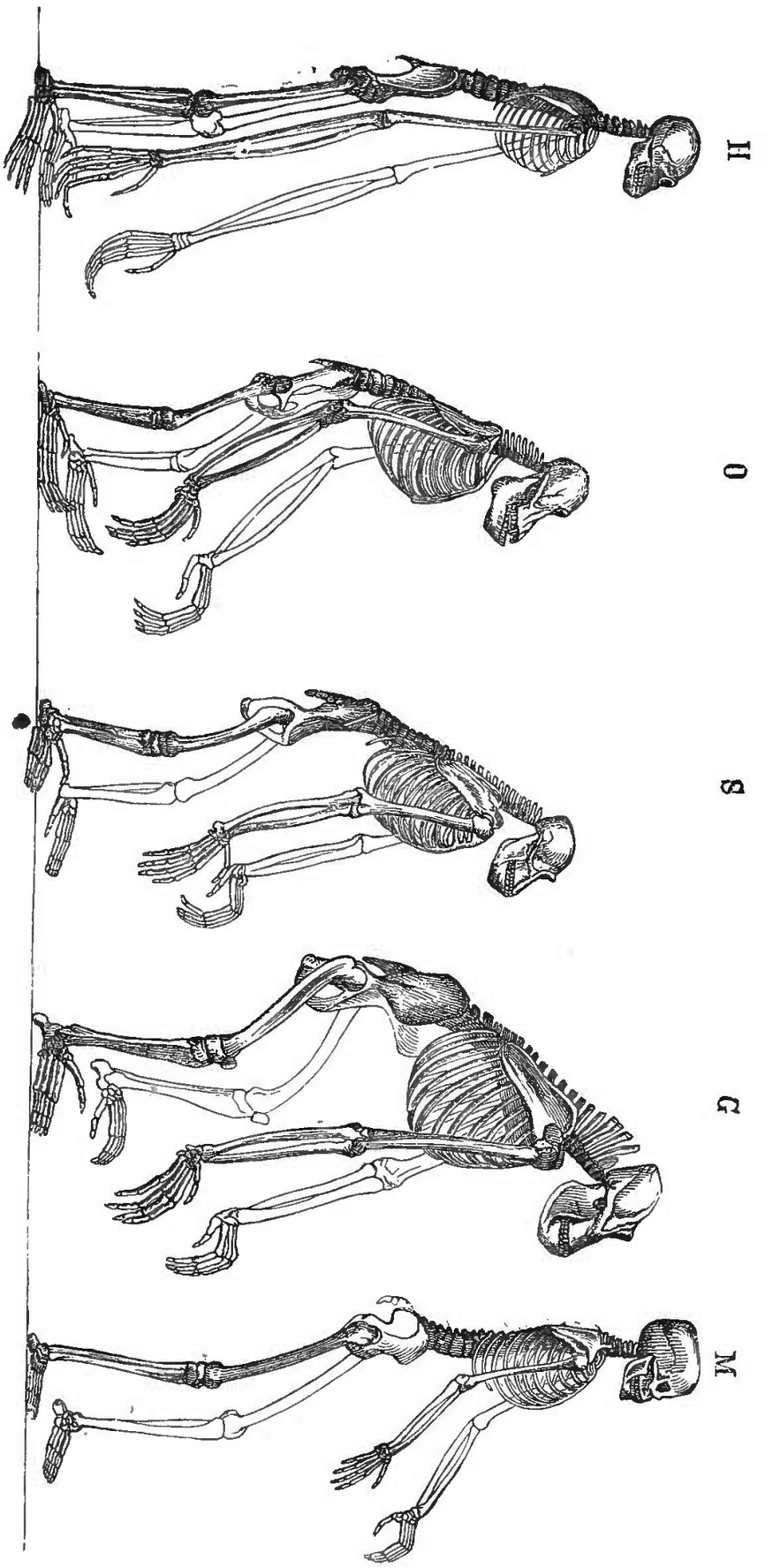


Fig. 127-131.

Fig. 127-131. — Squelette de l'homme (fig. 131) et des quatre genres anthropoïdes. Fig. 127, gibbon. Fig. 128, orang. Fig. 129, chimpanzé. Fig. 130, gorille. (D'après Huxley.)

ce que démontre un simple coup d'œil jeté sur la série des squelettes ci-contre groupée par Huxley (fig. 127-131).

S'il vous était maintenant possible de comparer en détail le crâne et la colonne vertébrale, la cage costale, les membres, le système musculaire, le système circulatoire, le cerveau, un examen impartial vous conduirait toujours à la même conclusion, savoir : qu'entre l'homme et les autres catarhiniens il n'y a pas plus distance qu'il n'y en a entre les genres extrêmes de ce groupe (par exemple le gorille et le pavian). Nous pouvons donc maintenant compléter l'importante loi de Huxley par la proposition suivante : « Quelques systèmes d'organes que nous considérions, la comparaison de ses modifications dans la série des catarhiniens conduit au même résultat, savoir : qu'entre l'homme et les catarhiniens supérieurs (orang, gorille, chimpanzé) les différences ne sont pas aussi grandes que celles qui distinguent entre eux les catarhiniens les plus inférieurs (cercopithèque, macaque, pavian). »

Par conséquent la preuve que l'homme descend des autres catarhiniens est déjà complétement faite. Quelques autres conclusions de détail que nous puissent suggérer les futures recherches sur l'anatomie comparée et l'ontogénie des catarhiniens actuels, ainsi que sur les catarhiniens fossiles, aucune découverte n'ébranlera jamais l'importante proposition que nous venons de formuler. Naturellement nos aïeux catarhiniens ont passé par toute une série de formes avant d'aboutir à la plus parfaite, à la forme humaine. D'importants progrès ont déterminé la différenciation de l'homme des catarhiniens les plus proches, « la création de l'homme »; ces progrès sont les suivants : l'accoutumance à la station droite et par suite la différenciation plus accusée des membres antérieurs et postérieurs, le développement du langage articulé et de son organe, le larynx, avant tout le perfectionnement du cerveau et de ses fonctions, c'est-à-dire de l'âme; dans tout cela, la sélection sexuelle joue un rôle capital, comme Darwin l'a démontré dans son célèbre ouvrage sur cette sélection ([104]).

Ces progrès furent marqués, chez nos ancêtres catarhiniens, au moins par quatre chaînons généalogiques, caractérisant les principales époques de « l'humanisation ». Le dix-neuvième chaînon généalogique sera représenté par les premiers catarhiniens, les plus inférieurs; issus des prosimiens, ils s'en distinguèrent par

la formation caractéristique de la tête catarhinienne, la structure des dents, du nez et du cerveau. Ces antiques ancêtres du groupe catarhinien étaient très-velus et pourvus d'une longue queue, aussi les appelle-t-on ménocerques (*menocerca*) (fig. 126). Comme les prosimiens, ils vivaient déjà durant la période éocène de l'âge tertiaire, ainsi que nous l'apprennent leurs débris fossiles. De tous les ménocerques actuels, les semnopithèques (*semnopithecus*) sont peut-être les plus voisins de ces types fossiles (fig. 125) ([105]).

Le vingtième chaînon généalogique sera formé par les anthropoïdes (*anthropoïdes*). On désigne ainsi les catarhiniens supérieurs, les plus voisins de l'homme. Issus des catarhiniens précédents, ils en provinrent en gardant la queue, une partie du pelage, en acquérant un cerveau mieux conformé, ce qui entraîna la prédominance du crâne cérébral sur le crâne facial. Cette curieuse famille n'a plus que de rares représentants, formant un groupe africain et un groupe asiatique. Les anthropoïdes africains paraissent habiter seulement l'Afrique occidentale et tropicale; mais sans doute plusieurs de leurs espèces sont disséminées dans l'Afrique centrale. Nous n'en connaissons bien que deux espèces : le gorille (*pongo gorilla* ou *gorilla engina*), le plus grand de tous les singes (fig. 130), et le chimpanzé, de moindre taille (*pongo troglodytes* ou *engeco troglodytes*), commun aujourd'hui dans nos jardins zoologiques (fig. 129). Les deux anthropoïdes africains sont noirs et dolichocéphales, comme les nègres du même continent. Au contraire, les anthropoïdes asiatiques sont d'ordinaire bruns ou jaune-bruns, brachycéphales, comme les Malais et les Mongols. Le plus grand des anthropoïdes asiatiques est l'orang ou orang-outang (fig. 128). Il habite les îles de la Sonde (Bornéo, Sumatra) et est de couleur brune. On en distingue maintenant deux espèces : le grand orang (*satyrus orang*) et le petit orang (*satyrus morio*). Un genre de petits anthropoïdes (fig. 127), le genre gibbon (*hylobates*), vit en même temps dans le midi du continent asiatique et sur les îles de la Sonde; on y distingue quatre à huit espèces. Aucun des anthropoïdes actuels ne peut être regardé comme plus spécialement anthropoïde que les autres. Pour la conformation de la main et du pied, c'est le gorille qui se rapproche le plus de l'homme; le chimpanzé l'emporte par quelques importants caractères crâniens; l'orang, par le développement du cerveau et le

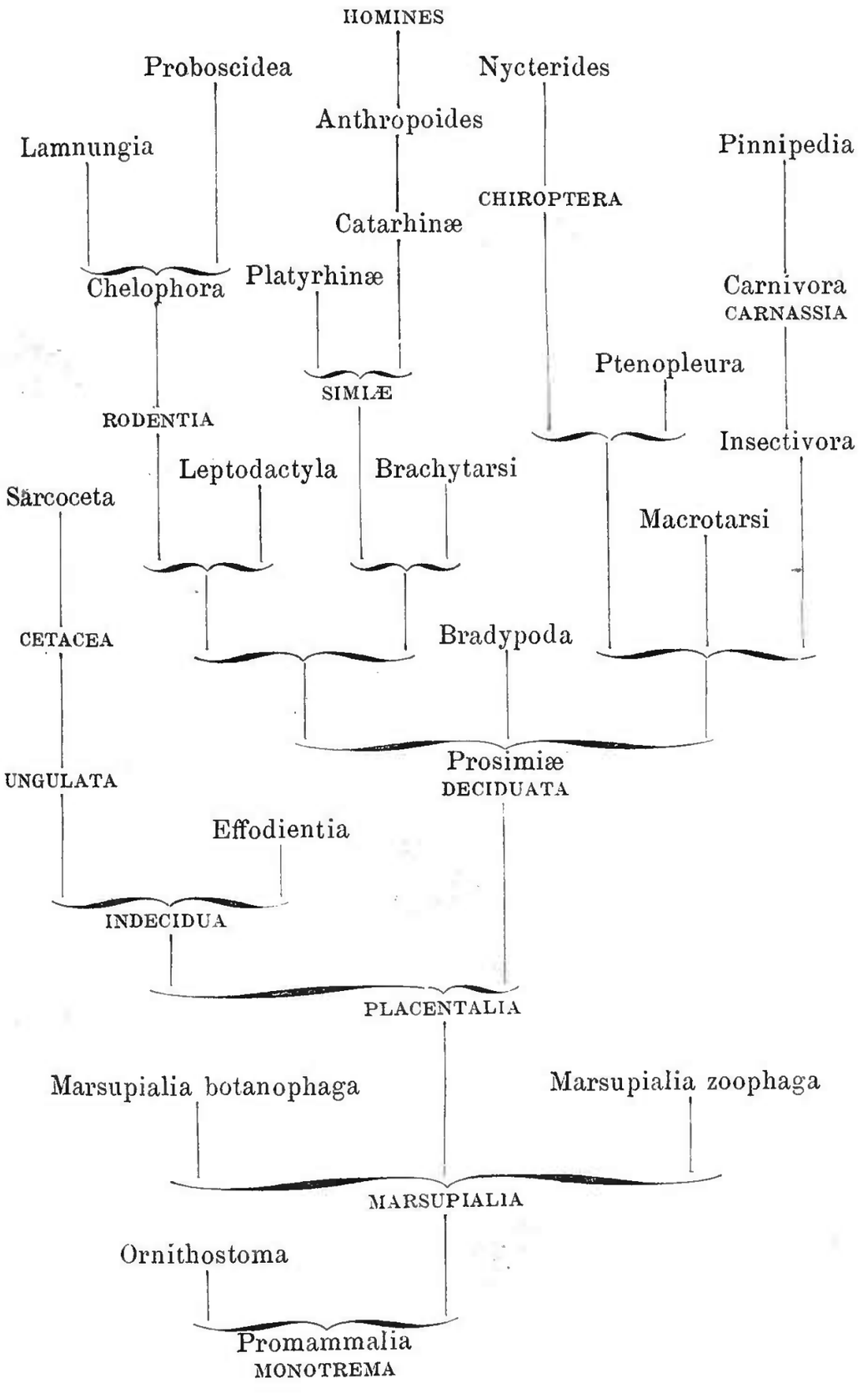
DIX-SEPTIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble de la classification phylogénétique des mammifères.

- **I. Première sous-classe des mammifères**
  - **Monotrema ou Ornithodelphia**
    - 1. Promammalia
    - 2. Ornithostoma
- **II. Deuxième sous-classe des mammifères**
  - **Marsupialia ou Didelphia**
    - 3. Botanophaga
    - 4. Zoophaga
- **III. Troisième sous-classe des mammifères (placentalia ou monodelphia)**
  - **III *A*. Indecidua Villiplacentalia**
    - 5. Ungulata
      - Perissodactyla
      - Artiodactyla
    - 6. Cetacea
      - Sirenia
      - Sarcoceta
    - 7. Effodientia
      - Vermilingua
      - Cingulata
  - **III *B*. Deciduata Zonoplacentalia**
    - 8. Chelophora
      - Lamnungia
      - Proboscidea
    - 9. Carnassia
      - Carnivora
      - Pinnipedia
  - **III *C*. Decidua Discoplacentalia**
    - 10. Prosimiæ
      - Leptodactyla
      - Bradypoda
      - Macrotarsi
      - Ptenopleura
      - Brachytarsi
    - 11. Rodentia
      - Sciuromorpha
      - Myomorpha
      - Hystrichomorpha
      - Lagomorpha
    - 12. Insectivora
      - Menotyphla
      - Lipotyphla
    - 13. Chiroptera
      - Pterocynes
      - Nycterides
    - 14. Simiæ
      - Platyrhinæ
      - Catarhinæ

DIX-HUITIÈME TABLEAU.

Arbre généalogique des mammifères.



DIX-NEUVIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des degrés de la généalogie humaine.

(Voir le quatrième tableau.)

PREMIER GRAND GROUPE GÉNÉALOGIQUE.

Les ancêtres plastides de l'homme.

Ces ancêtres de l'homme sont des individus de premier ordre, de simples plastides.

Premier degré : *Série des monères* (fig. 101).

Ces ancêtres de l'homme sont de simples cytodes.

Deuxième degré : *Série des amibes* (fig. 103).

Ces ancêtres de l'homme sont de simples cellules vivantes.

DEUXIÈME GRAND GROUPE GÉNÉALOGIQUE.

Protozoaires multicellulaires, ancêtres de l'homme.

Ces ancêtres de l'homme sont constitués chacun par un groupe de cellules semblables entre elles et intimement unies; ce sont des individus de deuxième ordre, des *idorganes*.

Troisième degré : *Série des synamibes* (fig. 105).

Ces ancêtres de l'homme sont des protozoaires polycellulaires de l'espèce la plus simple : des amas grossiers de simples cellules toutes semblables.

Quatrième degré : *Série des planéades* (fig. 107).

Ces ancêtres de l'homme sont des protozoaires multicellulaires, conformés comme les magosphères et certaines larves de planula, analogues à la blatosphère ontogénétique : des sphères creuses, dont la paroi est constituée par une seule couche de cellules ciliées.

TROISIÈME GRAND GROUPE GÉNÉALOGIQUE.

Invertébrés à intestin, ancêtres de l'homme.

Ces ancêtres de l'homme ont la valeur morphologique d'individus de troisième ordre, inarticulés. Le corps contient une cavité intestinale avec orifice buccal; il est constitué d'abord par deux feuillets germinatifs primaires, puis par quatre.

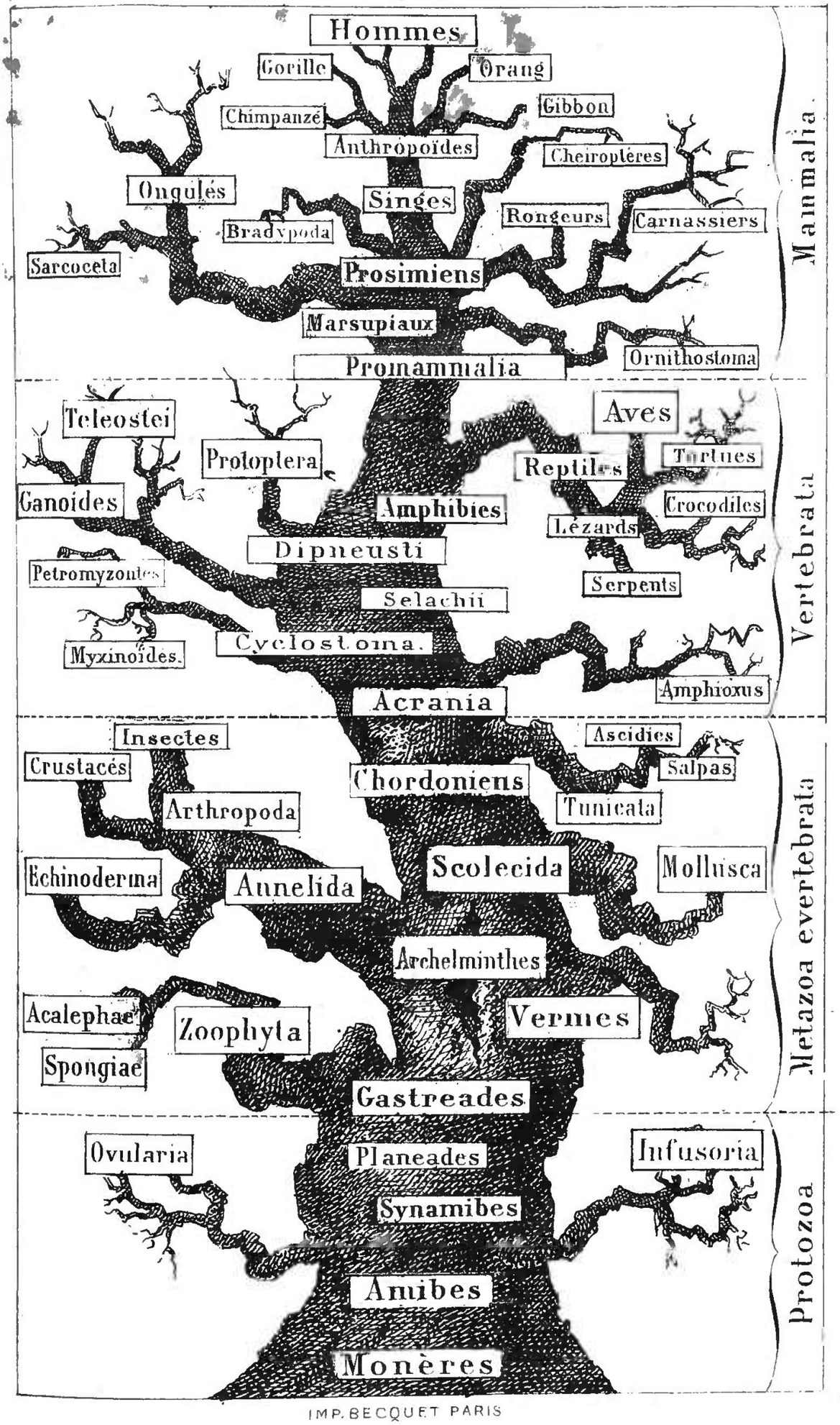
Cinquième degré : *Série des gastréadés* (fig. 108).

Ces ancêtres de l'homme ont la valeur morphologique et la structure de la *gastrula*. Leur corps est constitué par un simple intestin primitif, dont la paroi est formée par les deux feuillets germinatifs primaires.

Sixième degré : *Série des chordoniens* (fig. 112; pl. VII, 5).

Ces ancêtres de l'homme sont des *vers :* d'abord des vers primitifs, parents des turbellariés; plus tard des vers plus élevés ou scolécides, enfin des chordoniens organisés comme les larves des ascidies. Leur corps est constitué par quatre feuillets germinatifs secondaires.

Arbre généalogique de l'homme. XI



IMP. BECQUET PARIS

QUATRIÈME GRAND GROUPE GÉNÉALOGIQUE.

Les ancêtres vertébrés de l'homme.

Ces ancêtres de l'homme sont des vertébrés et ont la valeur morphologique d'un individu articulé ou d'une série de métamères. Le feuillet cutané-sensitif s'est divisé en lame cornée, tube médullaire et reins primitifs. Le feuillet fibro-cutané s'est divisé en lame dermique, vertèbres primitives (lame musculaire et lame osseuse) et chorda. Du feuillet fibro-intestinal provient le cœur avec les gros troncs vasculaires et la paroi charnue de l'intestin. L'épithélium du tube intestinal s'est formé aux dépens du feuillet intestino-glandulaire. La formation des métamères est constante.

Septième degré : *Série des acrâniens* (fig. 114 ; pl. VIII, fig. 15).

Ces ancêtres de l'homme sont des vertébrés acrâniens, analogues à l'amphioxus actuel. Déjà le corps forme une série de métamères ; car plusieurs vertèbres primitives se sont différenciées. La tête n'est pas encore nettement distincte du tronc. Le tube médullaire ne s'est pas encore divisé en ampoules cérébrales. Le cœur est simple, sans ventricules. Point de crâne, ni de mâchoires, ni de membres.

Huitième degré : *Série des monorhiniens* (fig. 116; pl. VIII, fig. 16).

Ces ancêtres de l'homme sont des *crâniotes sans mâchoires*, analogues aux *myxinoïdes* et aux *pétromyzontes* actuels. Le nombre des métamères s'est accru. La tête se distingue nettement du tronc. L'extrémité antérieure du tube médullaire se renfle en ampoule et forme le cerveau, qui se divise bientôt en cinq ampoules cérébrales. Latéralement apparaissent sur le cerveau les trois organes des sens supérieurs. Le cœur se divise en oreillettes et en ventricules. Point de mâchoires, ni de membres, ni de vessie natatoire.

Neuvième degré : *Série des ichthyodes* (fig. 117; pl. IX et X).

Ces ancêtres de l'homme sont des crâniotes ichthyoïdes : d'abord des *poissons* primitifs, des sélaciens, puis des *dipneustes*, puis des *sozobranches* et enfin des *sozoures*. Chez les ancêtres de cette série ichthyode, se développèrent deux paires de membres : une paire antérieure, les nageoires pectorales, et une paire postérieure, les nageoires ventrales. Entre les fentes branchiales se formèrent les arcs branchiaux, dont la première paire forme les arcs maxillaires : le maxillaire inférieur et le maxillaire supérieur. Du canal intestinal provinrent la vessie natatoire (poumon), le foie et le pancréas.

Dixième degré : *Série des amniotes* (fig. 120-131 ; pl. XI).

Ces ancêtres de l'homme sont des *amniotes* ou vertébrés sans branchies : d'abord des *protamniens*, puis des mammifères primitifs, des *monotrêmes ;* ensuite des *marsupialiens ;* puis des *prosimiens* et enfin des *singes*. Les ancêtres simiens de l'homme sont d'abord des catarhiniens sans queue (anthropoïdes), puis des hommes privés de la parole (*alali*), et enfin de vrais hommes doués du langage articulé. Chez les ancêtres de cette série d'amniotes, l'amnios et l'allantoïde se développèrent, puis la forme mammifère se dégagea peu à peu ; enfin apparut la forme spécifique de l'homme.

gibbon par la cage thoracique. Il va de soi qu'aucun des anthropoïdes actuels ne peut être rangé parmi les ancêtres directs de l'homme; tous sont des débris épars d'un antique rameau catarhinien, jadis riche en espèces et dont un ramuscule spécial est devenu le genre humain ([106]).

Quoique le genre humain (*homo*) se rattache immédiatement à la famille des anthropoïdes et que sans nul doute il en soit directement issu, pourtant nous pouvons admettre entre eux et lui une forme intermédiaire, celle des hommes-singes (*pithecanthropi*), qui formera le vingt-et-unième chaînon ancestral. Sous ce nom, j'ai, dans mon « Histoire de la création naturelle », désigné l'homme privé de la parole (*alali*), qui, déjà homme par sa conformation générale, notamment par la différenciation de ses extrémités, était pourtant dépourvu encore de l'une des plus importantes facultés humaines, du langage articulé et du développement intellectuel qui s'y rattache. Ce fut le perfectionnement du larynx et du cerveau, nécessaire à cette faculté du langage, qui caractérisèrent « l'homme » véritable.

La linguistique contemporaine a démontré que le langage humain est d'origine phylogénétique, qu'il faut admettre plusieurs langues primitives, vraisemblablement un grand nombre, dont chacune a eu son développement indépendant. L'histoire du développement des langues (aussi bien leur ontogénie chez chaque enfant, que leur phylogénie chez chaque peuple) nous apprend que le langage idéologique propre à l'homme s'est développé lentement, quand tout le reste du corps avait déjà revêtu la forme spécifique de l'homme. Sans doute l'acquisition du langage ne s'effectua qu'après la différenciation des diverses espèces et races humaines, et cela arriva probablement au commencement de l'âge quaternaire ou période diluviale. L'existence des hommes pithécoïdes (*alali*) doit donc remonter à la fin de l'âge tertiaire, à la période pliocène, peut-être même à la période miocène ([107]).

Le vingt-deuxième et dernier degré de notre arbre généalogique animal sera donc l'homme véritable (*homo*), issu du degré précédent par la transformation graduelle du cri animal en langage articulé. Quant au lieu et à l'époque de cette vraie « création de l'homme », nous ne pouvons faire que des conjectures. L'origine de « l'homme primitif » remonte vraisemblablement à l'âge diluvial et eut pour théâtre les zones chaudes de l'ancien

monde, soit le continent de l'Afrique tropicale, soit celui de l'Asie, soit un continent plus ancien, aujourd'hui submergé par les flots de l'océan Indien et qui s'étendait de l'Afrique orientale (Madagascar et Abyssinie) jusqu'à l'Asie orientale (îles de la Sonde et Inde). Quelles importantes raisons militent en faveur de l'antique existence de ce grand continent *lémurien*, et comment on peut se figurer que les diverses espèces et races humaines se sont répandues de ce paradis sur le reste de la surface terrestre, ce sont là des questions que j'ai déjà traitées dans mon « Histoire de la création naturelle » (XXIIIe leçon et pl. XV). Là aussi j'ai indiqué les degrés de parenté reliant les diverses races et espèces humaines ([108]).

VINGTIÈME LEÇON.

HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DU TÉGUMENT CUTANÉ ET DU SYSTÈME NERVEUX.

> Pour démontrer que les différences structurales entre l'homme et les singes les plus élevés ont moins de valeur que celles qui existent entre ceux-ci et les singes inférieurs, nulle partie de la charpente organique ne semble pouvoir être mieux appropriée que le pied ou la main, et cependant il y a un organe dont l'étude conduit aux mêmes conclusions d'une manière encore plus frappante, je veux parler du cerveau. Comme pour démontrer, par un exemple saisissant, l'impossibilité d'élever aucune barrière entre le cerveau de l'homme et celui des singes, la nature nous a pourvus, dans les simiens inférieurs, d'une série presque complète de gradations, depuis les cerveaux de singes très-peu plus élevés que celui des rongeurs jusqu'à ceux qui sont peu inférieurs à celui de l'homme.
>
> THOMAS HUXLEY (1863) (trad. Dally).

Systèmes organiques de la vie animale et de la vie végétative. — Rapports de ces systèmes avec les deux feuillets germinatifs primaires. — Appareils sensitifs. — Parties constituantes de ces appareils : d'abord l'exoderme ou feuillet cutané seul; plus tard le tégument cutané séparé du système nerveux. — Double fonction de la peau (fonction tactile et fonction tégumentaire). — Épiderme et derme (corium). — Annexes de l'épiderme : glandes cutanées (glandes sudoripares, glandes lacrymales, glandes sébacées, glandes lactées) : ongles et poils. — La toison embryonnaire. — Cheveux et poils de la barbe. — Influence de la sélection sexuelle. — Disposition du système nerveux. — Nerfs moteurs et nerfs sensibles. — Centres nerveux : cerveau et moelle épinière. — Composition du cerveau humain (hémisphères cérébraux et cervelet). — Anatomie comparée des centres nerveux. — Embryologie du tube médullaire. — Différenciation du tube médullaire en cerveau et moelle épinière. — Division de l'ampoule cérébrale primaire en cinq ampoules rangées en série : le cerveau antérieur (hémisphères cérébraux) ; le cerveau intermédiaire (couches optiques) ; le cerveau moyen (tubercules quadrijumeaux) ; le cerveau postérieur (cervelet) ; l'arrière-cerveau (moelle allongée). — Diversité du développement des cinq ampoules cérébrales dans les différentes classes de vertébrés. — Évolution du système nerveux conducteur ou périphérique.

Messieurs,

Dans les chapitres précédents, nous avons vu comment le corps humain tout entier provient d'un rudiment des plus simples,

d'une cellule. Or, l'homme individuel et le genre humain ont la même origine; aujourd'hui encore l'ovule du premier reproduit la forme ancestrale unicellulaire du second. Il nous reste à examiner brièvement le développement des diverses parties du corps humain. Force me sera naturellement de ne traiter ce sujet qu'à fort grands traits; l'espace me manquerait pour une exposition détaillée; en outre, je dois supposer mon auditoire trop peu familier avec l'anatomie pour suivre utilement une telle exposition. Dans l'histoire du développement des organes et des fonctions nous ne nous écarterons guère de la méthode suivie jusqu'ici; cependant nous traiterons de l'origine des parties du corps simultanément au point de vue ontogénétique et au point de vue phylogénétique. Vous avez vu combien, dans l'histoire du corps humain en général, la phylogénèse nous a fidèlement guidés au milieu des ténèbres de l'ontogénèse; c'est uniquement grâce à ce fil d'Ariane que nous avons pu nous retrouver dans le labyrinthe des faits ontogénétiques. Il en sera de même pour l'histoire du développement des parties; mais là je serai contraint de traiter simultanément de l'origine ontogénétique et de de l'origine phylogénétique des organes. En effet, plus on étudie les détails de l'évolution organique, plus on scrute avec soin l'origine des diverses parties du corps, plus on se convainc que l'évolution embryologique et l'évolution phylogénétique sont indissolublement unies. Sans la phylogénie des organes on ne saurait non plus comprendre leur ontogénie; il en est sous ce rapport des organes comme de l'individu. A chaque phase embryologique correspond une phase phylogénétique correspondante. Cela est vrai pour les parties aussi bien que pour le tout.

En nous appuyant sur cette loi biogénétique fondamentale, nous tâcherons d'esquisser à grands traits l'évolution des organes du corps humain. Pour ce faire, nous traiterons d'abord des systèmes organiques animaux, puis des systèmes organiques végétatifs. Le premier de ces groupes d'organes comprend l'appareil sensitif et l'appareil locomoteur. A l'appareil sensitif appartiennent le tégument cutané, le système nerveux et les organes des sens. L'appareil locomoteur se compose d'organes passifs, les pièces du squelette, et d'organes actifs, les muscles. Le second groupe d'organes, celui des organes végétatifs, comprend l'appareil de la nutrition et l'appareil de la génération. A l'appareil de la nutrition appartient d'abord le canal intestinal avec

toutes ses annexes, comprenant non-seulement les glandes digestives, mais encore les organes respiratoires; enfin il faut aussi comprendre dans cet appareil le système circulatoire et le système rénal. L'appareil de la génération se compose des diverses glandes sexuelles et de leurs annexes (glandes germinatives, oviductes, organes de la copulation, etc.).

Nous avons vu, dans les neuvième et dixième leçons, que les systèmes organiques de la vie animale, les instruments de la sensibilité et du mouvement proviennent surtout du feuillet germinatif primaire, de l'exoderme. Au contraire, les systèmes organiques de la vie végétative, les instruments de la nutrition et de la reproduction, proviennent surtout du feuillet germinatif primaire interne, de l'entoderme. Sans doute il n'y a rien d'absolu dans cette opposition fondamentale entre les sphères végétative et animale chez l'homme; certaines parties de l'appareil animal, par exemple le nerf intestinal ou sympathique, naissent de cellules issues de l'entoderme, tandis qu'une grande partie de l'appareil végétatif, par exemple la cavité buccale et vraisemblablement la plus grande partie des organes génito-urinaires, proviennent de cellules issues de l'exoderme. D'ordinaire il y a dans le corps de l'animal adulte un tel entrelacement, une telle intrication des diverses parties, qu'il est souvent fort difficile d'en déterminer l'origine. Pourtant d'une manière générale il faut admettre comme un fait capital que, chez l'homme et chez tous les animaux supérieurs, la plupart des organes animaux proviennent du feuillet cutané ou exoderme, et la plupart des organes végétatifs du feuillet intestinal ou entoderme. C'est pour cela que Baer avait appelé le premier, feuillet germinatif animal, et le dernier, feuillet germinatif végétatif. Pander avait dénommé les mêmes feuillets « feuillet séreux » et « feuillet muqueux ». En adoptant cette donnée capitale, nous admettons naturellement que Baer a eu raison de faire venir le feuillet fibro-cutané (couche charnue de Baer) de l'exoderme, et le feuillet fibro-intestinal (couche vasculaire de Baer) de l'entoderme. Cette provenance doit aussi être vraie phylogénétiquement.

Le fondement le plus solide de cette vue féconde si fortement contestée encore est, selon nous, l'existence de la *gastrula*, forme germinative primordiale du règne animal, dans l'embryologie actuelle des classes zoologiques les plus diverses. Mais cette forme embryologique indique sûrement une forme ances-

VINGTIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des systèmes organiques du corps humain.

N. B. — L'origine des organes rapportée aux quatre feuillets secondaires est indiquée par les chiffres romains (I à IV) : I. Feuillet cutané-sensitif. II. Feuillet fibro-cutané. III. Feuillet fibro-intestinal. IV. Feuillet intestino-glandulaire.

A. Systèmes organiques de la vie animale	*a.* Appareil sensitif *Sensorium*	1. Tégument cutané (*derma*)	Épidermis I	
			Corium II	
		2. Système nerveux central	Encephalon	I
			Medulla spinalis	I
		3. Système nerveux périphérique	Nervi cerebrales I + II	
			Nervi spinales II	
			Sympathicus II + III	
		4. Organes des sens (*organa sensuum*)	Org. tactus	I + II
			Org. gustus	I + II
			Org. olfactus	I + II
			Org. visus	I + II
			Org. auditus	I + II
	b. Appareil locomoteur *Locomotorium*	5. Système musculaire (organes locomoteurs actifs)	Musculi cutanei	II
			Musculi skeleti	II
		6. Système osseux (organes locomoteurs passifs)	Vertebrarium	II
			Cranium	II
			Sk. extremitatum	II
B. Systèmes organiques de la vie végétative	*c.* Appareil de nutrition *Nutritorium*	7. Système digestif (*gaster*)	O. digestiva	III + IV
			O. respiratoria	III + IV
		8. Système circulatoire (*organa circulationis*)	Cœloma II + III	
			Vasa lymphatica	II + III
			Vasa sanguifera	II + III
			Cor III	
		9. Système rénal (*organa urinaria*)	Renes	I? + II
			Ureteres	I? + II
			Urocystis III + IV	
	d. Appareil de reproduction *Propagatorium*	10. Organes sexuels (*organa sexualia*)	Gonades (I. ovaria) (II. testes)	III + IV?
			Gonophori (I. oviductus) (II. spermaductus)	I? + II
			Copulativa (I. vagina) (II. penis)	I + II

---

trale commune à tous les animaux, les protozoaires exceptés. Cette forme est la *gastraea*, depuis longtemps disparue. Le corps de cette gastræa était uniquement constitué par deux feuillets germinatifs primaires, comme on le constate aujourd'hui encore dans la forme embryologique correspondante à la gastrula. Chez la *gastraea*, le simple feuillet cutané représentait effectivement la totalité des organes animaux et de leur fonction, de même que le simple feuillet intestinal représentait tous les organes végétatifs et toutes leurs fonctions ; il en est de même encore, mais virtuellement, chez la gastrula ; et il en est de même pour la vésicule blastodermique bifoliée, ainsi que pour l'aire germinative de l'homme et des vertébrés supérieurs. Chez la gastrula de l'amphioxus ou plutôt des acrâniens disparus, cette aire germinative s'est développée à mesure que se formait lentement un jaune de nutrition considérable.

Que cette théorie gastréenne ([13]) puisse nous rendre raison, morphologiquement et physiologiquement, des traits principaux de l'évolution chez l'homme et chez tous les métazoaires, c'est un point dont vous vous convaincrez en examinant le développement du premier important appareil de la sphère animale; je veux parler de l'appareil sensitif ou *sensorium*. Cet appareil se compose, comme vous vous en souvenez, de deux portions en apparence foncièrement différentes. Ce sont d'abord un tégument externe avec ses annexes, les cheveux, les ongles, les glandes sudoripares, etc. ; puis un système nerveux interne. Ce dernier système comprend non-seulement les centres nerveux, le cerveau et la moelle épinière, mais encore les nerfs cérébraux périphériques, ceux de la moelle épinière et les nerfs intestinaux, enfin les organes des sens. Durant la période de plein développement du vertébré, ces deux portions du sensorium sont tout à fait séparées : le tégument cutané revêt la surface externe du corps; le système nerveux central est situé profondément. Entre ces deux portions, il n'y a d'autre lien qu'une partie du système nerveux périphérique et que les organes des sens. Pourtant le système nerveux provient du tégument externe, comme vous l'a appris l'ontogénèse de l'homme. Oui, ces organes des fonctions les plus hautes, les plus parfaites, des fonctions de la sensibilité, de la volonté, de la pensée, bref, les organes psychiques, les organes de l'âme, proviennent du tégument cutané externe!

Ce fait curieux semble d'abord si étonnant, si inexplicable, si

paradoxal, que pendant longtemps on s'est évertué à le contester. On prétendait établir, d'après des faits d'observation embryologique, que le système nerveux central provenait, non pas du feuillet germinatif le plus externe, mais d'une couche cellulaire située au-dessous de ce feuillet! Mais on ne saurait éluder les faits embryologiques, et aujourd'hui, quand nous considérons ces faits à la lumière de la phylogénèse, nous n'y voyons plus que des phénomènes naturels et nécessaires. Pour peu que l'on réfléchisse à l'évolution historique des activités psychiques et sensitives, on trouvera nécessaire que les cellules douées de ces activités aient dû d'abord se trouver à la surface externe du corps. Seuls, des organes élémentaires extérieurement situés pouvaient recueillir et percevoir les impressions du monde extérieur. Plus tard les cellules cutanées, devenues spécialement sensibles, cherchèrent peu à peu, par sélection naturelle, un asile protecteur dans l'intérieur du corps et y formèrent le premier rudiment d'un organe nerveux central. La différenciation progressant toujours, la distance entre le tégument extérieur et le système nerveux central s'accrut de plus en plus, et enfin ces deux portions de l'organisme ne furent plus unies que par les nerfs sensibles de la périphérie. Pour peu que l'on suive cette importante série de données phylogénétiques, on ne voit dans ces faits ontogénétiques, qui d'abord semblaient merveilleux, que des procédés évolutifs aussi simples que naturels.

Nul désaccord entre cette manière de voir et l'anatomie comparée. Cette science nous apprend, en effet, que quantité d'animaux inférieurs n'ont point encore de système nerveux, tout en étant doués, comme les animaux supérieurs, de sensibilité, de volonté et de pensée. Chez les protozoaires, dépourvus d'ordinaire de feuillets germinatifs, le système nerveux et le tégument cutané font naturellement défaut. Même dans la seconde section principale du règne animal, chez les métazoaires, il n'y a d'abord aucun système nerveux. Les fonctions de ce système sont accomplies par la simple couche cellulaire de l'exoderme, léguée directement aux métazoaires par la gastræa. Il en est encore ainsi chez les zoophytes inférieurs, chez les éponges, les polypes hydroïdes les plus humbles, qui ne s'élèvent guère au-dessus des gastréadés et de la forme ascula, dont nous avons jadis parlé (fig. 109). Là, toutes les fonctions végétatives sont remplies par le feuillet intestinal, toutes les fonctions animales par le feuillet

cutané. La simple couche cellulaire de l'exoderme est alors simultanément tégument cutané, appareil locomoteur, système nerveux.

Sans doute le système nerveux faisait aussi défaut à beaucoup de ces vers primitifs (*archelminthes*), qui provinrent d'abord des gastréadés. Même chez ces vers primitifs, où les deux feuillets germinatifs primaires s'étaient dédoublés en quatre feuillets secondaires (fig. 56, pl. III, fig. 10), il n'y eut d'abord aucun système nerveux différencié de la peau. Chez ces vers, depuis longtemps disparus, le feuillet cutané-sensitif était en même temps tégument cutané et système nerveux. Mais, déjà chez les plathelminthes, les plus voisins, parmi les vers actuels, de ces vers primitifs, nous trouvons un système nerveux indépendant, qui s'est différencié du tégument cutané. Ce système nerveux est représenté par le ganglion sus-œsophagien (pl. III, fig. 11, *n*). C'est de ce rudiment si simple qu'est provenu le système nerveux central si compliqué de tous les animaux supérieurs. D'après les recherches de Kowalevsyk, le rudiment du système nerveux central serait, chez les lombrics, un épaississement local du feuillet cutané-sensitif (fig. 132, *n*). Plus tard cet épaississement se sépare entièrement de la lamelle cornée.

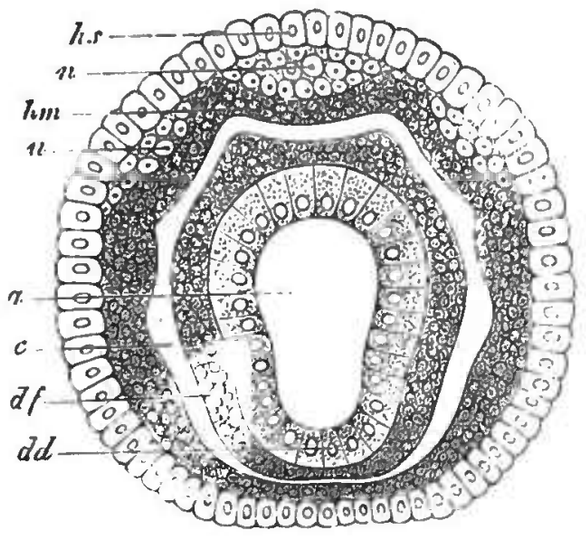


Fig. 132.

Le tube médullaire du vertébré n'a pas, d'ailleurs, une autre origine. Déjà l'ontogénèse de l'homme vous a montré que ce « tube médullaire », rudiment du système nerveux central, se développe primitivement aux dépens du tégument externe. Ce tube n'est d'abord qu'une dépression en gouttière du tégument dorsal ; puis cette gouttière se ferme en tube et enfin se sépare entièrement de la peau.

Quelque intéressants que puissent être ces faits évolutifs, nous

Fig. 132. — *Coupe transversale de l'embryon d'un lombric.* *h s*, feuillet cutané-sensitif. *h m*, feuillet fibro-cutané. *d f*, feuillet fibro-intestinal. *d d*, feuillet intestino-glandulaire. *a*, cavité intestinale. *c*, cavité viscérale du cœlom. *n*, cerveau primitif. *u*, reins primitifs.

allons maintenant cesser de nous en occuper et examiner en détail comment, en dehors d'eux, se développe, chez l'homme, le tégument cutané avec ses poils, ses glandes sudoripares, etc. Ce tégument externe (*derma* ou *tegmentum*) joue, en physiologie, un double rôle. Avant tout, la peau, qui revêt toute la surface du corps, est, pour tous les organes, une membrane protectrice. A ce titre, la peau est le siége d'un certain échange matériel entre le corps et l'air atmosphérique (respiration cutanée, perspiration). En outre, la peau est le plus ancien, le premier organe de la sensibilité, l'organe du tact, qui enregistre les impressions de la température ambiante ou du contact des corps étrangers.

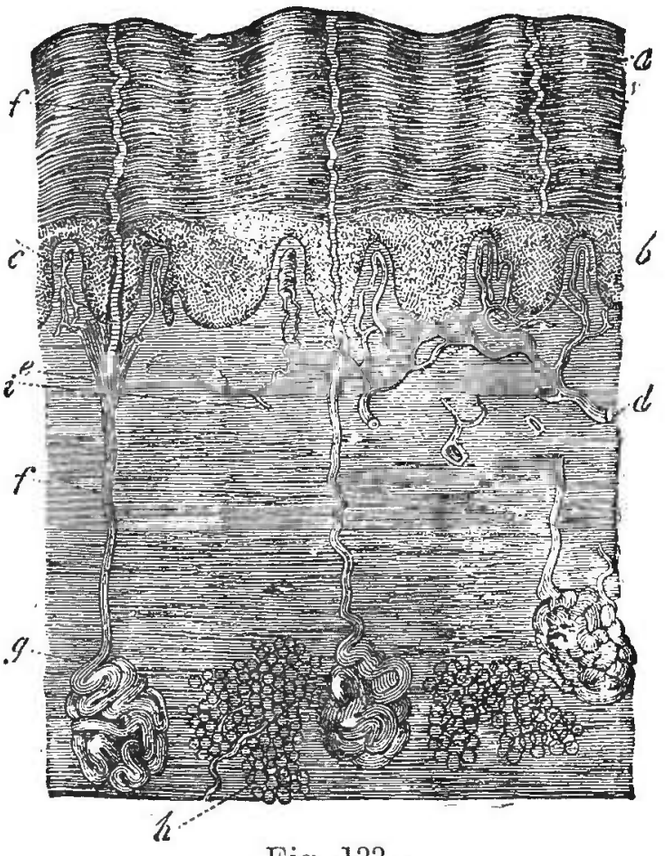


Fig. 133.

Chez l'homme, comme chez tous les animaux supérieurs, la peau est constituée par deux portions essentiellement différentes: un épiderme externe et un derme sous-jacent. L'épiderme (*epidermis*) est composé seulement de cellules et dépourvu de vaisseaux et de nerfs. Il provient du premier feuillet germinatif secondaire, du feuillet cutané-sensitif et sans doute spécialement de la lamelle cornée de ce feuillet (fig. 132, *h s*). Au contraire, le derme (*corium*) est constitué surtout par des tissus cellulaires ou fibreux, contient beaucoup de vaisseaux et de nerfs, et a une tout autre origine. Il provient de la couche la plus externe du deuxième feuillet germinatif secondaire, du feuillet fibro-cutané. Le derme est beaucoup plus épais que l'épiderme. Dans ses couches profondes (*subcutis*), le derme est infiltré de nombreuses cellules graisseuses (fig. 133, *h*).

Fig. 133. — *Section perpendiculaire de la peau humaine* (d'après Ecker), fort grossissement. *c*, papille du derme. *d*, vaisseaux sanguins. *ef*, canal excréteur des glandes sudoripares (*g*). *h*, petites grappes graisseuses du derme. *i*, nerf aboutissant à un corpuscule du tact.

La couche dermique superficielle (*cutis* ou couche papillaire) est hérissée de papilles microscopiques, qui plongent dans l'épiderme sus-jacent (fig. 133, *c*). Ces papilles contiennent les plus fins organes sensibles de la peau, les corpuscules du tact. D'autres papilles contiennent seulement les anses terminales des vaisseaux nutritifs de la peau (fig. 313, *c, d*). Les diverses parties du derme proviennent, par division du travail, des cellules primitivement toutes semblables de la lamelle dermique, la plus externe des lamelles du feuillet fibro-cutané (fig. 68, *hpr*; pl. II et III, *l*) [102].

Toutes les parties, toutes les annexes de l'épiderme se développent de même, par différenciation, aux dépens des cellules toutes semblables entre elles de cette lamelle cornée (fig. 131, pl. II et III, *h*).

La couche interne et molle de l'épiderme (fig. 133, *b*) est appelée *couche muqueuse;* l'externe, plus dure (fig. 133 *a*), est appelée *couche cornée*. La surface de cette couche cornée est le siége d'une usure perpétuelle ; de nouvelles couches de cellules naissent des cellules muqueuses de l'épiderme et remplacent les cellules usées. L'épiderme n'est d'abord qu'un tégument simple. Plus tard il en provient diverses annexes, les unes internes, les autres externes. Les annexes internes sont : les glandes sudoripares, les glandes sébacées, etc. Les appendices externes sont les poils et les ongles.

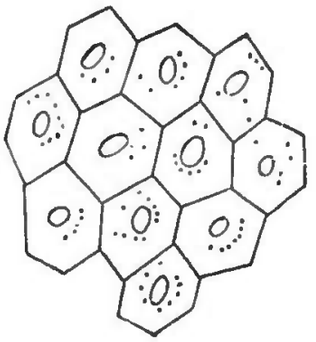


Fig. 134.

Dans le principe, les glandes cutanées sont de simples prolongements épidermiques solides, plongeant dans le derme sous-jacent (fig. 135, $_1$). Puis des canaux se creusent dans l'épaisseur de ces prolongements (fig. 135, $_{2, 3}$), soit que les cellules centrales se ramollissent et se détruisent, soit qu'une humeur soit sécrétée dans l'intérieur de l'appendice.

Certaines de ces glandes cutanées restent simples, non ramifiées, par exemple les glandes sudoripares (fig. 133, *efg*). Ces glandes deviennent très-longues et finissent par former un peloton enroulé (fig. 133, *g*), mais jamais elles ne se ramifient ; il en est de même des glandes cérumineuses de l'oreille. La plupart des autres glandes cutanées émettent des bourgeons, par exemple

Fig. 134. — Cellules épidermiques d'un embryon humain de deux mois (d'après Koelliker).

les glandes lacrymales de la paupière supérieure (fig. 135) et les glandes sébacées, sécrétant l'enduit gras de la peau et débouchant d'ordinaire dans les follicules pileux. Les glandes sudoripares et les glandes sébacées n'existent que chez les mammifères. On rencontre au contraire des glandes lacrymales dans les trois classes d'amniotes, chez les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Ces glandes font défaut chez les vertébrés inférieurs.

Chez tous les mammifères, mais seulement chez eux, il y a des glandes mammaires (*glandulæ mammales*), chargées de fournir le lait nécessaire au mammifère nouveau-né (fig. 136, 137).

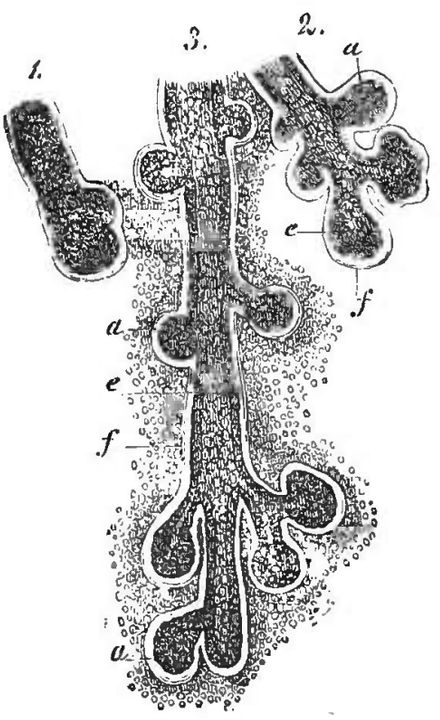


Fig. 135.

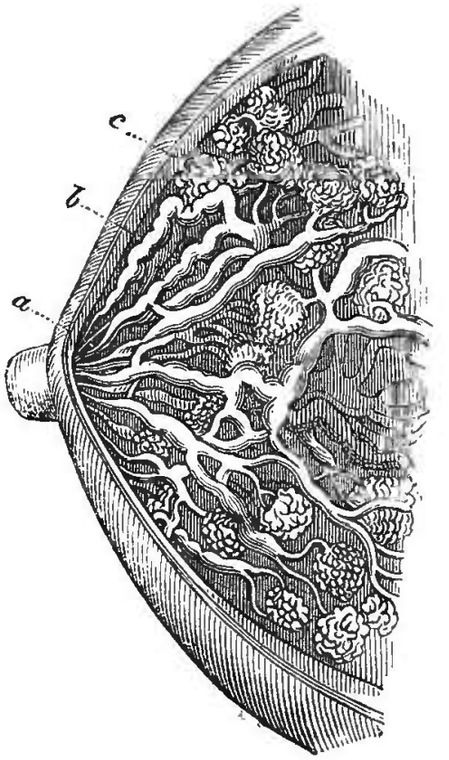


Fig. 136.

En dépit de leur volume, ces organes sont seulement de grosses glandes sébacées de la peau (pl. III, fig. 16, *m d*). Le lait se forme par l'expulsion des cellules adipeuses dans la cavité des follicules glandulaires (fig. 136, *c*). Les conduits excréteurs des glandes lac-

Fig. 135. — Glandes lacrymales rudimentaires d'un embryon humain de quatre mois (d'après Koelliker). 1, Rudiment glandulaire de date récente ayant la forme d'un prolongement solide. 2, 3, autres rudiments glandulaires plus développés, qui se ramifient et se creusent intérieurement. *a*, bourgeons solides. *e*, revêtement cellulaire des bourgeons creux. *f*, rudiment de la peau fibreuse, qui, plus tard, formera autour des glandes une enveloppe dermique.

Fig. 136. — *Coupe perpendiculaire de la glande mammaire* (*mamma*). *c*, lobule glandulaire en grappe. *b*, conduit lactifère élargi. *a*, canal d'excrétion étroit s'ouvrant dans le mamelon (d'après H. Meyer).

tées s'élargissent d'abord en sac (*b*), puis se rétrécissent de nouveau (*a*) et s'ouvrent dans le mamelon par 16 à 24 petits orifices. Le premier rudiment de cette grosse glande composée est un simple prolongement conique de l'épiderme, qui plonge dans le derme et se ramifie. Chez le nouveau-né, la glande n'est encore représentée que par 12 à 18 lobules rayonnés (fig. 137). Peu à peu les glandes se ramifient, leurs conduits excréteurs se creusent et s'élargissent et des quantités notables de graisse s'accumulent entre les lobules. C'est ainsi que se forme la mamelle saillante de la femme (*mamma*), au centre de laquelle fait saillie le mamelon (*mammilla*), destiné à faciliter l'allaitement (110).

Le mamelon ne se forme qu'ultérieurement, quand la glande existe déjà, et cette succession ontogénétique est d'un haut intérêt; car les anciens mammifères, souches ancestrales de toute la classe, étaient généralement dépourvus de mamelons. Chez eux, le lait jaillissait d'une surface cutanée, plane et criblée de trous, comme il arrive encore aujourd'hui chez les plus inférieurs des mammifères actuels, chez les ornithorynques. C'est pourquoi nous pouvons appeler ces animaux *amasta*. Chez nombre de mammifères inférieurs, il y a de nombreuses glandes lactées, disséminées sur la peau abdominale. Chez la femme et aussi chez les singes, les chéiroptères, les éléphants et quelques autres mammifères, il n'y a d'ordinaire qu'une paire de glandes mammaires pectorales. Parfois cependant il existe chez la femme deux paires de glandes situées l'une derrière l'autre. Quelquefois même il y en a un plus grand nombre; c'est sans doute un fait d'atavisme, rappelant une antique forme ancestrale. Chez l'homme, les glandes mammaires sont parfois développées et capables de sécrétion, quoique d'ordinaire ce soient seulement des organes rudimentaires sans fonction.

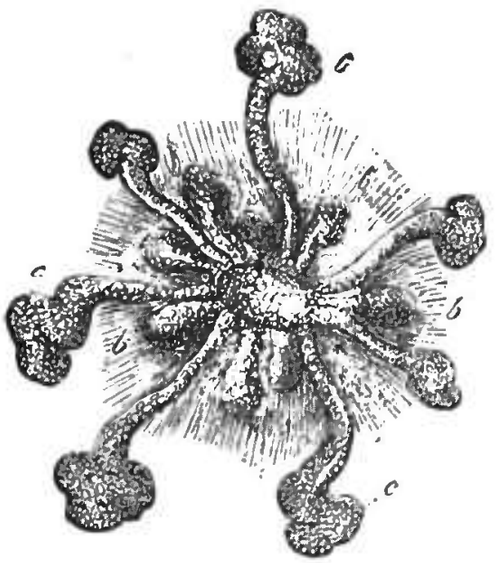


Fig. 137.

De même que les glandes cutanées sont des hypertrophies

Fig. 137. — *Glande mammaire du nouveau-né. a*, glande centrale primitive. *b*, petite saillie en bourgeon et (*c*) grosse saillie du même genre (d'apres Langer).

locales de l'épiderme en dedans, les appendices cutanés, que nous appelons ongles et cheveux, sont des hypertrophies locales en dehors. Les ongles (*ungues*), ces organes qui protègent la face dorsale des portions les plus sensibles de nos membres, des dernières phalanges des orteils et des doigts, sont des formations cornées de l'épiderme que possèdent aussi les singes. Au lieu d'ongles, les mammifères inférieurs ont le plus souvent des griffes; les ongulés ont des sabots. La forme ancestrale des mammifères avait sûrement des griffes ou des sabots, qui apparaissent déjà à l'état rudimentaire chez la salamandre. Les sabots des ongulés, les ongles des singes et de l'homme proviennent également des griffes des anciens mammifères. Chez l'embryon humain, le premier rudiment de l'ongle apparaît, entre la couche cornée et la couche muqueuse de l'épiderme, seulement durant le quatrième mois. Mais c'est seulement vers la fin du sixième mois que l'on voit saillir le bord libre de l'ongle.

Les poils comptent parmi les plus intéressantes annexes de l'épiderme; par leur structure spéciale, par leur mode d'origine ce sont, pour la classe entière des mammifères, des formations tout à fait caractéristiques. Cependant les poils sont loin d'être rares chez nombre d'animaux inférieurs, par exemple chez les insectes et les vers. Mais ces poils, tout comme ceux des plantes, sont des appendices filiformes de l'épiderme, différents des poils des mammifères par leur fine structure caractéristique et par leur mode de développement. C'est pourquoi Oken appelait avec raison « poils animaux » ces derniers appendices. Chez l'homme, comme chez tous les mammifères, les poils sont uniquement composés de cellules épidermiques, différenciées et convenablement disposées. Au moment de leur apparition chez l'embryon, ce sont de solides saillies épidermiques plongeant dans le derme sous-jacent, comme le font les glandes sébacées et sudoripares. Comme ces dernières, elles débutent par être un simple prolongement constitué par des cellules épidermiques ordinaires. Bientôt on distingue, au centre de ce prolongement, une masse cellulaire plus solide et de forme conique. Cette masse s'allonge, se sépare des cellules voisines, « étui de la racine », et enfin fait saillie au dehors; c'est alors un poil. La portion engagée dans le derme, le follicule pileux, constitue la racine du cheveu entourée par son étui.

D'ordinaire, durant les derniers trois mois de la grossesse,

le fœtus humain est revêtu d'une épaisse toison de poils fins. Cette toison embryonnaire (*lanugo*) disparaît déjà en partie, durant la dernière semaine de la vie fœtale; elle tombe tout à fait bientôt après la naissance et est remplacée par un léger duvet permanent. Les poils permanents sont sécrétés par le follicule pileux, qui s'est dégagé de l'étui de la racine du poil caduc. D'habitude la toison du fœtus humain recouvre tout le corps, à l'exception de la paume des mains et de la plante des pieds. Ces régions sont toujours glabres, comme elles le sont aussi chez tous les singes et chez la plupart des autres mammifères. Souvent la toison embryonnaire diffère extrêmement par la couleur des poils permanents. Souvent il arrive, par exemple, dans notre race indo-germanique, qu'au moment de la naissance, le nouveau-né, enfant de parents blonds, soit, au grand étonnement de ces derniers, revêtu d'une toison brune ou noire. Après la chute de ces poils primitifs, apparaissent les poils blonds, que l'enfant tient de ses parents. Parfois même le pelage brun persiste durant des semaines et des mois après la naissance. Nul autre moyen de s'expliquer la présence de cette curieuse toison, que d'y voir un legs de nos antiques ancêtres velus, les singes.

Un fait non moins remarquable, c'est que beaucoup de singes supérieurs se rapprochent de l'homme par le revêtement pileux de certaines parties de leur corps. Chez la plupart des singes, notamment chez les catarhiniens supérieurs, le visage est en grande partie ou nu ou recouvert d'un poil rare et court, comme chez l'homme. Comme chez l'homme encore, la face postérieure de la tête est habituellement revêtue d'un poil épais, et les mâles ont aussi les joues et le menton recouverts d'une barbe épaisse. Dans l'un et l'autre cas, cet ornement du mâle a été acquis par sélection sexuelle. Chez beaucoup de singes, la poitrine et le creux des articulations sont moins velus que le dos et la face opposée des articulations. Souvent aussi nous sommes surpris de voir, chez des hommes de notre race, des touffes de poils disséminées sur les épaules, le dos et la face dorsale des membres. On sait que, dans quelques familles, tout le corps est héréditairement revêtu d'un poil épais, que la vigueur des cheveux et la barbe est souvent aussi héréditaire, ainsi que leur mode d'implantation et de distribution. Ces différences extraordinaires dans la disposition des poils, qui s'observent non-seulement entre les diverses races, mais même entre les diverses familles d'une race, s'expli-

quent facilement : c'est que les poils de l'homme sont des organes rudimentaires, un legs inutile venant des singes velus. Sous ce rapport, l'homme ressemble à l'éléphant, au rhinocéros, à l'hippopotame, à la baleine et à d'autres mammifères de divers ordres, qui ont aussi perdu, par adaptation, la plus grande partie de leur pelage primitif (111).

Le travail d'adaptation, par lequel le poil de l'homme a perdu de sa vigueur sur presque toute la surface du corps, tout en se conservant et même s'améliorant par places, ce travail est dû très-vraisemblablement à la sélection sexuelle. Comme Darwin l'a démontré jusqu'à l'évidence dans son livre sur « la descendance de l'homme ». la sélection sexuelle a eu, sous ce rapport, une puissante influence. Dans les relations sexuelles, les mâles des singes anthropoïdes choisissaient les femelles les moins velues, tandis que les femelles donnaient la préférence aux mâles les plus barbus et les plus chevelus ; il en résulta que le pelage s'amoindrit peu à peu, tandis que la barbe et la chevelure se développaient beaucoup. Enfin, des influences climatériques ou autres ont pu aider à la perte du pelage.

Darwin voit un intéressant témoignage de l'origine simienne des poils de l'homme dans la direction qu'affectent ces poils sur nos bras, direction sans cela inexplicable. En effet, sur le bras et l'avant-bras, les poils dirigent leur extrémité vers la coude. Là ils se rencontrent suivant un angle mousse. Cette curieuse disposition s'observe aussi chez les singes anthropoïdes, chez le gorille, le chimpanzé, l'orang et plusieurs espèces de gibbons. Chez d'autres espèces de gibbons, au contraire, les poils du bras et de l'avant-bras sont dirigés vers la main, comme il arrive chez les autres mammifères. Pour expliquer cette curieuse particularité propre à l'homme et aux anthropoïdes, il faut supposer que nos ancêtres simiens avaient coutume, comme le font encore aujourd'hui les singes anthropoïdes, de relever leurs mains sur leur tête quand il pleuvait, ou de les croiser au-dessus d'une branche; dans cette position, la direction des poils vers le coude favorisait l'écoulement des gouttes de pluie. La direction des poils de notre avant-bras nous rappelle donc encore une habitude utile de nos ancêtres simiens.

En étudiant avec soin la peau et ses appendices avec l'aide de l'anatomie comparée et de l'ontogénie, on trouve beaucoup de preuves analogues, de vrais documents attestant l'hérédité si-

mienne directe. Les anthropoïdes nous ont légué leur peau et leurs poils; c'était un héritage qu'ils tenaient des singes inférieurs, et ceux-ci l'avaient reçu des mammifères inférieurs. On en peut dire autant des autres importants systèmes organiques provenant du feuillet cutané-sensitif; je veux parler du système nerveux et des organes des sens. Ces systèmes si complexes, chargés des plus hautes fonctions vitales, des activités psychiques, nous les avons reçus des singes, qui les tenaient des mammifères inférieurs.

Dans son état de plein développement, le système nerveux de l'homme et de tous les autres vertébrés est un appareil fort complexe, comparable à un télégraphe électrique, tant pour la disposition anatomique que par l'activité physiologique. Le système nerveux central fonctionne comme une station principale et ses innombrables cellules ganglionnaires (fig. 2) communiquent par des prolongements ramifiés entre elles et avec la masse des fils conducteurs. Ces fils conducteurs sont représentés par les fibres nerveuses périphériques, disséminées dans tout l'organisme; et ces fibres avec les organes des sens, auxquels elles aboutissent, constituent le système nerveux périphérique, la substance nerveuse conductrice. D'une part, ce système périphérique transmet au centre nerveux, par ses fibres sensibles, les impressions recueillies par la peau et les organes des sens; d'autre part, par ses fibres motrices, il apporte aux muscles les ordres de la volonté.

Le système nerveux central (*medulla centralis*) est l'organe de l'activité psychique dans le sens le plus strict. Quelque idée que l'on se fasse du mode d'union intime de cet organe et de ses fonctions, il n'en reste pas moins hors de doute que ces fonctions, appelées par nous sensibilité, volonté et pensée, sont, chez l'homme comme chez tous les animaux supérieurs, indissolublement liées à l'organe matériel. Il est donc besoin de nous étendre quelque peu sur le mode d'évolution de cet organe. C'est là une étude extrêmement intéressante pour nous, puisqu'elle nous permettra de formuler sur la nature de notre « âme » quelques importantes conclusions. En effet, s'il n'y a nulle différence entre le développement des centres nerveux chez l'embryon humain et chez celui des autres mammifères, on ne saurait douter que l'organe psychique de l'homme ne provienne du même organe existant chez les autres mammifères et même chez les

vertébrés inférieurs. On ne peut donc contester la vaste portée d'une telle étude.

Pour bien faire apprécier tout l'intérêt de ce sujet, je dirai quelques mots de la forme générale et de la texture anatomique des centres nerveux chez l'homme adulte. Chez l'homme comme chez tous les autres crâniotes, le système nerveux central se compose de deux parties principales, savoir, du cerveau (*medulla capitis* ou *encephalon*) et de la moelle épinière (*medulla spinalis*). L'encéphale est logé dans le crâne et la moelle épi-

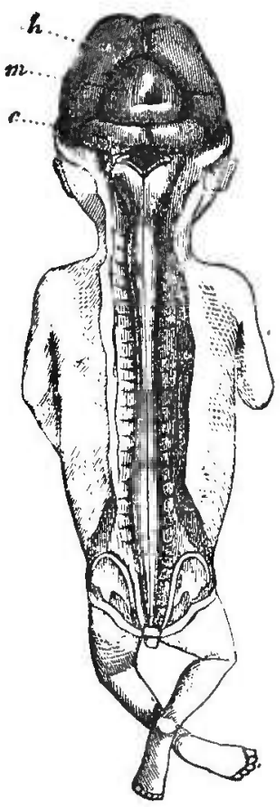


Fig. 138.

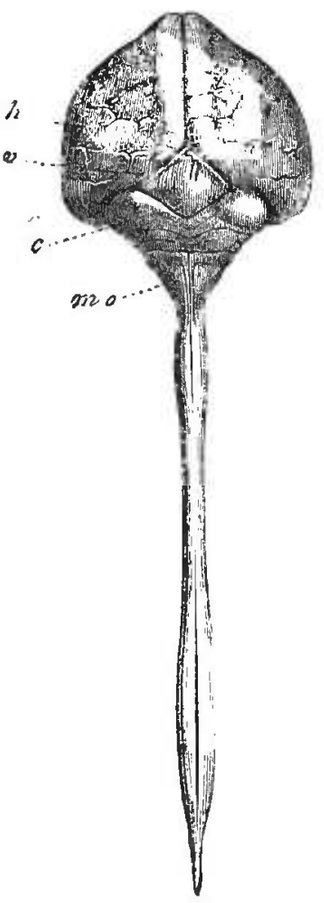


Fig. 139.

nière est contenue dans le canal vertébral, formé par la juxtaposition des vertèbres en série linéaire (voir pl. III, fig. 16, *m*).

Fig. 138. — *Embryon de trois mois*, de grandeur naturelle et vu de dos. Le cerveau et la moelle épinière sont mis à nu (d'après Kœlliker). *h*, hémisphères cérébraux (cerveau antérieur). *m*, tubercules quadrijumeaux (cerveau moyen). *c*, cervelet (cerveau postérieur); au-dessous du cervelet, la moelle épinière triangulaire.

Fig. 139. — *Centres nerveux d'un embryon humain de quatre mois*, de grandeur naturelle et vu de dos (d'après Kœlliker). *h*, grands hémisphères. *v*, tubercules quadrijumeaux. *c*, cervelet. *mo*, moelle cervicale; au-dessous la moelle épinière.

Du cerveau partent douze paires de nerfs crâniens; la moelle épinière en émet trente et une. La forme générale de la moelle épinière est celle d'un cordon cylindrique, renflé en fuseau au niveau des dernières vertèbres cervicales et au niveau des premières vertèbres lombaires (fig. 138, 139).

Du renflement cervical partent les principaux nerfs des membres supérieurs; du renflement lombaire naissent les principaux nerfs des membres inférieurs. En haut, la moelle épinière se continue avec le cerveau par l'intermédiaire de la moelle allongée (*medulla oblongata*, fig. 139, *mo*). La moelle épinière

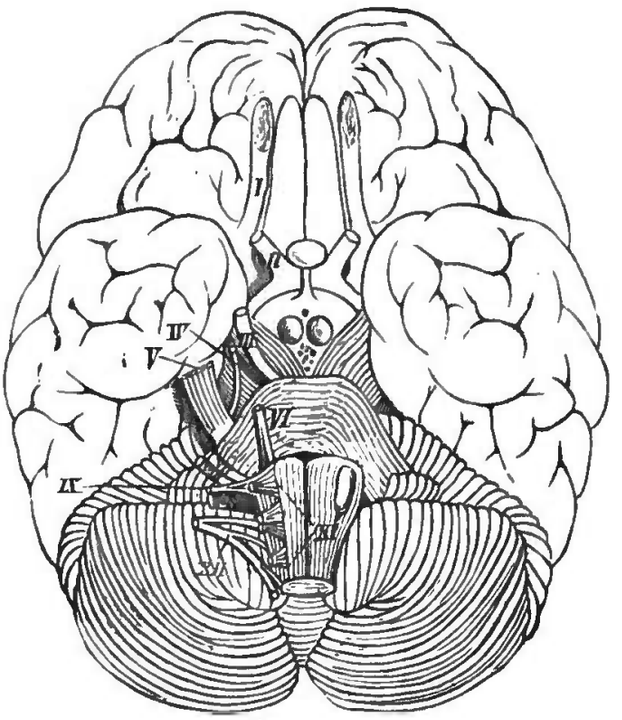


Fig. 140.

semble être une masse compacte de substance nerveuse; cependant sa partie centrale est occupée par un étroit canal, se continuant supérieurement avec les ventricules cérébraux et remplie, comme eux, d'une sérosité limpide.

Le cerveau constitue une masse nerveuse considérable, remplissant la presque totalité de la cavité crânienne et se divisant, à première vue, en deux portions, le cerveau (*cerebrum*) et le cervelet (*cerebellum*). Le cerveau occupe la région supérieure

Fig. 140. — *Cerveau humain vu du côté inférieur* (d'après H. Meyer). En haut et en bas, on voit le cerveau parcouru par des sillons larges et ramifiés; en bas et en arrière est le cervelet sillonné d'étroites fissures parallèles. Les chiffres romains indiquent l'origine des douze paires nerveuses crâniennes, d'avant en arrière.

et antérieure, et sa surface est sillonnée de fissures séparant les circonvolutions (fig. 140, 141). A la surface supérieure, le cerveau est divisé, d'avant en arrière, par une fente profonde, en deux hémisphères cérébraux, réunis par une sorte de pont transversal, le corps calleux (*corpus callosum*). Une fente transversale profonde sépare le cerveau du cervelet. Ce dernier, situé plus en arrière et en bas, a aussi sa surface sillonnée de fissures, mais ces fissures sont plus fines, plus régulières que celles du cerveau ; elles séparent les unes des autres des circonvolutions incurvées (fig. 140, inférieurement).

Le cervelet est aussi divisé par une fente longitudinale en

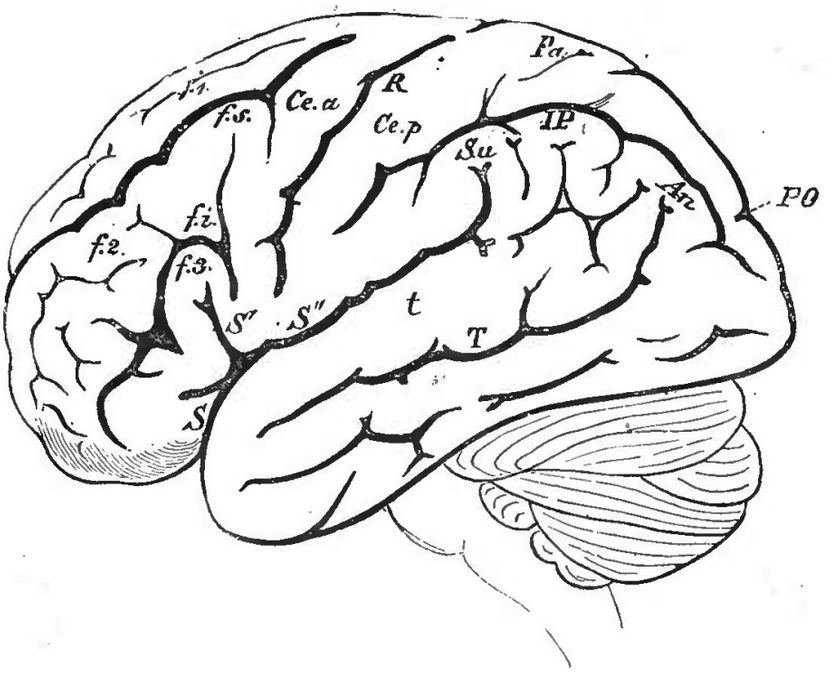


Fig. 141.

deux moitiés latérales ou petits hémisphères; ces hémisphères sont reliés entre eux, en haut, par une expansion nerveuse vermiforme (*vermis*), en bas, par une sorte de pont transversal (*pons Varoli*) (fig. 140, *VI*).

Mais l'anatomie comparée et l'ontogénie nous apprennent qu'à l'origine le cerveau humain, comme celui de tous les crâniotes, n'est pas composé de deux, mais bien de cinq parties échelonnées en série. Nous avons vu que ces parties primitives du cerveau

Fig. 141. — *Cerveau humain vu du côté gauche* (d'après H. Meyer). Les sillons des hémisphères sont indiqués par des traits gras ; ceux du cervelet par des lignes fines. Au-dessous du cervelet, on voit la moelle allongée. $f1$ à $f3$, circonvolutions frontales. *C*, circonvolutions centrales. *S*, scissure sylvienne. *T*, fente temporale. *Pa*, lobules pariétaux. *An*, lobule pariétal inférieur. *Po*, grande fente postérieure.

apparaissaient, chez l'embryon de tous les crâniotes, des cyclostomes et des poissons jusqu'à l'homme, sous la forme de cinq vésicules. Ce cerveau rudimentaire diffère extrêmement du cerveau développé. Chez l'homme et chez tous les mammifères supérieurs, la première de ces cinq vésicules, le *cerveau antérieur*, acquiert un tel volume et un tel poids, qu'à elle seule elle représente la plus grande partie du cerveau (fig. 140, 141).

Le cerveau antérieur ne comprend pas seulement les hémisphères, mais aussi le corps calleux, les bulbes olfactifs, d'où partent les nerfs de l'odorat et la plupart des saillies que l'on observe soit sur la voûte, soit sur le fond des ventricules latéraux que recouvrent les hémisphères, par exemple les corps striés. Au contraire, les couches optiques situées entre les corps striés appartiennent déjà à la deuxième partie du cerveau, au *cerveau intermédiaire*. A ce même cerveau intermédiaire appartiennent le troisième ventricule, ainsi que l'infundibulum, le corps cendré, la glande pinéale. Plus en arrière, entre le cerveau et le cervelet, se trouvent quatre saillies ganglionnaires, séparées par un sillon crucial et appelées pour cette raison *tubercules quadrijumeaux* (fig. 138, *m*, fig. 139, *c*). Chez l'homme et les mammifères supérieurs, ces tubercules sont très-peu développés, mais ils représentent cependant la troisième portion du cerveau, très-volumineuse chez les vertébrés inférieurs, c'est-à-dire le cerveau moyen. Plus en arrière, se trouve le cerveau postérieur ou cervelet (*cerebellum*), composé de deux petits hémisphères latéraux (fig. 138, *c* et 139, *c*) et d'une portion moyenne, le *vermis*. Après le cervelet vient la cinquième et dernière portion du cerveau, la *moelle allongée* (*medulla oblongata*) (fig. 139, *mo*), comprenant le quatrième ventricule impair et les parties nerveuses voisines (pyramides, olives, corps rétiformes). Inférieurement cette moelle allongée se continue avec la moelle épinière. L'étroit canal central de la moelle épinière se continue en haut avec la cavité losangique plus large du quatrième ventricule. Du quatrième ventricule part un étroit canal, « l'aqueduc de Sylvius », qui gagne le troisième ventricule en passant sous les tubercules quadrijumeaux. Ce troisième ventricule est situé entre les couches optiques et communique à son tour avec les deux ventricules latéraux (premier et deuxième ventricule) situés, à droite et à gauche, dans l'épaisseur des hémisphères. Toutes ces parties du cerveau ont une structure

d'une infinie délicatesse, mais dont il serait inutile de parler ici. Disons seulement qu'en dépit de la merveilleuse structure du cerveau propre à l'homme et aux vertébrés supérieurs, l'organe psychique si complexe provient, chez tous les crâniotes, des cinq vésicules rudimentaires dont nous avons parlé (voir pl. IV et V).

Avant de dire brièvement comment le cerveau adulte si complexe provient de cette série de vésicules, il sera utile de rapprocher ce cerveau de celui des animaux inférieurs, qui ne possèdent rien de pareil. Déjà nous avons vu que, chez les acrâniens, chez l'amphioxus, il n'y a pas de cerveau du tout. Là, les centres nerveux sont représentés par un simple cordon cylindrique, parcourant le corps dans toute sa longueur et se terminant presque aussi simplement en avant qu'en arrière ; c'est un simple tube médullaire (pl. VIII, fig. 15, *m*). Nous avons rencontré le même tube médullaire rudimentaire chez la larve de l'ascidie (pl. VII, fig. 5, *m*), et dans la même situation caractéristique, au-dessus de la chorda. En examinant attentivement, nous avons trouvé chez ces deux animaux si voisins l'un de l'autre un petit renflement ampullaire à l'extrémité antérieure du tube médullaire : c'est là le premier indice d'une différenciation du cerveau (m_1) et de la moelle épinière (m_2). Mais si nous tenons compte de l'incontestable parenté de l'ascidie et des autres vers, il en résultera clairement que le centre nerveux si simple de cet animal équivaut au ganglion nerveux pharyngien supérieur (*ganglion pharyngeum superius*) ou sus-œsophagien des vers. Chez les turbellariés (fig. 110), le système nerveux tout entier est représenté par cette seule paire de ganglions dorsaux, émettant des filets nerveux destinés aux diverses parties du corps. En s'allongeant, le ganglion œsophagien supérieur est devenu le tube médullaire, spécial aux vertébrés et aux larves des ascidies. Chez les autres animaux, le système nerveux central s'est développé tout différemment, à partir du ganglion œsophagien ; chez les articulés, par exemple, il s'est formé un anneau nerveux œsophagien et une chaîne nerveuse abdominale ; il en est advenu de même chez les vers annelés et chez les radiés, qui en sont vraisemblablement issus. Les mollusques ont aussi cet anneau œsophagien, qui manque aux vertébrés. Chez les vertébrés, c'est surtout du côté dorsal que s'est développé le système nerveux central, tandis que chez les autres animaux dont nous avons parlé, le développement se faisait du côté abdominal ([112]).

En descendant au-dessous des vers, nous rencontrons beaucoup d'animaux qui n'ont plus de système nerveux ou chez qui la fonction du système nerveux est assumée par le tégument externe, par les cellules du feuillet cutané ou exoderme. C'est ce qui arrive chez nombre de zoophytes, par exemple chez les éponges et chez notre polype d'eau douce, l'hydre. Il en était sûrement de même chez les gastréadés éteints. Il va de soi que le système nerveux manque aussi à tous les protozoaires, puisque ces animaux n'ont jamais de feuillets germinatifs.

Si nous embrassons d'un coup d'œil général l'évolution du système nerveux chez l'embryon humain, nous voyons avant tout que le premier rudiment de ce système est le simple tube médullaire qui, chez l'embryon lyriforme, se différencie du feuillet germinatif le plus externe. Ce sont là des faits qui vous sont déjà familiers. Vous vous rappelez qu'au milieu du disque germinatif lyriforme se creuse en ligne droite la gouttière primitive ou sillon dorsal (fig. 40-42). De chaque côté de ce sillon s'élèvent les deux bourrelets dorsaux parallèles ou bourrelets de la moelle épinière (fig. 45, 46); puis ces bourrelets s'inclinent l'un vers l'autre et se soudent par leur bord libre supérieur en un tube médullaire (fig. 47; pl. II, fig. 3). D'abord ce tube médullaire est situé immédiatement au-dessous de la lamelle cornée; puis il s'en sépare et devient un organe profond. Pendant ce temps, les bords supérieurs des lamelles vertébrales primitives s'insinuent à droite et à gauche entre la lamelle cornée et le tube médullaire, qui se trouve ainsi enclos dans un canal fermé, le canal vertébral (fig. 48, pl. II, fig. 4-6, 8, *m*). Comme le fait judicieusement remarquer Gegenbaur, « cette graduelle pénétration des centres nerveux dans l'intérieur du corps est un avantage *acquis* et correspondant à une différenciation progressive, à un accroissement de puissance du système nerveux; l'organe le plus précieux du corps a naturellement acquis une situation profonde ».

Que notre organe psychique, comme celui de tous les autres crâniotes, revête, par les mêmes procédés, la même forme rudimentaire qui persiste chez l'amphioxus, c'est là un fait qui, pour tout homme intelligent et libre de préjugé, semblera capital et fécond en conséquences (pl. VII, fig. 11, *m*; 13, *m*; pl. VIII, fig. 15, *m*). Chez les cyclostomes, qui occupent le rang immédiatement supérieur aux acrâniens, l'extrémité antérieure du

cylindre médullaire commence déjà à se renfler en une ampoule pyriforme; c'est là le premier rudiment distinct d'un cerveau (pl. VIII, fig. 16, m^1). Dès lors les centres nerveux du vertébré se différencient déjà en cerveau (m^1) et en moelle épinière (m^2). Déjà chez l'amphioxus, peut-être même chez la larve de

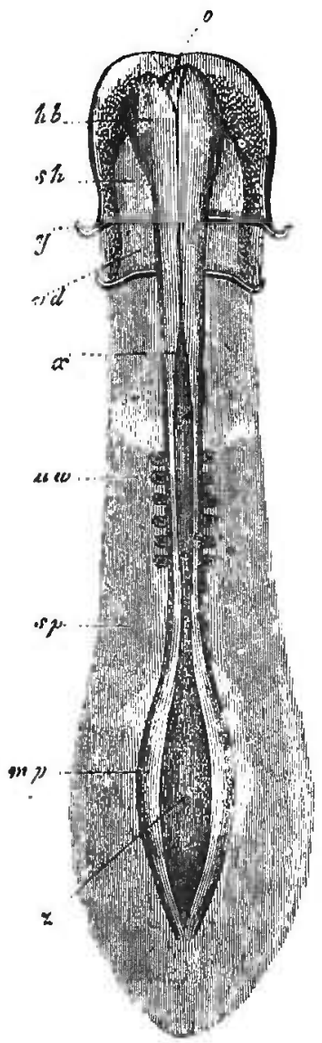


Fig. 142.

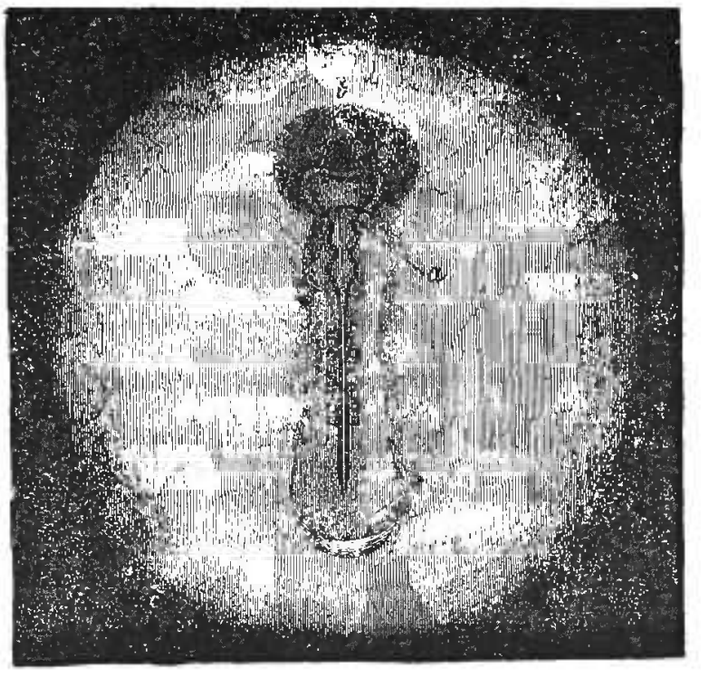


Fig. 143.

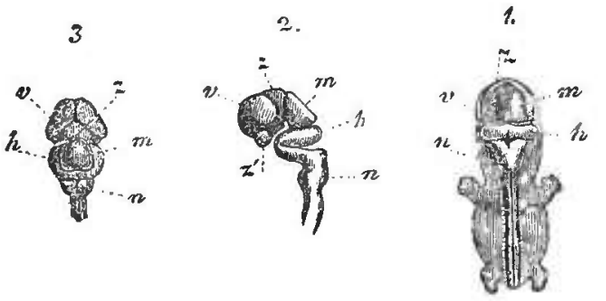


Fig. 144.

Fig. 142. — *Embryon du poulet vu de dos,* à la fin du premier jour de la couvaison (d'après Remak). *hb*, la simple ampoule cérébrale, pyriforme, encore ouverte en *o*. La moelle épinière (*mp*) est aussi ouverte à partir de *x* et s'élargit fortement en *z*. *uw*, vertèbre primitive. *sp*, lamelles latérales. *vd*, intestin antérieur. *sh*, cavité œsophagienne.

Fig. 143. — *Embryon de lapin* avec huit vertèbres primitives et entouré de l'aire germinative. *a*, étui céphalique de l'amnios. *b*, première ampoule cérébrale avec les vésicules oculaires (*c*). *d*, deuxième et *e*, troisième ampoule primitive (Bischoff).

Fig. 144. — Centres nerveux d'un embryon humain de sept semaines et de 2 centimètres de long (d'après Koelliker). 1, embryon entier, vu de dos avec le cerveau et la moelle mis à nu. 2, le cerveau et la portion supérieure de la moelle épinière vus du côté gauche. 3, le cerveau vu d'en haut. *v*, cerveau antérieur. *z*, cerveau intermédiaire. *m*, cerveau moyen. *h*, cerveau postérieur. *n*, arrière-cerveau.

l'ascidie (pl. VII, fig. 5), on peut remarquer un faible indice de cette importante différenciation.

Le cerveau simplement vésiculaire, tel qu'il existe assez longtemps chez les cyclostomes, se voit aussi tout d'abord chez les vertébrés supérieurs (fig. 142, *h b*).

Mais ce n'est là qu'une forme transitoire: bientôt la vésicule cérébrale se divise par des étranglements transversaux en une série d'ampoules. D'abord il n'y a encore que deux sillons et par conséquent trois ampoules (fig. 143).

Puis la première et la troisième de ces trois ampoules se divisent aussi chacune par un étranglement transversal; il en résulte cinq ampoules échelonnées en série (fig. 144; voir la pl. III, fig. 13-16; pl. IV et V, deuxième série de sections transversales).

Ces cinq ampoules cérébrales, communes à l'embryon de tous les crâniotes, Baer les a vues le premier; le premier il en a apprécié l'importance, la situation relative et les a désignées par des dénominations convenables et encore acceptées généralement : I. cerveau antérieur (*v*); II. cerveau intermédiaire (*z*); III. cerveau moyen (*m*); IV cerveau postérieur (*h*), et V arrière-cerveau (*n*).

Chez tous les crâniotes, depuis les cyclostomes jusqu'à l'homme, ces cinq ampoules primitives se développent de la même manière, quelle que puisse être la future complexité du cerveau. La première ampoule, le cerveau antérieur (*protopsyche, v*), forme la plus grande partie du cerveau proprement dit, savoir, les deux hémisphères, les lobes olfactifs, les corps striés, le corps calleux. De la deuxième vésicule du cerveau intermédiaire (*deutopsyche, z*) proviennent surtout les couches optiques et tout ce qui limite le troisième ventricule, puis l'infundibulum, la glande pinéale, etc. La troisième vésicule (*mesopsyche, m*) donne naissance aux tubercules quadrijumeaux et à l'aqueduc de Sylvius. De la quatrième vésicule ou cerveau postérieur (*metapsyche, h*) provient la plus grande partie du cervelet, savoir : le *vermis* et les deux petits hémisphères. Enfin la cinquième vésicule, l'arrière-cerveau (*epipsyche, n*) devient la moelle allongée (*medulla oblongata*) avec la fosse losangique, les pyramides, les olives, etc.

Sûrement l'anatomie comparée et l'ontogénie nous révèlent un fait de la plus grande portée, en nous montrant que, chez

tous les crâniotes, des plus humbles cyclostomes et des poissons aux singes et à l'homme, le cerveau se forme de la même manière chez l'embryon. Partout la première ébauche du cerveau est un renflement ampullaire à l'extrémité antérieure du tube médullaire. Partout cinq vésicules proviennent de ce renflement, partout de ces cinq vésicules résulte le cerveau définitif avec toute sa structure compliquée, si différente dans les diverses classes de vertébrés. En comparant des cerveaux développés de poissons, d'amphibies, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères, on a peine à comprendre que des organes si dissemblables par leur texture intime et leur forme se puissent ramener à une commune ébauche. Pourtant tous ces cerveaux si divers des crâniotes proviennent d'une même forme fondamentale; tous se sont développés aux dépens des cinq ampoules cérébrales primitives. Pour se convaincre de cette vérité fondamentale, il suffit de comparer entre eux les stades correspondants du développement embryonnaire dans les diverses classes zoologiques (comparez fig. 145-148 et pl. IV et V, deuxième série de sections transversales).

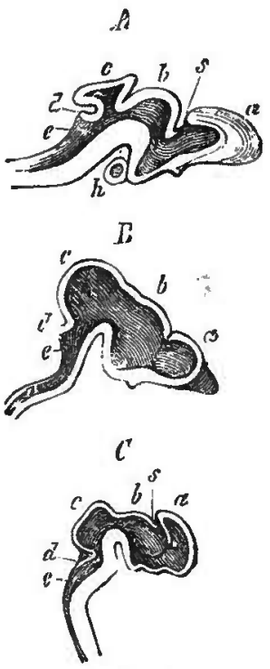


Fig. 145.

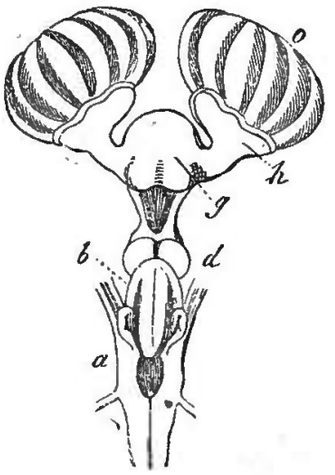


Fig. 146.

La comparaison minutieuse des mêmes degrés évolutifs, chez les divers crâniotes, est très-instructive. En poursuivant cette comparaison, à travers toute la série des classes crâniotes, on ne tarde pas à se convaincre de ce qui suit : chez les cyclostomes

Fig. 145. — *Sections longitudinales du cerveau de trois embryons crâniotes.* *A*, cerveau d'un requin (*heptanchus*); *B*, d'un serpent (*coluber*); *C*, d'une chèvre (*capra*). *a*, cerveau antérieur. *b*, cerveau intermédiaire. *c*, cerveau moyen. *d*, cerveau postérieur. *e*, arrière-cerveau. *s*, fente cérébrale primitive. (Les cerveaux sont vus du côté droit; d'après Gegenbaur.)

Fig. 146. — *Cerveau d'un requin* (*scyllium*) vu du côté dorsal. *g*, cerveau antérieur. *h*, lobules olfactifs du cerveau antérieur qui envoient aux capsules nasales (*o*) de gros nerfs olfactifs. *d*, cerveau intermédiaire. *b*, cerveau moyen; en arrière on voit une insignifiante ébauche du cerveau postérieur. *a*, arrière-cerveau (d'après Busch).

(myxinoïdes et pétromyzontes), les plus humbles et les plus anciens des vertébrés, le cerveau tout entier ne dépasse jamais le stade primitif qui n'a, chez les autres crâniotes, qu'une durée éphémère; chez ces animaux, on voit, toujours inaltérées, les cinq ampoules cérébrales primitives. Chez les poissons, les cinq ampoules subissent une métamorphose essentielle, et c'est évidemment du cerveau des poissons primitifs ou sélaciens (fig. 146) que proviennent, d'un côté, le cerveau des autres poissons, de l'autre, celui des vertébrés supérieurs. Chez les poissons et les

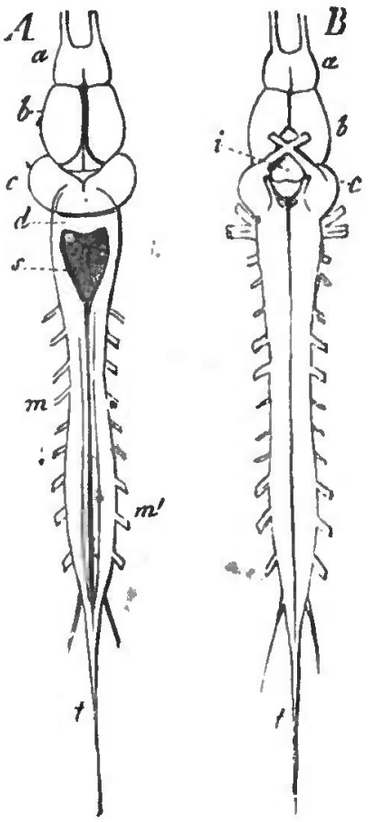


Fig. 147.

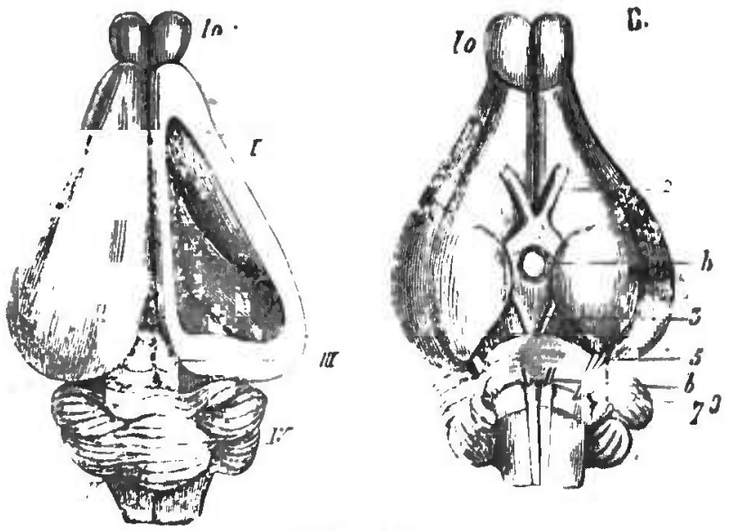


Fig. 148.

amphibies (fig. 147), c'est surtout la partie cérébrale moyenne, le cerveau moyen, qui se développe beaucoup; l'arrière-cerveau fait de même, tandis que les première, deuxième et troisième portions du cerveau s'atrophient. C'est tout le contraire qui arrive chez les vertébrés supérieurs; ici ce sont les premier et quatrième dé-

Fig. 147. — *Cerveau et moelle épinière d'une grenouille. A*, cerveau vu du côté dorsal. *B*, cerveau vu du côté abdominal. *a*, lobules olfactifs en avant du cerveau moyen (*b*). *i*, infundibulum à la base du cerveau intermédiaire. *c*, cerveau moyen. *d*, cerveau postérieur. *s*, fosse losangique dans l'arrière-cerveau. *m*, moelle épinière (très-courte chez la grenouille). *m'*, racines des nerfs rachidiens. *t*, terminaison de la moelle épinière (d'après Gegenbaur).

Fig. 148. — *Cerveau d'un lapin. A*, vu du côté dorsal. *B*, vu du côté ventral. *lo*, lobules olfactifs. *I*, cerveau antérieur. *h*, hypophyses à la base du cerveau intermédiaire. *III*, cerveau moyen. *IV*, cerveau postérieur. *V*, arrière-cerveau. 2, nerf optique. 3, nerf oculo-moteur commun. 5 à 8, nerfs cérébraux. En *A* la région supérieure de l'hémisphère (*I*) a été enlevée, de sorte que l'on peut voir le corps strié dans la cavité du ventricule latéral (d'après Gegenbaur).

partements cérébraux, le cerveau antérieur et le cerveau postérieur, qui prennent un grand développement, tandis que le cerveau moyen et l'arrière-cerveau n'acquièrent qu'un très-petit volume.

Le cerveau et le cervelet recouvrent en grande partie, le premier, les tubercules quadrijumeaux, le second, la moelle allongée. Mais, sans sortir des vertébrés supérieurs, on trouve de nombreuses gradations dans la structure du cerveau. A partir des amphibies, le cerveau et en même temps la vie psychique se développent suivant deux directions différentes, suivies, l'une par les reptiles et les oiseaux, l'autre par les mammifères. C'est le développement du cerveau antérieur qui caractérise le progrès effectué par les mammifères. C'est seulement chez les mammifères (fig. 148) que le cerveau proprement dit se développe au point de recouvrir et en quelque sorte d'emboîter toutes les autres parties de l'encéphale.

La position relative des vésicules cérébrales est aussi remarquablement différente. Chez les crâniotes inférieurs, les cinq ampoules cérébrales sont situées d'abord presque sur le même plan et en série. En regardant le cerveau latéralement, on peut faire passer une ligne droite par ces cinq ampoules cérébrales. Mais, dans les trois classes supérieures des vertébrés, chez les amniotes, le cerveau rudimentaire participe à l'incurvation du cou, de la tête, même du corps entier, et il en résulte une notable courbure du cerveau rudimentaire; par suite, toute la surface dorsale supérieure du cerveau croît beaucoup plus que la surface inférieure ou abdominale. Cette particularité anatomique s'accuse tellement que, plus tard, la situation des parties est la suivante : en avant et en bas est le cerveau antérieur, un peu plus haut se voit le cerveau intermédiaire ; le cerveau moyen domine tous les autres; le cerveau postérieur est un peu au-dessous et l'arrière-cerveau est encore plus bas et plus en arrière. Cette disposition est particulière aux trois classes d'amniotes, aux reptiles, aux oiseaux et aux mammifères (voir pl. I, IV et V).

Quoiqu'il y ait maintes analogies générales, dans le mode de croissance du cerveau, entre les mammifères, les oiseaux et les reptiles, pourtant de frappantes différences ne tardent pas à s'accuser. Chez les oiseaux et les reptiles (pl. IV, fig. *H* et *T*), le cerveau moyen (*m*) et la partie médiane du cerveau postérieur acquièrent un notable développement. Chez les mammifères, au

contraire, ces portions de l'encéphale se développent peu; en retour, le cerveau antérieur croît tellement que, d'avant en arrière, il recouvre graduellement les autres vésicules et finit par emboîter, même latéralement, le reste de l'encéphale. C'est là un fait des plus intéressants ; car le cerveau antérieur est précisément l'organe des hautes activités psychiques, parce que la somme des fonctions des cellules cérébrales est ce qu'on appelle habituellement « l'âme » ou « l'esprit ». Les plus hautes fonctions animales, la conscience avec ses admirables extériorations, la pensée avec toutes ses modes, siégent dans le cerveau antérieur. On peut, sans tuer un mammifère, lui enlever, pièce à à pièce, les hémisphères cérébraux et l'on voit alors diminuer graduellement, puis s'anéantir les facultés intellectuelles les plus élevées : la conscience et la pensée, la volonté consciente et la sensibilité. L'animal ainsi mutilé peut être conservé vivant fort longtemps; car la destruction des organes psychiques n'a point entravé la nutrition générale, la digestion, la respiration, la circulation, la sécrétion urinaire, en résumé les fonctions végétatives. Seuls, le mouvement volontaire, la sensibilité consciente, l'activité de la pensée et la combinaison de toutes les activités psychiques supérieures sont abolis.

Or, le cerveau antérieur, qui est le siége de toutes ces merveilleuses activités nerveuses, n'atteint un haut degré de développement que chez les placentaliens supérieurs, ce qui explique très-simplement pourquoi les mammifères supérieurs l'emportent tellement en intelligence sur les autres. Tandis que « l'âme » ou « l'esprit » des placentaliens inférieurs ne s'élève guère au-dessus des mêmes fonctions chez les oiseaux et les reptiles, on trouve, chez les placentaliens supérieurs, une gradation ascendante et ininterrompue, qui aboutit aux singes et à l'homme. A ces différences intellectuelles correspondent des dissemblances frappantes dans le degré de développement du cerveau antérieur. Chez les mammifères inférieurs, la surface des hémisphères, c'est-à-dire de la plus importante partie du cerveau antérieur, est unie et lisse. D'autre part, le cerveau antérieur acquiert si peu de volume qu'il ne lui arrive jamais de recouvrir le cerveau moyen (fig. 148). Au degré supérieur, le cerveau antérieur recouvre entièrement le cerveau moyen; mais le cerveau postérieur est encore libre. Enfin, chez les singes et l'homme, le cerveau postérieur est aussi caché par le cerveau antérieur. La

même gradation se reproduit dans le développement des sillons et des circonvolutions qui donnent à la surface du cerveau un aspect si particulier chez les mammifères supérieurs (fig. 140, 141). La comparaison de ces circonvolutions et de ces sillons cérébraux, dans les divers groupes de mammifères, prouve que le développement des hautes facultés psychiques va de pair avec celui de ces complications de la surface cérébrale. De nos jours, on s'est fort occupé de cette branche spéciale de l'anatomie cérébrale et l'on a constaté, sous ce rapport, de frappantes différences individuelles, même sans sortir de l'espèce humaine. Chez tous les hommes exceptionnellement doués d'une remarquable intelligence, les sillons et les circonvolutions de la surface cérébrale sont plus compliqués que chez les hommes ordinaires; à leur tour, ces derniers l'emportent beaucoup, sous ce rapport, sur les crétins et les idiots. Une gradation analogue s'observe dans la structure intime du cerveau antérieur chez les mammifères. Ainsi le corps calleux ou commissure transversale des hémisphères n'existe que chez les placentaliens. D'autres dispositions dans la conformation des ventricules latéraux ne s'observent que chez l'homme et les singes supérieurs. Longtemps on a cru qu'il existait, dans le cerveau de l'homme, des organes spéciaux, dont tous les autres animaux auraient été dépourvus. Des observations plus exactes ont démontré qu'il n'en est rien et que les traits caractéristiques du cerveau humain sont déjà indiqués chez les singes inférieurs et plus ou moins développés chez les singes supérieurs. Dans son ouvrage déjà tant de fois cité par nous « Sur la place de l'homme dans la nature » (1863), Huxley a surabondamment démontré que, dans la série simienne, il y a, dans la conformation du cerveau et surtout des principales régions cérébrales, plus de distance entre les singes inférieurs et les singes supérieurs qu'entre ces derniers et l'homme. Mais cette proposition est aussi vraie pour les autres parties du corps, quoiqu'elle ait plus de portée en ce qui concerne les centres nerveux. Pour en bien comprendre toute la valeur, il faut rapprocher les faits morphologiques des faits physiologiques correspondants, il faut songer que l'intégrité de la structure cérébrale est la condition rigoureuse de l'exercice complet de toute activité psychique. Les mouvements si complexes et si délicats qui s'opèrent dans le sein des cellules nerveuses et que nous appelons « vie psychique » ne sauraient pas plus exister

sans leur organe chez l'homme et les vertébrés que la circulation sans le cœur et le sang. Or, puisque les centres nerveux humains et ceux des autres vertébrés proviennent du même tube médullaire, il faut bien aussi que la vie psychique ait, dans les deux cas, la même origine.

On en peut dire autant de la substance nerveuse conductrice du système nerveux périphérique, dont, en terminant, nous voulons retracer brièvement l'évolution. Ce système se compose de deux ordres de fibres, savoir : des fibres nerveuses sensibles, centripètes, conduisant les impressions sensibles de la peau et des organes des sens aux centres nerveux, et des fibres nerveuses motrices, centrifuges, conduisant, au contraire, les volitions des centres nerveux aux muscles. Ces nerfs périphériques naissent, pour la plupart, du feuillet fibro-cutané, par différenciation spéciale et locale de séries de cellules dans les organes mêmes. Déjà, en traitant de l'ontogénie de la colonne vertébrale, nous avons vu que les deux racines de chaque nerf médullaire, la racine postérieure, ganglionnaire et sensible (fig. 53 *g*) et la racine antérieure, motrice et sans ganglion (fig. 53 *v*), se forment localement aux dépens d'une portion de la vertèbre primitive et toujours entre deux arcs vertébraux (fig. 53). De même, les nerfs moteurs se forment, dans la chair musculaire, aux dépens des cellules de la lamelle musculaire, et les nerfs sensibles de la peau, dans le derme même, aux dépens des cellules de la lamelle dermique, etc. Les deux premiers nerfs cérébraux ont une origine différente. Le premier, le nerf olfactif, émane des lobules olfactifs appartenant au cerveau antérieur et se distribue à l'organe de l'odorat (fig. 140, *I*; 146, *h*); le second, le nerf optique, vient aussi directement du cerveau intermédiaire et forme les vésicules optiques primitives (fig. 140, *II*; 148, 2). La plus grande partie du système nerveux viscéral ou sympathique, qui se distribue à l'intestin et aux autres viscères, a une origine toute spéciale; elle semble provenir du feuillet fibro-intestinal ([113]).

Les enveloppes des centres nerveux ont la même origine que la plus grande partie du système nerveux périphérique : la pie-mère (*pia mater*), l'arachnoïde (*meninx arachnoides*) et l'enveloppe externe, la dure-mère (*dura mater*), naissent du feuillet fibro-cutané ([114]).

VINGT ET UNIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principales périodes phylogéniques de la peau humaine.

I. Première période : *Peau des gastréadés.*

Le tégument tout entier, y compris le système nerveux, qui ne s'en est pas encore différencié, consiste en une simple couche de cellules ciliées (exoderme ou feuillet cutané primaire), comme cela se voit encore chez l'amphioxus.

II. Deuxième période : *Peau des vers primitifs.*

Le simple exoderme des gastréadés s'est épaissi et divisé en deux couches ou feuillets germinatifs secondaires : le feuillet cutané-sensitif, (rudiment de la lamelle cornée et du système nerveux) et le feuillet fibro-cutané (rudiment du derme, de la lamelle musculaire et de la lamelle osseuse). (La peau est virtuellement à la fois organe tégumentaire et organe de l'âme.)

III. Troisième période : *Peau des chordoniens.*

Le feuillet cutané-sensitif s'est différencié en lamelle cornée (epidermis) et en centre nerveux, provenant de ce dernier (ganglion œsophagien supérieur); ce centre nerveux s'allonge en tube médullaire. Le feuillet fibro-cutané s'est différencié en lamelle dermique (corium) et poche musculo-cutanée, située au-dessous de cette lamelle (comme il arrive chez tous les vers).

IV. Quatrième période : *Peau des acrâniens.*

La lamelle cornée forme encore un simple épiderme. La lamelle dermique s'est complétement séparée de la lamelle musculaire et de la lamelle osseuse.

V. Cinquième période : *Peau des cyclostomes.*

L'épiderme est encore une simple couche cellulaire, molle, muqueuse, mais il forme des glandes unicellulaires. Le derme (corium) se différencie en cutis et subcutis.

VI. Sixième période : *Peau des poissons primitifs.*

L'épiderme est simple. Le derme forme des écailles placoïdes ou en lamelles osseuses, comme chez les sélaciens.

VII. Septième période : *Peau des amphibies.*

L'épiderme se différencie en couche cornée externe et couche muqueuse interne. Les extrémités des doigts se recouvrent d'étuis cornés, première ébauche des griffes et des ongles.

VIII. Huitième période : *Peau des mammifères.*

L'épiderme forme les appendices propres aux seuls mammifères : poils, glandes sébacées, glandes sudoripares et glandes lactées.

VINGT-DEUXIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principales périodes phylogéniques du système nerveux.

I. Première période : *Substance nerveuse des gastréadés.*

Le système nerveux ne s'est pas encore différencié du tégument cutané; l'un et l'autre sont représentés par la simple couche cellulaire de l'exoderme ou feuillet cutané primaire; c'est ce qui arrive, aujourd'hui encore, chez la gastrula de l'amphioxus.

II. Deuxième période : *Substance nerveuse des vers.*

Le système nerveux central est d'abord une partie du feuillet cutané-sensitif et consiste plus tard en un simple ganglion œsophagien, le *ganglion sus-œsophagien*, comme il arrive encore aujourd'hui chez les vers inférieurs.

III. Troisième période : *Système nerveux des chordoniens.*

Le système nerveux central est un simple tube médullaire, dû à l'allongement du ganglion œsophagien supérieur et séparé de l'intestin par la *chorda dorsalis.*

IV. Quatrième période : *Système nerveux des acrâniens.*

Le tube médullaire se divise en deux parties : une portion céphalique et une portion dorsale. La portion céphalique est une petite ampoule piriforme (première ébauche du cerveau) située à l'extrémité antérieure de la moelle dorsale cylindrique.

V Cinquième période : *Système nerveux des cyclostomes.*

L'ampoule cérébrale primitive se divise en cinq ampoules de structure fort simple et échelonnées en série.

VI. Sixième période : *Système nerveux des poissons primitifs.*

Les cinq ampoules cérébrales se sont différenciées en revêtant toutes une forme analogue, comme il arrive aujourd'hui encore chez les sélaciens adultes.

VII. Septième période : *Système nerveux des amphibies.*

La différenciation des cinq ampoules cérébrales va jusqu'à la forme caractéristique des amphibies actuels.

VIII. Huitième période : *Système nerveux des mammifères.*

Le cerveau acquiert les particularités spéciales aux mammifères. Les degrés évolutifs sont : 1° cerveau des monotrèmes; 2° cerveau des marsupiaux; 3° cerveau des prosimiens; 4° cerveau des singes; 5° cerveau des singes anthropoïdes; 6° cerveau des hommes pithécoïdes; 7° cerveau humain.

VINGT-TROISIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble du développement du tégument cutané et du système nerveux.

XXIII. *A* : Vue d'ensemble de l'évolution du tégument cutané.

Tégument cutané (*derma* ou *integumentum*).	Epiderme (*epidermis*) Produit du feuillet cutané-sensitif	Couche cornée de l'épiderme (*stratum corneum*)	Cheveux Ongles Glandes sudoripares
		Couche muqueuse de l'épiderme (*stratum mucosum*)	Glandes lacrymales Glandes sébacées Glandes lactées
	Derme (*corium*) Produit du feuillet fibro-cutané	Couche fibreuse du derme (*cutis*)	Tissu cellulaire Tissu adipeux Muscles plats Vaisseaux sanguins Corpuscules tactiles et Nerfs du derme
		Couche graisseuse du derme (*subcutis*)	

XXIII. *B* : Vue d'ensemble de l'évolution des centres nerveux.

Système nerveux central (*psyche* ou *medulla*) Produit du feuillet cutané-sensitif.	I. Cerveau antérieur (*protopsyche*)	Hemisphæræ cerebri Lobi olfactorii Ventriculi laterales Corpora striata Fornix Corpus callosum
	II. Cerveau intermédiaire (*deutopsyche*)	Thalami optici Ventriculus tertius Conarium Infundibulum
	III. Cerveau moyen (*mesopsyche*)	Corpus bigeminum Aquæductus Sylvii Pedunculi cerebri
	IV. Cerveau postérieur (*metapsyche*)	Hemisphæræ cerebelli Vermis cerebelli Pons Varolii
	V. Arrière-cerveau (*epipsyche*)	Corpora pyramidalia Corpora olivaria Corpora rectiformia Ventriculus quartus
	VI. Moelle dorsale (*notopsyche*)	Medulla spinalis
Enveloppes des centres nerveux. Méninges.	Membranes d'enveloppe contenant les vaisseaux nutritifs du cerveau et de la moelle dorsale	Pia mater Arachnoidea Dura mater

---

VINGT-ET-UNIÈME LEÇON.

HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DES ORGANES DES SENS.

Toute physiologie systématique repose principalement sur l'histoire du développement; et si cette dernière n'est point achevée, la première ne peut faire de progrès rapides; en effet, c'est l'histoire du développement qui fournit au philosophe le matériel nécessaire à la construction d'un solide exposé de la vie organique. C'est donc là la direction qu'il faut imprimer de plus en plus, comme on le fait d'ailleurs, aux travaux anatomiques et physiologiques; c'est-à-dire qu'en face de tout organe, de tout objet, de toute activité, il faut toujours se demander : Quel a été leur mode de production ?

ÉMILE HUSCHKE (1832).

Les organes des sens supérieurs les mieux adaptés à un but se sont formés inconsciemment, par simple sélection naturelle. — Les six organes des sens et les sept fonctions sensorielles. — Tous les organes des sens proviennent primitivement du tégument cutané, du feuillet cutané-sensitif. — Organes du sens de la pression, du sens de la température, du sens génésique et du sens du goût. — Structure de l'organe olfactif. — Les fosses nasales en cœcum des poissons. — Les fentes nasales se changent en canaux nasaux. — Séparation des cavités nasales et de la cavité buccale par la voûte palatine. — Structure de l'œil. — Les vésicules oculaires primitives. — Expansions pédonculées du cerveau intermédiaire. — Le sac cristallin se sépare de la lamelle cornée et s'enchâsse dans les vésicules oculaires en les refoulant. — Enchâssement du corps vitré. — Capsule vasculaire et capsule fibreuse du globe oculaire. — Paupières. — Structure de l'oreille. — Appareil de la sensibilité auditive. — Labyrinthe et nerf auditif. — Le labyrinthe se forme aux dépens de la vésicule auditive primitive (en se séparant de la lamelle cornée). — Appareils conducteurs des sons : caisse du tympan, osselets auditifs et membrane tympanique. — Ces organes se forment aux dépens de la première fente branchiale et des parties limitrophes (premier et deuxième arc branchial). — Oreille rudimentaire externe. — Muscles rudimentaires du pavillon de l'oreille.

Messieurs,

Nulle partie du corps humain n'est plus importante et plus intéressante que les organes des sens. Cela est incontestable, puisque ce sont ces organes seuls qui nous révèlent l'existence du monde extérieur. *Nihil est in intellectu, quod non prius fuerit in sensu*. Les organes des sens sont les sources premières de notre vie intellectuelle. Nulle autre partie du corps

animal n'offre une structure anatomique si délicate et si extraordinairement compliquée en vue d'un but physiologique déterminé; nulle autre partie du corps ne semble mieux indiquer, par cette structure admirable et si bien adaptée à un but, qu'il y a eu nécessairement un plan de création. Aussi c'est surtout au sujet de ces organes que, dans la conception téléologique du monde, on se plaît à admirer la prétendue sagesse du créateur et l'organisation raisonnée de sa créature. En y pensant bien, vous trouverez peut-être que, dans cette manière de voir, le créateur se comporta comme un ingénieur mécanicien ou un adroit horloger; c'est qu'en effet toutes ces conceptions téléologiques si répandues du créateur et de sa création n'ont d'autre base qu'un anthropomorphisme enfantin.

Cependant, il faut bien accorder qu'à première vue l'explication téléologique de ces organes si bien adaptés à un but semble la plus simple et la plus naturelle. Si l'on envisage seulement la structure et les fonctions des organes des sens les plus développés, il semble que leur origine ne se puisse guère expliquer que par un acte surnaturel de création. Pourtant l'histoire du développement nous prouve, avec la dernière évidence, que l'interprétation vulgaire dont nous parlons est radicalement fausse. Grâce à l'histoire du développement, nous nous convaincrons que, comme tous les autres organes, les organes des sens les plus adaptés à un but, les plus admirablement construits se sont formés inconsciemment. Pour expliquer leur origine, il suffit d'invoquer le même procédé mécanique de la sélection naturelle, la même action combinée et constante, par lesquels les autres organes adaptés à une fonction se sont formés lentement et graduellement dans la guerre pour l'existence.

Comme la plupart des autres vertébrés, l'homme possède aussi six organes des sens, chargés de sept fonctions diverses de la sensibilité. La peau perçoit la sensation de la pression, de la résistance, celle de la température, du chaud et du froid. De tous les organes des sens, la peau est le plus ancien, le plus inférieur, le plus indifférencié; elle revêt en effet toute la surface du corps. Quant aux autres activités sensorielles, elles sont localisées. Le sens génésique siége dans la peau des organes des sens externes, comme le sens du goût dans la muqueuse de la langue et du palais et le sens de l'odorat dans la muqueuse nasale. Quant aux sens les plus élevés, les plus différenciés, ils ont des organes

d'un mécanisme très-compliqué, savoir : l'œil pour le sens de la vue, l'oreille pour le sens de l'ouïe.

L'anatomie et la physiologie comparées nous apprennent que, chez tous les animaux inférieurs, il n'y a point d'organes des sens différenciés et que toutes les impressions sensorielles sont perçues par la surface externe de la peau. *Le feuillet cutané non différencié ou exoderme de la gastraea est la couche cellulaire simple, d'où proviennent les organes des sens différenciés, chez tous les métazoaires, sans en excepter les vertébrés.* Si l'on considère que les parties les plus superficielles du corps, celles qui se trouvent en contact immédiat avec le monde extérieur, ont dû nécessairement commencer à percevoir les premières impressions sensorielles, on supposera déjà que les organes des sens ont dû aussi en provenir. C'est en effet ce qui a eu lieu. La portion fondamentale de tous les organes des sens provient du feuillet germinatif le plus externe, du feuillet cutané-sensitif. Cela se fait soit immédiatement aux dépens de la lamelle cornée, soit à ceux du cerveau, de la partie la plus antérieure du tube médullaire, quand celui-ci s'est différencié de la lamelle cornée. En comparant l'évolution embryologique des divers organes des sens, on voit qu'au moment de leur apparition ils revêtent la forme la plus simple qu'on puisse imaginer; c'est graduellement, pas à pas, que s'accusent ces admirables perfectionnements, grâce auxquels les organes des sens supérieurs finissent par acquérir la structure la plus curieuse et la plus compliquée de l'organisme. Mais, au début, tous les organes des sens sont simplement des *portions du tégument cutané, auxquelles se distribuent des nerfs sensibles.* Ces nerfs eux-mêmes ont commencé par être homogènes, indifférenciés. C'est peu à peu seulement, par division du travail, que se sont développées les diverses fonctions ou énergies spécifiques des divers nerfs sensibles. En même temps, les simples terminaisons de ces nerfs dans le tégument cutané sont devenues des organes très-complexes.

On comprend facilement l'extraordinaire portée de ces faits historiques pour quiconque veut se faire une juste idée de la vie intellectuelle. La philosophie tout entière sera transformée, dès que la psychologie sera bien familiarisée avec ces faits généalogiques et les aura pris pour base de ses spéculations [115].

Sous le rapport des terminaisons des nerfs sensitifs, nous

pouvons diviser les organes des sens, chez l'homme, en trois groupes, qui correspondent à trois degrés divers de développement. Le premier groupe comprend les organes des sens dont les nerfs se distribuent simplement à la surface libre de la peau : ce sont les organes du sens de la pression, du sens de la température, du sens génésique. Dans le deuxième groupe, se trouvent les nerfs se distribuant à la muqueuse des cavités qui, dans le principe, sont des fossettes ou dépressions de la peau : ce sont les organes du goût et de l'odorat. Le troisième groupe, enfin, se compose des organes des sens très-complexes dont les nerfs se distribuent dans l'intérieur d'une vésicule qui s'est différenciée du tégument cutané : ce sont les organes de la vue et de l'ouïe. Le tableau suivant permettra d'embrasser ce groupement d'un coup d'œil.

Les trois groupes des organes sensoriels.

Les trois groupes.	Nerfs sensoriels.	Organes des sens.	Fonctions sensorielles.
A. Organes des sens dont les nerfs se terminent dans le tégument cutané externe.	I. Nerfs cutanés *(nervi cutanei)*	I. Tégument cutané (épiderme et derme)	1. Sens de la pression 2. Sens de la température
	II. Nerfs sexuels *(nervi pudendi)*	II. Portion externe des organes sexuels (pénis et clitoris)	3. Sens génésique
B. Organes des sens dont les nerfs se terminent dans des fossettes du tégument cutané externe.	III. Nerf gustatif *(nervus glosso-pharyngeus)*	III. Muqueuse buccale (langue et palais)	4. Sens du goût
	IV. Nerf olfactif *(nervus olfactorius)*	IV. Muqueuse des fosses nasales	5. Sens de l'odorat
C. Organes des sens dont les nerfs se terminent dans des ampoules différenciées du tégument cutané externe.	V. Nerf optique *(nervus opticus)*	V. Yeux.	6. Sens de la vue
	VI. Nerf auditif *(nervus acusticus)*	VI. Oreilles.	7. Sens de l'ouïe

Il me reste peu de chose à dire des organes des sens inférieurs. Déjà vous connaissez ceux du tégument cutané, l'organe du sens de la pression (sens du tact) et de la température. Tout au plus puis-je ajouter qu'il se développe dans le derme de l'homme et de tous les vertébrés supérieurs de nombreux organes sensoriels

microscopiques, dont la relation directe avec les sensations de pression, de chaleur et de froid n'a pas encore été élucidée. Ces organes, dans ou sur lesquels se terminent les nerfs cutanés sensibles, sont les « corpuscules du tact » et les « corpuscules de Pacini », ainsi désignés d'après le nom de celui qui les a découverts. On trouve des corpuscules analogues dans les organes du sens génésique, dans le pénis de l'homme et le clitoris de la femme, appendices cutanés dont nous aurons à décrire le développement en parlant de celui des autres organes sexuels. Nous aurons aussi à parler du développement de l'organe du goût, en traitant de celui du canal intestinal, dont dépend cet organe. Je noterai seulement ici que la muqueuse de la langue et du palais, dans laquelle se termine le nerf du goût, dépend du tégument cutané externe, si l'on veut tenir compte de son origine. Vous vous souvenez, en effet, que la cavité buccale tout entière ne provient pas du tube intestinal, mais commence par être une fossette du tégument cutané. La muqueuse de cette cavité ne provient donc pas du feuillet intestinal, mais du feuillet cutané, et les cellules gustatives, situées à la surface de la langue et du palais, dérivent, non pas du feuillet intestino-glandulaire, mais du feuillet cutané-sensitif.

On en peut dire autant de la muqueuse nasale ou olfactive. L'histoire du développement de cet organe sensoriel est aussi d'un haut intérêt. Quoique le nez semble être extérieurement un organe simple et impair, il est pourtant, chez l'homme et chez tous les vertébrés supérieurs, composé de deux moitiés parfaitement distinctes, d'une fosse nasale droite et d'une gauche. Une cloison nasale perpendiculaire sépare complétement les deux cavités nasales, de sorte que chaque narine correspond exclusivement à une fosse nasale. En arrière, les deux fosses nasales s'ouvrent aussi par deux orifices distincts dans le pharynx; par conséquent on peut, par les cavités nasales, pénétrer dans l'œsophage sans passer par la bouche. C'est la voie parcourue habituellement par l'air que nous respirons, alors que la bouche est fermée. Dans ce cas, l'air, pénétrant dans les fosses nasales, parvient aux poumons, en passant par le pharynx. Les cavités nasales sont séparées de la cavité buccale par la voûte palatine, osseuse et horizontale, dont le bord postérieur supporte le voile du palais et la luette. A la partie postéro-supérieure, la muqueuse s'étale comme un tapis sur les parois des fosses nasales et le nerf

olfactif (*nervus olfactorius*) se distribue à cette muqueuse. Le nerf olfactif est la première paire nerveuse, sortant de la cavité crânienne par la lame criblée. La distribution des rameaux du nerf olfactif se fait en partie sur la cloison des fosses nasales, en partie sur la paroi externe de ces fosses, supportant des replis osseux compliqués appelés « cornets ». Chez nombre de mammifères supérieurs, ces cornets olfactifs sont beaucoup plus développés que chez l'homme. Chez tous les mammifères, il y a trois cornets de chaque côté. La sensation olfactive se produit quand le courant d'air chargé de particules odorantes frôle la muqueuse nasale et s'y trouve en contact avec les terminaisons nerveuses.

L'organe de l'odorat, chez l'homme et les mammifères, se distingue de celui des vertébrés inférieurs par les mêmes particularités. Par tous les détails caractéristiques, le nez humain ressemble parfaitement à celui des singes catarhiniens; quelques-uns de ces animaux ont même un nez extérieurement conformé comme celui de l'homme (fig. 76). Mais, chez l'embryon humain, le premier rudiment du nez ne laisse en rien deviner la forme ennoblie que cet organe revêtira plus tard. Le nez humain n'est d'abord représenté que par une simple paire de fossettes, situées à la surface de la tête; sa forme est alors exactement celle qui persiste toute la vie chez les poissons. Chez tous les poissons, en effet, on trouve, à la partie supérieure de la tête, deux fossettes olfactives, fermées en cœcum et situées tantôt en haut, dans le voisinage des yeux, tantôt en avant, près de l'extrémité du museau, tantôt en bas, près de la fente buccale (fig. 117, *n*); ces fossettes sont tapissées par une muqueuse plissée, dans laquelle se distribuent les terminaisons des nerfs olfactifs.

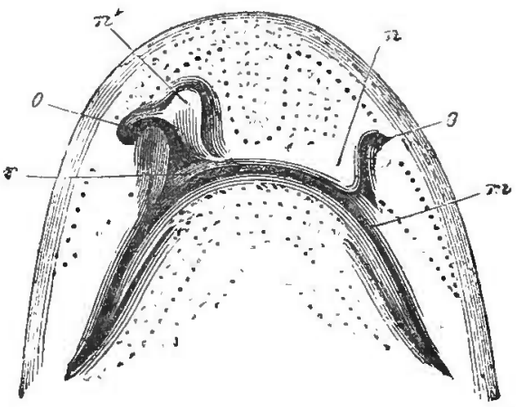


Fig. 149.

Chez tous les amphirhiniens, ce nez rudimentaire n'a absolument aucun rapport avec la cavité buccale primitive. Mais, chez

Fig. 149. — Tête d'un requin (*scyllium*) vue du côté abdominal. *m*, fente buccale. *e*, fosses nasales. *r*, gouttière nasale. *n*, languette nasale dans la position naturelle. *n'*, languette nasale relevée. (Les points indiquent les orifices de canaux muqueux.) (D'après Gegenbaur.)

un certain nombre de poissons primitifs, ce rapport commence déjà à s'établir ; en effet, une fissure cutanée superficielle va, de chaque côté des fosses nasales, jusqu'à l'angle buccal voisin. Cette fissure, appelée *gouttière nasale* ou *sillon nasal*, est très-intéressante (fig. 149, *r*).

Chez beaucoup de requins, par exemple chez le *scyllium*, un prolongement de la peau frontale, la languette nasale ou « apophyse nasale interne », descend assez pour recouvrir la gouttière nasale (fig. 149, *n*, *n'*). A ce niveau, le bord externe de la gouttière s'élève pour former « l'apophyse nasale externe ». Chez les dipneustes et les amphibies, ces deux apophyses nasales se rencontrent et se soudent au-dessus de la gouttière nasale, qui est ainsi transformée en « conduit nasal ». On peut alors pénétrer de la fossette nasale externe ou conduit nasal directement dans la cavité buccale, qui est devenue tout à fait indépendante de cette fossette. Chez les dipneustes et les amphibies inférieurs, l'orifice interne du conduit nasal est situé très-antérieurement, derrière les lèvres ; chez les amphibies inférieurs, il est beaucoup plus en arrière. Enfin, chez les trois classes de vertébrés supérieurs, chez les amniotes, la cavité buccale primaire se divise par la formation de la voûte palatine horizontale en deux cavités entièrement distinctes, la cavité nasale supérieure (secondaire) et la cavité buccale inférieure (secondaire). A son tour, la cavité nasale se subdivise par une cloison verticale en deux fosses nasales, une droite et une gauche.

L'anatomie comparée de tous les vertébrés à double narine nous montre encore aujourd'hui, depuis le poisson jusqu'à l'homme, tous les degrés évolutifs du nez juxtaposés en série. L'organe olfactif complexe des mammifères supérieurs a passé successivement par tous ces degrés, dans le cours de son développement phylétique. La forme rudimentaire, qui persiste chez les poissons à double fossette nasale, est celle que revêt d'abord l'organe olfactif chez l'embryon de l'homme et de tous les vertébrés supérieurs. Le nez rudimentaire apparaît de bonne heure, quand il n'y a encore nulle trace de conformation caractéristique du visage humain ; il est situé à la partie antérieure de la tête, en avant de la cavité buccale primitive, et composé d'une paire de petites fossettes, que Baer a le premier découvertes et appelées fort justement « fossettes olfactives » (fig. 150, *n*). Les fossettes nasales primitives sont complétement séparées de la

cavité ou sinuosité buccale primitive. Cette dernière cavité, comme vous vous le rappelez, apparaît aussi comme une dépression du tégument cutané, en avant de l'extrémité cœcale antérieure du tube intestinal. Les fossettes nasales paires et la

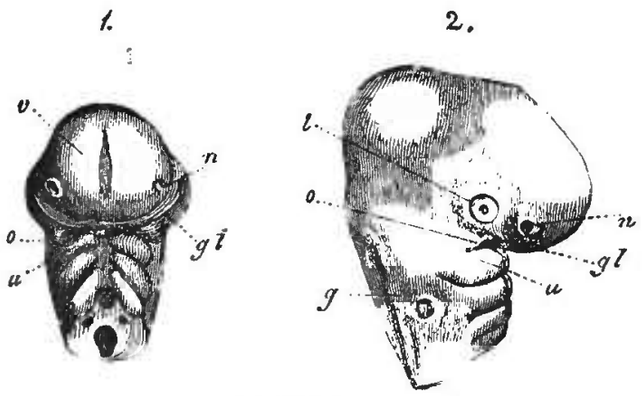


Fig. 150.

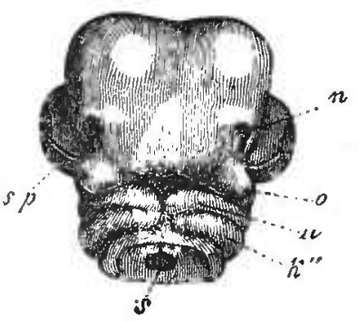


Fig. 151.

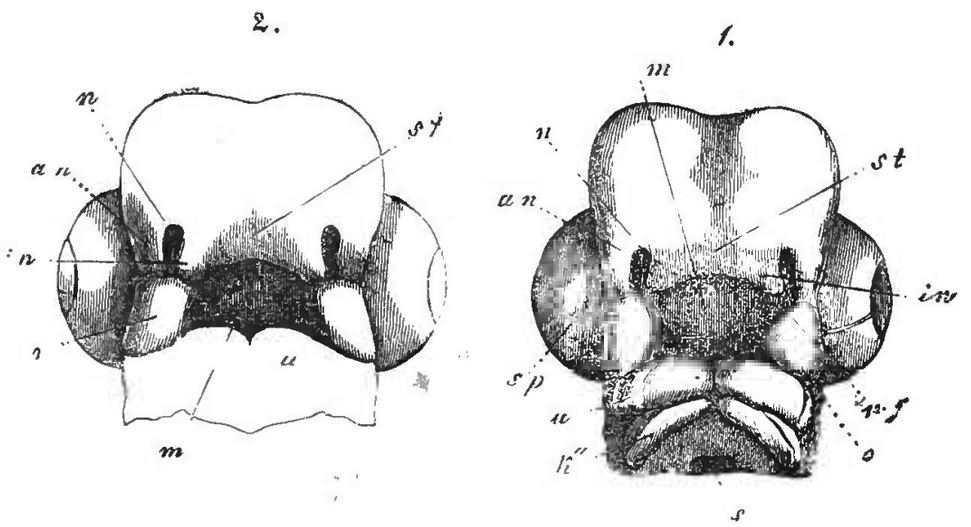


Fig. 152.

Fig. 150. — *Tête d'un embryon de chien* au troisième jour de l'incubation : 1, vue antérieurement. 2, vue latéralement. *n*, rudiment du nez (fossettes nasales). *l*, rudiment de l'œil (fossettes optiques). *g*, rudiment de l'oreille (fossettes nasales). *v*, cerveau antérieur. *gl*, fentes optiques. *o*, apophyse maxillaire supérieure. *u*, apophyse maxillaire inférieure, provenant du premier arc branchial. (D'après Koelliker.)

Fig. 151. — *Tête d'un embryon de chien* au quatrième jour de l'incubation, vue inférieurement. *n*, fosse nasale. *o*, apophyse maxillaire supérieure provenant du premier arc branchial. *u*, apophyse maxillaire inférieure, ayant même origine. *k''*, deuxième arc branchial. *sp*, fente choroïdale de l'œil. *s*, œsophage. (D'après Koelliker.)

Fig. 152. — Deux têtes d'embryon de chien. 1, vers la fin du quatrième jour de l'incubation. 2, vers la fin du cinquième jour. Lettres comme dans la figure 151; en outre, *an*, apophyse nasale interne. *in*, apophyse nasale externe. *nf*, fissure nasale. *st*, apophyse frontale. *m*, cavité buccale. (D'après Koelliker.) Fig. 150, 151, 152, également grossies.

fossette buccale impaire (fig. 152, *m*) sont également recouvertes par le feuillet corné. La séparation des fossettes nasale et buccale ne tarde pas à s'opérer par la formation, au-dessus de la fossette buccale, d'une « apophyse frontale » (fig. 152, *sl*) (« Apophyse nasale de la paroi frontale » de Rathke). Cette saillie est constituée, à droite et à gauche, par deux apophyses latérales, les « apophyses nasales internes » ou languettes nasales (fig. 152, *in*). A côté de ces apophyses s'élève, de chaque côté, une éminence parallèle, entre l'œil et la fossette nasale. Ce sont les « apophyses nasales externes » ou « voûtes nasales externes » de Rathke (fig. 152, *an*). Entre les apophyses nasales interne et externe, se forme, de chaque côté, une dépression en gouttière, allant de la fossette nasale à la fossette buccale (*m*) ; comme vous l'avez déjà deviné, cette dépression n'est autre chose que la fissure ou gouttière nasale, que nous avons déjà signalée chez le requin (fig. 149, *r*).

A mesure que les deux bords parallèles des apophyses nasales interne et externe s'incurvent l'un vers l'autre et se soudent au-dessus de la gouttière nasale, celle-ci se transforme en un canalicule, le « canal nasal » primitif. Cette forme transitoire du nez est permanente chez les dipneustes et les amphibies (voir pl. I et sa légende). Une saillie conique, partant, de chaque côté, de l'extrémité inférieure des deux apophyses nasales, avec lesquelles elle s'unit, joue un rôle important dans cette transformation de la gouttière nasale en canal. C'est l'apophyse maxillaire supérieure (fig. 150, *o* ; 152, *o* ; pl. I, *o*). Au-dessous de la fossette buccale se trouvent les arcs branchiaux, bien connus de vous, et séparés par les fentes branchiales (pl. I, IV et V, *k*). Le premier de ces arcs branchiaux, celui qui maintenant nous intéresse le plus et que nous pouvons appeler l'arc maxillaire, fournira le squelette maxillaire de la bouche (pl. I, *u*). En haut et à la base de ce premier arc branchial, on voit saillir en avant une petite apophyse, l'apophyse maxillaire supérieure. A la face latérale interne de ce même premier arc branchial (fig. 150, *u* ; 152, *u*) se développe un cartilage portant le nom de celui qui l'a découvert, le « cartilage de Meckel » ; c'est sur la surface externe de ce cartilage que se développe le maxillaire inférieur. L'apophyse maxillaire supérieure forme la portion principale de l'appareil maxillaire supérieur : l'os palatin et l'os ptérygoïdien. Sur le côté externe de l'apophyse naît plus tard l'os maxillaire supérieur

proprement dit, tandis que l'os intermaxillaire provient de la partie la plus antérieure de l'apophyse frontale (voir l'évolution de la face, pl. I).

Les deux apophyses maxillaires supérieures jouent un rôle important dans le développement caractéristique du visage, chez les trois classes supérieures des vertébrés. C'est, en effet, de ces apophyses que provient, dans la cavité buccale primitive, cette cloison horizontale, la voûte palatine, subdivisant la cavité d'abord simple en deux cavités secondaires. De ces deux cavités, la supérieure, dans laquelle s'ouvrent les deux canaux nasaux, devient la cavité nasale, donnant passage à l'air respirable et servant d'organe à l'odorat. La cavité inférieure ou cavité buccale secondaire est destinée à livrer passage aux aliments et à servir de siége à l'organe du goût. En arrière, les deux cavités olfactive et gustative s'ouvrent dans le pharynx. La voûte palatine, séparant les deux cavités, se forme aussi par deux moitiés latérales, lamelles horizontales, provenant des apophyses maxillaires supérieures. Quand cette soudure ne s'effectue pas complétement, il en résulte une fente longitudinale, qui met en communication directe les cavités nasale et buccale. La difformité connue sous le nom de « bec-de-lièvre » résulte de cet arrêt de développement, à un degré plus ou moins prononcé ([116]).

En même temps se développe une cloison verticale, divisant la cavité nasale, d'abord simple, en deux moitiés droite et gauche. Cette cloison nasale se forme aux dépens de la portion moyenne de l'apophyse frontale : en haut, se forme par ossification, la lamelle de l'os criblé; en bas, la grande cloison osseuse perpendiculaire, le *vomer*; en avant, l'os intermaxillaire. Goethe a démontré, le premier, que ce dernier os existe, à l'état d'os indépendant, aussi bien chez l'homme que chez les autres crâniotes. Enfin, la cloison nasale perpendiculaire se soude avec la voûte palatine. A partir de ce moment, les deux cavités nasales sont aussi bien séparées l'une de l'autre que la cavité buccale secondaire. En arrière, ces trois cavités s'ouvrent également dans le pharynx.

Le nez à double narine a donc acquis dès lors la conformation caractéristique que l'homme partage avec tous les autres mammifères. Le développement ultérieur du nez est maintenant très-facile à suivre; il se limite à la formation d'apophyses sur la paroi des deux cavités nasales. A l'intérieur de ces cavi-

tés, se forment les cornets osseux, sur lesquels s'étale la muqueuse olfactive. Puis les hémisphères cérébraux émettent le premier nerf cérébral, la nerf olfactif, dont les fins rameaux, pénétrant à travers la voûte des cavités nasales, vont se distribuer à la muqueuse olfactive. En même temps, par expansion de la muqueuse nasale, se forment des cavités destinées plus tard à être remplies d'air, les sinus frontaux, sphénoïdaux, maxillaires, etc. Ces cavités n'atteignent leur complet développement que chez les mammifères ([117]).

C'est seulement après formation complète de cette portion profonde de l'organe olfactif que se développe le nez externe. Les premières traces du nez externe apparaissent, chez l'embryon humain, vers la fin du deuxième mois (fig. 153). Il est facile de s'assurer que durant les deux premiers mois, il n'y a, chez l'embryon humain, aucune trace du nez extérieur. C'est plus tard que cet organe se développe d'arrière en avant aux dépens de la portion la plus antérieure du crâne primitif.

Fig. 153.

C'est très-tardivement que se dessine la forme caractéristique du nez humain. D'ordinaire, on attache une grande importance à la forme du nez humain, à cette forme noble, que l'on considère comme propre à l'homme. Mais le nez humain se rencontre aussi chez des singes, comme nous en avons cité un exemple. D'autre part, on n'ignore pas que, chez nombre de races humaines inférieures, la conformation du nez, si importante pour la beauté du visage, n'est rien moins que belle. Chez la plupart des singes aussi, le nez se développe peu. Un fait particulièrement remarquable, et dont nous avons déjà parlé, c'est que la mince cloison du nez humain ne se retrouve que chez les singes de l'ancien monde, chez les catarhiniens, tandis que, chez les singes du nouveau monde, cette cloison s'élargit si fort inférieurement, qu'elle repousse les narines en dehors (platyrhiniens).

Le développement de l'œil n'est pas moins curieux et instructif que celui du nez. En effet, en dépit de sa parfaite conformation optique, de son admirable structure, qui obligent à le ranger parmi les organes les plus compliqués et les mieux adaptés

Fig. 153. — *Face d'un embryon humain de huit semaines.* D'après Ecker. (Voir pl. I, fig. MI, MIII.)

VINGT-QUATRIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principales périodes de la phylogénie du nez humain.

I. Première période : *Nez du poisson primitif.*

Le nez est représenté par une paire de fossettes (fossettes nasales) situées à la surface de la tête. Cette forme persiste encore chez les sélaciens inférieurs.

II. Deuxième période : *Nez moins ancien du poisson primitif.*

Chaque fossette nasale est réunie par une fissure (gouttière nasale) à l'angle buccal correspondant. Cette forme persiste encore chez les sélaciens supérieurs.

III. Troisième période : *Nez des dipneustes.*

Les deux gouttières nasales se changent, par la soudure de leurs bords, en un canal fermé (canaux nasaux secondaires), qui antérieurement, en dedans du bord mou des lèvres, s'ouvre dans la cavité buccale primaire. Cette forme se voit encore chez les dipneustes les plus anciens, les amphibies inférieurs, les *sozobranches.*

IV. Quatrième période : *Nez des amphibies.*

Les orifices internes des canaux nasaux reculent dans la cavité buccale primaire, de sorte qu'ils sont situés dans la portion solide du squelette. C'est la forme qui persiste chez les amphibies supérieurs.

V. Cinquième période : *Nez des protamniens.*

La cavité buccale primitive, dans laquelle débouchent les canaux nasaux, se divise, par la formation d'une cloison horizontale, la voûte palatine, en une cavité nasale supérieure et une cavité buccale inférieure (secondaire). Les cornets nasaux commencent à se former.

VI. Sixième période : *Nez primitif des mammifères.*

La cavité nasale simple se divise par une cloison verticale en deux cavités distinctes, dans chacune desquelles s'ouvre le canal nasal correspondant. C'est la forme existant chez tous les mammifères. Les cornets nasaux se différencient.

VII. Septième période : *Forme récente du nez des mammifères.*

Les cornets nasaux continuent à se développer dans les cavités nasales et le nez extérieur commence à se former.

VIII. Huitième période : *Nez des singes catarhiniens.*

Les nez interne et externe atteignent le développement propre aux singes catarhiniens et à l'homme.

à un but, l'œil ne s'en développe pas moins inconsciemment, à partir d'un rudiment des plus simples, dépendant du tégument cutané. L'œil humain développé (fig. 154) forme une capsule sphérique, le bulbe oculaire (*bulbus*), entouré d'un tissu adipeux protecteur, muni de muscles moteurs et situé dans la cavité osseuse de l'orbite.

La plus grande partie de la capsule oculaire est remplie par une gelée limpide, demi-fluide, le corps vitré (*corpus vitreum*). Le cristallin s'enchâsse sur la face antérieure du corps vitré

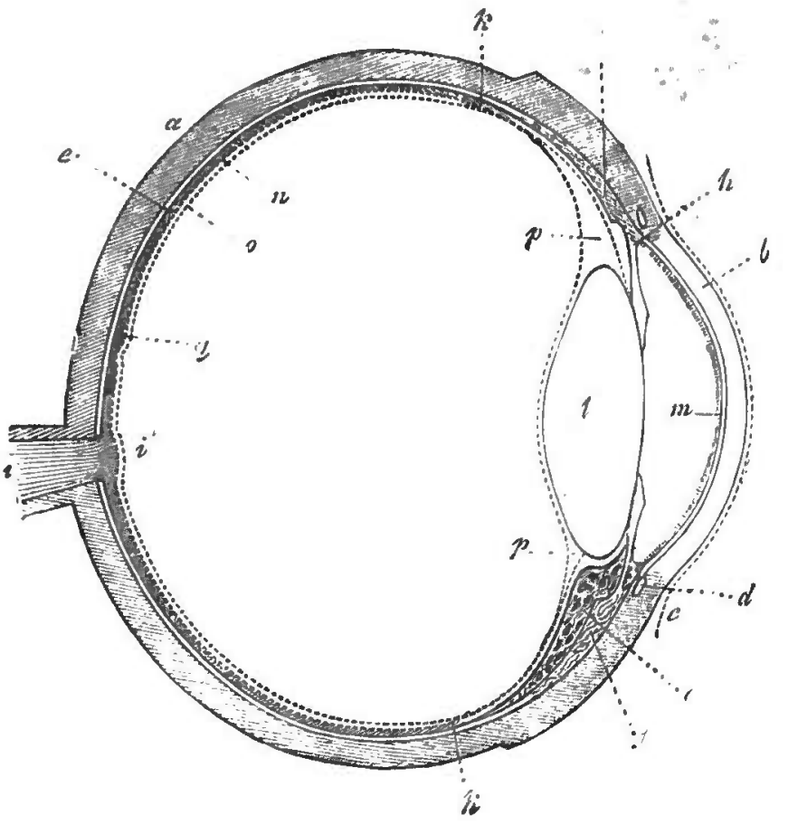


Fig. 154.

(fig. 154, *l*). Le cristallin est un corps lenticulaire, biconvexe, transparent, le plus important des milieux réfringents de l'œil. Ces milieux comptent encore, outre la lentille et l'humeur vitrée, l'humeur aqueuse (*humor aqueus*, fig. 154, *m*), située en

Fig. 154. — *Coupe antéro-postérieure de l'œil humain.* *a*, membrane protectrice (*sclerotica*). *b*, membrane cornée (*cornea*). *c*, épiderme (*conjunctiva*). *d*, veine annulaire de l'iris. *e*, membrane vasculaire (*chorioidea*). *f*, muscle ciliaire. *g*, procès ciliaires (*corona ciliaris*). *h*, iris. *i*, nerf optique (*nervus opticus*). *k*, bord antérieur de la rétine. *l*, cristallin (*lens krystallina*). *m*, membrane de Descemet. *n*, pigment (*pigmentosa*). *o*, rétine (*retina*). *p*, petit canal. *q*, tache jaune de la rétine. (D'après Helmholtz.)

avant du cristallin. Ces trois milieux réfringents, qui brisent et concentrent les rayons lumineux, sont entourés d'une capsule solide composée de membranes très-dissemblables et disposées comme les couches concentriques d'un oignon. La plus externe de ces membranes est en même temps la plus épaisse : c'est l'enveloppe protectrice, la sclérotique (*sclerotica*, fig. 154, *a*). Elle est constituée par du tissu cellulaire blanc et résistant. En avant est enchâssée dans la capsule nacrée de la sclérotique une portion circulaire, transparente, très-fortement bombée, comme un verre de montre : c'est la cornée transparente (*cornea*, *b*). Extérieurement, la cornée est revêtue d'un mince prolongement épidermique (*epidermis*) : c'est la conjonctive (*conjunctiva*) ; cette conjonctive passe de la cornée sur la surface interne des deux paupières, la supérieure et l'inférieure, qui se rejoignent quand l'œil est fermé. A l'angle interne de l'œil humain, se trouve un organe rudimentaire, reste d'une troisième paupière interne, très-développée chez les vertébrés inférieurs, où elle prend le nom de membrane clignotante. Sous la paupière supérieure est cachée la glande lacrymale, dont la sécrétion maintient la surface extérieure de l'œil humide et brillante.

Immédiatement sous la cornée, se trouve une membrane délicate, brun-rougeâtre, très-richement vascularisée : c'est la choroïde (*chorioidea*, *e*), qui recouvre, à son tour, la rétine (*retina*, *o*), c'est-à-dire l'expansion du nerf optique (*i*), du deuxième nerf cérébral. Ce nerf part des couches optiques, c'est-à-dire de la deuxième ampoule cérébrale, traverse les membranes de l'œil et s'étale en rétine, entre la cornée et le corps vitré. Entre la rétine et la choroïde, il existe encore une membrane très-délicate, confondue d'ordinaire, mais à tort, avec la choroïde : c'est la membrane pigmentaire (*lamina pigmenti*, *n*) ou le tapis noir (*tapetum nigrum*). Cette membrane est constituée par une couche de délicates cellules hexagonales et régulièrement juxtaposées ; ces cellules sont remplies de granulations noires. Cette membrane pigmentaire ne revêt pas seulement la surface interne de la choroïde proprement dite, mais encore la surface postérieure de son prolongement antérieur, qui, sous la forme d'un écran circulaire, percé au centre, arrête les rayons lumineux excentriques. Cet écran est l'*iris* (*h*) diversement coloré chez l'homme (en bleu, en gris, en brun, etc.). Cet iris limite

antérieurement la cornée. Le trou central situé au milieu de l'iris est la *pupille*, par laquelle les rayons lumineux pénètrent dans l'intérieur de l'œil. Au niveau de la ligne où l'iris se détache du bord antérieur de la choroïde, celle-ci s'épaissit et émet une couronne de plis radiés (procès ciliaires, *g*). De ces rayons, les uns sont plus grands et au nombre de soixante-dix ; les autres sont plus petits et beaucoup plus nombreux.

De très-bonne heure, chez l'embryon de l'homme et de tous les amphirhiniens, la première ampoule cérébrale émet latéralement une paire de vésicules piriformes (fig. 155; *b*). Ce sont

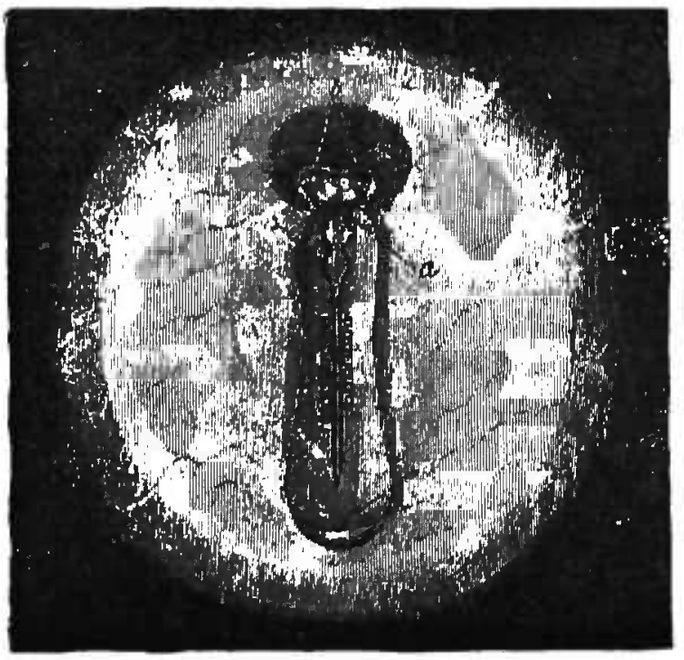


Fig. 155.

les vésicules oculaires primaires. Ces vésicules sont d'abord dirigées en avant et en dehors, mais bientôt elles s'abaissent, de sorte qu'une fois séparées complétement des cinq ampoules cérébrales, elles sont situées inférieurement à la base du cerveau intermédiaire. Par leurs pédicules creux, les cavités de ces deux vésicules piriformes, bientôt très-volumineuses, communiquent librement avec la cavité du cerveau intermédiaire.

Le tégument cutané externe (lamelle cornée et lamelle dermique) finit par recouvrir les vésicules oculaires. Au point où le tégument se trouve en contact avec le repli le plus saillant

Fig. 155. — *Embryon lyriforme du lapin*, entouré de l'aire germinative circulaire, avec huit vertèbres primitives ; en avant de l'entrée de la cavité intestinale céphalique *a*, on voit les deux vésicules oculaires primaires *b*. (D'après Bischoff.)

de la vésicule oculaire primaire, ce tégument s'épaissit (*l*) et en même temps une fossette (*o*) se creuse dans la lamelle cornée (fig. 156, 1). Cette fossette, que nous appellerons fossette cristalline, se change en un sac fermé, l'ampoule cristalline à parois épaisses, quand ces bords se rejoignent et se soudent (fig. 156, 2 *l*). Puis on voit ce sac lenticulaire se séparer de la lamelle cornée (*h*), exactement comme le tube médullaire se différencie du feuillet germinatif externe. Plus tard, la cavité du sac est comblée par les cellules de son épaisse paroi et la lentille cristalline est alors formée. Le cristallin n'est donc aussi qu'une simple formation épidermique. En se séparant de l'épiderme, le cristallin entraîne la petite portion de feuillet dermique située au-dessous de lui. C'est ce petit fragment dermique qui bientôt entoure le cristallin comme un sac vasculaire (*capsula vascu-*

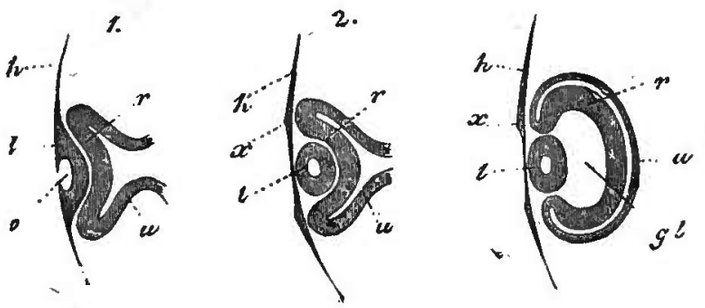


Fig. 156.

losa lentis). Antérieurement, cette membrane obture d'abord la pupille, en formant ce qu'on appelle la membrane pupillaire (*membrana pupillaris*). La portion postérieure de cette membrane s'appelle *membrana capsulo-pupillaris*. Plus tard, cette capsule cristalline vasculaire disparaît entièrement; elle était destinée seulement à nourrir le cristallin en voie d'accroissement. La capsule cristalline permanente n'a point de vaisseaux ; c'est une enveloppe anhyste.

En se séparant de la lamelle cornée pour saillir en dedans, le cristallin doit nécessairement refouler la vésicule primaire sous-

Fig. 156. — *Section antéro-postérieure de l'œil de l'embryon du chien.* (1, œil d'un embryon à la soixante-cinquième heure de l'incubation; 2, d'un embryon un peu plus vieux; 3, d'un embryon de quatre jours). *h*, lamelle cornée. *o*, fossette cristalline. *l*, cristallin (en 1, le cristallin fait encore partie de l'épiderme; en 2 et 3, il s'en est séparé). *x*, épaississement de la lamelle cornée, là où le cristallin s'est séparé. *gl*, corps vitré. *r*, rétine. *u*, membrane pigmentaire. (D'après Remak.)

jacente (fig. 156, 1-3). Le procédé rappelle celui par lequel, chez l'amphioxus et chez beaucoup d'animaux inférieurs, la gastrula se forme en refoulant la vésicule blastodermique (*blastosphaera*). Dans les deux cas, l'invagination va si loin, qu'en fin de compte, la partie invaginée de la vésicule se trouve en contact avec la face interne de la portion non invaginée et que la cavité de la vésicule close disparaît. De même que, chez la gastrula, la première portion se transforme en feuillet intestinal (entoderme) et la seconde en feuillet cutané (exoderme), ainsi, dans l'invagination de la vésicule oculaire primaire, la portion interne ou invaginée devient la rétine (fig. 156, *r*) et la portion externe non invaginée devient la membrane pigmentaire (fig. 156, *u*). Quant au pédicule creux de la vésicule oculaire primaire, il devient le nerf optique.

Le cristallin (*l*) qui est surtout en jeu, durant cette invagination, repose d'abord immédiatement sur la portion invaginée, sur la rétine (*r*). Mais il ne tarde pas à s'en écarter et une formation nouvelle, le corps vitré (*gl*), s'interpose entre eux. Pendant que s'effectuent la différenciation du sac cristallin et l'invagination de la vésicule oculaire, sous sa pression et de dehors en dedans, une autre invagination s'opère inférieurement. C'est le feuillet fibro-cutané ou plutôt sa portion la plus superficielle, la lamelle dermique de la tête, qui en est le siége. En arrière et au-dessous du cristallin, s'élève une proéminence en forme de bandelette (fig. 157, *g*). Cette proéminence, qui appartient à la lamelle dermique, se loge dans la vésicule oculaire devenue cratériforme et s'insinue entre le cristallin (*l*) et la rétine (*i*). La vésicule oculaire revêt alors la forme d'un bonnet. L'orifice du bonnet est occupé par le cristallin. Mais cet orifice correspond à l'invagination, par laquelle la membrane dermique s'est introduite entre le cristallin et la rétine qui forme la paroi interne du bonnet. La cavité de la vésicule oculaire devenue alors *secondaire* est en grande partie comblée par le corps vitré, jouant le rôle de la tête qui remplit le bonnet. Quant au bonnet proprement dit, il est à double paroi : une paroi interne qui est la rétine, et une paroi externe, la membrane pigmentaire, immédiatement appliquée sur la première. Grâce à notre comparaison, on peut se figurer assez clairement tout ce travail d'invagination assez difficile à comprendre. Au début, le rudiment du corps vitré est encore assez indistinct (fig. 157, *g*)

et la rétine est extrêmement épaisse (fig. 157, *i*). A mesure que croît le corps vitré, la rétine s'amincit de plus en plus, pour finir par n'être plus qu'une délicate membrane enveloppant le corps vitreux presque sphérique, volumineux, qui remplit presque entièrement la vésicule oculaire secondaire. La couche la plus externe de ce corps vitré devient une capsule très-vasculaire, dont les vaisseaux finissent ensuite par disparaître.

La fissure par laquelle le corps vitré rudimentaire en bandelette s'est insinué entre la lentille et la rétine répond nécessairement à une brèche de la rétine et de la membrane pigmentaire. Cette brèche, qui s'accuse à la surface interne de la choroïde par une bande dépourvue de pigment, a été appelée indûment *fente choroïdale*, quoiqu'il n'y ait pas en ce point de véritable fissure de la choroïde (fig. 151, *sp*; 152, *sp*). Un prolongement en bandelette du corps vitré s'allonge en dedans, en s'appliquant sur la face inférieure du nerf optique, et en refoule la paroi par un procédé analogue à l'invagination de la vésicule oculaire primaire. Par suite, la cavité cylindrique du nerf optique ou pédicule de la vésicule oculaire primaire se transforme en une gouttière ouverte. La portion invaginée du cylindre s'applique de bas en haut sur la face interne de la portion supérieure non invaginée du pédicule creux. Il en résulte la disparition de la cavité de ce pédicule, qui auparavant mettait en libre communication les cavités du cerveau intermédiaire et de la vésicule oculaire primaire. Puis les deux bords de la gouttière ainsi formée croissent l'un vers l'autre, entourent

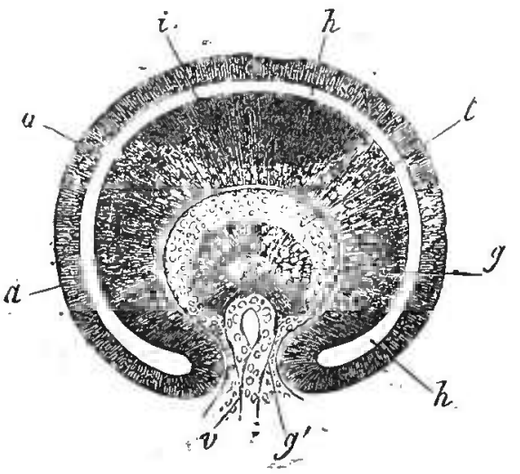


Fig. 157.

Fig. 157. — *Section horizontale à travers l'œil d'un embryon humain de quatre semaines* (grossissement de 100 diamètres, d'après Koelliker). *t*, cristallin (dont la paroi obscure est mesurée par le diamètre de la cavité centrale). *g*, corps vitré (relié à la lamelle dermique par un pédicule, *g'*). *v*, anse vasculaire, pénétrant par le pédicule, *g'*, dans l'intérieur du corps vitré, derrière le cristallin. *i*, réseau cutané (lamelle interne, épaisse et invaginée de la vésicule oculaire primaire). *a*, membrane pigmentaire (lamelle externe, mince, non invaginée de la même vésicule). *h*, espace entre le réseau cutané et la [illegible] de la cavité de la vésicule oculaire primaire).

VINGT-CINQUIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble de l'évolution de l'œil humain.

I. Tableau des parties de l'œil humain qui proviennent du feuillet germinatif secondaire ou feuillet cutané-sensitif.

A. Produits de la lamelle médullaire	1. Pédicule de la vésicule oculaire primaire	1. Nervus opticus
	2. Portion interne invaginée de la vésicule oculaire primaire	2. Retina
	3. Portion externe, point invaginée, de la vésicule oculaire primaire	3. Pigmentosa (lamina pigmenti)
B. Produits de la lamelle cornée	4. Sac différencié de la lamelle cornée	4. Lens crystallina
	5. Tégument épidermique externe	5. Conjunctiva
	6. Invagination du tégument épidermique externe	6. Glandulae lacrymales

---

II. Tableau des parties de l'œil humain qui proviennent du deuxième feuillet germinatif secondaire, du feuillet fibro-cutané.

C. Produits de la lamelle dermique	7, 8. Expansion en bandelette du chorion, à la face inférieure de la vésicule oculaire primaire	7. Corpus vitreum
		8. Capsula vasculosa corporis vitrei
	9. Prolongement de la bandelette choriale	9. Vasa centralia retinae
	10. Membrane et capsule pupillaire	10. Capsula vasculosa lentis crystallinae
	11. Plis dermiques	11. Palpebrae
D. Produits de la lamelle céphalique	12, 13. Capsule vasculaire du globe de l'œil *(capsula vasculosa bulbi)*	12. Chorioidea
		13. Iris
	14, 15. Capsule fibreuse du globe de l'œil *(capsula fibrosa bulbi)*	14. Sclerotica
		15. Cornea

---

la bandelette dermique et se soudent au-dessous d'elle. La bandelette devient ainsi l'axe solide du nerf optique secondaire ; elle se transforme en un cordon de tissu cellulaire, logeant les vaisseaux centraux de la rétine (*vasa centralia retinae*).

Enfin, autour de la vésicule oculaire secondaire et de son pédicule, le nerf optique secondaire, il se forme une enveloppe fibreuse, complète, la *capsule fibreuse* du bulbe oculaire. Cette capsule provient de la lamelle céphalique, de cette portion interne du feuillet fibro-cutané, qui entoure immédiatement la vésicule oculaire. Cette enveloppe fibreuse se transforme en une vésicule sphérique parfaitement close, revêtant tout le bulbe optique et s'introduisant extérieurement entre le cristallin et la lamelle cornée. Bientôt cette capsule fibreuse se dédouble en deux membranes. La membrane interne devient la choroïde ou membrane vasculaire ; en avant, elle forme les procès ciliaires et l'iris. La membrane externe, à son tour, se change en une enveloppe blanche ou membrane protectrice ; antérieurement elle devient la cornée transparente. L'œil est, dès lors, constitué avec toutes ses parties essentielles. L'évolution ultérieure ne touche plus que le détail, la complication plus grande de la différenciation et de la structure des parties isolées.

Le point le plus important dans cette curieuse évolution de l'œil est que le nerf optique, la rétine et la membrane pigmentaire dérivent directement du cerveau, c'est-à-dire d'une expansion du cerveau intermédiaire, tandis que le cristallin provient de l'épiderme. C'est aussi aux dépens du même épiderme, c'est-à-dire de la lamelle cornée, que se forme la délicate membrane de tissu cellulaire, la conjonctive, qui revêt la surface extérieure du globe de l'œil. Les glandes lacrymales, à leur tour, sont des expansions ramifiées de la conjonctive (fig. 135). Toutes les autres parties de l'œil viennent du feuillet fibro-cutané ; le corps vitré et la capsule vasculaire du cristallin dérivent du derme, tandis que la choroïde et l'iris, la sclérotique et la cornée transparente proviennent de la lamelle céphalique.

Les organes externes de protection de l'œil, les paupières, sont de simples replis, qui se développent chez l'embryon humain au troisième mois. Durant le quatrième mois, la paupière supérieure s'agglutine avec l'inférieure, et l'œil reste clos à partir de ce moment jusqu'à la naissance (pl. V, fig. *M, III*, *K, III*, etc.). C'est d'ordinaire peu de temps avant la naissance, quelquefois

seulement après, que les paupières se séparent de nouveau. Outr les deux paupières dont nous nous occupons, nos ancêtres cr niotes en avaient encore une troisième, la membrane clignotant qui s'insérait à l'angle interne de l'œil. Beaucoup de poisson primitifs et d'amniotes ont encore cette paupière aujourd'hu Chez les singes et l'homme, cette membrane a dégénéré; il n'e reste qu'un débris, « le repli semi-lunaire », à l'angle intern de l'œil; ce n'est plus qu'un organe rudimentaire inutile. L singes et l'homme ont en même temps perdu la glande de Ha der, qui s'ouvre sous la membrane clignotante et existe encor chez les autres mammifères, les oiseaux, les reptiles et les an phibies ([118]).

L'évolution de l'oreille des vertébrés, tout en étant analogu sous bien des rapports à celle de l'œil et du nez, en diffère pa quelques points. Chez l'homme adulte, l'organe de l'ouïe re semble essentiellement à celui des autres mammifères et spéci lement à celui des singes. Chez ces animaux et chez l'homm l'oreille se compose de deux portions : une portion externe l'oreille externe et l'oreille moyenne, qui conduit les sons, une portion interne, l'oreille moyenne, qui les perçoit. L'oreil externe s'ouvre dans le *pavillon de l'oreille*. De cet orifi part le *conduit auditif*, long d'environ un pouce et se dir geant en dedans, pour aboutir intérieurement à la membrane d tympan. Cette membrane, qui ferme le canal auditif, est minc oblique et de forme circulaire. Le tympan sépare le conduit a ditif externe de la *caisse du tympan* (*cavum tympani*). L caisse du tympan est une petite cavité logée dans le rocher l'os temporal; elle est pleine d'air et communique avec pharynx par un conduit particulier. Ce canal, un peu plus lon mais plus étroit que le conduit auditif externe, part de la par antérieure de la caisse du tympan et descend obliquement dedans et en avant; il s'ouvre en arrière des narines internes, la partie supérieure du pharynx. Ce canal a été appelé trom d'Eustache (*tuba Eustachii*). Grâce à lui, l'air tympaniq en contact avec la surface interne du tympan a une tensi égale à celle de l'atmosphère extérieure pénétrant dans le co duit auditif externe. La trompe d'Eustache et la caisse du ty pan sont revêtues d'une mince membrane muqueuse, qui est prolongement direct de la muqueuse pharyngienne. Dans la cais du tympan se trouvent les trois osselets de l'ouïe, fort délicat

et dénommés, d'après leur forme caractéristique, le marteau, l'enclume et l'étrier. Le plus souvent, le marteau est situé en dehors, appliqué sur la face interne de la membrane du tympan; l'enclume est intercalée entre les deux autres osselets, en dessus et en dedans du marteau; l'étrier enfin se trouve en dedans de l'enclume et s'applique par sa base sur la paroi externe de l'oreille interne ou ampoule auditive. Toutes les parties de l'oreille externe et moyenne que nous venons d'énumérer appartiennent à l'appareil conducteur des sons. Leur fonction expresse est de conduire à travers l'épaisse paroi du crâne les vibrations sonores venant du dehors jusqu'à l'ampoule auditive profonde. Toutes les parties externes font encore entièrement défaut aux poissons, chez qui les ondes sonores arrivent à l'ampoule auditive directement à travers la paroi de la tête.

L'appareil qui perçoit le choc des ondes sonores consiste, chez l'homme et chez tous les vertébrés, l'amphioxus excepté, en une ampoule auditive close, pleine de liquide, et sur la paroi de laquelle se distribuent les terminaisons du nerf auditif. Par l'intermédiaire de cette poche pleine de liquide, les vibrations sonores sont transmises aux terminaisons nerveuses. Dans le liquide auditif ou « liquide du labyrinthe » remplissant l'oreille, se trouvent, au point d'entrée du nerf auditif, de petits calculs, composés de cristaux calcaires microscopiques; ce sont les *otolithes* (*otolithi*). L'organe de l'ouïe a essentiellement la même structure chez la plupart des invertébrés. D'ordinaire, c'est toujours une petite ampoule close, pleine de liquide, contenant des otolithes, et sur la paroi de laquelle se distribue le nerf auditif. Mais chez les invertébrés, l'ampoule auditive a le plus souvent une forme très-simple, sphérique ou ovoïde, tandis que chez tous les vertébrés, du poisson à l'homme, surtout chez les amphirhiniens, cet organe revêt une forme toute spéciale et prend le nom de *labyrinthe*. Ce labyrinthe, à mince paroi, est enfermé dans une capsule osseuse de même forme (fig. 158) et logé dans l'épaisseur du rocher. Chez tous les amphirhiniens, le labyrinthe est divisé en deux vésicules. La plus volumineuse de ces vésicules est l'*utricule* (*utriculus*), et est munie de trois appendices arqués, les « canaux semi-circulaires » (fig. 158, *cde*). La petite vésicule auditive, petit sac auditif (*sacculus*), est munie d'un appareil spécial roulé en spirale comme un limaçon; c'est la cochlée (*b*) (*cochlea*). Sur la mince paroi de ce labyrinthe fort

délicat, les ramuscules terminaux du nerf auditif s'étalent d'u manière fort compliquée. Ce nerf part de l'arrière-cerveau aboutit à l'ampoule auditive. Il se divise en deux branch principales, un nerf cochléen et un nerf vestibulaire, desti aux autres parties du labyrinthe. Le premier de ces rameau semble surtout destiné à percevoir la qualité des sons; le seco serait surtout chargé d'en apprécier la quantité. Par le n cochléen, nous nous rendons compte de la hauteur et du timb des sons; le nerf vestibulaire nous renseigne sur leur intensi

Le premier rudiment de cet appareil de l'ouïe si complexe fort simple chez l'embryon de l'homme et chez tous les ci niotes; c'est une fossette de l'épiderme. Derrière la tête, chaque côté, près de l'arrière-cerveau, à l'extrémité supérieu de la deuxième fente branchiale, se forme un petit épaississeme de la lamelle cornée (fig. 159, *g*). Cet épaissis ment se creuse en fossette et se sépare de l'é derme; c'est le même procédé de formation q pour le cristallin. Ainsi se forme, immédia ment sous la lamelle cornée, à la partie pos rieure de la tête, une petite vésicule pleine liquide: c'est la *vésicule auriculaire prin tive* ou le « labyrinthe primaire » (planche IV et V, *o*).

Fig. 158.

En se détachant de son lieu d'origine, de la lamelle corn et en se développant en dedans et en bas dans le crâne, la for arrondie de cette vésicule devient piriforme (fig. 160, *o*). Ex rieurement, elle s'allonge en un mince pédicule, qui d'abo s'ouvre en dehors par un étroit canal (voir fig. 80, *e*; 81, C'est l'appendice du labyrinthe (*recessus labyrinthi*). Chez vertébrés inférieurs, cet appendice se développe en une cav pleine de cristaux calcaires qui, chez les poissons primitifs, re ouverte toute la vie et s'ouvre à la partie supérieure du crâ (*ductus endolymphaticus*). Chez les mammifères, au c traire, l'appendice du labyrinthe s'atrophie; ce n'est plus al qu'un organe rudimentaire sans importance physiologique. reste inutile de cet appendice traverse la paroi osseuse du cher sous la forme d'un étroit canal et prend le nom « d'aq

Fig. 158. — *Labyrinthe osseux de l'oreille humaine* (côté gauche). *a*, tibule. *b*. limaçon. *c*, canal semi-circulaire supérieur. *d*, canal semi-circul postérieur. *e*, canal semi-circulaire externe. *f*, fenêtre ovale. *g*, fenêtre ro (D'après Meyer.)

duc du vestibule » (*aquaeductus vestibuli*). Seule, la portion inféro-interne vésiculiforme de l'ampoule auditive différenciée acquiert un haut degré de complication et reçoit plus tard le nom de « labyrinthe secondaire ». Cette ampoule se divise de bonne heure en une portion supérieure plus grande et une inférieure plus petite. De la première portion provient l'utricule (*utriculus*), avec les trois canaux semi-lunaires; de l'autre provient le saccule (*sacculus*), avec le limaçon. Les trois canaux semi-circulaires se forment par de simples expansions de l'utricule. A sa partie moyenne, les parois de chacune de ces expansions se soudent, tandis que les deux extrémités restent en libre communication avec la cavité de l'utricule. Tous les

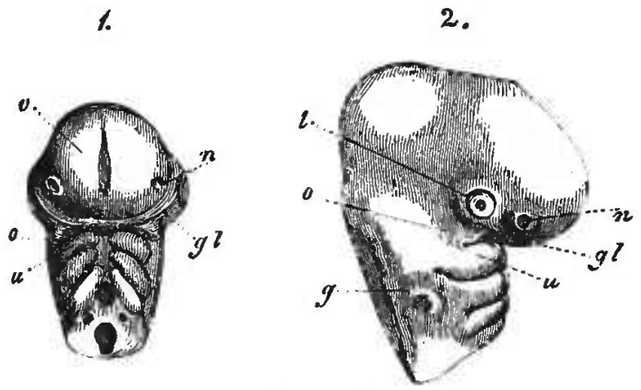


Fig. 159.

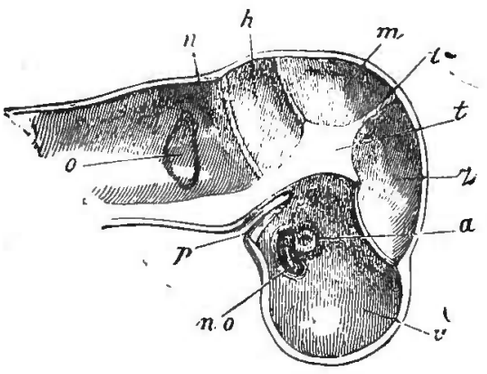


Fig. 160.

amphirhiniens ont, comme l'homme, trois canaux semi-circulaires, tandis que, parmi les cyclostomes, les lamproies n'en ont que deux et les myxinoïdes un seul. Le limaçon, cet organe si complexe, l'un des plus délicats et des plus curieux produits d'adaptation de l'organisme mammifère, apparaît d'abord sous la forme d'une expansion très-simple du sac auditif. Les divers degrés d'évolution ontogénétique du limaçon se retrouvent encore juxtaposés dans la série des vertébrés inférieurs ([119]). Chez

Fig. 159. — *Tête d'un embryon de chien* au troisième jour de l'incubation. 1, vue antérieurement. 2, vue du côté droit. *n*, rudiment du nez (fossette olfactive). *l*, rudiment de l'œil (fossette optique). *g*, rudiment de l'oreille (fossette auditive). *v*, cerveau antérieur. *gl*, fente optique. *o*, apophyse du maxillaire supérieur. *u*, apophyse du maxillaire inférieur venant du premier arc branchial. (D'après Koelliker.)

Fig. 160. — *Crâne primitif de l'embryon humain*, âgé de quatre semaines, section perpendiculaire montrant intérieurement le côté gauche. *v*, *z*, *m*, *h*, *n*, les cinq fossettes crâniennes, logeant les cinq ampoules cérébrales (cerveau antérieur, cerveau intermédiaire, cerveau moyen, cerveau postérieur et arrière-cerveau). *o*, vésicule auditive primaire, piriforme, vue par transparence. *a*, œil vu par transparence. *no*, nerf optique. *p*, canal de l'hypophysis. *t*, cloison crânienne moyenne. (D'après Koelliker.)

VINGT-SIXIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principales périodes phylogénétiques de l'oreille humaine.

I. *Première période.*

Le nerf auditif est un simple nerf cutané sensible, se distribuant en point spécial de la peau céphalique à la lamelle cornée différenciée.

II. *Deuxième période.*

Le point différencié de la lamelle cornée, sur laquelle apparaît le r auditif, forme une fossette cutanée spéciale, la fossette auditive, s' vrant au dehors par un canal, l'appendice du labyrinthe.

III. *Troisième période.*

La fossette auditive s'est séparée de la lamelle cornée, sous la for d'une ampoule auditive, pleine de liquide. L'appendice du labyrinthe devenu rudimentaire *(aquaeductus vestibuli)*.

IV. *Quatrième période.*

L'ampoule auditive s'est divisée en deux parties intimement uni l'utricule (*utriculus*) et le saccule (*sacculus*). Une branche spéciale nerf auditif se distribue à chacune de ces deux vésicules.

V. *Cinquième période.*

De l'utricule proviennent trois canaux arqués ou canaux semi-cir laires (comme chez tous les amphirhiniens).

VI. *Sixième période.*

Du saccule provient le limaçon (*cochlea*), peu apparent encore chez poissons et les amphibiens, très-développé seulement chez les amnio

VII. *Septième période.*

La première fente branchiale ou « évent » des sélaciens se cha en caisse du tympan et en trompe d'Eustache; la caisse du tympan fermée extérieurement par la membrane tympanique.

VIII. *Huitième période.*

D'une portion des premier et deuxième arcs branchiaux se développ les osselets de l'ouïe (le marteau et l'enclume proviennent du prem l'étrier vient du second).

IX. *Neuvième période.*

L'oreille externe et le conduit auditif externe se développent. Le pa lon de l'oreille est en pointe et mobile, comme chez la plupart des m mifères inférieurs.

Dixième période.

Le pavillon de l'oreille et ses muscles deviennent sans usage ; c'est un gane rudimentaire. Il n'a plus de pointe; son corps est replié en bo relet et il est muni d'un lobule, comme chez tous les anthropoïde l'homme.

VINGT-SEPTIÈME TABLEAU.

I. Tableau des parties de l'oreille interne (*appareil percepteur des ondes sonores*).

A. Produits de la lamelle cornée	1. Pédicule de la vésicule auditive primaire	1. Aquaeductus vestibuli Recessus labyrinthi
	2, 3. Pièce supérieure de la vésicule auditive primaire	2. Utriculus 3. Canales semicirculares
	4, 5. Pièce inférieure de l'ampoule auditive primaire	4. Sacculus 5. Cochlea
B. Produits de la lamelle céphalique	6. Nerf acoustique	6. Nervus acusticus
	7. Enveloppe osseuse du labyrinthe membraneux	7. Labyrinthus osseus
	8. Enveloppe osseuse de l'oreille interne	8. Os petrosum

II. Tableau des parties de l'oreille moyenne et externe (*appareil conducteur des sons*).

C. Produits de la première fente branchiale	9. Partie interne de la première fente branchiale	9. Tuba Eustachii
	10. Partie moyenne de la première fente branchiale	10. Cavum tympani
	11. Point d'occlusion de la première fente branchiale	11. Membrana tympani
D. Produits des deux premiers arcs branchiaux	12. Pièce supérieure du second arc branchial	12. Stapes
	13. Pièce supérieure du premier arc branchial	13. Incus
	14. Pièce moyenne du premier arc branchial	14. Malleus
E. Produit de la lamelle céphalique	15. Anneau tympanique (*annulus tympanicus*)	15. Meatus auditorius osseus
F. Produit du tégument cutané	16. Pli cutané annulaire au point d'occlusion de la première fente branchiale	16. Concha auris 17. Musculi conchae

les monotrèmes, les volutes spirales du limaçon manquent core, et elles ne sont caractéristiques que chez les autres m mifères et chez l'homme.

Le nerf acoustique (*nervus acusticus*) ou huitième nerf rébral, qui envoie un de ses rameaux au limaçon et l'autre diverses portions du labyrinthe, est, comme l'a démontré genbaur, la branche dorsale ou sensible d'un nerf cérébro- nal, ayant pour rameau abdominal ou moteur le nerf fa (*nervus facialis*). Le nerf acoustique est donc provenu ph génétiquement d'un nerf habituellement cutané, et a par co quent une tout autre origine que les nerfs optique et olfac qui sont des expansions directes du cerveau; c'est là une di rence essentielle. Le nerf acoustique dérive des cellules de mation de la lamelle céphalique et aussi du feuillet fibro-cuta Toutes les enveloppes cutanées, cartilagineuses et osseuses labyrinthe auditif ont la même origine.

L'oreille externe et l'oreille moyenne des mammifères, c à-dire l'appareil conducteur des sons, se développe tout à indépendamment de l'appareil percepteur. Phylogénétiquem et ontogénétiquement, cet appareil est une formation secondai indépendante, un accessoire de l'interne. Pourtant l'évolut de l'appareil externe est fort intéressante et l'anatomie compa l'élucide parfaitement. Chez tous les poissons et chez les mam fères les plus inférieurs encore, l'appareil conducteur des s n'existe pas; il n'y a ni oreille externe ni oreille moyen mais seulement un labyrinthe, une oreille interne, logée dan crâne. Le tympan, la caisse tympanique et tout ce qui s'y tache manquent complétement. C'est seulement dans la cl des amphibies que se développe l'oreille moyenne et qu'il ex un tympan, une caisse du tympan, une trompe d'Eusta Toutes ces parties essentielles de l'oreille moyenne provienn de la première fente branchiale, qui, chez les poissons primit persiste à l'état « d'évent » et est située entre le premier deuxième arc branchial. Chez l'embryon des vertébrés supérie cette fente se soude à la partie moyenne et ce point de soud devient le tympan. Le reste de la première fente branchiale dehors du point de soudure, est le rudiment du conduit au externe. De la portion interne de la fente proviennent la ca tympanique et la trompe d'Eustache. Les trois osselets de l' dérivent aussi des deux premiers arcs branchiaux : le mart

et l'enclume naissent du premier arc, l'étrier vient de l'extrémité supérieure du deuxième arc branchial (120).

Quant à l'oreille externe, c'est-à-dire au pavillon de l'oreille et au conduit auditif externe, aboutissant au tympan, ces organes dérivent très-simplement du tégument cutané limitant l'orifice externe de la première fente branchiale. Le pavillon de l'oreille débute par être un pli cutané annulaire, dans lequel se forment plus tard des cartilages et des muscles. D'ailleurs cet organe ne se rencontre que dans la classe des mammifères. Il manque seulement à la famille la plus inférieure de cette classe, aux monotrêmes. Chez tous les autres mammifères, on le rencontre très-inégalement développé et parfois même en voie de rétrogradation. Ainsi le pavillon de l'oreille est en voie de disparition chez la plupart des mammifères aquatiques. Beaucoup d'entre eux l'ont même tout à fait perdu, notamment les veaux marins, les baleines, les phoques. Au contraire, chez la plupart des marsupiaux et des placentaliens, le pavillon de l'oreille est très-développé; chargé de recueillir les ondes sonores, il est muni de muscles puissants, qui lui permettent de se mouvoir librement dans tous les sens et de changer de forme. Nous savons tous avec quelle force nos animaux domestiques, chevaux, bœufs, chiens, lapins, etc., redressent leurs oreilles et les dirigent à volonté dans telle ou telle direction. C'est ce que font aussi les singes actuels, et nos anciens ancêtres simiens faisaient de même. Mais les plus récents de ces ancêtres, qui nous sont communs avec les singes anthropoïdes (gorille, chimpanzé, etc.), se déshabituèrent de ces mouvements de l'oreille, de sorte que peu à peu les muscles auriculaires devinrent rudimentaires et inutiles. Pourtant nous les possédons encore aujourd'hui (fig. 161).

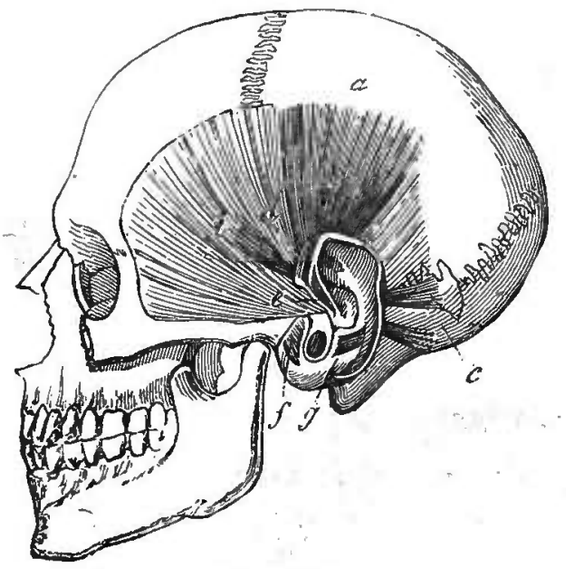


Fig. 161.

Fig. 161. — *Muscles rudimentaires de l'oreille sur un crâne humain.* *a*, musculus attollens. *b*, m. attrahens. *c*, m. retrahens. *d*, m. helicis major. *e*, m. helicis minor. *f*, musculus tragicus. *g*, musculus antitragicus. (D'après H. Meyer.)

Quelques hommes ont encore la faculté de mouvoir quelque peu leurs oreilles en avant et en arrière, et, par un exercice persévérant, ces mouvements acquièrent de la force. Ce sont alors les muscles attracteur ou auriculaire antérieur (*b*) et rétracteur ou auriculaire postérieur (*c*) qui fonctionnent; mais il n'est pas d'homme qui puisse maintenant élever le pavillon de l'oreille par le jeu du muscle élévateur ou auriculaire supérieur (*a*) ou en changer la forme par l'action des petits muscles internes de l'oreille (*d, e, f, g*). Ces muscles, jadis fort utiles à nos ancêtres, ne nous servent plus à rien. Il en est de même chez les singes anthropoïdes.

L'ourlet de l'oreille, l'hélix, le lobule, en un mot la forme caractéristique de l'oreille humaine ne nous est commune qu'avec les singes anthropoïdes supérieurs : gorille, chimpanzé et orang. Quant aux singes inférieurs, ils ont une oreille pointue, sans ourlet, sans lobule, comme les autres mammifères. Mais Darwin a montré que, chez beaucoup d'hommes, il existe à la partie supérieure de l'ourlet de l'oreille une petite saillie pointue, absente chez la plupart d'entre nous, mais parfois très-développée. Ce ne peut être qu'un débris de la pointe primitive de l'oreille, qui, par suite de l'enroulement du bord auriculaire, a été poussée en avant et en dedans. (Voir un ourlet auriculaire de ce genre chez les embryons du porc et du bœuf, pl. V, *S*III et *R*III.) En comparant soigneusement les pavillons de l'oreille chez l'homme et les divers singes, on trouve qu'ils forment une série graduée de rétrogradations. Le début de cette rétrogradation, chez les communs ancêtres catarhiniens de l'homme et des anthropoïdes, a été le recroquevillement de l'oreille. Il en est résulté le bourrelet de l'oreille, sur lequel persista cette saillie significative, dernier vestige de l'oreille pointue et mobile de nos anciens ancêtres simiens. On peut donc déjà inférer de l'anatomie comparée que l'oreille humaine provient du même organe plus développé des mammifères inférieurs. De son côté, la physiologie comparée nous montre que, chez ces animaux, le pavillon de l'oreille a une plus ou moins grande valeur physiologique, tandis que, chez l'homme et les anthropoïdes, il n'est plus qu'un organe rudimentaire inutile. La perte des muscles auriculaires ne porte d'ailleurs aucun préjudice à l'appareil conducteur des sons. C'est pourquoi le pavillon de l'oreille peut varier extraordinairement de forme et de grandeur chez les divers hommes; il partage avec les autres organes rudimentaires ce haut degré de variabilité (121).

VINGT-DEUXIÈME LEÇON.

HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DES ORGANES MOTEURS.

> Pour porter un jugement sur l'ensemble, le lecteur pourra scruter les détails, peser les faits authentiques que j'ai pris pour base de mes déductions. Mais, meme alors, force lui sera d'enchainer les faits particuliers et de les apprécier en vue de l'ensemble. Quiconque ne verra, dorénavant, dans le monde des organismes que des existences isolées, où les harmonies de l'organisation ne sont que des analogies accidentelles, celui-là ne comprendra rien au résultat de ce travail, non pas seulement parce qu'il ne saisit pas la portée de mes déductions, mais surtout parce qu'il s'abuse sur l'importance des faits qui les supportent. « Le fait en lui-même est si peu une donnée scientifique, qu'une science ne saurait se composer uniquement de faits. » Les faits deviennent scientifiques par leur enchaînement, par la méditation qui combine et détermine leurs rapports.
>
> CARL GEGENBAUR (1872).

L'appareil locomoteur des vertébrés. — Il se compose d'organes passifs et d'organes actifs (squelette et muscles). — Importance du squelette interne des vertébrés. — Structure de la colonne vertébrale. — Rapports morphologiques et numériques des vertèbres. — Côtes et sternum. — Embryologie de la colonne vertébrale. — Chorda, lames vertébrales primitives. — Formation des métamères. — Vertèbres cartilagineuses et vertèbres osseuses. — Disques vertébraux intermédiaires. — Squelette de la tête (crâne et arcs branchiaux). — Théorie des vertèbres crâniennes (Goethe et Oken, Huxley et Gegenbaur). — Crâne primitif ou primordial. — Structure des neuf à dix métamères fondues ensemble. — Arcs branchiaux (côtes céphaliques). — Squelette des quatre membres ou extrémités. — Les extrémités pendactyles viennent des nageoires à rayons multiples. — Les nageoires primitives des sélaciens (archipterygium de Gegenbaur). — Passage de la nageoire penniforme à la nageoire semi-penniforme. — Rétrogradation des rayons des nageoires. — Polydactylie et pendactylie. — Comparaison des membres antérieurs (nageoires pectorales) et des membres postérieurs (nageoires ventrales). — Ceinture scapulaire et ceinture iliaque. — Embryologie des membres. — Histoire de l'évolution des muscles.

Messieurs,

Parmi les traits de l'organisation, qui caractérisent surtout le groupe des vertébrés, il faut placer en première ligne la disposition de l'appareil moteur. Chez tous les animaux supérieurs, les parties principales de cet appareil sont les organes moteurs actifs, les muscles, ces cordons charnus doués de contractilité,

susceptibles de se raccourcir et, par suite, de rapprocher les unes des autres les différentes parties du corps, et même d'imprimer au corps entier des mouvements de locomotion. Or la distribution de muscles est, chez les vertébrés, toute particulière, fort différente de ce qu'elle est chez les invertébrés.

Chez la plupart des animaux inférieurs, par exemple chez les vers, les muscles forment immédiatement sous le tégument cutané une mince couche charnue. Ce « sac musculo-cutané », intimement uni à la peau, se retrouve aussi, à peu de chose près, dans la classe des mollusques. Dans le grand groupe des articulés, chez les crustacés, les arachnides, les myriapodes, les insectes, on trouve une disposition analogue, avec cette différence que là le tégument cutané forme une cuirasse solide, un squelette cutané, rigide, de chitine et souvent de carbonate de chaux. Sur le tronc et les membres des articulés, cette cuirasse de chitine acquiert un haut degré de différenciation et, par suite, le système musculaire, dont les cordons charnus se logent dans l'étui de chitine, se différencie aussi extrêmement. Il en est tout autrement chez les vertébrés, où il existe seulement un squelette interne, cartilagineux ou osseux, sur la surface externe duquel les muscles trouvent un solide point d'appui. Cet échafaudage osseux est un appareil moteur passif, composé de leviers dont les bras rigides ou les os, mus par les cordons musculaires actifs comme par des câbles de traction, se rapprochent les uns des autres. L'existence de cet appareil tout spécial et surtout de son axe, la colonne vertébrale, est propre au groupe des vertébrés, qui même en a tiré son nom.

Mais, en dépit de l'analogie initiale, cet appareil s'est si diversement et si particulièrement développé chez les diverses classes des vertébrés, et dans les groupes supérieurs, il est devenu un appareil si complexe, que l'anatomie comparée y trouve précisément ses principaux caractères. C'est ce qu'avait déjà compris, au commencement de ce siècle, l'ancienne philosophie de la nature, et elle s'était emparée avec ardeur de ces faits précieux. C'est aussi dans ce domaine que la science moderne, appelée par nous, dans un sens philosophique plus élevé, anatomie comparée, a récolté ses plus riches moissons. Notre moderne anatomie comparée a étudié plus à fond le squelette des vertébrés, et elle a réussi à en découvrir les lois de formation mieux que pour tout autre système organique. C'est là surtout que l'on peut ap-

pliquer les vers si connus, et tant de fois cités, dans lesquels Goethe résume le résultat général de ses études morphologiques :

> Toutes les formes sont analogues, pourtant aucune d'elles ne ressemble aux autres.
> C'est pourquoi le chœur proclame une loi secrète.

Aussi aujourd'hui que nous avons expliqué cette « loi secrète », cette « sainte énigme » par la théorie de la descendance, aujourd'hui que nous rapportons l'analogie des formes à l'hérédité, leur dissemblance à l'adaptation, la comparaison du squelette des différents vertébrés est la meilleure arme que nous puissions trouver dans le riche arsenal de l'anatomie comparée pour défendre efficacement la vérité de la théorie généalogique. Il est donc à prévoir que ces arguments auront aussi une grande importance pour l'histoire de l'évolution de l'homme, et c'est en effet ce qui arrive. *Le squelette des vertébrés est un de ces organes sur la phylogénie desquels l'anatomie comparée nous fournit des données plus importantes, à plus longue portée, que ne le pourrait faire l'ontogénie.* Pourtant la dernière science nous est aussi d'un grand secours ; elle est le complément essentiel de la première.

L'étude comparée du système osseux des vertébrés révèle à l'observateur, plus clairement que celle de tout autre système, la nécessité d'un lien phylogénétique entre les formes parentes et pourtant si diverses. Comparons soigneusement le squelette osseux de l'homme avec celui des autres mammifères, et ce dernier avec celui des vertébrés inférieurs ; de ce seul rapprochement résultera la conviction d'une vraie consanguinité entre tous les vertébrés. En effet, chez tous les autres mammifères, les parties du système osseux, quelle que soit la diversité de leur forme, ont la même situation, les mêmes rapports caractéristiques que chez l'homme. Si maintenant, descendant au-dessous des mammifères, nous comparons les rapports des os dans les autres classes vertébrées, nous trouverons partout, sous la variété et l'écart apparent des formes, un lien ininterrompu, et nous finirons par conclure à une forme fondamentale commune et fort simple. De là résulte, pour tout partisan de la doctrine généalogique, la conclusion certaine que tous les vertébrés, y compris l'homme, descendent d'une forme ancestrale commune, d'un même vertébré primitif. En effet, les rapports mor-

VINGT-HUITIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble de la composition du squelette humain.

A. Squelette central. Colonne vertébrale.

Aa. Pièces supérieures du vertébré.

1. Crâne
   - 1 *a* crâne prévertébral
   - 1 *b* crâne vertébral
2. Colonne vertébrale
   - 7 vertèbres cervicales
   - 12 vertèbres dorsales
   - 5 vertèbres lombaires
   - 5 vertèbres sacrées
   - 4 vertèbres caudales

Ab. Pièces inférieures.

1. Produits des arcs branchiaux
2. Côtes et sternum

B. Ceintures osseuses des membres.

Ba. Ceinture osseuse des membres antérieurs : ceinture scapulaire.

1. Scapula
2. Procoracoides
3. Coracoides
4. Clavicula

Bb. Ceinture ossseuse des membres postérieurs : ceinture iliaque.

1. Os ilium
2. Os pubis
3. Os ischii

C. Squelette des membres.

Ca. Squelette des membres antérieurs.

I. Première section : Bras.

1. Os de l'avant-bras (humerus)

II. Deuxième section : Avant-bras.

2. Radius
3. Ulna

III. Troisième section : Main.

Cb. Squelette des membres postérieurs.

I. Première section : Cuisse.

1. Os de la cuisse (femur)

II. Deuxième section : Jambe.

2. Tibia
3. Fibula

III. Troisième section : Pied.

III A. Carpe. Pièces primitives.	Carpus. Pièces transformées.
a. Radiale	Scaphoideum
b. Intermedium	Lunatum
c. Ulnare	Triquetrum
d. Centrale	Intermedium
e. Carpale I	Trapezium
f. Carpale II	Trapezoides
g. Carpale III	Capitatum
h. Carpale IV + V	Hamatum

III B. Métacarpe (*metacarpus*)

III C. Cinq doigts; *digiti* (14 os : *phalanges*).

III A. Tarse. Pièces primitives.	Tarsus. Pièces transformées.
a. Tibiale	Astragalus
b. Intermedium	
c. Fibulare	Calcaneus
d. Centrale	Naviculare
e. Tarsale I	Cunéiforme I
f. Tarsale II	Cunéiforme II
g. Tarsale III	Cunéiforme III
h. Tarsale IV + V	Cuboides

III B. Métatarse (*metatarsus*)

III C. Cinq doigts; *digiti* (14 os : *phalanges*).

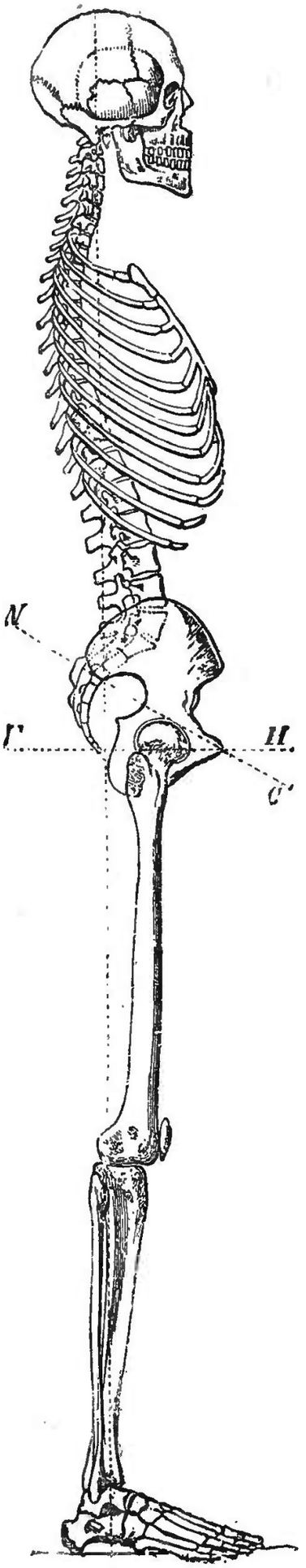


Fig. 162.

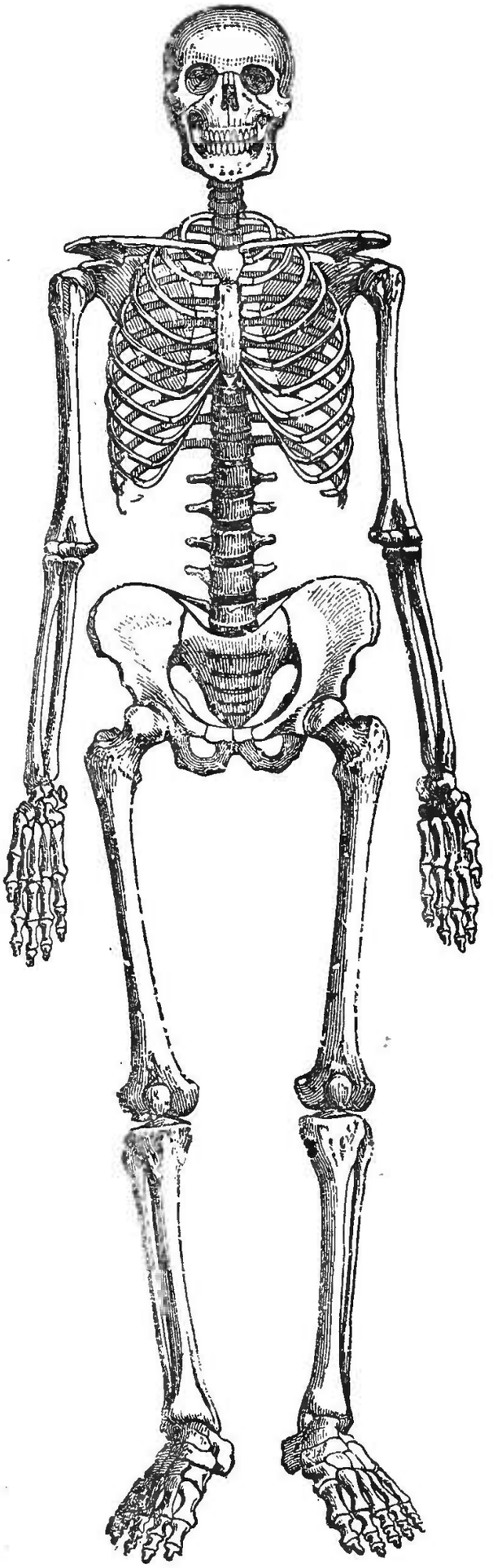


Fig. 163.

phologiques du squelette et du système musculaire, qui en dépend étroitement, sont tels que l'on ne saurait songer à une origine polyphylétique à plusieurs souches ancestrales indépendantes. Pour peu que l'on y pense sérieusement, il est impossible d'admettre que la colonne vertébrale et tout ce qui en dépend, que le squelette des membres avec ses parties si variées se soient produits plusieurs fois dans le cours de l'évolution géologique, et que les divers vertébrés puissent par suite descendre de diverses formes ancestrales invertébrées. Il y a plus : l'anatomie comparée et l'ontogénie poussent, avec une irrésistible puissance, à la conclusion monophylétique; elles nous disent que le genre humain est le plus jeune rameau d'une forte racine unitaire, dont la maîtresse branche a engendré tous les autres vertébrés.

Mais, pour bien comprendre l'évolution du squelette humain, il nous faut d'abord nous faire une idée générale de la composition de ce squelette chez l'homme adulte. (Consultez le vingt-huitième tableau et fig. 162 le squelette humain vu du côté droit (sans bras), fig. 163 le squelette entier vu de face.) Chez l'homme, comme chez tous les autres mammifères, il faut distinguer d'abord l'axe du squelette et ses annexes, les os des membres. Le squelette axial se compose de la colonne vertébrale et du crâne, portion la plus antérieure et la plus transformée de cette dernière. Les dépendances de la colonne vertébrale sont les côtes, l'os hyoïde, le maxillaire inférieur et les autres produits des arcs branchiaux. Le squelette des membres se compose de deux groupes de pièces, savoir : des os des extrémités proprement dites et d'une ceinture osseuse interne, reliant les extrémités à la colonne vertébrale. La ceinture osseuse du bras ou membre antérieur est la ceinture scapulaire; la ceinture osseuse de la jambe ou membre postérieur est la ceinture iliaque.

La colonne vertébrale de l'homme (*columna vertebralis* ou *vertebrarium*, fig. 164) se compose de trente-trois à trente-quatre pièces osseuses annulaires, juxtaposées en série, superposées, chez l'homme, dans la station droite. Ces pièces osseuses, les vertèbres (*vertebrae*), sont séparées par des coussins élastiques en forme de disque (*ligamenta intervertebralia*) et en même temps reliées et articulées ensemble, de manière à former une tige axiale, flexible, élastique, mobile dans toutes les directions. Dans les diverses régions du tronc, les vertèbres

sont diversement conformées et diversement articulées; aussi distingue-t-on de haut en bas, dans la colonne vertébrale, les groupes suivants : sept vertèbres cervicales, douze vertèbres dorsales ou pectorales, cinq vertèbres lombaires, cinq sacrées et quatre à cinq vertèbres caudales ou coccygiennes. Les premières, ou vertèbres cervicales, sont caractérisées par la présence d'un trou situé de chaque côté, à travers les apophyses transverses (fig. 165). Chez l'homme, le nombre des vertèbres cervicales est de sept; il en est de même chez presque tous les autres mammifères; pourtant le cou peut être très-long, comme chez le chameau et la girafe, ou très-court, comme chez la taupe et le hérisson. Cette persistance du nombre sept, sauf quelques exceptions dues à l'adaptation, est une preuve parlante de la commune descendance de tous les mammifères; pour l'expliquer, il faut invoquer un legs rigoureusement transmis par un mammifère primitif, qui avait sept vertèbres cervicales.

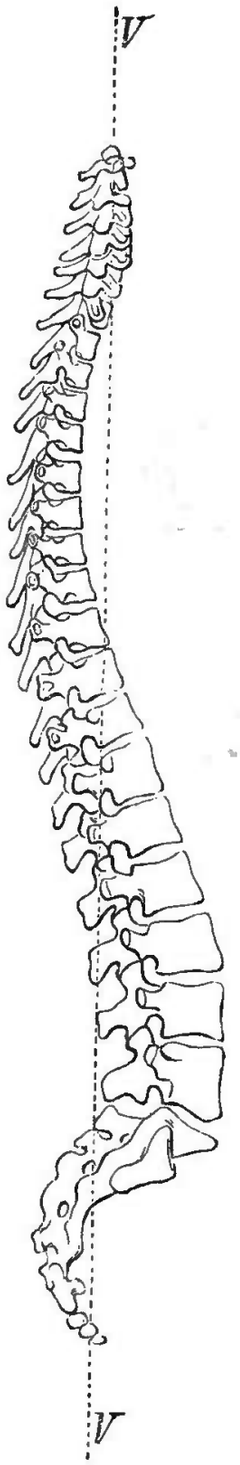


Fig. 164.

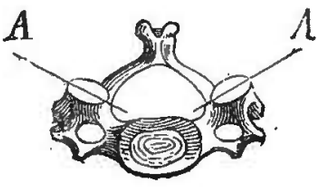


Fig. 165.

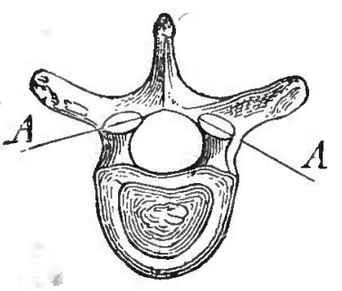


Fig. 166.

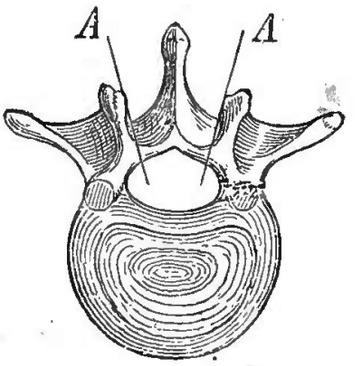


Fig. 167.

Si chaque espèce animale était conformée indépendamment des autres, mieux vaudrait,

Fig. 164. Colonne vertébrale de l'homme, vue du côté droit dans la station droite. *V* à *V*, verticale. (D'après H. Meyer.)

Fig. 165. Troisième vertèbre cervicale de l'homme.

Fig. 166. Septième vertèbre dorsale de l'homme.

Fig. 167. Deuxième vertèbre lombaire de l'homme. (Les lignes *A* passent par le milieu des surfaces articulaires des apophyses articulaires.) (D'après H. Meyer.)

tantôt de nombreuses vertèbres cervicales pour les mammifères à long cou, tantôt quelques vertèbres pour les animaux à cou court; cela serait plus conforme à un but. Après les vertèbres cervicales viennent les vertèbres dorsales, dont le nombre, chez l'homme et la plupart des mammifères, est de douze à treize, ordinairement de douze. Chaque vertèbre dorsale supporte latéralement (fig. 166) deux côtes articulées; ce sont de longs arcs osseux, logés dans l'épaisseur de la paroi thoracique, qu'ils soutiennent. Les douze paires de côtes, avec leurs muscles intercostaux et l'os sternum, reliant les extrémités costales à droite et à gauche, forment la cage thoracique (fig. 163, en haut). Dans cette cage thoracique, à la fois solide et élastique, sont logés les deux poumons et, outre ces poumons, le cœur. Après les vertèbres dorsales, vient une section plus courte et plus forte de la colonne vertébrale, composée seulement de cinq grosses vertèbres. Ce sont les vertèbres lombaires (fig. 167), n'ayant ni articulation costale, ni trous vertébraux à travers leurs apophyses transverses. Puis vient le sacrum, logé entre les deux pièces du bassin. Le sacrum est composé de cinq vertèbres complétement soudées ensemble. Enfin la colonne vertébrale se termine par une petite queue rudimentaire, le *coccyx*. Le coccyx se compose d'un petit nombre de petites vertèbres atrophiées, d'ordinaire quatre, rarement trois ou cinq; c'est un organe inutile, rudimentaire, n'ayant plus aucune valeur physiologique, ni chez l'homme, ni chez les singes sans queue, anthropoïdes (voir fig. 127-131). Mais le coccyx est d'un haut intérêt morphologique; c'est une preuve irréfutable, attestant que l'homme et les anthropoïdes descendent de singes à longue queue. Nul autre moyen, en effet, d'expliquer l'existence de cette queue rudimentaire. Chez l'homme, au début de l'évolution embryologique, la queue a un développement considérable (voir pl. V, fig. M, II et fig. $73_{,8}$, $74_{,8}$). Plus tard, elle s'atrophie et ne fait plus de saillie visible à l'extérieur. Mais les débris des vertèbres caudales atrophiées et des muscles qui les faisaient mouvoir persistent encore. A en croire les anciens anatomistes, la queue de la femme est d'une vertèbre plus longue que celle de l'homme; elle compterait quatre vertèbres chez ce dernier, cinq chez la femme.

Le nombre des vertèbres chez l'homme est d'ordinaire de trente-trois. Mais il est intéressant de noter que ce nombre varie

fréquemment, suivant que telle ou telle vertèbre manque ou qu'une vertèbre supplémentaire s'intercale entre les autres. Il n'est pas rare non plus de voir la dernière vertèbre cervicale ou la première vertèbre lombaire porter une paire de côtes libres et mobiles, de sorte qu'il y a alors treize vertèbres dorsales avec six vertèbres cervicales ou quatre vertèbres lombaires. On voit que les vertèbres limitrophes des diverses sections de la colonne vertébrale peuvent réciproquement s'annexer à la région voisine. D'autre part, l'examen des catarhiniens à queue ou sans queue montre que le nombre des vertèbres subit des oscillations considérables, même dans les limites de cette seule famille ([122]).

	CATARHINIENS.	Vertèbres cervicales.	Vertèbres dorsales.	Vertèbres lombaires.	Vertèbres sacrées.	Vertèbres caudales.	Somme.
SANS QUEUE	Homme (fig. 131)	7	12	5	5	4	33
	Orang (fig. 128).	7	12	5	4	5	33
	Gibbon (fig. 127).	7	13	5	4	3	32
	Gorilla (fig. 130).	7	13	4	4	5	33
	Chimpanzé (fig. 129)	7	14	4	4	5	34
AVEC QUEUE	Mandrill (*mormon chorus*)	7	13	6	3	5	34
	Drill (*mormon leucophaeus*)	7	12	7	3	8	37
	Rhesus (*inuus rhesus*)	7	12	7	2	18	46
	Sphinx (*papio sphinx*).	7	13	6	3	24	53
	Simpai (*semnopithecus melas*).	7	12	7	3	31	60

Pour bien comprendre l'évolution de la colonne vertébrale elle-même, il nous faut insister un peu plus sur la forme et le mode d'union des vertèbres. La forme générale des vertèbres est celle d'un anneau muni d'un cachet (fig. 165-167). La portion épaisse ou abdominale de la vertèbre s'appelle *corps vertébral;* c'est un disque osseux très-court. La portion mince forme un arc semi-circulaire, l'*arc vertébral*, dirigé vers le dos. Les arcs de toutes les vertèbres superposées sont réunis par de minces ligaments (*ligamenta intercruralia*), de manière à circonscrire un long canal. Dans ce *canal vertébral* est située, comme nous l'avons déjà vu, la partie postérieure du système nerveux central, la moelle épinière. La portion antérieure de ce système, le cerveau, est inclus dans la cavité crânienne, et le crâne est seulement la partie antérieure transformée ou modifiée de la colonne vertébrale. La base ou le côté abdominal de la capsule crânienne provient de corps vertébraux soudés en-

semble; la voûte crânienne ou le côté dorsal de la capsule crânienne s'est formée par la soudure des arcs vertébraux correspondants.

Les corps vertébraux solides et massifs constituent l'axe central du squelette; les arcs dorsaux protègent les centres nerveux inclus dans l'arc osseux. Des arcs vertébraux inférieurs ou abdominaux, se détachant de la face ventrale des corps vertébraux, forment, chez beaucoup de vertébrés, un canal logeant les plus gros vaissaux sanguins, situés sur la face inférieure de la colonne vertébrale, c'est-à-dire l'aorte et les veines caudales. Chez les vertébrés supérieurs, la plupart de ces arcs vertébraux abdominaux ont disparu ou sont devenus rudimentaires. Pourtant, dans la région pectorale de la colonne vertébrale, ces arcs vertébraux se développent puissamment; ce sont les côtes (*rippae*). En réalité, les côtes sont seulement des arcs vertébraux inférieurs très-développés et ayant perdu l'attache originelle qui les reliait aux corps vertébraux. Les arcs branchiaux, dont nous avons déjà parlé, ont la même origine; ce sont vraiment des côtes céphaliques, des apophyses partant des arcs inférieurs des vertèbres crâniennes et tout à fait analogues aux côtes. A la tête et à la poitrine, le mode d'union des arcs vertébraux droits et gauches sur la face ventrale du corps est le même. C'est par l'intercalation du *sternum* entre les côtes que se forme la cage thoracique. Le sternum est un os impair, qui résulte de la soudure de ses deux moitiés. C'est aussi par l'interposition d'un os impair, de l'os hyoïde (*copula lingualis*), entre les moitiés droite et gauche des arcs branchiaux, que se forme en avant la cage branchiale.

Si, laissant maintenant ces vues anatomiques sur la structure de la colonne vertébrale, nous nous occupons de son développement, il ne me reste guère qu'à vous renvoyer, pour les faits principaux, à ce que j'ai déjà dit de l'ontogénie de la colonne vertébrale dans la onzième leçon. Vous n'avez pas oublié que, chez l'embryon de l'homme et de tous les vertébrés, la colonne vertébrale commence par être un cordon cartilagineux. Ce cordon axial solide, flexible et élastique est, vous le savez, la *chorda dorsalis*. Chez le plus inférieur des vertébrés, chez l'amphioxus, ce cordon cartilagineux persiste toute la vie: il constitue à lui seul tout le squelette (fig. 114, pl. VIII; fig. 15). Chez les tuniciers, c'est-à-dire chez les invertébrés les plus voi-

sins des vertébrés, nous retrouvons la même corde dorsale, à l'état provisoire chez la larve mobile de l'ascidie, à l'état permanent chez les appendiculaires (fig. 112). Sans doute, les tuniciers et les acrâniens ont reçu héréditairement cette corde dorsale d'une même forme ancestrale vermiforme; ces ancêtres vermiformes étaient les *chordoniens*.

Chez l'embryon de l'homme et de tous les vertébrés supérieurs, bien avant l'apparition d'un vestige quelconque du crâne et des extrémités, au moment où le corps n'est encore représenté que par le disque germinatif lyriforme, la simple *chorda dorsalis* apparaît sur la ligne moyenne, immédiatement au-dessous de la gouttière primitive (fig. 40-42; fig. 43-47, *ch;* pl. II, III, *ch*). Cette corde dorsale suit l'axe longitudinal du corps, se terminant en pointe aux deux extrémités. Les cellules qui constituent la chorda (fig. 168, *b*) proviennent, comme toutes les cellules du squelette, du feuillet fibro-cutané. Ces cellules ont la plus grande analogie avec certaines cellules cartilagineuses; souvent même on admet un tissu spécial de la chorda; mais ce tissu n'est qu'une variété du tissu cartilagineux.

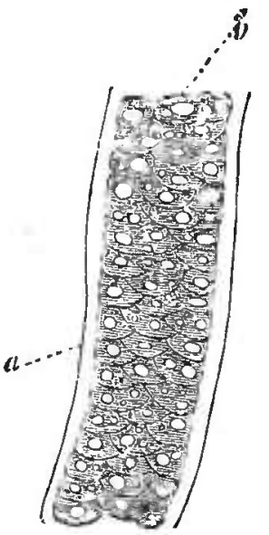


Fig. 168.

De bonne heure, la *chorda* s'entoure d'un étui vitreux, amorphe (fig. 168, *a*), qui s'est formé, comme une cuticule, aux dépens de ses cellules constituantes.

Cet axe primaire du squelette, simple, sans division, est bientôt remplacé par un axe secondaire, articulé, la colonne vertébrale. Des deux côtés de la chorda se différencient, sur la portion interne du feuillet fibro-cutané, les cordons vertébraux primitifs ou lamelles vertébrales primitives (fig. 46, *u*; 47, *uw*). La partie la plus interne de ces cordons vertébraux primitifs, immédiatement contiguë à la *chorda*, est la lamelle osseuse, la couche de cellules, d'où proviendront la colonne vertébrale permanente et le crâne. Antérieurement, la lamelle vertébrale primitive forme une couche continue, simple, s'élargissant bientôt en une vésicule à mince paroi, entourant le cerveau: c'est le

Fig. 168. Fragment de la *chorda dorsalis* d'un embryon de mouton. *a*, étui. *b*, cellules. (D'après Koelliker.)

crâne primordial. Au contraire, dans la moitié postérieure du corps, la lamelle vertébrale primitive se segmente en un certain nombre de pièces homologues, cubiformes, juxtaposées en série (fig. *mv*; fig. 63-65). Le nombre de ces segments primitifs, d'abord très-petit, s'accroit rapidement à mesure que le corps s'allonge par sa partie postérieure. Les premières vertèbres, les plus anciennes, sont les vertèbres cervicales antérieures; à ces vertèbres succèdent les vertèbres cervicales postérieures, puis les vertèbres dorsales antérieures, etc. Les vertèbres caudales les plus postérieures ferment cette série. Cette ontogénie successive de la colonne vertébrale, d'avant en arrière, s'explique phylogénétiquement. En effet, le corps polyarticulé du vertébré doit être considéré comme un produit secondaire, dû à la formation ou différenciation progressive des métamères aux dépens d'une forme ancestrale non articulée. De même que les vers polyarticulés, les lombrics et les sangsues, par exemple, et aussi les articulés voisins, les crustacés et les insectes, sont dérivés, par bourgeonnement terminal, d'un ver non articulé; ainsi le vertébré polyarticulé provient d'une forme ancestrale non articulée, et les plus proches voisins de cette forme sont les appendiculaires (fig. 112) et les ascidies (fig. 113; pl. VIII, fig. 14).

Comme nous l'avons bien souvent remarqué, cette formation des vertèbres primitives ou métamères est capitale pour l'évolution supérieure des vertébrés au point de vue morphologique et physiologique. En effet, cette segmentation n'intéresse pas seulement la colonne vertébrale, mais encore le système musculaire, le système nerveux, le système vasculaire, etc. L'étude de l'amphioxus nous apprend même que la formation des métamères intéresse le système musculaire beaucoup plus que le système osseux. C'est qu'en réalité la « vertèbre primitive » est beaucoup plus que le rudiment d'une vertèbre future. Chaque vertèbre primitive est aussi le rudiment d'un segment des muscles dorsaux, d'une paire de racines nerveuses médullaires, etc. C'est seulement la portion la plus interne de la vertèbre primitive contiguë à la chorda et au tube médullaire, c'est-à-dire la lamelle du squelette, qui sert à la formation des vertèbres. Nous avons déjà vu comment cette vertèbre proprement dite dérive de la lamelle du squelette, de la vertèbre primitive. Les deux moitiés de chaque vertèbre primitive, d'abord situées à droite et

à gauche de la chorda, qui les sépare, finissent par se souder. Au-dessous du tube médullaire, les angles de ces deux moitiés se soudent du côté abdominal, entourent la chorda et constituent ainsi les rudiments des corps vertébraux. Au-dessus du tube médullaire, les angles dorsaux des deux moitiés vertébrales primitives forment les rudiments des arcs vertébraux. Nous avons déjà décrit en détail le procédé de cette transformation (fig. 50-53; pl. II, fig. 3-8).

Chez tous les crâniotes, les cellules molles et indifférentes, constituant dans le principe la lamelle du squelette, se transforment ensuite, pour la plupart, en cellules cartilagineuses, sécrétant entre elles une substance intercellulaire solide et élas-

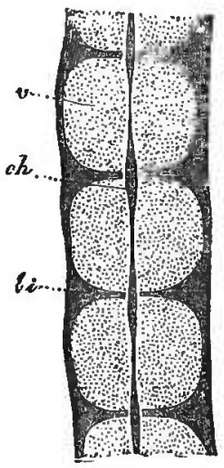


Fig. 169.

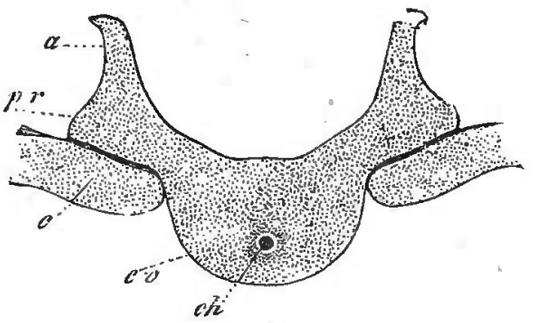


Fig. 170.

tique et formant un tissu cartilagineux. Comme la plupart des autres parties du squelette, les rudiments vertébraux passent bientôt à l'état cartilagineux, et, chez les vertébrés supérieurs, ce tissu cartilagineux ne tarde pas à devenir un tissu osseux solide. L'axe primitif de la colonne vertébrale, la chorda, est plus ou moins refoulé par le tissu cartilagineux exubérant qui l'entoure. Chez les vertébrés inférieurs, par exemple, chez les poissons primitifs, une portion plus ou moins notable de la chorda reste in-

Fig. 169. *Trois vertèbres dorsales* d'un embryon humain de huit semaines en section longitudinale. *v*, corps vertébral cartilagineux. *li*, disque intervertébral. *ch*, chorda. (D'après Koelliker.)

Fig. 170. *Une vertèbre dorsale du même embryon*, en section latérale. *cv*, corps vertébral cartilagineux. *ch*, chorda. *pr*, apophyse transverse. *a*, arc vertébral (arc supérienr). *c*, extrémité supérieure d'une côte (arc inférieur). (D'après Koelliker.)

cluse dans les corps vertébraux. Mais, chez les mammifères, cette chorda disparaît presque complétement.

Dès la fin du deuxième mois de la vie embryonnaire, chez l'embryon humain, la chorda n'est plus qu'un mince filament suivant l'axe cartilagineux épais de la colonne vertébrale (fig. 169, *ch*). Dans les corps vertébraux cartilagineux, qui s'ossifient plus tard, le mince débris de la chorda ne tarde pas à disparaître entièrement (fig. 170, *ch*).

Mais dans le disque intervertébral élastique, séparant chaque paire de vertèbres et qui dérive de la lamelle osseuse (fig. 169, *li*), un reste de la chorda persiste pendant toute la vie. Chez l'enfant nouveau-né, on voit, dans l'épaisseur de chaque disque in-

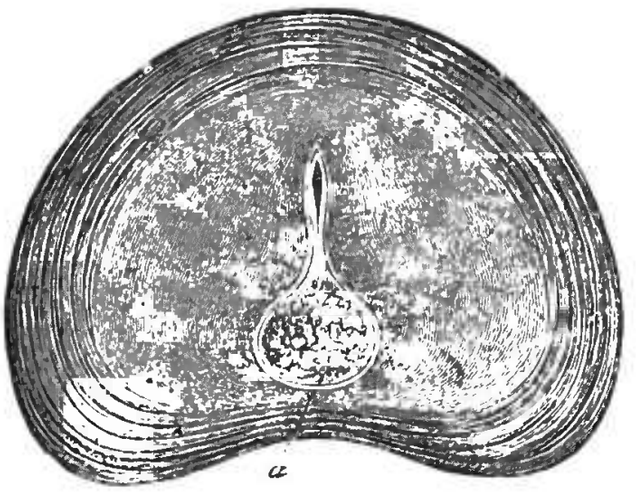


Fig. 171.

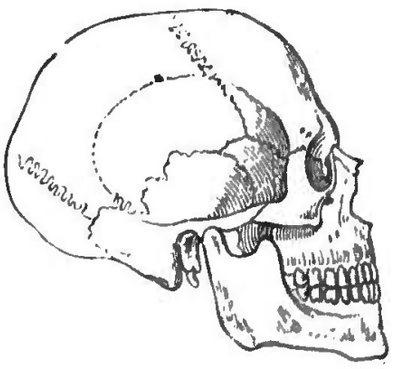


Fig. 172.

tervertébral, une grande cavité piriforme, pleine de cellules gélatineuses (fig. 171, *a*). Quoique moins accusé, ce « noyau gélatineux » du disque intervertébral élastique persiste cependant chez tous les mammifères, tandis que chez les oiseaux et les reptiles toute trace de la chorda disparaît. A mesure que s'ossifie le corps vertébral, le premier rudiment de la substance osseuse, le premier « noyau osseux » se forme dans le corps vertébral immédiatement autour du reste de la chorda, qui disparaît par pression graduelle. Puis un noyau osseux spécial naît dans chaque moitié d'arc vertical cartilagineux. C'est seulement après la naissance, qu'avec les progrès de l'ossification, les trois noyaux

Fig. 171. *Disque intervertébral* d'un enfant nouveau-né, en section transversale. *a*, reste de la chorda. (D'après Koelliker.)

Fig. 172. *Le crâne humain*, vu du côté droit. (D'après Meyer.)

osseux se rapprochent. C'est durant la première année que se soudent les deux moitiés osseuses des arcs vertébraux; mais elles ne s'unissent au corps vertébral que beaucoup plus tard, de la deuxième à la huitième année.

Le crâne osseux (*cranium*), c'est-à-dire la portion antérieure transformée de la colonne vertébrale, se développe comme cette dernière. De même que le canal vertébral forme à la moelle épinière un étui protecteur, ainsi le crâne est, pour le cerveau, une boîte osseuse; mais le cerveau n'est que la section antérieure de la moelle, qui a subi une différenciation spéciale; il faut donc s'attendre à ce que son enveloppe osseuse ne soit aussi qu'une modification particulière de la colonne vertébrale. Si l'on n'envisageait que le crâne humain achevé (fig. 172), on aurait peine à n'y voir que la section antérieure transformée de la colonne vertébrale. En effet, le crâne est un édifice osseux compliqué, composé d'une vingtaine d'os divers par la forme et la grandeur. Sept de ces os crâniens forment la capsule logeant le cerveau, et dans laquelle nous distinguons une base solide et massive (*basis cranii*) et une portion supérieure fortement voûtée (*fornix cranii*). Les treize os crâniens restant forment le « crâne facial », qui fournit des étuis osseux aux organes des sens supérieurs, et qui, à titre de squelette maxillaire, entoure l'orifice d'entrée du tube digestif. Le maxillaire inférieur, habituellement considéré comme un vingt et unième os crânien, s'articule avec la face inférieure du crâne, et derrière lui, caché dans la racine de la langue, se trouve l'os hyoïde, dérivant comme le précédent du premier arc branchial, et s'étant formé conséquemment aux dépens de la portion inférieure de cet arc, qui, comme une « côte céphalique », se détache du côté abdominal de la base du crâne.

Quoique, chez les vertébrés supérieurs, le crâne, avec sa forme toute spéciale, son volume considérable, sa structure complexe, n'ait, en apparence, rien de commun avec les vertèbres proprement dites, pourtant, dès la fin du dernier siècle, l'anatomie comparée avait pensé fort justement que le crâne n'était qu'une série de vertèbres transformées. En 1790, « sur la plage de la synagogue de Venise, Goethe trouva un crâne de mouton brisé et il remarqua d'un coup d'œil, que les os de la face devaient aussi dériver des vertèbres (des trois vertèbres crâniennes postérieures). » Plus tard, Oken, ignorant la découverte de Goethe, trouva, en 1806, à Ilsenstein, sur la route du Brocken, « un superbe

crâne bien blanchi de biche, et, comme éclairé par une révélation, il s'écria : C'est un morceau de colonne vertébrale » (123).

Depuis lors, cette célèbre théorie des vertèbres crâniennes a intéressé les zoologistes les plus éminents; les maîtres en anatomie comparée ont fait de ce « problème crânien » l'objet de leurs méditations philosophiques; les gens du monde eux-mêmes s'en sont préoccupés. Mais ce fut seulement en 1872, après sept années de travail, que le problème fut heureusement résolu par un savant en anatomie comparée, qui a surpassé tous ses émules aussi bien par ses fortes recherches empiriques que par la profondeur de ses spéculations philosophiques. Dans ses classiques « Recherches sur l'anatomie comparée des vertébrés » (troisième fascicule), Carl Gegenbaur a prouvé que le squelette céphalique des sélaciens était la seule base sur laquelle on pût fonder une bonne théorie du crâne vertébré. L'ancienne anatomie comparée avait eu le tort de prendre pour point de départ le crâne vertébré complet, en essayant de rapprocher les os du crâne de diverses portions des vertèbres; on crut pouvoir, par cette méthode, établir que le crâne du mammifère était composé de trois à six vertèbres primitives. La dernière de ces « vertèbres crâniennes » était l'occipital. Le sphénoïde, l'os pariétal, le frontal, représentaient une deuxième et une troisième vertèbre. On croyait même retrouver encore, dans les os du crâne facial, les éléments de vertèbres crâniennes antérieures. Contre cette hypothèse, un anatomiste anglais éminent, Huxley, alléguait à bon droit que ce crâne osseux provient d'une simple capsule cartilagineuse, existant primitivement chez l'embryon, et que sur ce « crâne primitif » il n'y a pas la moindre trace de pièces vertébrées. On en peut dire autant du crâne des crâniotes les plus anciens et les plus inférieurs, des cyclostomes et des sélaciens. Chez ces derniers même, le crâne ne cesse jamais d'être une capsule cartilagineuse, un « crâne primitif ou primordial » sans division. Or, si l'antique théorie crânienne, telle que l'acceptent la plupart des savants en anatomie comparée, d'après Goethe et Oken, était fondée, la série des vertèbres crâniennes devrait surtout être visible chez les crâniotes les plus inférieurs et chez l'embryon des crâniotes supérieurs.

Cette observation incisive d'Huxley met déjà à néant la célèbre théorie des vertèbres crâniennes, comme on la comprenait autrefois en anatomie comparée. Mais la donnée fondamentale de cette

théorie n'en reste pas moins debout, savoir, que le crâne est la portion antérieure de la colonne vertébrale, comme le cerveau est celle de la moelle épinière, et que l'un et l'autre sont des produits de différenciation. Il restait à donner à cette hypothèse philosophique une base empirique; c'est Gegenbaur qui a eu ce mérite (124). Il prit pour cela le chemin phylogénétique, qui, dans cette question comme dans toutes les questions morphologiques, mène le plus sûrement et le plus vite au but. Il montra que les poissons primitifs ou sélaciens (fig. 117, 118), souches ancestrales de tous les amphirhiniens, conservent aujourd'hui encore la forme du crâne primitif, d'où est dérivé phylogénétiquement le crâne des vertébrés supérieurs et de l'homme. Il établit, d'après les arcs branchiaux des sélaciens, qu'un grand nombre de vertèbres primitives, au moins neuf à dix, entrent

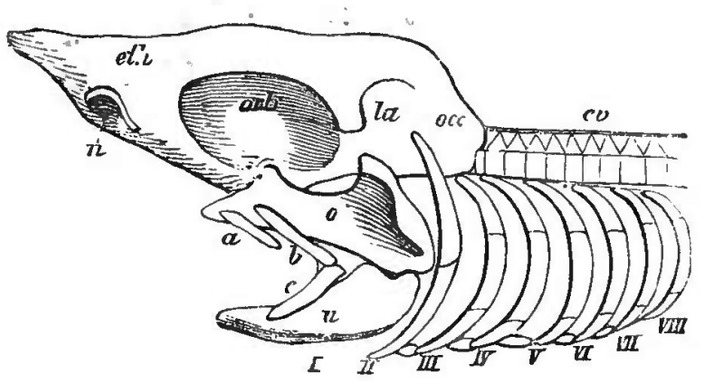


Fig. 173.

dans la composition du crâne primitif et que les nerfs partant de la base du cerveau corroborent la démonstration. A l'exception de la première et de la deuxième paire nerveuse, des nerfs de l'olfaction et de la vision, ces racines nerveuses sont simplement des nerfs médullaires modifiés et, dans leur distribution périphérique, ils se comportent essentiellement comme les nerfs de la moelle épinière.

Si j'entreprenais d'exposer en détail l'ingénieuse théorie crânienne de Gegenbaur, cela m'entraînerait trop loin; je me bor-

Fig. 173. *Squelette céphalique d'un poisson primitif.* *n*, fosse nasale. *eth*, région ethomoïdale. *orb*, cavités orbitaires. *la*, paroi du labyrinthe auditif. *occ*, région occipitale du crâne primitif. *cv*, colonne vertébrale. *a*, cartilage labial antérieur. *bc*, cartilage labial postérienr. *o*, maxillaire supérieur primitif (palato-quadratum). *u*, maxillaire inférieur primitif. II, os hyoïde, III-VIII, arcs branchiaux. (D'après Gegenbaur.)

nerai donc à vous renvoyer au travail original, où vous trouverez toutes les preuves philosophiques et empiriques. « L'Esquisse d'anatomie comparée », du même auteur (1874), contient un court résumé de la théorie; je ne saurais trop vous en recommander l'étude. Dans cet ouvrage, Gegenbaur énumère, comme suit, les paires primitives de « côtes crâniennes » ou « d'arcs inférieurs des vertèbres crâniennes », observables sur le crâne des sélaciens (fig. 173) : I et II, deux *cartilages labiaux,* dont l'antérieur (*a*) n'est composé que d'une pièce supérieure, tandis que le postérieur (*bc*) en a une supérieure et une inférieure; III, l'*arc maxillaire,* aussi composé de deux pièces : du *maxillaire supérieur primitif* (*os palato-quadratum*) (*o*) et du maxillaire inférieur primitif (*u*); IV, l'os hyoïde (II) et V-X, six arcs branchiaux proprement dits (fig. 174, VII-VIII). De l'étude des rapports anatomiques de ces neuf à dix côtes crâniennes ou arcs vertébraux inférieurs et des nerfs cérébraux, qui s'y distribuent, il résulte que le crâne cartilagineux des sélaciens, en apparence simple, se compose d'au moins neuf vertèbres primitives. La base du crâne se forme aux dépens des corps vertébraux; les arcs vertébraux forment la voûte crânienne. La soudure, la fusion de ces vertèbres en une capsule simple est si ancienne, qu'actuellement, et en vertu de la loi d'hérédité abrégée, il ne reste plus trace d'éléments séparés dans l'ontogénèse.

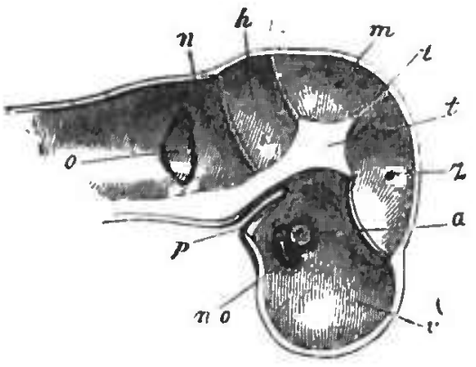


Fig. 174.

Dans le crâne primitif de l'homme (fig. 174) et de tous les vertébrés supérieurs, qui est dérivé phylogénétiquement du crâne primitif des sélaciens, on trouve, il est vrai, au début de l'évolution, cinq divisions juxtaposées en série. On s'est efforcé de rapporter ces divisions aux cinq vertèbres primitives; mais elles résultent simplement de l'adaptation aux cinq ampoules céré-

Fig. 174. — *Crâne primitif de l'embryon humain de quatre semaines*, en section perpendiculaire montrant l'intérieur de la moitié gauche. *v*, *z*, *m*, *h*, *n*, les cinq fossettes de la cavité crânienne, logeant les cinq ampoules cérébrales (cerveau antérieur, cerveau moyen, cerveau intermédiaire, cerveau postérieur et arrière-cerveau). *o*, vésicule auditive primaire piriforme, vue par transparence. *a*, œil vu par transparence. *n o*, nerf optique. *p*, canal de l'hypophysis. *t*, sillon moyen du crâne. (D'après Koelliker.)

brales primitives et correspondent à un nombre plus grand de métamères.

Un fait prouve bien que le crâne primitif des mammifères est déjà très-modifié, métamorphosé : c'est que sa molle capsule passe en grande partie à l'état cartilagineux dans les régions basilaire et latérale, tandis que la voûte crânienne reste à l'état membraneux. Dans cette dernière région, la membrane s'ossifie directement, sans passer, comme les os de la base, par un stade cartilagineux. Ainsi une grande portion des os de la voûte crânienne dérive primitivement de la membrane dermique ; c'est consécutivement qu'elle devient crânienne. Nous avons vu (fig. 90, 91) comment ce rudiment primordial du crâne primitif se forme ontogénétiquement, chez l'homme, aux dépens de la « lamelle céphalique », et comment la portion la plus antérieure de la chorda est incluse dans la base du crâne.

Déjà vous connaissez les faits les plus importants de l'évolution des arcs branchiaux, que nous avons considérés comme de vraies côtes céphaliques. Des quatre arcs branchiaux apparaissant d'abord chez les mammifères (pl. I et V ; fig. 70), le premier est situé entre la bouche primitive et la première fente branchiale. A la base de ce premier arc branchial surgit l'apophyse maxillaire supérieure ; cette apophyse s'unit de chaque côté, comme nous l'avons vu, à l'apophyse nasale interne et externe, et constitue la portion principale de l'appareil maxillaire supérieur (voûte palatine, apophyses ptérygoïdes, etc.). Le reste du premier arc branchial, que l'on a appelé, par opposition, apophyse maxillaire inférieure, forme, aux dépens de sa base, deux ossselets auditifs, l'enclume et le marteau ; ce qui en reste ensuite se change en une longue bandelette cartilagineuse, appelée « cartilage de Meckel », du nom de l'anatomiste qui l'a découverte. A la surface externe de ce dernier cartilage se forme, sous le nom de « revêtement osseux », le reste du maxillaire inférieur définitif ; il se forme aux dépens du matériel cellulaire de la lamelle dermique. De la base du deuxième arc branchial naissent, chez les mammifères, le troisième osselet de l'ouïe, l'étrier, et toute la série suivante : le muscle de l'étrier, l'apophyse styloïde de l'os temporal, le ligament stylo-hyoïdien et la petite corne de l'os hyoïde. Le troisième arc branchial devient cartilagineux à sa partie la plus antérieure et il forme, par soudure de ses deux moitiés, le corps de l'os hyoïde (*copula hyoidea*), plus, de chaque côté, la

grande corne de cet os. Chez l'embryon des mammifères, le quatrième arc branchial n'est qu'un organe transitoire, rudimentaire, qui ne se différencie point. Quant aux arcs suivants, les cinquième et sixième, ils sont permanents chez les sélaciens, mais il n'en reste pas la moindre trace chez les vertébrés supérieurs. Ce sont des organes perdus depuis longtemps. Chez l'embryon humain, les quatre fentes branchiales ne sont aussi que des organes rudimentaires. Elles ne tardent pas à se souder et à disparaître. Seule, la première fente branchiale, située entre le premier arc et le second, joue un rôle permanent; en effet, c'est elle qui forme la caisse du tympan et la trompe d'Eustache (pl. I et sa légende).

Carl Gegenbaur, qui, dans ses classiques « Recherches sur l'anatomie comparée des vertébrés », a élucidé le problème crânien et découvert les rapports du crâne et de la colonne vertébrale, a encore résolu une question non moins intéressante; il a montré comment, chez tous les vertébrés, le squelette dérive, phylogénétiquement, d'une même forme primitive. Peu de parties du corps ont subi, chez les divers vertébrés, des adaptations plus nombreuses portant sur le volume et la forme; ces transformations infiniment variées semblent bien préméditées; pourtant nous sommes déjà en mesure de ramener à une forme fondamentale, héréditairement transmise, toutes ces formes multiples. Sous le rapport de la conformation des membres, on peut classer les vertébrés en trois groupes principaux. Les vertébrés les plus humbles et les plus anciens, les acrâniens et les vertébrés sans mâchoires, n'ont, pas plus que leurs ancêtres invertébrés, aucune trace de membres. Les trois classes des vrais poissons, les dipneustes et les halisauriens, forment un deuxième grand groupe pourvu de deux paires de membres; ce sont des nageoires tétradactyles, deux nageoires pectorales ou membres antérieurs, et deux nageoires abdominales ou membres postérieurs. Enfin, le troisième groupe principal est formé par les quatre classes de vertébrés supérieurs, amphibies, reptiles, oiseaux et mammifères. Là encore il y a deux paires de membres, mais pendactyles. Souvent il y a moins de cinq doigts; parfois les pieds sont frappés de rétrogradation: mais la souche ancestrale du groupe était pendactyle à tous les membres.

Quant à la phylogénie des membres, l'anatomie comparée nous apprend que les membres apparurent d'abord, chez les poissons,

même chez les poissons primitifs, qui les ont héréditairement transmis à tous les vertébrés supérieurs, à tous les amphirhiniens. Les nageoires furent d'abord à quatre doigts, puis à cinq (fig. 176). Les extrémités antérieures, nageoires pectorales ou membres antérieurs, se formèrent comme les postérieures, nageoires ventrales ou membres postérieurs. Dans les unes et les autres, nous pouvons distinguer une portion externe libre et une portion profonde, en zone, reliant la partie extérieure à la colonne vertébrale : je veux parler des ceintures scapulaire et iliaque.

La forme primitive des membres, telle qu'elle existait chez les plus anciens poissons primitifs durant la période silurienne, est encore aujourd'hui parfaitement conservée chez l'antique dipneuste australien, le curieux *ceratodus* (pl. IX). Chez cet animal, les nageoires pectorales et ventrales sont des palettes ovales, renfermant un squelette cartilagineux, bipenniforme (pl. IX, fig. 3). Ce squelette se compose d'un axe solide (fig. 3, *a*, *b*), existant dans toute la longueur de la nageoire. Cet axe supporte une double série de minces rayons (fig. 3, *cd*), rangés, à droite et à gauche, comme les barbes d'une plume. Une simple ceinture formée d'un arc cartilagineux rattache la nageoire primitive à la colonne vertébrale. C'est Gegenbaur qui a fait connaître, le premier, cette nageoire primitive et qui lui a donné le nom d'*archipterygium* ([125]).

Chez quelques requins et raies on trouve encore, surtout dans le jeune âge, cette nageoire primitive plus ou moins modifiée dans sa forme. Chez la plupart des poissons primitifs la nageoire se modifie essentiellement; les rayons persistent seulement sur un des côtés de l'axe et ont disparu partiellement ou totalement sur l'autre. C'est ainsi que s'est formée la nageoire à demi pennée que les poissons primitifs ont transmise aux autres poissons (fig. 175).

Gegenbaur nous a appris comment la nageoire à demi pennée des poissons s'est transformée en membre pendactyle, chez les amphibies (fig. 176), qui l'ont héréditairement transmis aux trois classes des amniotes. Chez les dipneustes, qui ont été les ancêtres des amphibies, les rayons des nageoires se sont graduellement atrophiés d'un côté de l'axe et la plupart ont disparu, par exemple les cartilages teintés en clair dans la figure 175. Seuls, les rayons les plus inférieurs, teintés en plus foncé dans la figure 175, se sont conservés. Ces rayons représentent les quatre orteils externes.

Le cinquième orteil, le pouce, dérive de l'extrémité inférieure de l'axe de la nageoire, comme on le voit clairement dans la figure 176. La portion moyenne et supérieure de l'axe de la nageoire forme le long pédicule si développé chez les vertébrés supérieurs, où il engendre la jambe (*r* et *u*) et la cuisse (*h*).

Ainsi se forme, par rétrogradation graduelle et différenciation, de la nageoire à quatre doigts des poissons le pied pendactyle des amphibies, que nous trouvons tout d'abord chez les sozobranches (pl. X, fig. 4) et qui s'est transmis, d'une part aux reptiles, de

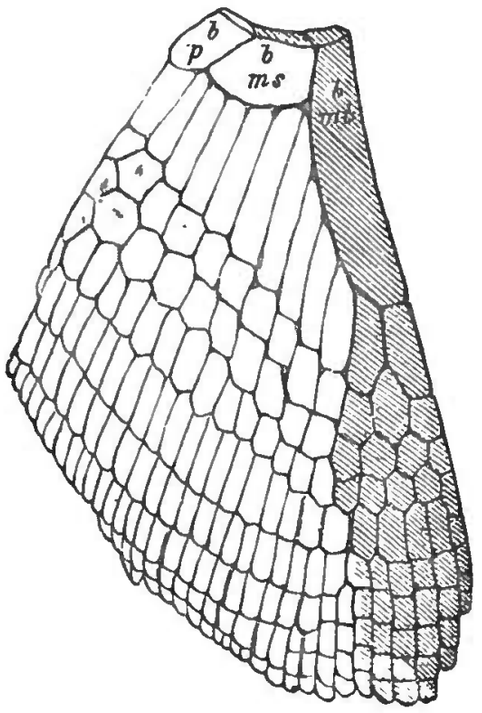


Fig. 175.

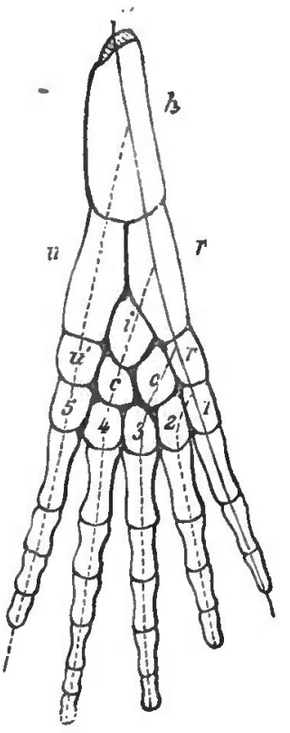


Fig. 176.

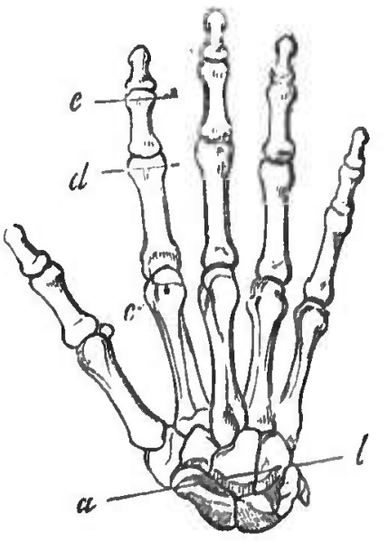


Fig. 177.

l'autre aux mammifères et à l'homme (fig. 177). En même temps que le nombre des rayons se réduisait à quatre, la différenciation de l'axe de la nageoire s'accentuait : cet axe se divisait transversalement en portion supérieure et portion inférieure du membre;

Fig. 175. — *Nageoire pectorale d'un poisson primitif ou sélacien.* La partie sombre est la portion qui, chez les vertébrés supérieurs, devient la main pendactyle. *b*, les trois pièces de la base de la nageoire : *mt*, métapterygium, ébauche de l'humérus. *ms*, mésopterygium. *p*, propterygium. (D'après Gegenbaur.)

Fig. 176. — *Membre antérieur d'un amphibie.* *h*, bras (humerus). *ru*, avant-bras (*r*, radius. *u*, ulna). *rcicu*, carpe de la première série. (*r*, radiale. *i*, intermedium. *c*, central. *u*, ulnaire.) 1, 2, 3, 4, 5, deuxième série. (D'après Gegenbaur.)

Fig. 177. — *Squelette de la main humaine, vu par la face dorsale.* *qn*, axe rotatoire de l'articulation des os carpiens de la première et de la seconde série. *o*, *p*, *s*, axes rotatoires des articulations des doigts. (D'après H. Meyer.)

les ceintures profondes se transformaient et, chez les vertébrés supérieurs, l'une et l'autre se composèrent primitivement de trois os. La simple arcade scapulaire primitive se divisa en une pièce supérieure ou dorsale, l'omoplate (*scapula*), et une pièce inférieure ou abdominale; la partie antérieure de cette dernière forma l'os *procoracoïdien* (*procoracoideum*); la portion postérieure devint l'os coracoïde (*coracoideum*). De même, l'arcade de la ceinture iliaque se divisa en une pièce supérieure et dorsale, l'*os ilium*, et une pièce inférieure ou abdominale. La portion antérieure de cette dernière pièce forma l'os *pubis;* la postérieure devint l'os *ischion*.

Le vingt-huitième tableau montre la correspondance des trois pièces dans la ceinture scapulaire et dans la ceinture iliaque. Pourtant on trouve, à l'épaule, un quatrième os, un os secondaire (*clavicula*), qui manque à la ceinture iliaque.

La concordance est tout aussi parfaite dans le pédicule des extrémités antérieures et postérieures. La première section de ce pédicule est formée, en avant et en arrière, par un seul os (*humerus* et *femur*). La seconde section contient deux os: en avant, le *radius* et le *cubitus* (fig. 176, *u*); en arrière, le *tibia* et le péroné (*fibula*) (voir le squelette fig. 120 et 127-131). De même les os du carpe et du métacarpe en avant, du tarse et du métatarse en arrière, sont ordonnés de la même manière. On en peut dire autant des doigts et des orteils, composés les uns et les autres de séries de petits os disposés de la même manière. Un morphologiste distingué, Charles Martins, de Montpellier, s'est occupé, avec détail, de la comparaison des membres antérieurs et postérieurs ([126]).

Or, l'anatomie comparée nous apprend que le squelette des membres est composé des mêmes os, chez l'homme et chez les vertébrés des quatre classes supérieures, ce qui nous autorise à conclure que tous sont dérivés d'une même forme ancestrale. Cette forme ancestrale fut le plus ancien des amphibies; il était pendactyle à tous les membres, Mais c'est surtout l'extrémité proprement dite des membres, qui s'est le plus curieusement transformée par adaptation aux diverses conditions de la vie. Songez seulement à la grande diversité de ces extrémités dans la classe des mammifères. On y trouve les pattes grêles du cerf agile, les membres robustes du kangurou sauteur, les pieds grimpeurs du paresseux, les pattes en pelle de la taupe, les nageoires

des cétacés et les ailes de la chauve-souris. Tout le monde avouera que ces organes locomoteurs sont, pour la forme, la grandeur, la spécialité des fonctions, aussi divers qu on se le peut imaginer, tout en étant essentiellement identiques par le squelette interne. Partout nous trouvons les mêmes os caractéristiques strictement transmis avec le même mode essentiel d'articulation : c'est là, en faveur de la théorie généalogique, une preuve tellement éloquente, que l'anatomie comparée n'en pourrait guère fournir une meilleure (voir pl. IV de mon « Histoire de la création naturelle »). En dehors des adaptations spéciales, les membres des mammifères

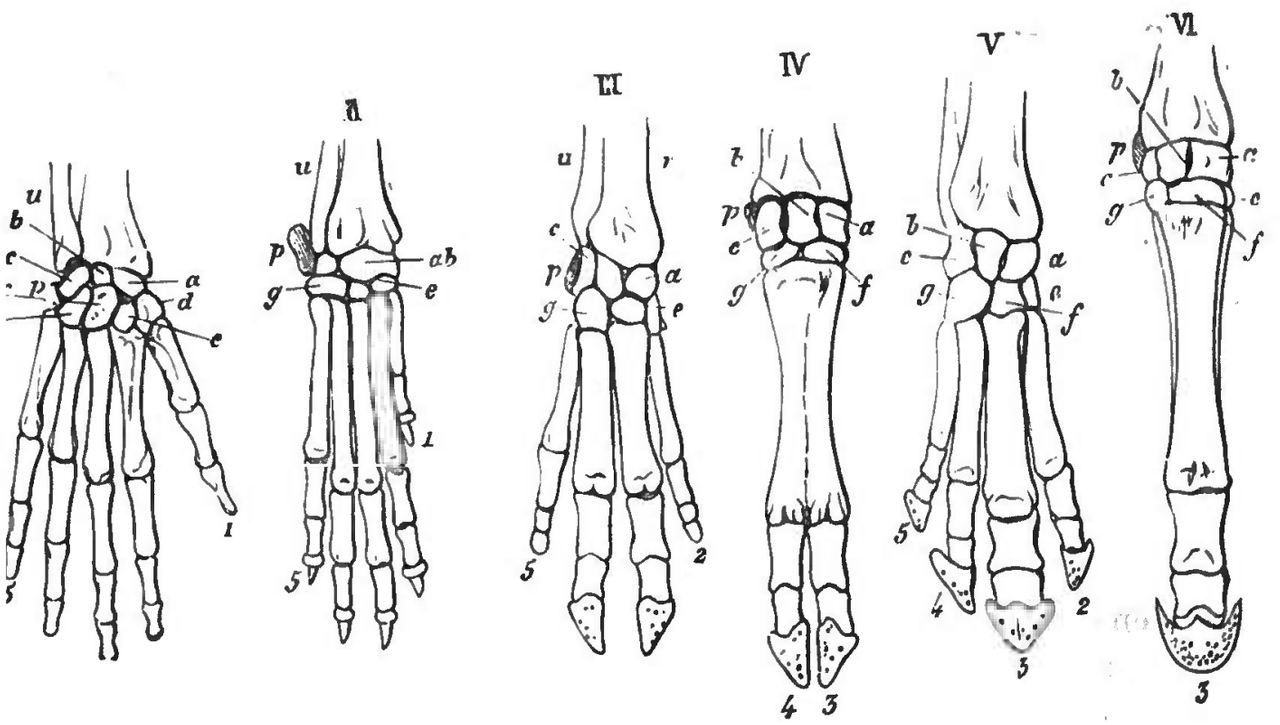


Fig. 178.

subissent des atrophies et des rétrogradations diverses (fig. 178). Ainsi le pouce de la patte antérieure est atrophié chez le chien (fig. II, 1). Chez le porc (III) et chez le tapir (V), le même doigt a complétement disparu. Chez les ruminants (par exemple chez le bœuf, fig. V), le deuxième et le cinquième doigt sont extrêmement atrophiés ; seuls, le troisième et le quatrième sont bien développés ; chez le cheval enfin, un seul doigt, le troisième, est

Fig. 178. — *Squelette de la main ou de l'extrémité antérieure, chez six mammifères* : I, homme. II, chien. III, porc. IV, bœuf. V, tapir. VI, cheval. *r*, radius. *u*, ulna. *a*, scaphoïdeum. *b*, lunare. *c*, triquetrum. *d*, trapezium. *e*, trapezoïde. *f*, capitatum. *g*, hamatum. *p*, pisiforme. 1. pouce. 2. doigt indicateur. 3, medius. 4, annulaire. 5, petit doigt. (D'après Gegenbaur.)

parfaitement développé (fig. VI, 3). Pourtant tous ces divers membres antérieurs et aussi la main humaine (fig. 178, I) dérivent d'une même forme ancestrale, pendactyle. Cela ressort aussi bien de l'examen des doigts rudimentaires que de l'arrangement identique des os carpiens (fig. 178, *a* à *p*).

Une autre preuve se tire encore de l'embryologie des membres, qui est primitivement la même, non-seulement chez tous les mammifères, mais même chez tous les vertébrés. Quelque dissemblables que paraissent les extrémités, à l'âge adulte, chez les nombreux crâniotes, elles commencent toutes par les mêmes rudiments d'une extrême simplicité (voir pl. IV et V; *f*, membre antérieur *b*, membre postérieur). Partout, le premier rudiment des membres, chez l'embryon, est une simple papille apparaissant latéralement entre les surfaces dorsale et abdominale (fig. 71, 72; fig. 73, 74). Les cellules qui constituent ces papilles appartiennent, comme toutes les autres cellules des organes du mouvement, au feuillet fibro-cutané. La surface papillaire est recouverte par la lamelle cornée, qui est un peu plus épaisse au sommet de la papille (pl. II, fig. 5, *x*). Les deux papilles antérieures apparaissent un peu plus tôt que les papilles postérieures.

Chez les poissons et les dipneustes, ces rudiments se développent par différenciation de leurs cellules et deviennent des nageoires. Dans les quatre classes des vertébrés supérieurs, chacune des quatre papilles prend, en croissant, la forme d'une spatule pédiculée, dont la moitié interne est étroite et épaisse, tandis que la moitié externe est large et mince. Puis, la moitié interne ou le pédicule de la spatule se divise en deux parties, qui sont le bras et la cuisse, l'avant-bras et la jambe. Ensuite quatre légères encoches se creusent sur le bord libre de la spatule; ces encoches, qui deviennent de plus en plus profondes, marquent les intervalles des cinq doigts (pl. VI, fig. 1). Ceux-ci ne tardent pas à saillir; mais ils sont d'abord réunis par une sorte de mince membrane natatoire, rappelant que le pied primitif faisait d'abord office de nageoire. Le développement ultérieur du pied s'effectue de la même manière, chez tous les vertébrés: certains groupes de cellules appartenant au feuillet fibro-cutané deviennent des cartilages, d'autres se transforment en muscles, d'autres en vaisseaux sanguins, en nerfs, etc. Tous ces divers tissus semblent apparaître dans les membres, en leur lieu et place. Comme la colonne vertébrale et le crâne, les pièces du squelette des

membres se forment aux dépens de groupes de cellules molles et indifférentes, appartenant au feuillet fibro-cutané. Ces cellules se changent en cartilages, d'où proviennent, en troisième ligne, les os définitifs ([127]).

Les organes du mouvement actif, les muscles, sont, au point de vue de l'histoire du développement, bien moins intéressants que les pièces du squelette ou organes du mouvement passif. Pour la phylogénie des uns et des autres, l'anatomie comparée est beaucoup plus intéressante que l'embryologie. Mais, comme l'anatomie comparée et l'ontogénie du système musculaire ont été jusqu'ici peu étudiées, nous ne pouvons avoir sur leur phylogénie que des idées tout à fait générales. Remarquons, quant à l'ontogénie de ces organes, que tous les muscles des vertébrés, à l'exception de ceux des systèmes digestif et vasculaire, les muscles cutanés externes aussi bien que les muscles s'insérant sur le squelette, proviennent d'une portion du feuillet fibro-cutané. On en peut dire autant des tendons, ligaments, fascias, etc., qui sont en rapport étroit avec les muscles. Au contraire les muscles des systèmes digestif et vasculaire, qui sont tout à fait indépendants des autres, dérivent, pour la plupart, du feuillet fibro-intestinal. La lamelle musculaire, dont nous avons déjà parlé et qui se forme aux dépens de la portion externe de la lamelle vertébrale primitive, joue un rôle important dans le développement des muscles du tronc (fig. 68, *m p*). En général le développement du système musculaire est étroitement lié à celui du système osseux ([128]).

VINGT-NEUVIÈME TABLEAU.

Vue générale des principales périodes phylogéniques du squelette humain.

I. Première période : *Squelette chordonien.*

Le squelette est représenté seulement par la *chorda dorsalis.*

II. Deuxième période : *Squelette acrânien.*

Il se forme autour de la chorda un étui, dont le prolongement dorsal enveloppe la moelle épinière.

III. Troisième période : *Squelette des cyclostomes.*

Autour de l'extrémité antérieure de la chorda, il se forme, aux dépens de l'étui de la chorda, un crâne primordial cartilagineux. Autour des branchies, il se forme un squelette branchial, cartilagineux et externe.

IV. Quatrième période : *Squelette ancien du poisson primitif.*

Autour de la chorda, il se forme une colonne vertébrale primitive munie d'arcs supérieurs et d'arcs inférieurs (arcs branchiaux et côtes). Le reste du squelette branchial externe persiste à côté du squelette interne. Deux paires de membres à squelette bipenné apparaissent.

V. Cinquième période : *Squelette plus récent de poisson primitif.*

Les arcs branchiaux antérieurs se changent en cartilages labiés et en arcs maxillaires. Le squelette branchial externe disparaît. Le squelette des deux paires de nageoires n'est plus qu'à demi penniforme.

VI. Sixième période : *Squelette des dipneustes.*

Le crâne est partiellement ossifié; il en est de même de la ceinture scapulaire.

VII. Septième période : *Squelette des amphibies.*

Les arcs branchiaux sont partiellement transformés en os hyoïde et appareil maxillaire. Les rayons des nageoires demi-penniformes disparaissent, sauf quatre, d'où proviendra le pied pendactyle. La colonne vertébrale s'ossifie.

VIII. Huitième période : *Squelette des monotrèmes.*

La colonne vertébrale, le crâne, l'appareil maxillaire, le squelette des membres acquièrent toutes les particularités spéciales aux mammifères.

IX. Neuvième période : *Squelette des marsupiaux.*

L'os coracoïde et la ceinture scapulaire s'atrophient et ce qui en reste se soude avec l'omoplate.

X. Dixième période : *Squelette prosimien.*

Les os marsupiaux, qui caractérisent les monotrèmes et les marsupiaux, disparaissent.

XI. Onzième période : *Squelette anthropoïde.*

Le squelette atteint le développement particulier qui se voit seulement chez l'homme et les singes anthropoïdes.

VINGT-TROISIÈME LEÇON.

HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME DIGESTIF.

> Si l'on veut être circonspect, il faut se borner à rassembler les faits, en laissant à la postérité le soin de les réunir pour élever une construction scientifique. Il n'y aurait pas d'autre moyen d'éviter que des propositions scientifiques, tenues pour vraies, ne fussent démontrées fausses par le progrès du savoir. Quand même l'anatomie comparée, infinie comme toute autre science, ne protesterait pas contre l'insanité de cette prétention, quand même il ne serait pas démontré que par elle l'immensité du matériel rassemblé par l'homme serait ainsi frappée de stérilité, l'histoire seule nous apprendrait qu'aucune époque de vie scientifique active n'a consenti à rejeter dans l'avenir le but de ses efforts, à ne pas tirer parti pour elle-même du trésor petit ou grand de ses observations, à ne pas combler par des hypothèses les lacunes existantes. Y aurait-il, en effet, rien de plus désespérant que de ne rien acquérir, de peur de perdre quelque chose !
>
> Carl Ernst Baer (1809).

L'intestin primitif de la gastrula. — L'homologie ou l'identité morphologique de l'intestin chez tous les animaux, à l'exception des protozoaires. — Tableau général de la structure du tube digestif développé. — Cavité buccale. — Pharynx. — Œsophage. — Trachée et poumons. — Larynx. — Estomac. — Foie et intestin biliaire. — Première ébauche du tube intestinal simple. — Différenciation de ce tube de la vésicule blastodermique. — Intestin primitif (protogaster) et intestin secondaire (metagaster). — Formation secondaire de la bouche et de l'anus aux dépens du tégument cutané. — L'épithélium intestinal provient du feuillet intestino-glandulaire ; tout le reste de l'intestin provient du feuillet fibro-intestinal. — Différenciation de l'intestin primitif en intestin respiratoire et intestin digestif. — Origine et importance des fentes branchiales. — Leur disparition. — Arcs branchiaux et squelette maxillaire. — Formation de la denture. — Formation des poumons aux dépens de la vessie natatoire des poissons. — Différenciation de l'estomac. — Origine du foie et du pancréas. — Différenciation de l'intestin grêle et du gros intestin. — Formation du cloaque.

Messieurs,

Parmi les organes végétatifs du corps humain, dont nous allons étudier le développement, il faut placer avant tout le canal intestinal. En effet, de tous les organes du corps animal, le tube intestinal est le plus ancien ; il apparut au début de la différenciation organologique, dans la première section de l'époque laurentienne. Comme nous l'avons déjà vu, le premier résultat

de la division du travail entre les cellules toutes identiques du corps animal polycellulaire, tel qu'il était d'abord, dut être la formation d'un canal digestif. Le premier devoir, le premier besoin de tout organisme est de se maintenir. Ce devoir est accompli par les deux fonctions de la digestion et de la protection par un tégument. Une double mission s'imposa donc aux cellules, toutes semblables entre elles, des synamibes, dont la morula embryologique nous atteste encore aujourd'hui l'existence phylogénétique, alors que ces cellules sociales commencèrent à se partager le travail biologique. Une moitié de ces cellules se changea en cellules digestives, entourant la cavité du canal intestinal. L'autre moitié de ces cellules se changea en cellules protectrices, qui constituèrent l'enveloppe extérieure de ce canal intestinal et en même temps de tout le corps. Ainsi se formèrent les deux premiers feuillets germinatifs : le feuillet interne, digestif ou végétatif, et le feuillet externe, protecteur ou animal.

Efforçons-nous d'imaginer une forme animale aussi simple que possible, possédant ce canal intestinal primitif, dont les deux feuillets primaires forment la paroi, et nous songerons nécessairement à la curieuse *gastrula*, qui, nous l'avons démontré, existe dans tout le règne animal avec une étonnante uniformité : chez les éponges, les acalèphes, les vers, les mollusques, les articulés et les vertébrés. Dans tous ces groupes zoologiques si divers, la gastrula reparaît avec la même forme extrêmement simple. Le corps tout entier de cette gastrula n'est, à vrai dire, qu'un canal intestinal; la cavité du corps n'est qu'une cavité digestive, un « intestin primitif »; l'unique orifice de la cavité, la « bouche primitive », sert en même temps de bouche et d'anus; les deux couches des cellules pariétales sont les feuillets germinatifs primaires : le feuillet interne ou végétatif, *feuillet intestinal* (*entoderma*), et le feuillet externe, tégumentaire, animal, servant aussi à la locomotion par ses cils vibratiles, en un mot le feuillet cutané (*exoderma*) (pl. VII, fig. 4-10). Partout, chez les animaux les plus divers, la gastrula apparaît au début de l'évolution embryologique; partout cette gastrula a la même structure; chez les animaux les plus divers, le canal digestif complétement développé provient ontogénétiquement du même intestin rudimentaire de la gastrula. Ce sont là des faits d'une haute importance, qui, en vertu de la loi biogénétique fondamentale, nous autorisent à formuler les deux conclusions sui-

vantes, l'une générale, l'autre spéciale. Voici la conclusion générale, qui est inductive : *Le tube digestif, diversement conformé, de tous les animaux à intestin dérive, phylogénétiquement, d'un même intestin primitif, de la cavité intestinale de la gastraea*, forme ancestrale commune, que la gastrula rappelle encore aujourd'hui, en vertu de la loi biogénétique fondamentale. La conclusion particulière, dérivant de la première, est déductive : *Dans son ensemble, le tube digestif de l'homme est homologue au canal intestinal de tous les autres animaux;* sa valeur primitive est la même, et il dérive de la même forme fondamentale ([129]).

Mais, avant d'exposer en détail l'évolution du tube digestif lui-même, il faut se faire une idée générale du mode de formation de ce canal chez l'homme adulte. A cette condition seulement, il sera possible de bien comprendre le développement de chaque partie du système (pl. II et III). Le canal digestif, chez l'homme adulte, est essentiellement construit comme celui des mammifères supérieurs; il ressemble tout à fait, par exemple, à celui des singes catarhiniens de l'ancien monde. L'orifice d'entrée du canal digestif est la bouche (pl. III, fig. 16, *o*). Par la bouche, les aliments et les boissons pénètrent dans la cavité buccale, sur le fond de laquelle repose la langue. La bouche humaine est armée de trente-deux dents, fixées aux deux maxillaires. Comme vous ne l'ignorez pas, notre mode de dentition nous est commun avec les singes catarhiniens et diffère de celui de tous les autres animaux. Au-dessus de la cavité buccale sont les deux cavités nasales, séparées de la première par la voûte palatine. Mais vous savez que primitivement la cavité nasale se confondait avec la cavité buccale, et que, chez l'embryon, il y a d'abord une seule cavité naso-buccale, qui n'est que tardivement divisée par la voûte palatine, solide et composée de deux pièces, en une cavité nasale supérieure et une cavité buccale inférieure. La cavité nasale est en communication avec divers sinus osseux : les sinus maxillaires dans les os maxillaires supérieurs, les sinus frontaux dans l'épaisseur de l'os frontal, les sinus sphénoïdaux dans l'os du même nom. Dans la cavité buccale s'ouvrent des glandes nombreuses et variées; beaucoup de petites glandes muqueuses et trois paires de grosses glandes salivaires.

En arrière, la cavité buccale est à demi fermée par le voile

du palais, perpendiculairement tendu et supportant la luette à sa partie moyenne. Il suffit d'ouvrir la bouche et de jeter un coup d'œil dans un miroir pour se renseigner sur la forme de ces organes. La luette (*uvula*) est un organe intéressant; car on ne la trouve que chez l'homme et les singes. De chaque côté du voile du palais sont situées les amygdales (*tonsillae*). Par l'ouverture arrondie en voûte, « le gosier », situé au-dessous du voile du palais, la bouche communique avec la gorge (pl. III, fig. 16, *sh*) ou *pharynx*, dont on ne découvre qu'une partie en se regardant, la bouche ouverte, dans un miroir. De chaque côté du pharynx s'ouvre un canal étroit, la trompe d'Eustache, communiquant avec la caisse du tympan. Le pharynx se

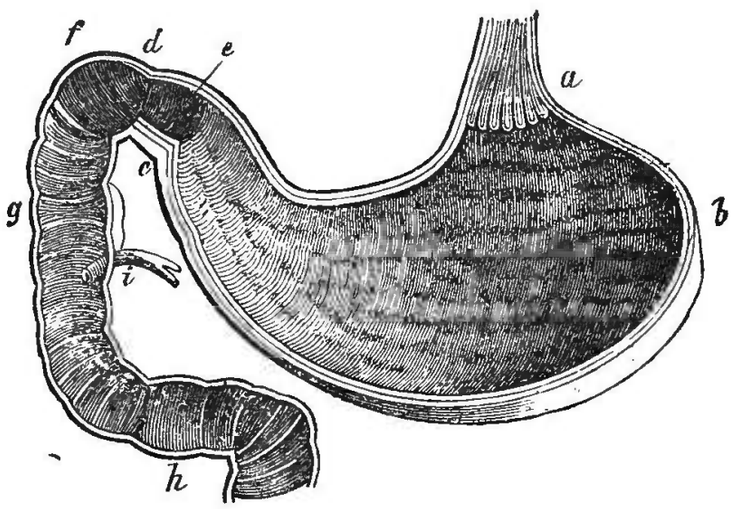


Fig. 179.

continue avec un long tube étroit, l'*œsophage* (*sr*), qui conduit dans l'estomac les aliments mastiqués et avalés. Dans le pharynx et à la partie supérieure, s'ouvre encore le conduit aérien (*lr*), aboutissant aux poumons. L'orifice de ce conduit, qui est en même temps celui du larynx, est protégé par l'épiglotte, sur laquelle glissent les aliments. Les organes de la respiration, les deux poumons (pl. II, fig. 8, *lu*), sont situés, chez l'homme comme chez tous les mammifères, dans la cavité thoracique, et logent entre eux le cœur (fig. 8, *hr*, *hl*). A la partie supérieure du canal aérien ou trachée, au-dessous de l'épiglotte, se trouve

Fig. 179. — *Section longitudinale de l'estomac et du duodénum chez l'homme.* *a*, cardia (limite de l'œsophage). *b*, fundus (cul-de-sac du côté gauche). *c*, repli pylorique. *d*, valvule du pylore. *e*, cavité pylorique. *fgh*, duodénum. *i*, orifice du conduit biliaire et pancréatique. (D'après H. Meyer.)

un organe très-différencié, supporté par un squelette cartilagineux : c'est le *larynx*, organe principal de la voix et du langage, qui provient aussi d'une portion du canal intestinal. En avant du larynx est la glande thyroïde (*thyreoïdea*), qui chez beaucoup d'hommes s'hypertrophie en goître.

L'œsophage descend dans la cavité abdominale, le long de la colonne vertébrale, en arrière des poumons et du cœur, puis il pénètre dans la cavité abdominale, à travers le *diaphragme*. Ce dernier organe (fig. 16, *z*) est une cloison musculaire transversale, qui, chez les mammifères et chez eux seulement, sépare complétement la cavité thoracique ($c_,$) de la cavité abdominale ($c_{,,}$). Vous n'ignorez pas que, dans le principe, cette séparation n'existe pas, et que, chez l'embryon, il existe seulement une cavité pleuropéritonéale ou coelom. C'est ultérieurement que le diaphragme se forme entre les cavités thoracique et abdominale.

Cette cloison horizontale sépare complétement les deux cavités et est seulement traversée par quelques organes passant d'une cavité dans l'autre. Le plus important de ces organes est l'œsophage. Une fois parvenu dans la cavité abdominale, l'œsophage s'élargit en poche stomacale, où s'opère surtout le travail de la digestion. Chez l'homme adulte, l'estomac (fig. 179, pl. III; fig. 16, *mg*) est un sac allongé, légèrement oblique, s'élargissant à gauche en cul-de-sac (*b*), se rétrécissant à droite et communiquant par le pylore (*e*) avec l'intestin duodenum. En ce point se trouve une valvule, la valvule pylorique (*d*), s'ouvrant seulement pour laisser passer dans l'intestin le bol alimentaire. L'estomac est le principal organe de la digestion; c'est dans sa cavité que s'opère surtout la dissolution des aliments. La paroi de l'estomac est relativement épaisse; elle est munie en dehors d'épaisses couches musculaires, imprimant à l'organe les mouvements nécessaires au travail de la digestion. Intérieurement, la paroi stomacale loge un grand nombre de glandules sécrétant le suc gastrique, qui transforme les aliments.

A l'estomac succède une longue portion du canal digestif, l'intestin grêle (*mesogaster*). La fonction principale de l'intestin est d'absorber la masse alimentaire digérée et plus ou moins liquide; il se divise en plusieurs sections, dont la première, celle qui suit l'estomac, est le *duodenum* (fig. 179, *fgh*). Le duodenum forme une anse intestinale courte, en fer à cheval. Dans le

duodenum s'ouvrent les plus grosses glandes intestinales : le foie, sécrétant la bile, et une grosse glande salivaire, le pancréas. Ces deux glandes versent leurs produits de sécrétion à peu près dans le même point du duodenum (*i*). Le foie est, chez l'homme adulte, une grosse glande, très-vasculaire, située à droite, immédiatement sous le diaphragme, qui la sépare des poumons (pl. III, fig. 16, *lb*). La glande salivaire intestinale est située un peu plus en arrière et à gauche (fig. 16, *p*). L'intestin grêle est si long que, pour se loger dans la cavité intestinale, il lui faut se replier en anses intestinales nombreuses. Il se divise, au-dessous du duodenum, en une portion supérieure (*jejunum*) et une inférieure (*ileum*). C'est dans cette dernière section qu'est situé le point de l'intestin grêle où, chez l'embryon, le sac vitellin s'ouvre dans le tube intestinal. L'intestin grêle se continue avec le *gros intestin*, dont il est séparé par une valvule spéciale. Immédiatement derrière cette valvule, le gros intestin commence par une large expansion sacciforme, le *cœcum*, dont l'extrémité atrophiée forme un organe rudimentaire célèbre, l'appendice vermiculaire (*processus vermiformis*). Le gros intestin se compose de trois parties : une partie ascendante à droite, une partie transversale médiane et une partie descendante à gauche. Cette dernière portion se continue par une partie intermédiaire, repliée en S, l'*S iliaque*, avec la dernière section du tube digestif, le rectum, qui s'ouvre par l'anus (fig. 16, *a*). Tout comme l'intestin grêle, le gros intestin est pourvu de nombreuses glandes, la plupart fort petites, et sécrétant, les unes du mucus simple, les autres des sucs digestifs.

Dans la plus grande partie de sa longueur, le canal digestif est fixé à la surface dorsale de la cavité abdominale ou à la surface inférieure de la colonne vertébrale. Le moyen d'attache est cette mince lamelle, dont nous avons déjà parlé, le mésentère. Le mésentère provient directement du feuillet fibro-intestinal, au-dessous de la chorda, là où ce feuillet s'incurve, pour se continuer dans la lamelle externe du feuillet latéral, dans le feuillet fibro-cutané (pl. II, fig. 5, *g*). Le point d'incurvation est appelé « lamelle moyenne » (fig. 47, *mp*). Ce mésentère commence par être très-court. (pl. III, fig. 14, *g*); mais, dans la région moyenne du canal intestinal, il s'allonge considérablement et devient une mince lamelle transparente, d'autant plus étendue que les circonvolutions intestinales s'écartent davan-

tage de leur point d'attache, la colonne vertébrale. Cette lame mésentérique loge les vaisseaux sanguins, les vaisseaux lymphatiques, les nerfs du canal intestinal.

Sans doute, le tube digestif de l'homme adulte est un organe fort compliqué, sans même parler d'une foule de fins détails de structure; pourtant cet appareil complexe, comme celui de tous les autres vertébrés, provient historiquement de cette forme rudimentaire d'intestin primitif, qui existait chez nos ancêtres gastréadés et qui se reproduit encore aujourd'hui dans la gastrula. L'embryon humain commence par être une gastrula simple, et, comme nous l'avons démontré, ce stade de notre évolution embryologique, durant laquelle notre corps n'est qu'une blastosphère à double feuillet, est équivalent ou homologue à la vraie gastrula, conservée fidèlement de nos jours seulement par l'amphioxus (pl. VII, fig. 10). La gastrula de l'amphioxus et de l'ascidie (pl. VII, fig. 4), aussi bien que la vésicule blastodermique bifoliée de l'homme et des autres mammifères (fig. 78, ı), doivent être regardées comme la répétition ontogénétique du stade phylogénétique, que nous appellons gastraea, et dont le corps tout entier est un intestin. Pour que la gastrula des anciens vertébrés inférieurs devînt, dans le cours des siècles, la blastosphère bifoliée des vertébrés supérieurs plus récents, il a suffi que l'œuf acquît une provision de jaune de nutrition et s'entourât d'une membrane différenciée. De cette importante modification embryologique résulta, avec le temps, que l'intestin définitif du vertébré provint seulement d'une portion de l'intestin primitif de la gastræa; le reste de cet intestin primitif fut seulement une sorte de magasin logeant le jaune de nutrition.

Pour se faire une juste idée de cette ontogénie spéciale du tube digestif, il faut donc invoquer la lumière de la phylogénie. Cette dernière nous apprend à distinguer l'intestin primitif ou primaire (*protogaster*) des acrâniens de l'intestin différencié et secondaire (*metagaster*) des crâniotes. Chez l'amphioxus, ce représentant des crâniotes, il ne se développe dans l'intestin aucun jaune de nutrition; tout l'intestin primitif de la gastrula sert à former l'intestin. Il en est tout autrement de l'intestin des crâniotes, qui se divise de bonne heure en deux portions distinctes: en un intestin secondaire, qui est permanent et d'où proviennent les diverses parties du système digestif différencié, et en un sac

vitellin transitoire, simple réserve de matériaux pour la construction de ce système. De même que la différenciation du sac vitellin de l'intestin secondaire persistant doit être considérée phylogénétiquement comme un fait de différenciation de l'intestin primitif, ainsi la séparation de l'intestin secondaire persistant du sac vitellin transitoire ou « vésicule ombilicale » doit être acceptée comme un phénomène de différenciation de la blastosphère bifoliée. Dans l'œuf humain, le dernier phénomène, dont nous venons de parler, n'est qu'une répétition du premier, advenu jadis dans l'évolution phylogénétique de nos ancêtres; et cette répétition s'effectue en vertu de la loi biogénétique fondamentale. Le développement spécial de l'intestin chez les cyclostomes et les amphibies ([130]) est un stade intermédiaire entre l'évolution intestinale primaire des acrâniens et l'évolution intestinale secondaire des amniotes.

En parlant de l'embryologie, nous avons dit comment s'effectue cette évolution. Dans la vésicule blastodermique bifoliée, qu'il nous faut considérer chez l'homme et chez tous les mammifères comme un véritable intestin primaire, la première ébauche de l'intestin secondaire apparaît sous la forme d'une petite gouttière située à la surface interne de l'aire germinative, sur la ligne médiane inférieure du germe lyriforme (fig. 48, *a*, fig. 51, *dr*, 52 *dr*). Puis cette gouttière se creuse de plus en plus; ses bords s'incurvent l'un vers l'autre et finissent par se souder en tube (fig. 48, *ca*). La paroi de ce tube intestinal secondaire est composée de deux membranes, du feuillet interne intestino-glandulaire et du feuillet externe fibro-intestinal. Ce tube est d'abord clos, sauf l'ouverture existant à sa partie moyenne et par laquelle il communique avec la vésicule blastodermique (voir fig. 49, $_3$ et pl. III, fig. 14). Nous avons vu que, dans le cours de l'évolution, cette vésicule blastodermique devient de plus en plus petite, à mesure que grandit le canal intestinal. D'abord le tube digestif n'était qu'une petite annexe appendue à la grosse vésicule blastodermique; plus tard, au contraire, le reste de cette vésicule, qui s'appelle alors sac vitellin, vésicule ombilicale, n'est plus, à son tour, qu'un insignifiant appendice du canal intestinal. Puis cet appendice, devenu sans importance, disparaît entièrement quand l'orifice médian du tube digestif se ferme complétement par la formation du nombril.

Vous n'ignorez pas que, chez l'homme et les vertébrés, le

tube intestinal, d'abord cylindrique, est fermé aux deux extrémités (pl. III, fig. 14), et que les deux orifices persistants de ce tube, la bouche et l'anus, se forment secondairement et curieusement aux dépens de la peau. En avant, une fossette buccale se creuse dans la peau et finit par s'ouvrir dans le cul-de-sac antérieur de l'intestin céphalique. L'anus se forme de même en arrière et s'ouvre aussi dans le cul-de-sac postérieur de l'intestin iliaque. En avant et en arrière, les fossettes cutanées sont d'abord séparées des culs-de-sacs intestinaux par une mince membrane, qui disparaît ensuite. Immédiatement en avant de

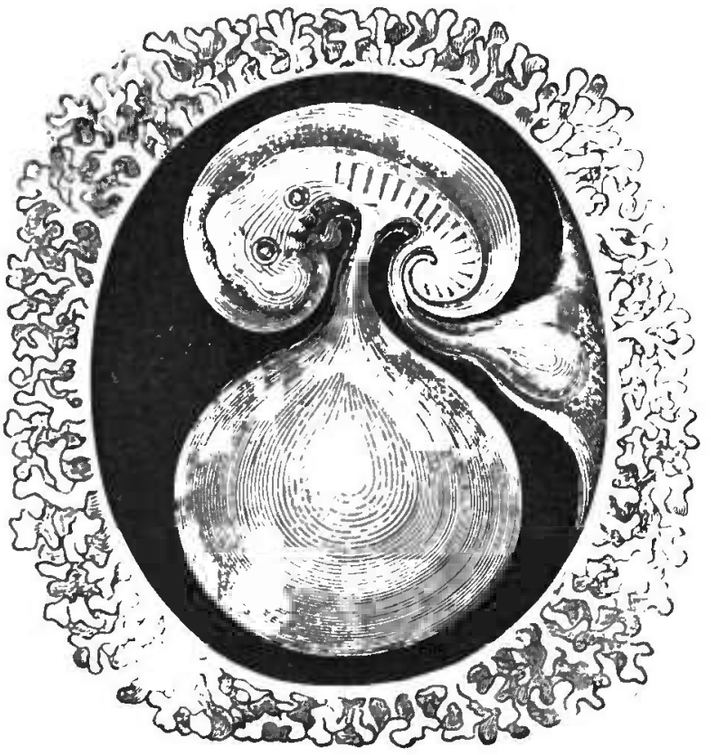


Fig. 180.

l'orifice anal, se développe, aux dépens de l'intestin postérieur, l'allantoïde, cette importante annexe embryonnaire, qui, chez les placentaliens, y compris l'homme, et chez eux seulement, forme le placenta (pl. III, fig. 14, *al*).

A une période un peu plus avancée, dont le schéma est représenté (fig. 78, 4), l'embryon est encore fort simple et le tube intestinal n'est qu'un tube cylindrique légèrement incurvé, ou-

Fig. 180. — *Embryon humain de trois semaines, avec ses enveloppes et vu du côté gauche.* A la paroi abdominale de l'embryon est suspendu le gros sac vitellin sphérique. En arrière de ce sac, l'allantoïde beaucoup plus petite part de l'intestin, dont le feuillet fibro-intestinal s'étale à la surface interne du chorion villeux.

vert en avant et en arrière et supportant deux vésicules à sa paroi inférieure; ces vésicules sont: antérieurement, la vésicule ombilicale ou sac vitellin; en arrière, l'allantoïde ou vessie urinaire primitive (fig. 79-81).

La mince paroi de ce tube intestinal et de ses deux annexes paraît, sous le microscope, composée de deux couches distinctes de cellules. La couche interne, qui tapisse toute la cavité, est constituée par de grosses cellules obscures: c'est le feuillet intestino-glandulaire. La couche externe est composée de petites cellules claires: c'est le feuillet fibro-intestinal. En deux points seulement, à la bouche et à l'anus, la composition histologique est différente, car ces deux orifices se sont formés aux dépens de la peau. Le revêtement cellulaire de la cavité buccale n'est pas fourni par le feuillet intestino-glandulaire, mais par le feuillet cutané-sensitif; quant à la couche charnue sous-jacente, elle vient, non pas du feuillet fibro-intestinal, mais du feuillet fibro-cutané. Il en est de même pour la paroi de la cavité anale. Au contraire, la paroi du sac vitellin et celle de l'allantoïde sont formées comme la paroi intestinale, intérieurement par le feuillet intestino-glandulaire, extérieurement par le feuillet fibro-intestinal.

Mais comment les feuillets germinatifs constituant la paroi intestinale primitive sont-ils remplacés par nombre de tissus et d'organes divers, que nous voyons plus tard dans le tube digestif développé? La réponse est facile. Le rôle des deux feuillets dans la formation des tissus et la différenciation du canal intestinal avec toutes ses parties se résume en une proposition. L'épithélium intestinal, c'est-à-dire la couche cellulaire molle, qui tapisse la cavité du canal et ses appendices, provient uniquement du feuillet intestino-glandulaire; au contraire, tous les autres tissus et organes du tube digestif et ses annexes dérivent du feuillet fibro-intestinal. C'est de ce dernier feuillet que vient tout le revêtement externe du tube intestinal et de ses annexes : le tissu conjonctif fibreux et les muscles plats de la paroi contractile; les cartilages, par exemple ceux du larynx et de la trachée, les nombreux vaisseaux sanguins et lymphatiques, qui, logés dans la paroi intestinale, absorbent les aliments; en résumé, tout ce qui tient à l'intestin, l'épithélium excepté. Du même feuillet fibro-intestinal naît encore le mésentère, avec tous les organes qui y sont logés, le cœur, les gros vaisseaux sanguins, etc. En réalité, le rôle des deux feuillets intestinaux, dans le développe-

ment des divers organes digestifs, est fort simple. La couche cellulaire interne, le feuillet intestino-glandulaire, forme seulement l'épithélium intestinal; c'est d'ailleurs la formation cellulaire la plus importante pour les phénomènes de nutrition; la couche cellulaire externe engendre tout le reste de l'intestin : les muscles, les nerfs, les vaisseaux sanguins, le tissu conjonctif, les cartilages, etc. La proposition générale s'applique non-seulement à l'intestin proprement dit, mais à tout ce qui y tient, par exemple aux appendices glandulaires : poumons, foie et petites glandes.

Cessons maintenant, pour un moment, de nous occuper du tube intestinal rudimentaire des mammifères, et comparons cet organe avec le canal intestinal des vertébrés inférieurs et des vers, les ancêtres de l'homme, comme nous l'avons vu. Tout d'abord, il nous faut songer à l'amphioxus et à l'ascidie, ces traits d'union entre les vers et les vertébrés. Chez ces deux animaux, nous le savons, l'intestin est identique : chez l'un et l'autre, il dérive directement de l'intestin primitif de la gastrula (pl. VII, fig. 4-10). Pourtant la bouche primitive de la gastrula se ferme; à sa place se forme ultérieurement un orifice anal. L'orifice buccal de l'amphioxus et de l'ascidie est donc une formation secondaire, comme celui de l'homme et de tous les crâniotes. On devine facilement que la formation de la bouche secondaire de l'amphioxus dépend de celle des fentes branchiales, situées sur l'intestin même, immédiatement en arrière. Si les vues de Kowalevsky sur l'ontogénie de l'amphioxus sont exactes, la bouche primitive de la gastrula se transformerait, chez les vertébrés, en un anus provisoire. Un fait curieux de l'embryologie des amphibies semble appuyer cette assertion. En effet, chez les amphibies, l'intestin primitif apparaît sous forme d'une simple fente, dont l'orifice a été appelé *anus Rusconien*, du nom de celui qui l'a découvert ([1a]). Or, cet anus Rusconien paraît être simplement l'orifice buccal primitif de la gastrula chez les vertébrés, orifice qui disparaît plus tard. A sa place se forme, chez l'amphioxus et chez tous les autres vertébrés, l'orifice anal, secondaire et définitif. A l'autre extrémité du tube digestif apparaît l'orifice buccal, de formation nouvelle, intimement lié au développement des fentes branchiales. Ces faits curieux étonneront moins, si on les compare à ce qui se passe chez beaucoup de vers. Chez les vers les plus inférieurs, par

TRENTIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble de l'évolution du système intestinal humain.

(*N. B.* — Les parties marquées d'un astérisque (*) sont des expansions du tube intestinal.)

I. Première section du système digestif : *Intestin respiratoire* (intestin branchial). *Pneogaster* (Tractus respiratorius).	Cavum oris	Rima oris Labia Maxillae Dentes Lingua Os hyoides Glandulae salivales Velum palatinum Uvula	Paroi intestinale formée par le feuillet cutané (exoderme).
	Cavum nasi	Meatus narium * Sinus maxillares Sinus frontales Sinus ethmoidales	
	Cavum pharyngis	Isthmus faucium Tonsillae Pharynx Tuba Eustachii Cavum tympani Hypophysis Thyreoidea	Paroi intestinale formée par le feuillet digestif (en exceptant la cavité anale qui est formée par le feuillet cutané).
	Cavum pulmonis	Larynx Trachea * Pulmones	
II. Seconde section du système digestif : *Intestin digestif* (intestin stomacal). *Peptogaster* (tractus digestivus).	Protogaster	Œsophagus Cardia Stomachus Pylorus	
	Mesogaster	Duodenum * Hepar Pancreas Jejunum Vesicula umbilicalis Ileum	
	Epigaster	Colon * Cœcum Processus vermiformis Rectum Anus	
	Urogaster	Allantois Urethra Urocystis	

exemple chez les turbellariés les plus simples, le tube digestif est encore, précisément comme chez la gastrula, un tube simple et droit, muni d'un seul orifice servant à la fois de bouche et d'anus (fig. 110). Chez les vers supérieurs, un second orifice apparait bientôt à l'extrémité opposée de l'intestin : c'est l'anus (fig. 111, *a*).

Le principal phénomène de l'évolution ultérieure chez l'embryon humain, le phénomène le plus intéressant pour nous dans nos considérations générales d'anatomie comparée, c'est l'origine des fentes branchiales. Vous vous rappelez que, de très-bonne heure, à la tête de l'embryon humain, la paroi pharyngienne se soude avec la paroi externe du corps, et il en résulte, à droite et à gauche du cou, derrière l'orifice buccal, la formation de quatre fentes s'ouvrant de chaque côté dans la cavité pharyngienne. Ces fentes sont les fentes branchiales, et les intervalles qui les séparent sont les arcs branchiaux (fig. 69-70; pl. I et pl. III, fig. 15, *ks*). Ce sont là des formations embryonnaires du plus haut intérêt. Nous voyons, en effet, qu'au début de leur évolution et en vertu de la loi biogénétique fondamentale, tous les vertébrés supérieurs reproduisent le stade dont nous parlons, stade qui a joué un rôle capital à l'origine de l'embranchement vertébré. Ce stade fut la différenciation du tube intestinal en deux portions : une portion antérieure ou respiratoire, l'*intestin branchial*, consacré à la respiration, et une portion postérieure ou digestive, l'*intestin digestif*, uniquement consacré à la digestion.

Cette différenciation si caractéristique du tube intestinal, nous l'avons rencontrée, comme vous vous le rappelez, dans deux grandes divisions du règne animal, physiologiquement tout à fait distinctes; non-seulement chez le dernier des vertébrés, chez l'amphioxus (pl. VII, fig. 15), mais même chez les invertébrés, parents des vertébrés, chez les ascidies (pl. VII, fig. 14). Nous pouvons donc conclure sûrement que la différenciation en question existait déjà chez nos communs ancêtres, *les chordoniens*, d'autant mieux que le *balanoglossus* la possède encore (fig. 111). Mais cette particularité fait défaut à tous les invertébrés.

Les fentes branchiales sont encore très-nombreuses chez l'amphioxus, de même que chez l'ascidie et le balanoglossus. Chez les crâniotes, ce nombre est déjà fort diminué. Les poissons ont, au plus, quatre à six paires de fentes branchiales. Chez l'embryon de l'homme et des vertébrés supérieurs, où les fentes

branchiales apparaissent de bonne heure, on n'en compte que trois à quatre paires. Chez les poissons, les fentes branchiales persistent toute la vie; c'est par elles que sort l'eau respiratoire avalée par le poisson (fig. 117; pl. III, fig. 13, *ks*). Au contraire, les fentes branchiales disparaissent déjà en partie chez les amphibies et entièrement chez les vertébrés supérieurs. Chez ceux-ci, le dernier débris des fentes branchiales, de la première fente branchiale, se transforme en une partie de l'organe auditif; de lui proviennent le conduit auditif externe, la caisse du tympan et la trompe d'Eustache. Nous avons décrit, en leur lieu, ces curieuses transformations et nous nous bornerons ici à rappeler, comme un fait intéressant, que notre oreille moyenne et externe est le dernier vestige des fentes branchiales d'un poisson. Les arcs branchiaux interposés aux fentes branchiales se métamorphosent aussi en organes très-divers. Chez les poissons, les arcs branchiaux persistent toute la vie et supportent les feuillets branchiaux servant à la respiration; il en est de même chez les derniers des amphibies; chez les amphibies supérieurs, les arcs branchiaux se métamorphosent diversement, dans le cours de l'évolution, et dans les trois classes supérieures des vertébrés, y compris l'homme, l'os hyoïde et les osselets de l'ouïe proviennent des arcs branchiaux (pl. I, IV et V).

Du premier arc branchial naît, au milieu de la surface interne, la langue; cet arc est aussi le rudiment du squelette maxillaire: des maxillaires inférieur et supérieur, qui circonscrivent l'orifice buccal et supportent les dents. Ces importants organes manquent encore complétement aux acrâniens et aux monorhiniens. On les voit apparaître chez les premiers poissons qui les ont transmis aux vertébrés supérieurs. Ce sont les poissons primitifs qui nous ont légué le squelette buccal, le maxillaire inférieur et le maxillaire supérieur. Les dents proviennent du tégument externe qui revêt les maxillaires. Puisque la cavité buccale tout entière dérive du feuillet germinatif externe, il faut bien naturellement que les dents proviennent du tégument externe. C'est ce que démontre un minutieux examen microscopique de la structure des dents. Par ce moyen, nous avons acquis la conviction que la fine structure des écailles, chez les poissons, particulièrement chez les requins, est essentiellement la même que celle de leurs dents. *Les dents de l'homme sont aussi, en vertu de leurs primitives origines, des écailles de poissons transfor-*

mées (131). Pour la même raison, il nous faut voir, dans les glandes salivaires de la bouche, des glandes véritablement épidermiques, ne dérivant pas, comme les autres glandes intestinales, du feuillet intestino-glandulaire du canal digestif, mais de l'épiderme, de la lamelle cornée du feuillet germinatif externe. Il en résulte qu'au point de vue de l'origine, les glandes salivaires se rangent en série, à côté des glandes sudoripares, des glandes sébacées et des glandes lactées.

Primitivement, le canal digestif de l'homme est aussi simple que la cavité digestive primitive de la gastrula et des vers les plus humbles. Puis, ce canal se divise en deux sections: une

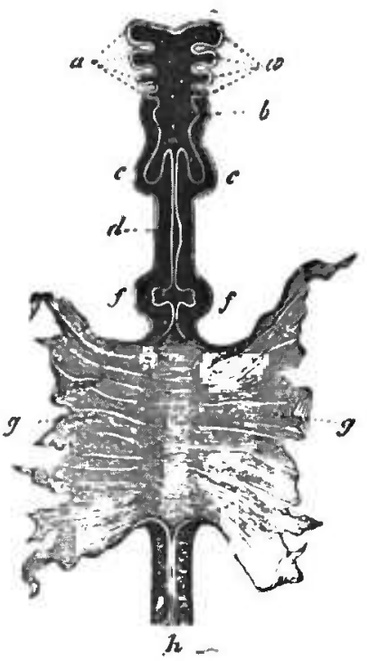


Fig. 181.

Fig. 182.

section antérieure, branchiale, et une section postérieure ou stomacale, comme il arrive pour le tube digestif de l'amphioxus et de l'ascidie. Puis, par le développement des maxillaires et des arcs branchiaux, ce tube digestif devient un vrai intestin de poisson. Plus tard, l'intestin branchial, cette réminiscence des poissons ancestraux, disparaît entièrement. Ce qui en reste se transforme en organes entièrement différents. Mais quoique la por-

Fig. 181. — *Intestin d'un embryon de chien* (représenté fig. 81, d'après Bischoff), vu du côté abdominal. *a*, arcs branchiaux (quatre paires). *b*, rudiment du pharynx et du larynx. *c*, poumons. *d*, estomac. *f*, foie. *g*, paroi du sac vitellin ouvert (il s'ouvre largement dans l'intestin moyen). *h*, extrémité de l'intestin.

Fig. 182. — *Le même intestin vu du côté droit.* *a*, poumons. *b*, estomac. *c*, foie. *d*, sac vitellin. *e*, extrémité de l'intestin.

ion antérieure de notre tube digestif n'ait plus rien de commun avec l'intestin branchial, elle continue à jouer, physiologiquement, le rôle d'un intestin respiratoire. N'est-il pas, en effet, curieux et intéressant de voir les organes respiratoires permanents les vertébrés supérieurs, c'est-à-dire les poumons eux-mêmes, provenir de la première section du canal digestif? En effet, nos poumons naissent, de même que la trachée et le larynx, de la paroi abdominale de l'intestin antérieur. Tout cet appareil respiratoire si compliqué, qui, chez l'homme adulte, remplit la majeure partie de la cavité thoracique, commence par être simplement une petite poche, provenant du canal intestinal, en arrière des branchies et ne tardant pas à se diviser en deux moitiés (fig. 181, *c*; fig. 182, *a*; pl. III, fig. 13, 15, 16, *lu*).

Cette vésicule se retrouve chez tous les vertébrés, à l'exception des deux dernières classes, des crâniens et des cyclostomes. Chez les vertébrés inférieurs, cette vésicule ne se transforme pas en poumons, mais en une vaste poche pleine d'air, occupant une notable partie du corps et ayant une tout autre fonction. Cet organe ne sert pas à la respiration, mais favorise les déplacements verticaux de l'animal; c'est un appareil hydrostatique, *la vessie natatoire des poissons*. Mais les poumons de l'homme et de tous les vertébrés à respiration pulmonaire proviennent de ce même appendice sacciforme, qui, chez les poissons, forme la vessie natatoire. Dans le principe, ce sac n'a aucune fonction respiratoire; c'est un appareil hydrostatique servant seulement à augmenter ou à diminuer le poids spécifique du corps. Les poissons, qui ont une grande vessie natatoire, peuvent la comprimer et condenser ainsi l'air qu'elle contient. L'air s'échappe aussi parfois du canal intestinal par un conduit aérien, reliant la vessie natatoire au pharynx et il est alors expulsé par la bouche. Alors la capacité de la vessie diminue, le poisson devient plus lourd et descend. L'animal veut-il monter, il cesse de comprimer la vessie natatoire, qui se dilate. Or, déjà, chez les dipneustes, cet appareil hydrostatique commence à se transformer en organe respiratoire; alors les vaisseaux de sa paroi ne se bornent plus à sécréter des gaz, ils absorbent aussi l'air frais qui s'est introduit par le conduit aérien. Chez tous les amphibies, la métamorphose est complète; la vessie natatoire devient un organe pulmonaire et son conduit, une trachée. Les trois classes supérieures des vertébrés ont hérité des pou-

mons des amphibies. Chez les amphibies les plus inférieurs, les poumons sont un double sac, transparent et à mince paroi; tels sont-ils, par exemple, chez nos salamandres communes, chez les tritons. Ces poumons ressemblent encore beaucoup à la vessie natatoire des poissons. Pourtant les amphibies ont déjà deux poumons, un droit et un gauche. Mais chez beaucoup de poissons, chez les antiques ganoïdes, par exemple, la vessie natatoire est aussi double; un sillon la divise en une moitié droite et une gauche. D'autre part, le poumon du *ceratodus* est impair, et il en est de même du premier rudiment pulmonaire chez l'embryon humain; c'est ultérieurement que la vésicule simple se divise en deux moitiés droite et gauche, en deux poumons. Plus tard les deux sacs croissent beaucoup, remplissent la majeure partie de la cavité thoracique et logent le cœur entre eux deux. Déjà, chez les grenouilles, le sac simple s'est développé en un corps spongieux, à tissu vésiculeux. C'est une sorte de grappe ramifiée. Le canal de communication du sac pulmonaire avec l'intestin antérieur, qui d'abord était très-court, croît et devient un long tube. Ce tube est la trachée, mince canal cylindrique, s'ouvrant supérieurement dans le pharynx et se divisant inférieuremant en deux branches qui conduisent aux deux poumons. Dans la paroi de la trachée se forment des cartilages annulaires qui la maintiennent béante et, à son extrémité supérieure, au-dessous de son orifice dans le pharynx, se développe le larynx, l'organe de la voix et de la parole. Chez les amphibies, le larynx atteint déjà divers degrés de développement, et l'anatomie comparée peut suivre l'évolution graduelle de cet important organe, depuis son ébauche la plus simple chez les amphibies inférieurs jusqu'à l'appareil vocal, complexe et délicat, des oiseaux et des mammifères.

Quelque varié que soit cet organe de la voix, du langage et de la respiration, chez les divers vertébrés supérieurs, toujours il provient d'une poche simple, provenant de la paroi de l'intestin antérieur. Des faits intéressants ont donc établi aujourd'hui que la section antérieure du canal digestif fournit les deux sortes de système respiratoire, chez les vertébrés, savoir: l'appareil primaire, le plus ancien, l'appareil aquatique, la cage branchiale, et l'appareil secondaire, aérien, plus récent, servant chez les poissons de vessie natatoire et ne fonctionnant comme poumons que chez les dipneustes.

Il nous faut citer en passant un intéressant organe rudimentaire de l'intestin respiratoire, la glande thyroïde (*thyreoida*), cette grosse glande, située en avant du larynx, connue sous le nom de « pomme d'Adam » et souvent très développée, spécialement chez le sexe mâle. Chez l'embryon, cette glande se forme, par différenciation, de la paroi inférieure de l'œsophage. Cette glande est, pour l'homme, sans la moindre utilité ; elle n'a d'importance qu'en esthétique et aussi, dans certaines contrées, où elle acquiert un développement pathologique et pend à la région antérieure du cou, chez les *goîtreux*. Mais cette glande offre

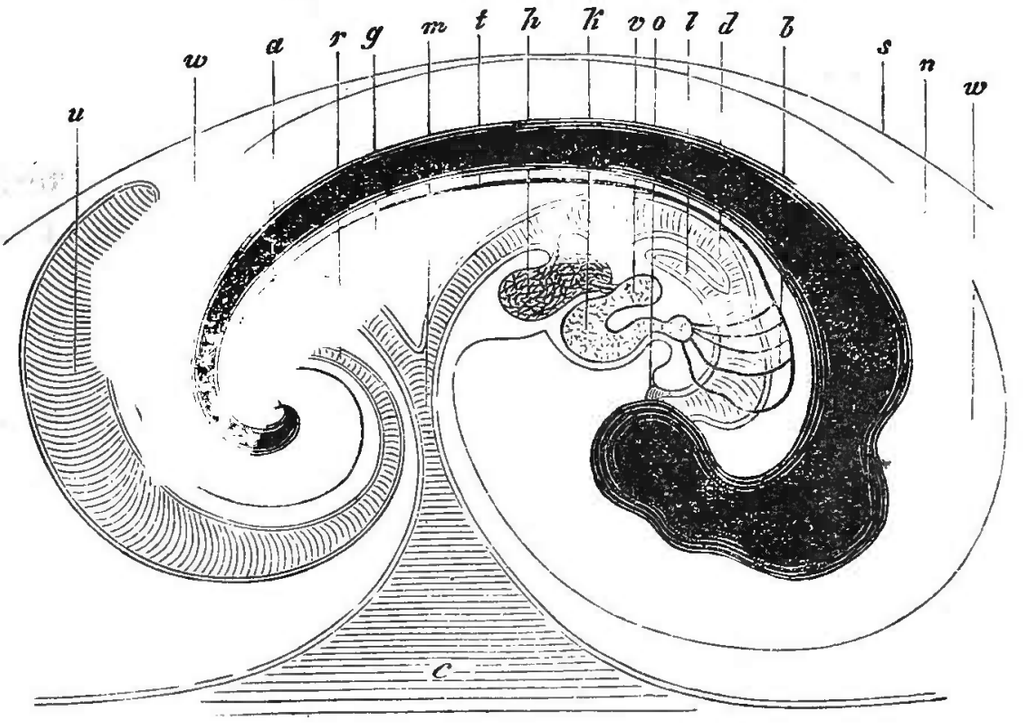


Fig. 183.

surtout de l'intérêt au point de vue dystéléologique. En effet, Wilhelm Müller d'Iéna a montré que cet organe inutile et même nuisible est le dernier vestige de cette « gouttière hypo-branchiale », dont nous avons parlé, et qui, chez l'ascidie et l'amphioxus, est située inférieurement, sur la ligne médiane de la cage branchiale, où elle sert utilement à conduire les aliments dans l'estomac (pl. VIII, fig. 14-16 *y*) ([132]).

Fig. 183. — *Section longitudinale de l'embryon d'un chien*, au cinquième jour de l'incubation. *d*, intestin. *o*, bouche. *a*, anus. *l*, poumons. *h*, foie. *g*, mésentère. *v*, oreillette cardiaque. *k*, ventricule cardiaque. *b*, arcs artériels. *l*, aorta. *c*, sac ombilical. *m*, conduit ombilical. *n*, allantoïde. *r*, pédicule de l'allantoïde. *n*, amnios. *w*, cavité amniotique. *s*, enveloppe séreuse. (D'après Baer.)

La seconde section du canal intestinal, l'intestin stomacal ou digestif, ne subit pas moins de transformations que la première section ou section respiratoire. En suivant l'évolution de cette section digestive, on voit des organes variés et très-complexes provenir d'un rudiment premier fort simple. D'une manière générale, on peut diviser l'intestin digestif en trois portions : l'intestin antérieur, comprenant l'œsophage et l'estomac; l'intestin moyen, comprenant le duodenum, le foie et le pancréas, le jejunum et l'ileum; enfin l'intestin postérieur, comprenant le gros intestin et le rectum. Là encore, nous voyons se former des expansions vésiculiformes, qui proviennent du tube intestinal primitif et se transforment ensuite en organes très-variés. Déjà vous connaissez deux de ces appendices, le sac vitellin, provenant de la partie moyenne du tube intestinal (fig. 183, *c*), et l'allantoïde, forte expansion sacciforme de la portion postérieure de l'intestin iliaque (fig. 183, *u*). Les expansions de la partie moyenne de l'intestin sont les deux grosses glandes qui s'ouvrent dans le duodenum, le foie (fig. 183, *h*) et le pancréas ou glande salivaire abdominale.

Immédiatement en arrière du rudiment sacciforme des poumons est située cette portion du tube intestinal, qui forme la pièce la plus importante du système digestif, c'est-à-dire l'estomac (fig. 181, *d*, 182, *b*). Cette poche, dans laquelle s'opère surtout la dissolution et la digestion des aliments, est, chez les vertébrés inférieurs, d'une structure beaucoup moins complexe que chez les vertébrés supérieurs. Chez nombre de poissons, par exemple, ce n'est qu'une dilatation fusiforme de la section digestive; cette dilatation est dirigée directement d'avant en arrière et située dans le plan moyen du corps, au-dessous de la colonne vertébrale. Chez les mammifères, l'estomac revêt d'abord cette forme si simple, qui est définitive chez les poissons dont nous parlons. Mais bientôt les diverses parties du sac stomacal évoluent chacune à sa manière. Le côté gauche de l'estomac fusiforme croît beaucoup plus que le côté droit; il en résulte un mouvement rotatoire de l'organe, qui prend une position oblique. L'extrémité supérieure se déplace vers la gauche, l'extrémité inférieure vers la droite. Tout à fait en avant, l'estomac s'allonge en un canal œsophagien, long et étroit. Au-dessous de l'œsophage s'étale à gauche le cul-de-sac de l'estomac; de cette façon l'estomac acquiert peu à peu sa forme définitive (fig. 184, *e;* fig. 179).

L'axe longitudinal de l'organe descend obliquement de gauche à droite et de haut en bas, en se rapprochant de plus en plus de la position transversale. Dans la couche externe de la paroi stomacale se développent, aux dépens du feuillet fibro-intestinal, les muscles puissants qui impriment à l'organe les mouvements nécessaires à la digestion. Dans la couche interne, au contraire, se forment, aux dépens du feuillet intestino-glandulaire, de nombreuses petites glandes. Ce sont les glandes gastriques, sécrétant l'agent le plus actif de la digestion, le suc gastrique. A l'extrémité inférieure de la poche stomacale, se développe la valvule pylorique, qui sépare l'estomac de l'intestin grêle (fig. 179. *d*).

Au-dessous de l'estomac, se trouve la très-longue portion moyenne de l'intestin, l'intestin grêle, aboutissant au gros intestin. L'évolution de cette section est très-simple : c'est essentiellement de la croissance en longueur. Dans le principe, cette section est très-courte, rectiligne, tout à fait analogue à l'intestin postérieur, simple et rectiligne du poisson. Mais de bonne heure apparaissent, en arrière de l'estomac, une incurvation en fer à cheval et des circonvolutions intestinales, à mesure que le tube intestinal se sépare du sac vitellin ou vésicule

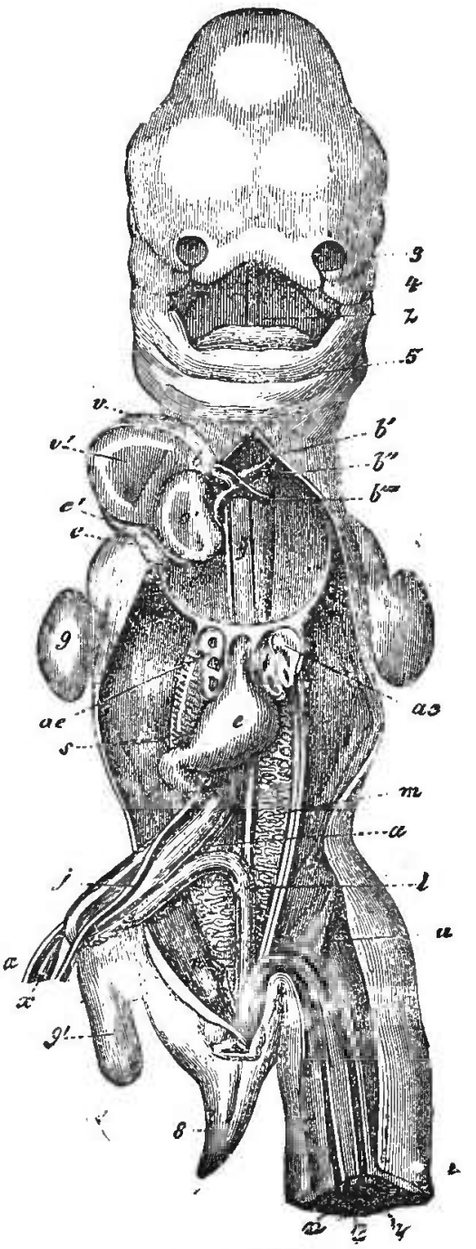


Fig. 184.

Fig. 184. — *Embryon humain de cinq semaines,* vu du côté abdominal et ouvert (voir fig. 73). La paroi thoracique, la paroi abdominale et le foie sont enlevés. 3, apophyse nasale externe. 4, maxillaire supérieur. 5, maxillaire inférieur. *z*, langue. *v*, ventricule cardiaque gauche. *v'*, ventricule cardiaque droit. *o'*, oreillette cardiaque gauche. *b*, origine de l'aorte. *b' b'' b'''*, premier, deuxième et troisième arcs aortiques. *c c' c''*, veines caves, *ae*, poumons. *y*, artères pulmonaires. *e*, estomac. *m*, reins primitifs. *j*, veine vitelline gauche. *s*, veine porte. *a*, artère vitelline droite. *n*. artère ombilicale. *u*, veine ombilicale. *x*, canal vitellin. *i*, extrémité intestinale. 8, queue. 9, membre antérieur. 9', membre postérieur. (D'après Coste.)

ombilicale et que se développe le mésentère (pl. III, fig. 14, *g* et fig. 75). Au niveau de l'orifice abdominal de l'embryon, avant l'occlusion de la paroi ventrale, on voit saillir une anse intestinale en fer à cheval (fig. 75, *m*), dans laquelle s'ouvre la vésicule ombilicale (fig. 75, *n*). La mince et délicate membrane, qui fixe à la face abdominale de la colonne vertébrale cette anse d'intestin et en remplit la cavité, est le premier rudiment du mésentère (fig. 183, *g*). Le point le plus saillant de cette anse, là où la vésicule ombilicale communique avec l'intestin (fig. 184, *x*), ce point que l'ombilic intestinal forme plus tard, répond à cette partie de l'intestin grêle qu'on appelle *ileum*. De très-bonne heure l'intestin grêle s'allonge beaucoup et par suite se replie en circonvolutions nombreuses. Les diverses portions, que l'on distinguera plus tard dans l'intestin, se différencient très-simplement; ces portions sont, comme on sait, à partir de l'estomac, le *duodenum*, le *jejunum* et l'*ileum*.

Les expansions du duodenum forment les deux grosses glandes dont nous avons parlé, le foie et le pancréas. Le foie revêt d'abord la forme de deux petits sacs, faisant saillie, à droite et à gauche, en arrière de l'estomac (fig. 181, *f*; 182, *c*). Chez beaucoup de vertébrés inférieurs, les deux foies restent longtemps distincts et ne se soudent qu'imparfaitement; chez les myxinoïdes même, la séparation dure toujours. Au contraire, chez les vertébrés supérieurs, les deux foies se soudent bientôt plus ou moins complétement en un gros organe impair. Le feuillet intestino-glandulaire, qui revêt le sac hépatique rudimentaire, émet une grande quantité de prolongements ramifiés qui pénètrent dans le feuillet fibro-intestinal enveloppant. Ces prolongements solides (séries de cellules glandulaires), en se ramifiant de plus en plus, en se soudant les uns aux autres, forment le tissu réticulé et compliqué du foie de l'adulte. Les organes sécrétoires de la bile, les cellules hépatiques, dérivent tous du feuillet intestino-glandulaire; mais tout le tissu conjonctif, qui relie en un gros organe compacte cette masse cellulaire qui l'enveloppe, provient du feuillet fibro-intestinal. De ce dernier feuillet proviennent aussi les gros vaisseaux sanguins, qui traversent le foie et dont les branches nombreuses, ramifiées, s'entrelacent avec le réseau formé par les tractus des cellules hépatiques. Les canaux hépatiques qui, traversant le foie, recueillent la bile et la conduisent dans l'intestin, se forment, comme

autant de conduits intercellulaires, dans l'axe du cordon cellulaire solide. Tous ces canaux s'ouvrent dans les deux principaux conduits biliaires naissant de la base des deux expansions intestinales primitives. Chez l'homme et chez beaucoup de vertébrés, ces deux derniers conduits se fondent en un seul, qui s'ouvre dans la portion descendante du duodenum. Quant à la vésicule biliaire, elle se forme par expansion du canal biliaire droit et primitif. La croissance du foie est d'abord extrêmement rapide. Chez l'embryon humain, cette croissance est telle pendant le deuxième mois de l'évolution, qu'au commencement du troisième mois le foie remplit la plus grande partie de la cavité viscérale (fig. 185). Les deux moitiés du foie sont d'abord très-développées; puis la moitié gauche l'emporte de beaucoup sur l'autre. Par suite du développement asymétrique, du mouvement de torsion de l'estomac et des autres viscères abdominaux, le foie tout entier est rejeté du côté droit. Plus tard, la croissance du foie est moins désordonnée; pourtant, à la fin de la grossesse, le foie de l'embryon est encore relativement beaucoup plus gros que celui de l'adulte. Le rapport du poids du foie à celui du corps est, chez l'adulte = 1 : 36; chez l'embryon = 1 : 18. Le rôle du foie pendant la vie embryonnaire est important; c'est moins la sécrétion de la bile que la formation du sang.

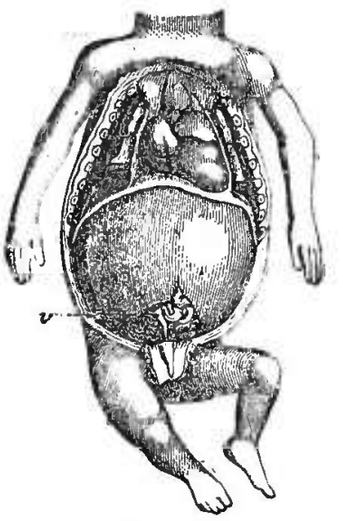


Fig. 185.

Immédiatement en arrière du foie, se développe, aux dépens du duodenum, une deuxième grosse glande intestinale, la glande salivaire abdominale ou le pancréas. Cet organe, particulier aux crâniotes, est aussi d'abord une expansion sacciforme de la paroi intestinale. Le feuillet intestino-glandulaire émet des bourgeons solides et ramifiés, qui se creusent ensuite. Le pancréas se développe, à la manière des glandes salivaires buccales, en une grosse glande en grappe très-complexe. Le conduit

Fig. 185. — *Viscères thoraciques et abdominaux d'un embryon de quatre semaines,* de grandeur naturelle, d'après Kœlliker. La tête est enlevée; les parois thoracique et abdominale ont été excisées. La plus grande partie de la cavité abdominale est remplie par le foie, laissant saillir, par son échancrure moyenne, le cœcum avec son appendice vermiculaire (*v*). Au-dessus du diaphragme, on voit, au milieu, le cœur; à droite et à gauche, les petits poumons.

excrétoire de la glande débouche dans le duodenum; il est primitivement simple et impair; plus tard, il devient double.

La dernière portion du tube digestif, le gros intestin (*epigaster*), n'est d'abord, chez l'embryon des mammifères, qu'un tube simple, court et rectiligne, s'ouvrant en arrière par l'anus. Il demeure ainsi chez les vertébrés inférieurs; mais chez les mammifères, il croît beaucoup, se replie en circonvolutions et se différencie en diverses parties, dont la plus longue, l'antérieure, est le *colon*, et la postérieure, la plus courte, le *rectum*. Une valvule, la *valvula Baubini*, sépare le gros intestin de l'intestin grêle. A l'origine se forme aussi une expansion sacciforme, qui s'élargit en *cœcum* (fig. 185, *v*). Chez les mammifères herbivores, ce cœcum est très-gros; il reste très-petit ou même disparaît chez les carnivores. Chez l'homme et la plupart des singes, le commencement seul du cœcum s'élargit; le reste demeure très-étroit et semble plus tard n'être qu'un appendice inutile. Cet appendice vermiforme (*appendix vermiformis*) est un organe rudimentaire intéressant pour la dystéléologie. Son unique utilité pour l'homme est d'occasionner parfois la mort d'un homme sain, alors que des pépins de raisin s'engagent dans son orifice et déterminent par suite l'inflammation et la suppuration. Mais, chez nos ancêtres herbivores, l'appendice vermiculaire du cœcun n'était point rudimentaire; c'était un organe volumineux et ayant un rôle physiologique.

Il faut citer encore, comme une importante formation du tube intestinal, la vessie et le canal urinaire, qui, par leur développement et leur valeur morphologique, appartiennent au système intestinal. Ces organes urinaires, réservoir et canal d'expulsion pour l'urine excrétée par les reins, se forment aux dépens de la partie la plus inférieure et la plus interne du pédicule allantoïdien. Vous vous rappelez que l'allantoïde, de même que les poumons et le foie, provient, sous forme d'une expansion locale, de la paroi antérieure de la dernière section intestinale (fig. 183, *u*). C'est chez les amphibies que ce cœcum apparaît pour la première fois; il y reste enfermé dans la cavité viscérale et fonctionne comme vessie urinaire. Mais, chez tous les amniotes, il sort de la cavité viscérale de l'embryon et forme la volumineuse « vessie primitive », d'où provient le placenta des mammifères supérieurs. A la naissance, cet organe a disparu; mais le long pédicule de l'allantoïde (fig. 183, *r*) persiste, et sa

portion supérieure forme le ligament *vesico-umbilical medium,* organe rudimentaire représenté par un cordon solide, allant du sommet de la vessie au nombril. La portion inférieure du pédicule allantoïdien ou l'ouraque, *urachus*, reste creuse et forme la vessie. D'abord chez l'homme, comme chez les vertébrés inférieurs, la vessie s'ouvre dans la dernière portion du cœcum, qui est alors un véritable cloaque, contenant à la fois l'urine et les excréments. Mais, de tous les mammifères, les *monotrèmes* seuls conservent ce cloaque, comme le font les oiseaux, les reptiles et les amphibies. Chez tous les autres mammifères, chez les marsupiaux et les placentaliens, il se forme plus tard une cloison transversale, séparant l'orifice antérieur ou génito-urinaire de l'orifice postérieur ou anal (voir la XXVe leçon).

TRENTE ET UNIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principales périodes phylogéniques du système digestif humain.

I. Première période: *Intestin des gastréades* (pl. III, fig. 9, 10).

Le système digestif tout entier n'est qu'une simple poche (intestin primitif), dont la cavité simple s'ouvre, au dehors, par un orifice (bouche primitive).

II. Deuxième période : *Intestin des scolécides* (pl. III, fig. 11).

L'intestin simple s'élargit en estomac, à la partie moyenne, et porte à l'extrémité postérieure, opposée à la bouche primitive, un second orifice (anus primitif), comme chez les vers inférieurs.

III. Troisième période: *Intestin des chordoniens* (pl. III, fig. 12).

Le tube intestinal se divise en deux grandes sections : antérieurement, en intestin respiratoire avec fentes branchiales (intestin branchial); en arrière, en intestin digestif avec cavité stomacale (intestin gastrique), comme chez les ascidies.

IV. Quatrième période: *Intestin des acrâniens* (pl. VIII, fig. 15).

Entre les fentes branchiales de l'intestin respiratoire apparaissent les bandelettes branchiales; de la poche stomacale de l'intestin digestif provient un cœcum hépatique, comme chez l'amphioxus.

V. Cinquième période : *Intestin des cyclostomes* (pl. VIII, fig. 16).

De la gouttière ciliée située à la base des branchies (gouttière hypobranchiale) provient la glande thyroïde (*thyreoidea*). Du cœcum hépatique provient une glande hépatique compacte.

VI. Sixième période: *Intestin des poissons primitifs.*

Entre les fentes branchiales apparaissent des arcs branchiaux cartilagineux; les plus antérieurs de ces arcs forment les cartilages buccaux et le squelette maxillaire (maxillaire inférieur et maxillaire supérieur). Du pharynx provient la vessie natatoire. A côté du foie apparaît la glande salivaire abdominale (sélaciens).

VII. Septième période: *Intestin des dipneustes.*

La vessie natatoire se change en poumons. La cavité buccale se confond avec la fosse nasale. De l'intestin postérieur provient la vessie (lepidosiren).

VIII. Huitième période: *Intestin des amphibies.*

Les fentes branchiales se soudent. Les branchies disparaissent. Le larynx se forme à l'extrémité supérieure de la trachée.

IX. Neuvième période : *Intestin des monotrèmes.*

La voûte palatine horizontale divise la cavité nasale primitive en une cavité buccale inférieure, destinée au passage des aliments, et en une cavité nasale supérieure, donnant passage à l'air, comme chez les amniotes.

X. Dixième période : *Intestin des marsupiaux.*

L'ancien cloaque se divise par une cloison en un orifice antérieur génito-urinaire et un orifice postérieur ou anus.

XI. Onzième période : *Intestin des catarhiniens.*

Toutes les parties du système digestif, et spécialement la denture, arrivent à ce degré de perfection commun à l'homme et aux catarhiniens.

VINGT-QUATRIÈME LEÇON.

HISTOIRE DE L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME CIRCULATOIRE.

> La comparaison morphologique des états de complet développement doit naturellement précéder l'étude des stades primitifs. A cette condition seulement l'histoire du développement peut s'orienter sûrement ; elle acquiert en même temps le coup d'œil perspicace qui lui permet de rattacher chaque pas de l'évolution à l'état qui sera définitivement atteint. S'occuper sans préparation de l'histoire du développement, c'est s'exposer à tâtonner presque toujours en aveugle et souvent à aboutir à des résultats lamentables, qui restent bien en arrière des données solidement établies déjà, avant que l'histoire du développement fût fondée.
>
> ALEXANDER BRAUN (1872).

L'application de la loi biogénétique fondamentale. — Ses deux faces. — Hérédité des organes de conservation. — Adaptation des organes de progrès. — L'ontogénie et l'anatomie comparée se complètent mutuellement. — Les nouvelles théories évolutives de His. — Théorie des enveloppes et théorie des rognures. — Germe principal et germe secondaire. — Jaune de formation et jaune de nutrition. — Le dernier provient phylogénétiquement de l'intestin primitif. — Le système circulatoire dérive du feuillet vasculaire ou fibro-intestinal. — Importance phylogénétique de la succession ontogénétique des systèmes organiques. — Déviation dans la série primitive : hétérochronie ontogénétique. — L'âge relatif du système vasculaire. — Sa première ébauche : cœloma. — Vaisseau dorsal et vaisseau abdominal du ver. — Cœur simple de l'ascidie. — Rétrogradation du cœur chez l'amphioxus. — Cœur bilobulaire des cyclostomes. — Arcs artériels des sélaciens. — Double oreillette des dipneustes et des amphibies. — Double ventricule des oiseaux et des mammifères. — Arcs artériels des oiseaux et des mammifères. — Embryologie du cœur humain. — Parallélisme de la phylogénie.

Messieurs,

L'application que nous avons faite jusqu'ici, en organogénie, de notre loi biogénétique fondamentale, vous a donné une idée du degré de confiance que nous lui pouvons accorder dans les recherches phylogénétiques. Cette confiance doit varier beaucoup suivant les divers systèmes d'organes ; car l'hérédité, d'une part, la variabilité, de l'autre, se comportent très-différemment suivant les organes. Certaines parties du corps conservent fidèlement, par hérédité, la forme acquise par les antiques ancêtres animaux et aussi le mode d'évolution de cette forme, elles ne

s'écartent point de l'embryologie héréditaire ; au contraire, d'autres parties du corps s'astreignent mal à l'hérédité stricte, elles sont même enclines à prendre, par adaptation, de nouvelles formes et à modifier l'ontogénèse primitive. Les premiers de ces organes représentent, dans l'organisme polycellulaire de l'homme, l'élément stable ou conservateur, les autres représentent l'élément muable ou progessif. La marche historique de l'évolution résulte du concours de ces deux éléments.

Seuls, les organes conservateurs, chez qui, durant l'évolution phylogénétique, l'hérédité a eu le pas sur l'adaptation, nous permettent d'appliquer directement l'ontogénie à la phylogénie et de conclure des métamorphoses embryologiques à l'antique transformation des formes ancestrales. Quant aux organes progressifs, chez qui l'adaptation l'a emporté sur l'hérédité, leur mode d'évolution primitif, phylogénétique, a été tellement modifié, faussé et abrégé, que leur embryologie ne nous permet guère d'en déduire sûrement leur phylogénie. Ici, l'anatomie comparée doit nous venir en aide et souvent ses conclusions phylogéniques sont plus importantes et plus sûres que celles de l'ontogénie. Vous voyez donc de quelle nécessité il est d'avoir toujours sous les yeux ces deux faces de la loi biogénétique, si l'on veut en faire une application juste et critique. La première moitié de cette loi fondamentale de l'évolution nous ouvre la route de la phylogénie; elle nous apprend à déduire approximativement la marche de la phylogénie de celle de l'embryologie: *la forme embryonnaire répète par hérédité la forme ancestrale correspondante*. L'autre moitié raccourcit le fil conducteur de la loi fondamentale; elle nous apprend à n'en user qu'avec circonspection; elle nous montre que, durant le cours de tant de millions d'années, la répétition primitive de la phylogénèse par l'ontogénèse a été maintes fois modifiée, faussée, abrégée : *la forme embryonnaire s'est développée, par adaptation, de la forme ancestrale correspondante*. Plus cet écart a été grand, plus nous devons, dans nos recherches phylogéniques, invoquer l'aide de l'anatomie comparée.

Ce qui précède ne s'applique peut-être nulle part aussi bien qu'à l'évolution des organes, dont nous allons maintenant parler, c'est-à-dire au système circulatoire ou vasculaire. A s'en tenir à l'embryologie de ce système, chez l'homme et chez les autres vertébrés supérieurs, on n'aurait sur l'évolution primi-

tive de nos antiques ancêtres animaux que des vues complétement fausses. Quantité de faits d'adaptation très-actifs et surtout la formation d'un jaune de nutrition considérable, ont tellement modifié, faussé et abrégé l'évolution primitive du système circulatoire chez les vertébrés supérieurs, que, pour nombre de faits phylogéniques importants, il y a peu ou il n'y a rien à tirer de cette partie de l'ontogénèse. Pour l'explication de ces faits, nous serions sans secours et sans guide, si l'anatomie comparée ne nous venait en aide et ne nous indiquait sûrement la route de la phylogénèse.

Pour la connaissance du système circulatoire spécialement, l'anatomie comparée est d'un tel intérêt, que, sans son secours, on ne saurait faire, sur ce difficile terrain, un pas assuré. Ce qui précède sera pour vous positivement établi, si vous voulez étudier le système circulatoire, si complexe, d'après les travaux classiques de Jean Müller, Henri Rathke et Ch. Gegenbaur. La même démonstration nous est fournie, négativement cette fois, par les travaux ontogénétiques de Wilhelm His, embryologiste de Leipzig, absolument dépourvu de toute teinture d'anatomie comparée et par conséquent de phylogénie. En 1868, ce travailleur énergique, mais sans critique, a publié de vastes « Recherches sur le premier rudiment de l'organisme vertébré »; c'est un des plus singuliers produits de la littérature ontogénétique. L'auteur croit arriver, par la description minutieuse de l'embryologie du chien, et sans nul souci de l'anatomie comparée et de la phylogénie, à une théorie « mécanique » de l'évolution, et il extravague d'une manière étonnante, même dans la littérature biologique, qui est pourtant loin d'être pauvre en travaux de ce genre. Le résultat final des recherches de His est, comme il le proclame, « que tout ce qu'il y a d'essentiel dans le premier développement est une loi de croissance relativement simple. Toute formation, qu'elle consiste en un doublement de feuillet, en une apparition de plis ou en une différenciation parfaite, n'est qu'une suite de cette loi fondamentale. » Par malheur, l'auteur ne nous dit rien de cette « loi de croissance », si compréhensive, pas plus que tel autre adversaire de la théorie de la descendance, qui invoque une « grande loi de développement », ne nous éclaire sur la nature de cette loi. Bientôt même on voit, en étudiant les travaux ontogénétiques de His, que, dans sa pensée, la « mère nature » formatrice n'est qu'une ha-

bile couturière. Par des coupes, des courbures, des replis, des tensions et des dédoublements variés des feuillets blastodermiques, la grande couturière parvient à exécuter « par développement » (!) les formes diverses des espèces animales. Ce sont surtout les courbures et les replis, qui jouent le principal rôle. « Non-seulement la délimitation de la tête et du tronc, à droite et à gauche, au centre et à la périphérie, mais la différenciation du cerveau, des organes des sens, de la colonne vertébrale primitive, du cœur et des viscères primitifs, tout cela est le développement des premiers plis et l'on peut le démontrer! » Rien de plus comique que la manière dont la couturière fabrique les quatre membres: « elle agit comme on le fait pour enfermer les quatre angles d'une lettre dans les quatre plis d'une enveloppe ». Mais cette belle découverte de la « théorie des enveloppes » appliquée aux membres des vertébrés est encore surpassé par la « théorie des rognures », dont His se sert pour expliquer l'origine des organes rudimentaires; « de ces organes, comme l'hypophyse et la glande thyroïde, auxquels on n'a pu jusqu'à présent attribuer aucun rôle physiologique: ce sont des résidus embryologiques, comparables aux déchets qu'on ne peut éviter complétement en taillant un vêtement, quelque soin que l'on prenne pour économiser l'étoffe (!) » Si nos ancêtres acrâniens de l'âge silurien avaient pu soupçonner que leurs rejetons humains seraient capables de telles aberrations, ils auraient sûrement préféré renoncer complétement à la gouttière ciliée et à la cage branchiale, plutôt que de les léguer à l'amphioxus actuel et de nous laisser comme dernier et odieux souvenir l'inutile glande thyroïde.

Vous pensez sans doute que les « découvertes » ontogénétiques de His, rendues plus comiques encore par le luxe de calculs mathématiques qui les relèvent, n'ont excité, chez les gens compétents, qu'une gaieté passagère. Point du tout! non-seulement on les a maintes fois célébrées, au moment de leur publication, comme ouvrant une nouvelle ère à l'ontogénie, mais aujourd'hui encore elles ont de nombreux admirateurs et des adhérents, qui propagent autant que possible dans la science les erreurs de His. Cela m'oblige à vous démontrer explicitement combien sont mal fondées les vues de His. Justement le système circulatoire m'en fournit l'occasion. Selon His, un des plus importants progrès inaugurés par sa nouvelle conception de l'em-

bryologie serait sa découverte, suivant laquelle « le sang et les tissus de substance conjonctive », c'est-à-dire la plus grande partie du système circulatoire, ne proviendraient pas des deux feuillets primaires du blastoderme, comme tous les autres organes ; ils dériveraient « des éléments du jaune blanc ». Ce jaune est appelé par lui « germe secondaire ou parablaste » par opposition au « germe principal ou archiblaste », provenant des deux feuillets primaires de l'aire germinative.

Toute cette théorie artificielle de His, et surtout cette opposition erronée entre le germe principal et le germe secondaire, s'écroule comme un château de cartes, pour peu que l'on étudie l'anatomie et l'ontogénie de l'amphioxus, cet humble et précieux vertébré, qui, seul, nous permet de comprendre les phénomènes si complexes et si obscurs du développement chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme. La gastrula de l'amphioxus (pl. VII, fig. 10), que His ne semble pas connaître, suffit à jeter par terre toute cette théorie artificielle. En effet, cette gastrula nous apprend, que *tous les organes et tissus du vertébré adulte proviennent uniquement des deux feuillets primaires du blastoderme*. L'amphioxus adulte possède un système circulatoire différencié, un squelette se distribuant dans tout le corps et formé de « tissus de substance conjonctive », tout aussi bien que les autres vertébrés, et pourtant il ne saurait être question, chez lui, d'un germe secondaire d'où proviendraient ces seuls tissus !

La larve provenant, chez l'amphioxus, de la gastrula, éclaire vivement le développement ultérieur, si difficile à suivre, du système circulatoire. Elle résout d'abord la question importante et maintes fois agitée de l'origine des quatre feuillets secondaires ; elle nous montre clairement que le feuillet fibro-cutané vient de l'exoderme et le feuillet fibro-intestinal de l'entoderme de la gastrula ; l'espace existant entre les deux feuillets fibreux est le premier rudiment de la cavité viscérale ou cœlom (fig. 55). En nous faisant voir que, chez les vertébrés inférieurs, le doublement des feuillets s'effectue comme chez les vers (fig. 56), l'examen de la larve de l'amphioxus établit l'existence d'un lien phylogénétique entre les vers et les vertébrés supérieurs. En voyant, chez l'amphioxus, le tronc vasculaire primitif se former dans la paroi intestinale même et provenir du feuillet fibro-intestinal, comme il arrive chez l'em-

bryon des autres vertébrés, nous ne doutons plus que les anciens embryologistes n'aient eu raison d'appeler ce feuillet vasculaire. Nous nous convainquons aussi, par l'ontogénie comparée des diverses classes de vertébrés, que le feuillet vasculaire est d'abord partout le même. Même chez les vertébrés supérieurs à sillonnement partiel, notamment chez les oiseaux et les reptiles, où, d'après les récentes et importantes recherches de Goette ([133]), les premières cellules sanguines proviennent du jaune de nutrition, ces cellules dérivent aussi primitivement de l'entoderme. En général même, le jaune de nutrition tout entier, propre aux crâniotes et manquant d'ordinaire aux acrâniens, n'est qu'un produit secondaire de l'entoderme. Goette a récemment démontré que le jaune de nutrition (ou « jaune secondaire ») est soumis au sillonnement, qui s'y opère seulement avec plus de lenteur que dans le jaune de formation (ou « germe principal »). Par là l'opposition que nous avons signalée entre le sillonnement total et le sillonnement partiel disparaît, ou du moins elle devient quantitative et point du tout qualitative. *Les « cellules vitellines », nées par sillonnement du jaune de nutrition, proviennent phylogénétiquement d'une portion des cellules primitives de l'entoderme;* ce sont des éléments dérivés du feuillet primaire interne du blastoderme. Tout le jaune de nutrition, soumis au sillonnement, est une partie constituante du tube digestif primaire ou « intestin primitif » de l'organe qui, phylogénétiquement, est le plus ancien.

Si, partant de ce point de vue, nous entreprenons d'étudier le développement du système circulatoire chez l'homme, il ne sera pas inutile de débuter par quelques observations générales sur la texture et le rôle de ce système. Chez l'homme, comme chez tous les crâniotes, le système circulatoire représente un appareil compliqué, composé de cavités pleines de liquides simples ou charriant des cellules. Les vaisseaux jouent, dans la nutrition du corps, un rôle capital. Les uns, les vaisseaux sanguins, charrient le liquide nutritif dans les diverses parties du corps; les autres, les vaisseaux lymphatiques, recueillent les liquides usés dans la trame des tissus. Les grandes cavités séreuses et surtout la cavité cardiaque ou cœlom fonctionnent de la même manière. Le centre moteur du circuit régulier des humeurs est le cœur, puissante poche musculaire, qui se con-

tracte régulièrement et fonctionne comme une pompe munie de soupape. Cette circulation régulière et continuelle du sang rend seule possible l'échange compliqué des éléments matériels chez les animaux supérieurs.

Quelque grande que soit l'importance du système circulatoire chez les animaux complexes et très-différenciés, il ne faut pas croire pourtant, selon l'opinion courante, que ce système soit indispensable à la vie animale. Pour l'ancienne médecine, le sang était la vraie source de la vie et elle attribuait la plupart des maladies à des « altérations du sang ». Aujourd'hui encore le sang joue le principal rôle dans les idées obscures qui ont cours actuellement sur l'hérédité. De même qu'on parle, pour les animaux, de pur sang, de demi-sang, etc., ainsi l'on admet généralement que la transmission héréditaire de certaines particularités physiologiques des parents aux enfants a sa raison d'être « dans le sang ». La fausseté de ces opinions vulgaires se peut conjecturer par cela seul que, dans l'acte de la génération, le sang des parents n'est point directement transmis au germe et que, tout d'abord, l'embryon n'a pas de sang. Vous savez déjà que non-seulement la différenciation des quatre feuillets secondaires, mais même l'ébauche des principaux organes, chez l'embryon de tous les vertébrés, s'effectuent avant l'apparition du système vasculaire, du cœur et du sang. Ces faits ontogénétiques nous autorisent à ranger, phylogénétiquement, le système circulatoire parmi les plus récents appareils de l'organisme animal, tandis qu'au contraire le système digestif est des plus anciens. Sûrement, le système circulatoire s'est formé beaucoup plus tard que le système digestif.

Aux termes de la loi biogénétique fondamentale, on peut, de l'ordre ontogénétique, suivant lequel les divers organes apparaissent chez l'embryon, déduire approximativement l'ordre phylogénétique, suivant lequel ces organes se sont successivement et graduellement développés. Dans ma théorie gastréenne ([13]), j'ai déjà essayé de déterminer l'importance phylogénétique de la succession ontogénétique des systèmes organiques. Pourtant il faut remarquer que cette succession n'est pas partout la même, dans les groupes zoologiques supérieurs. Chez les vertébrés et dans la série généalogique de l'homme, la succession chronologique des systèmes organiques peut être à peu près fixée comme suit : I, système cutané (1) et système digestif (2); II, système

nerveux (3) et système musculaire (4); III, système rénal (5); IV, système vasculaire (6); V, système du squelette (7); VI, système génital (8).

La gastrula montre d'abord que, chez tous les animaux, à l'exception des protozoaires, chez tous les métazoaires, deux systèmes organiques naissent en première ligne et en même temps : le système cutané ou tégument cutané, et le système intestinal ou poche gastrique. Dans leur forme primitive la plus simple, le premier est représenté par le feuillet cutané ou exoderme; le dernier, par le feuillet intestinal ou entoderme. L'homologie de ces feuillets primaires du blastoderme justifie notre hypothèse; car, de l'éponge la plus simple jusqu'à l'homme, nous pouvons leur attribuer la même origine et aussi la même valeur morphologique.

Chez beaucoup d'animaux inférieurs, il se forme, par différenciation ultérieure des deux feuillets primaires du blastoderme, d'abord un squelette interne ou externe: c'est ce qui arrive par exemple chez les éponges, les coraux et autres zoophytes. Chez les ancêtres des vertébrés, la formation du squelette s'effectua beaucoup plus tard, seulement chez les chordoniens. Chez ces derniers apparurent aussi, bientôt après, deux autres systèmes organiques : le système nerveux et le système musculaire. Dans sa remarquable monographie de l'hydre, du polype vulgaire d'eau douce, Nicolas Kleinenberg a montré comment ces deux systèmes organiques, qui sont toujours la condition l'un de l'autre, se sont développés en se combinant et s'opposant l'un à l'autre ([134]). Chez ces intéressants animalcules, les cellules du feuillet cutané acquièrent, en dedans, des prolongements filiformes, maintenus rigides par la propriété caractéristique des muscles, la contractilité. La portion externe, arrondie des cellules exodermiques demeure sensible et fonctionne comme élément nerveux; la portion interne, filiforme, des mêmes cellules devient contractile et, quand elle est excitée par la première, fonctionne comme élément musculaire. Ces curieuses cellules névro-musculaires réunissent donc, dans un même individu de premier ordre, les fonctions de deux systèmes organiques. Il se fait un pas de plus en avant : la moitié interne, musculaire, de la cellule névro-musculaire acquiert un noyau propre, se sépare de la cellule nerveuse externe, et les deux systèmes organiques ont alors chacun leur forme élémentaire, indépendante. La séparation

du feuillet fibro-cutané musculaire d'avec le feuillet nerveux cutané-sensitif, chez l'embryon des vers, est la confirmation de cet important phénomène phylogénétique (fig. 36, 38).

Les quatre systèmes organiques précités existaient déjà, quand se développa, dans la série ancestrale de l'homme, un appareil qui semble, à première vue, n'avoir qu'une importance secondaire; mais la précoce apparition de cet organe dans la série animale et chez l'embryon prouve que son antiquité est grande et qu'il a, par conséquent, une grande valeur physiologique et morphologique. C'est l'appareil urinaire ou rénal, le système organique chargé d'excréter et d'expulser les matériaux inutiles. Vous savez combien le premier rudiment des reins primitifs apparaît de bonne heure, chez l'embryon de tous les vertébrés, longtemps avant qu'il y ait la moindre trace du cœur. Aussi trouvons-nous déjà, dans le groupe multiforme des vers, deux canaux simples, qui sont les reins primitifs, les « canaux d'excrétion ou canaux aqueux ». Même la classe la plus inférieure des vers, cette classe encore dépourvue de cavité viscérale et de système circulatoire, est pourvue de ces « reins primitifs ».

C'est seulement en quatrième lieu et après le système rénal que le système circulatoire s'est formé chez nos ancêtres invertébrés. C'est ce que prouve clairement l'anatomie comparée des vers. Les vers inférieurs (*acoelomi*) n'ont encore ni la moindre pièce du système circulatoire, ni cavité viscérale, ni sang, ni cœur; il en est ainsi, par exemple, dans la grande division des vers plathelminthes (turbellariés, trématodes, vers rubanés). C'est seulement chez les vers supérieurs, chez les cœlomates (*coelomati*), qu'une cavité viscérale pleine de sang, un cœlom, commence à se former; puis des vaissaux sanguins spéciaux ne tardent pas à se développer. Ces systèmes se sont transmis héréditairement des cœlomates aux quatre groupes zoologiques supérieurs.

Les systèmes organiques, que nous venons de passer en revue, sont communs aux vertébrés et aux trois groupes zoologiques supérieurs des articulés, des mollusques et des radiés; il nous faut donc admettre que ces systèmes sont, chez tous ces groupes, un legs fait par les cœlomates; mais le système du squelette est un appareil moteur passif exclusivement propre aux vertébrés. Chez les invertébrés les plus voisins des vertébrés, chez les ascidies seulement, nous trouvons le rudiment le plus élémen-

taire du squelette, la chorda. De là nous devons conclure que les ancêtres communs aux uns et aux autres, les chordoniens, se sont séparés des vers cœlomates à une époque relativement tardive. Sans doute, la chorda fait partie de ces organes, qui apparaissent de très-bonne heure chez l'embryon vertébré; mais néanmoins il y a là évidemment une *hétérochronie ontogénétique*, c'est-à-dire une *perturbation de la succession phylogénétique primitive*, graduellement produite par des adaptations embryonnaires, comme on en observe souvent dans l'ontogénie des autres organes ([135]). L'anatomie comparée autorise à admettre que le premier rudiment du squelette a succédé à ceux des systèmes rénal et vasculaire, quoique l'ontogénie semble indiquer le contraire.

Le dernier venu de tous les systèmes organiques, chez nos ancêtres, est le système génital; je veux dire seulement que les organes sexuels sont arrivés plus tard que tous les autres organes à acquérir une forme indépendante, à former un système spécial. Les cellules génératrices nous représentent la forme la plus simple des organes sexuels. Ce ne sont pas seulement les vers inférieurs et les zoophytes qui se reproduisent par génération sexuée; il en est vraisemblablement de même chez la souche ancestrale de tous les métazoaires, chez la gastraea. Mais, chez tous les animaux inférieurs, les cellules génératrices ne sont nullement des organes sexuels au sens morphologique; ce ne sont, comme nous le verrons bientôt, que des parties constituantes d'autres organes.

Si cette interprétation phylogénétique de la succession ontogénétique des systèmes organiques est juste, et je crois l'avoir suffisamment prouvé dans ma théorie gastréenne, elle jette un jour intéressant sur l'âge fort divers des éléments principaux de notre corps. Chez l'homme, la peau et l'intestin sont plus vieux de bien des milliers d'années que les muscles et les nerfs; ceux-ci à leur tour sont bien plus anciens que les reins et les vaisseaux sanguins; enfin, ces derniers sont antérieurs de nombre de milliers d'années au squelette et aux organes sexuels. Il est parfaitement erroné de regarder, comme on le fait d'ordinaire, le système circulatoire comme un des systèmes organiques les plus primitifs; cela est aussi faux que de croire avec Aristote, que dans l'embryon de poulet le cœur est le premier organe formé. Tous les métazoaires inférieurs nous enseignent même

que l'évolution historique du système circulatoire a commencé à une époque relativement récente. Non-seulement tous les zoophytes (éponges, coraux, hydropolypes, méduses), mais encore tous les vers inférieurs (*acoelomi*) manquent complétement de système circulatoire. Chez tous ces animaux, les liquides digérés sont directement charriés par des prolongements du tube digestif, par les « canaux gastriques », dans les diverses parties du corps. Le système circulatoire ne commence à se développer que chez les vers moyens et supérieurs, quand il se forme autour de l'intestin une cavité, le cœlom, ou un système de lacunes communiquant ensemble, dans lesquelles est recueilli le liquide nutritif transsudant à travers la paroi intestinale (le sang).

Dans la série généalogique de l'homme, nous rencontrons ce premier rudiment du système circulatoire chez ces groupes de vers que nous avons appelés scolécides (*scolecida*). Comme vous vous le rappelez, ces scolécides forment une série intermédiaire aux vers primitifs les plus inférieurs, dépourvus de sang, aux archelminthes, et aux vers chordoniens, déjà pourvus d'un système circulatoire et d'une chorda. Chez les anciens scolécides, le système circulatoire a débuté par la formation d'un cœlom simple, c'est-à-dire d'une cavité viscérale pleine de liquide et entourant l'intestin. L'origine de cette cavité est l'accumulation d'un liquide nutritif dans une fissure située entre le feuillet fibro-intestinal et le feuillet fibro-cutané. Cette forme extrêmement simple du système circulatoire se rencontre encore aujourd'hui chez les bryozaires (*bryozoa*), les rotatoires (*rotatoria*) et d'autres vers inférieurs. Le liquide cœlomatique contenu dans cette cavité peut tenir en suspension des cellules détachées des deux feuillets fibreux.

Le premier perfectionnement apporté à ce système circulatoire primitif fut la formation de canaux sanguifères, qui se développèrent, indépendamment du cœlom, dans la paroi intestinale et même dans le feuillet fibro-intestinal. Ces « vaisseaux sanguins », au sens étroit du mot, existent chez les groupes moyens et supérieurs des vers; ils y sont très-variés de forme, tantôt très-simples, tantôt très-complexes. Dans ces appareils, qui vraisemblablement furent les premiers rudiments du système circulatoire complexe des vertébrés, il faut distinguer deux « vaisseaux primitifs » primordiaux : un vaisseau dorsal et un vaisseau abdominal, se dirigeant d'avant en arrière le long de la paroi intes-

tinale: le premier, du côté du dos; le second, du côté du ventre. En avant et en arrière, ces deux vaisseaux s'anastomosent par une anse embrassant l'intestin. Le sang contenu dans les deux tubes est mis en mouvement par des contractions péristaltiques.

Nous voyons, dans la classe des annélides, comment cette ébauche de système circulatoire s'est ultérieurement développée. Chez ces animaux, le système circulatoire est très-diversement développé. Ce sont d'abord de nombreux vaisseaux transverses, reliant les vaisseaux dorsal et abdominal et entourant l'intestin (fig. 186). D'autres vaisseaux se développent et se ramifient dans la paroi du corps; ils charrient aussi du sang. Chez les vers ancestraux, que nous avons appelés chordoniens, la section antérieure de l'intestin se change en cage branchiale, et alors les arcs vasculaires, qui, dans la paroi de cette cage, vont du vaisseau dorsal au vaisseau ventral, deviennent des vaisseaux branchiaux servant à la respiration. L'organisation du curieux *balanoglossus* (fig. 111) nous fournit encore aujourd'hui un exemple de ce genre de circulation branchiale.

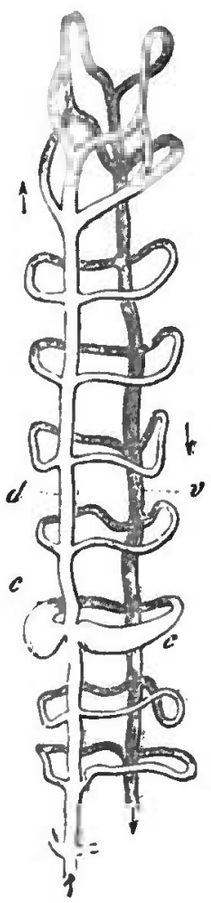


Fig. 186.

Nous constatons un progrès notable chez les ascidies actuelles, chez ces vers que nous avons regardés comme les plus proches parents de nos ancêtres chordoniens. Chez ces animaux, nous rencontrons pour la première fois un véritable cœur, c'est-à-dire un organe circulatoire central, dont les pulsations ou contractions de la paroi musculaire chassent le sang dans les vaisseaux.

Le cœur a, dans ce cas, une forme très-simple: c'est un sac fusiforme, se continuant à ses deux extrémités en un gros vaisseau (fig. 97, *c*, pl. VIII, fig. 14, *hz*). La position primitive du cœur derrière la cage branchiale, sur la paroi abdominale de l'ascidie, montre assez que le cœur résulte de la dilatation d'une portion du vaisseau ventral. Nous avons déjà parlé de la direction du sang dans ce système; elle est curieuse:

Fig. 186. — *Système circulatoire sanguin d'une annélide* (sænuris); section antérieure. *d*, vaisseau dorsal. *v*, vaisseau abdominal. *c*, anastomoses transversales entre les deux vaisseaux (elles sont dilatées en cœur). Les flèches indiquent la direction du sang. (D'après Gegenbaur.)

le cœur chasse le sang alternativement en avant et en arrière. C'est là un fait significatif; en effet, tandis que, chez la plupart des vers, le sang parcourt le vaisseau dorsal d'arrière en avant, chez les vertébrés, au contraire, il est chassé d'avant en arrière. Par l'alternance de ses contractions, le cœur de l'ascidie nous retrace en quelque sorte la transition phylogénétique entre l'ancienne direction en avant du courant dorsal, chez les vers, et sa nouvelle direction en arrière, chez les vertébrés.

En s'adaptant à la direction nouvelle chez les anciens chordoniens, d'où sortit l'embranchement vertébré, les deux vaisseaux partant des extrémités du cœur servirent à une fonction constante. A partir de ce moment, la section antérieure du vaisseau abdominal charria constamment le sang sortant du cœur; elle fonctionna comme un vaisseau efférent ou artère; au contraire, la section postérieure ramena au cœur le sang circulant dans le corps; elle fonctionna comme un vaisseau afférent ou veine. En tenant compte des rapports de chacune de ces portions avec l'intestin, nous pouvons appeler la première « veine intestinale » et la seconde « artère branchiale ». Le sang contenu dans les deux vaisseaux et dans le cœur est du sang veineux, c'est-à-dire du sang chargé d'acide carbonique; au contraire, le sang allant des branchies au vaisseau dorsal, et qui a renouvelé sa provision d'oxygène, est du sang artériel. Les dernières ramifications des artères et des veines se continuent, dans la trame des tissus, avec un fin réseau intermédiaire de vaisseaux capillaires.

En passant de l'ascidie à son voisin et parent l'amphioxus, nous sommes d'abord frappés par la structure évidemment rétrograde du système circulatoire. Vous le savez, l'amphioxus n'a pas de cœur proprement dit; chez lui, le sang est mis en mouvement par les gros vaisseaux, qui se contractent dans toute leur longueur (fig. 95 et pl. VIII, fig. 15). Un vaisseau dorsal, situé au-dessus de l'intestin, l'aorte, recueille le sang artériel venant des branchies et le chasse dans le corps. Au retour, le sang veineux se rassemble dans un vaisseau abdominal, situé au-dessous de l'intestin, dans la veine intestinale, et de là il revient aux branchies. Dans les branchies, de nombreux arcs vasculaires, chargés de la fonction respiratoire, relient antérieurement le vaisseau abdominal et le vaisseau dorsal; ils absorbent l'oxygène dissous dans le milieu aquatique et excrètent l'acide carbonique. Déjà, chez l'ascidie, la section du vaisseau abdominal,

qui, chez les crâniotes, forme le cœur, se dilate en poche cardiaque; il faut donc regarder l'absence de cœur chez l'amphioxus comme un fait de rétrogradation, comme un retour à l'antique forme de système circulatoire, que l'on rencontre chez les scolécides et beaucoup d'autres vers. Il nous faut admettre que les acrâniens figurant dans la série de nos ancêtres n'ont point subi cette rétrogadation, qu'ils avaient hérité des chordoniens d'un cœur uniloculaire et qu'ils l'ont transmis aux premiers crâniotes.

L'anatomie comparée des crâniotes nous fait assister au développement ultérieur du système circulatoire. Dans le groupe le plus inférieur, chez les cyclostosmes, nous trouvons pour la première fois, à côté du système sanguin, un système lymphatique, un ensemble de canaux recueillant le liquide incolore qui transsude des tissus et le ramenant dans le courant sanguin. Ceux de ces vaisseaux lymphatiques qui recueillent les liquides lactés directement fournis par la paroi intestinale et les ramènent au courant sanguin prennent le nom de « vaisseaux chylifères ». En dépit de son aspect laiteux, qu'il doit à un grand nombre de corpuscules gras, le chyle n'est que de la lymphe incolore. Le chyle et la lymphe tiennent en suspension les mêmes cellules amiboïdes incolores (fig. 4), les « globules blancs », qui se rencontrent aussi dans le sang; mais ce dernier liquide tient en outre en suspension une énorme quantité de globules rouges, qui donnent au sang des crâniotes sa couleur vermeille. La distinction existant généralement chez les crâniotes entre les vaisseaux lymphatiques, les vaisseaux chylifères et les vaisseaux sanguins résulte de la division du travail, de la différenciation effectuée entre les diverses portions d'un système circulatoire primitif, hémolymphatique, d'abord simple.

Le cœur lui-même, l'organe central de la circulation chez les crâniotes, s'est déjà perfectionné chez les cyclostomes. La simple poche fusiforme s'est divisée en deux cavités séparées par deux valvules. La cavité postérieure, l'oreillette (*atrium*), reçoit le sang veineux de tout le corps et le chasse dans la cavité antérieure ou ventricule (*ventriculus*). Du ventricule, le sang est poussé dans les branchies par le tronc des artères branchiales ou section antérieure du vaisseau abdominal.

Chez les poissons primitifs ou sélaciens, un bulbe artériel se différencie de l'extrémité antérieure du ventricule, dont il est

séparé par des valvules (*bulbus arteriosus*). C'est l'extrémité postérieure élargie du tronc artériel branchial (fig. 187 *abr*), d'où partent, de chaque côté, cinq à sept artères branchiales.

Ces artères montent entre les fentes branchiales (*s*) sur les arcs branchiaux, entourent le pharynx et se réunissent supérieurement en un tronc aortique commun, dont une branche se dirige en arrière sur l'intestin et répond au vaisseau dorsal des vers. Les arcs artériels se ramifient sur les arcs branchiaux en un réseau de capillaires respiratoires; aussi contiennent-ils, dans leur portion inférieure, dans les arcs artériels branchiaux, du sang veineux, tandis que du sang artériel circule dans leur portion supérieure dans les arcs aortiques. On appelle racines aortiques les anastomoses droites et gauches des arcs artériels de l'aorte. Il finit par ne plus rester que cinq paires d'arcs aortiques, d'abord fort nombreux; c'est de ces cinq paires d'arcs (fig. 188) que proviennent, chez tous les vertébrés supérieurs, les principaux troncs du système artériel.

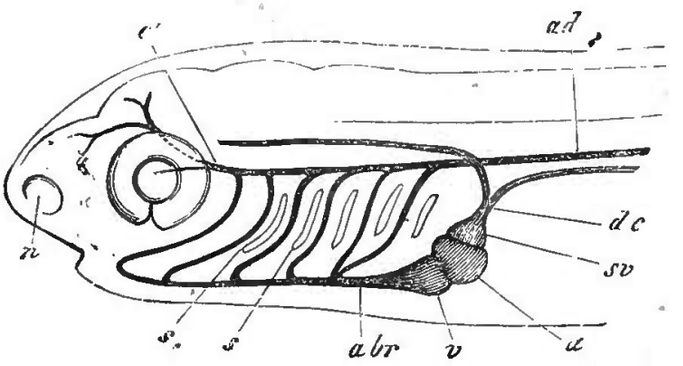


Fig. 187.

L'apparition des poumons et de la respiration aérienne, que nous rencontrons d'abord chez les dipneustes, influe beaucoup sur le développement ultérieur des vaisseaux dont nous venons de parler. Chez les dipneustes, l'oreillette cardiaque se divise par une cloison incomplète en deux moitiés. A partir de ce moment, l'oreillette droite seule reçoit le sang veineux du corps. L'oreillette gauche, au contraire, reçoit le sang artériel des veines pulmonaires. Les deux oreillettes s'ouvrent dans un grand ventricule, où les deux sangs se mélangent, puis sont chassés ensemble dans les arcs artériels. Des derniers arcs artériels naissent les artères pulmonaires (fig. 189, *p*; 190, *p*); ces ar-

Fig. 187. — *Tête d'un embryon de poisson*, avec le rudiment du système circulatoire, vue du côté gauche. *dv*, canal de Cuvier (union des veines antérieure et postérieure). *sv*, sinus veineux (portion élargie du canal de Cuvier). *a*, oreillette. *v*, ventricule. *abr*, tronc des artères branchiales. *s*, fentes branchiales (entre les arcs artériels). *ad*, aorte. *c'*, artère principale (carotide). *n*, fosse nasale. (D'après Gegenbaur.)

tères chassent une partie du sang mélangé dans les poumons, tandis que le reste est poussé par l'aorte dans le corps.

Au-dessus des dipneustes, le développement progressif du système circulatoire continue, et finalement, alors que la respiration branchiale cesse, les deux moitiés du système circulatoire se séparent complétement. Chez les amphibies, la cloison intermédiaire des oreillettes se complète. Durant le premier âge, ces animaux respirent encore par des branchies, leur circulation se fait comme chez les poissons et leur cœur ne contient plus que du sang veineux. Chez les protamniotes et les reptiles, le ventricule lui-même et le tronc artériel qui en part commencent à se

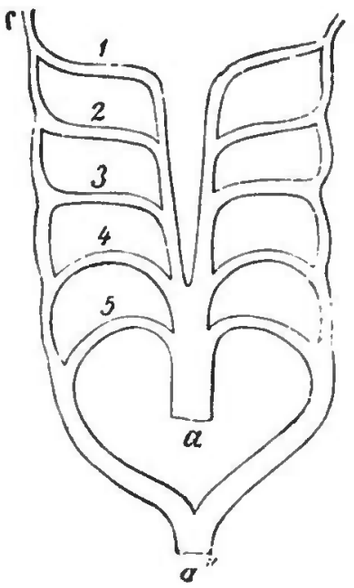


Fig. 188.

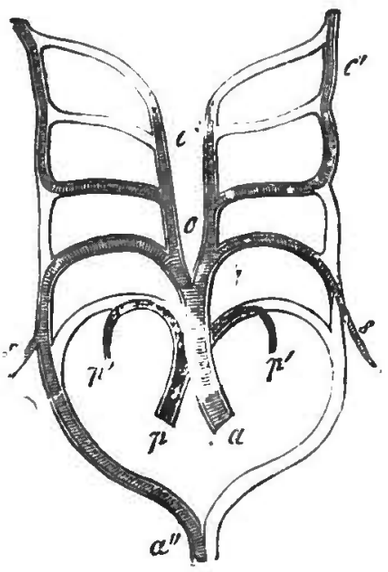


Fig. 189.

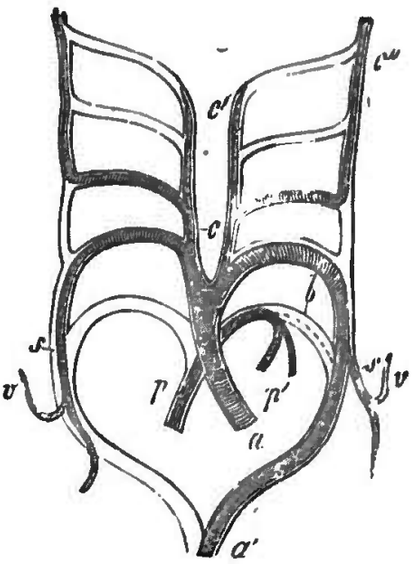


Fig. 190.

partager, par une cloison longitudinale, en deux moitiés, et cette cloison se complète chez les reptiles supérieurs et chez les formes ancestrales des mammifères. Alors la moitié droite du cœur ne contient plus que du sang veineux, la moitié gauche ne contient plus que du sang artériel, comme il arrive chez les

Fig. 188. — *Les cinq arcs artériels des crâniotes* (de 1 à 5), dans leur disposition primitive. *a.* tronc artériel. *a''*, tronc de l'aorte. *c*, artère principale (carotide), continuation antérieure des racines aortiques. (D'après Rathke.)

Fig. 189. — *Les cinq arcs artériels des oiseaux*, les portions teintées de clair ont disparu; les portions obscures persistent seules. Les lettres comme dans la figure 188. *s*, artère sous-clavière. *p*, artères pulmonaires. *p'*, ses branches. (D'après Rathke.)

Fig. 190. — *Les cinq arcs artériels des mammifères*, lettres comme dans la figure. *v*, artères vertébrales. *b*, conduit de Botal, ouvert chez l'embryon, fermé plus tard. (D'après Rathke.)

oiseaux et les mammifères. L'oreille droite reçoit le sang veineux des veines périphériques et le ventricule droit le chasse dans les poumons par les artères pulmonaires. Des poumons, le sang, devenu artériel, revient par les veines pulmonaires à l'oreillette gauche, et il est chassé par le ventricule gauche dans les artères du corps. Entre les artères pulmonaires et les veines pulmonaires, qu'il relie, se trouve le système capillaire de la petite circulation ou circulation pulmonaire. Entre les artères et les veines du corps, se trouve le système capillaire de la grande circulation ou circulation générale. C'est seulement dans les classes les plus élevées des vertébrés, chez les oiseaux et les mammifères, que la séparation des deux circulations est complète. Cette séparation s'est d'ailleurs effectuée isolément dans

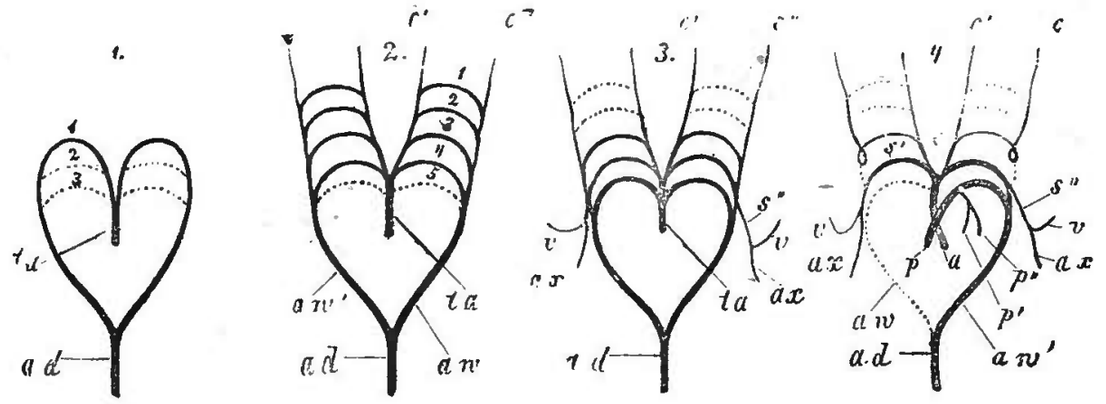


Fig. 191.

chaque classe, ainsi que nous l'apprend à lui seul l'inégal développement de l'aorte. Chez les oiseaux, qui descendent des reptiles, la moitié droite du quatrième arc artériel s'est transformée en arc aortique (*arcus aortae*) permanent (fig. 189). Au contraire, ce même arc est provenu de la moitié gauche du même arc artériel chez les mammifères, qui descendent directement des protamniotes (fig. 190).

Fig. 191. — *Transformation des cinq arcs artériels chez l'embryon humain* (schéma d'après Rathke). *ta*, tronc artériel. 1, 2, 3, 4, 5, les cinq premières paires d'arcs artériels. *ad*, tronc aortique. *aw*, racines aortiques. Dans la figure 1, les trois arcs aortiques sont indiqués ; dans la figure 2, les cinq arcs sont dessinés (les lignes ponctuées indiquent les arcs non développés). Dans la figure 3, les deux premiers arcs ont déjà disparu. La figure 4 représente les troncs artériels définitifs ; les lignes ponctuées indiquent les arcs disparus. *s*, artère sous-clavière. *v*, artère vertébrale. *ax*, artère axillaire. *c*, artère carotide. *c'*, carotide externe. *c''*, carotide interne. *p*, artère pulmonaire.

Le système artériel complétement développé paraît dissemblable dans les diverses classes des vertébrés, pourtant il dérive partout de la même forme fondamentale. Chez l'homme, l'évolution du système circulatoire s'effectue exactement comme chez les autres mammifères; la transformation des cinq arcs artériels est surtout identique (fig. 191). Il apparaît d'abord une seule paire d'arcs, située à la surface interne de la première paire d'arcs branchiaux (fig. 92-94; fig. 191,$_1$). En arrière de cette première paire s'en développent une deuxième et une troisième, situées en dedans des deuxième et troisième arcs branchiaux. Enfin, en arrière de ces dernières paires, il en apparaît encore une quatrième et une cinquième (fig. 191,$_2$). Mais à mesure que les deux dernières paires se développent, les deux premières s'oblitèrent (fig. 193,$_3$). C'est seulement des trois arcs artériels postérieurs (3, 4, 5, dans la figure 191,$_2$) que proviennent les troncs artériels définitifs; les artères pulmonaires se forment aux dépens du dernier arc (*p*, fig. 191, 4) (voir fig. 190).

Le cœur de l'homme se développe exactement comme celui des mammifères. Nous avons déjà retracé à grands traits l'embryologie de l'homme, qui coïncide essentiellement avec sa phylogénie (fig. 88-92). Vous n'avez pas oublié que le cœur commence par un épaississement fusiforme du feuillet fibro-intestinal dans la paroi abdominale de l'intestin céphalique (fig. 88, *df*). Puis le rudiment cardiaque, fusiforme, s'évide, devient une poche simple, se sépare de son lieu d'origine et, à partir de ce moment, est libre dans la cavité cardiaque (fig. 90-91). Bientôt cette poche s'incurve en S (fig. 89) et pivote autour d'un axe idéal, de telle sorte que sa partie postérieure vient se placer sur la surface dorsale de la portion antérieure. C'est dans l'extrémité postérieure que s'ouvrent les veines vitellines réunies (fig. 94, *d*). De l'extrémité antérieure partent les arcs aortiques, d'abord au nombre de deux seulement, puis de plusieurs paires.

Cette ébauche première du cœur humain, qui n'est encore qu'une poche simple, rappelle le cœur de l'ascidie, et peut être considérée comme une répétition du cœur des chordoniens; mais bientôt le cœur se différencie en deux, puis en trois sections, qui le font ressembler, pour un temps, au cœur des cyclostomes et des poissons.

La rotation en spirale et l'incurvation du cœur s'accusent de plus en plus; en même temps se creusent trois étranglements

transversaux, limitant extérieurement trois sections cardiaques (fig. 192-193). La section antérieure, tournée vers le côté abdominal et d'où naissent les arcs aortiques, reproduit le bulbe artériel (*bulbus arteriosus*) des sélaciens. La section moyenne est le rudiment d'un ventricule simple (*ventriculus*), et la postérieure, tournée vers le côté dorsal et dans laquelle débouchent les veines vitellines, est le rudiment d'une oreillette simple (*atrium*). Cette dernière forme, exactement comme l'oreillette simple du cœur des poissons, une paire d'expansions latérales, les *auricules* cardiaques (*auriculae*, fig. 192, *b*); l'étranglement annulaire, qui sépare l'oreillette du ventricule, s'appelle canal auriculaire (*canalis auricularis*, fig. 193, *ca*). A ce

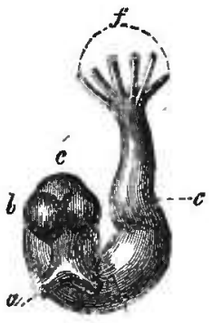


Fig. 192.

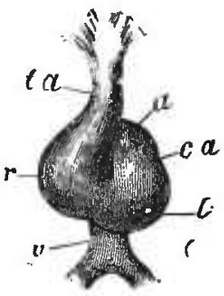


Fig. 193.

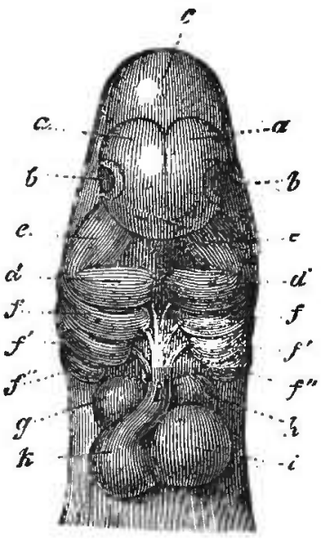


Fig. 194.

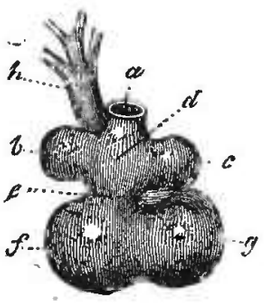


Fig. 195.

moment, le cœur de l'embryon humain est exactement un cœur de poisson.

L'ontogénèse du cœur humain est tout à fait d'accord avec sa

Fig. 192. — *Cœur d'un embryon de lapin*, vu postérieurement. *a*, veines vitellines. *b*, auricules cardiaques. *c*, oreillette. *d*, ventricule. *e*, tronc artériel. *f*, base des trois paires d'arcs artériels. (D'après Bischoff.)

Fig. 193. — *Cœur du même embryon*, vu antérieurement. *v*, veines vitellines. *a*, oreillette. *ca*, canal auriculaire. *l*, ventricule gauche. *r*, ventricule droit. *ta*, tronc artériel. (D'après Bischoff.)

Fig. 194. — *Cœur et tête d'un embryon de chien*, vus antérieurement. *a*, cerveau antérieur. *b*, yeux. *c*, cerveau moyen. *d*, maxillaire inférieur primitif. *e*, maxillaire supérieur primitif. *f*, arcs branchiaux. *g*, oreillette droite. *h*, oreillette gauche. *i*, ventricule gauche. *k*, ventricule droit. (D'après Bischoff.)

Fig. 195. — *Cœur du même embryon*, vu postérieurement. *a*, embouchure des veines vitellines. *b*, auricule gauche cardiaque. *c*, auricule droite cardiaque. *d*, oreillette. *e*, canal auriculaire. *f*, ventricule gauche. *g*, ventricule droit. *h*, tronc artériel. (D'après Bischoff.)

phylogénèse (XXXIIIe tableau) pour nous montrer un graduel passage du cœur du poisson au cœur de l'amphibie, de l'amphibie au cœur du mammifère. Le fait le plus important de cette graduelle transformation est la formation d'une cloison longitudinale d'abord incomplète, puis complète. Cette cloison partage les trois sections du cœur en une moitié droite, veineuse, et une moitié gauche, artérielle (fig. 194-199). Par cette cloison, l'oreillette est divisée en un atrium droit et un gauche, à cha-

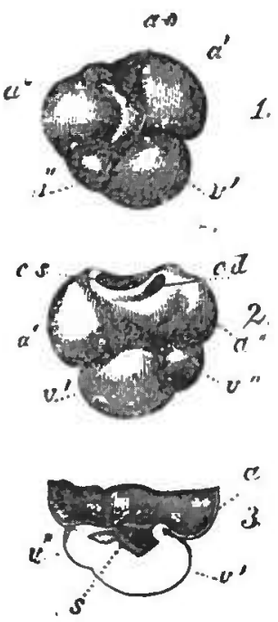


Fig. 196.

Fig. 197.

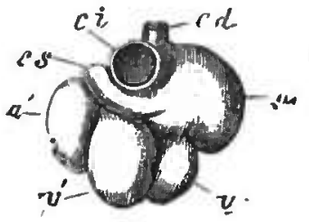


Fig. 198.

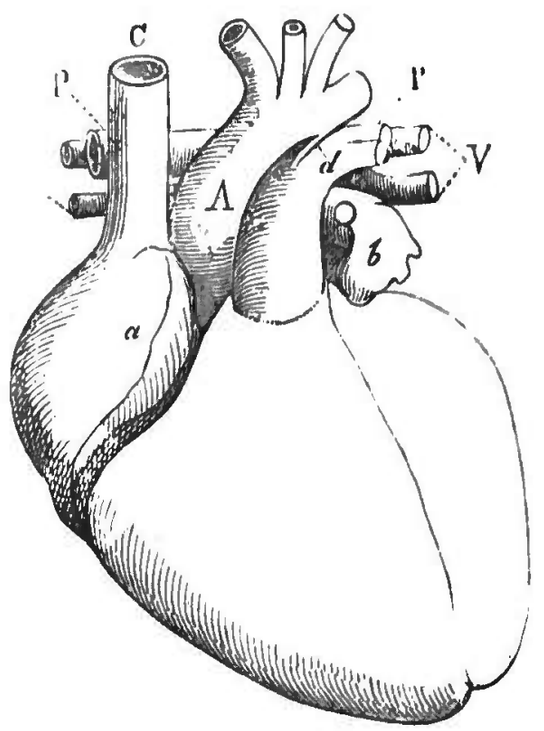


Fig. 199.

Fig. 196. — *Cœur d'un embryon humain de quatre semaines*, 1° vu antérieurement; 2° vu postérieurement; 3° cœur ouvert: la moitié supérieure de l'oreillette est enlevée. *a'*, oreillette cardiaque gauche. *a''*, oreillette cardiaque droite. *v'*, ventricule gauche. *v''*, ventricule droit. *ao*, bulbe artériel. *c*, veine cave supérieure. *cd*, droite. *cs*, gauche. *s*, rudiment de la cloison ventriculaire. (D'après Kœlliker.)

Fig. 197. — *Cœur d'un embryon humain de six semaines*, vu antérieurement. *r*, ventricule droit. *t*, ventricule gauche. *s*, sillon intermédiaire aux deux ventricules. *ta*, bulbe artériel. *af*, sillon à la surface du bulbe; à droite et à gauche, les deux grandes oreillettes. (D'apres Ecker.)

Fig. 198. — *Cœur d'un embryon humain de huit semaines*, vu postérieurement. *a'*. oreillette cardiaque gauche. *a''*, oreillette cardiaque droite. *v'*, ventricule gauche. *v''*, ventricule droit. *cd*, veine cave supérieure droite. *cs*, veine cave supérieure gauche. *ci*, veine cave inférieure. (D'après Kœlliker.)

Fig. 199. — *Cœur de l'homme adulte*, vu antérieurement dans sa position naturelle. *a*, oreillette droite (au-dessous, le ventricule droit). *b*, oreillette gauche (au-dessous, le ventricule gauche). *C*, veine cave supérieure. *V*, veines pulmonaires. *P* artères pulmonaires, conduit de Botal. *A*, aorte. (D'après Meyer.)

cun desquels appartient l'auricule correspondante ; dans l'oreillette droite débouchent les veines du corps, les veines caves supérieure et inférieure (fig. 196, *c* ; 198, *c*) ; l'oreillette gauche reçoit les veines pulmonaires. En même temps on apperçoit de bonne heure un sillon superficiel, interventriculaire (*sulcus interventricularis*, fig. 197, *s*), correspondant à la cloison interne qui, une fois complète, divise le ventricule en deux loges, une loge droite, veineuse, et une loge gauche, artérielle. Une cloison longitudinale se développe finalement dans la troisième section du cœur pisciforme primitif, dans le bulbe artériel, et elle est aussi marquée par un sillon longitudinal (fig. 197, *a f*). Par suite, la cavité du bulbe artériel se divise en deux moitiés latérales : le bulbe artériel pulmonaire, s'ouvrant dans le ventricule droit, et le bulbe aortique, s'ouvrant dans le ventricule gauche. Pour que la petite circulation ou circulation pulmonaire soit complétement séparée de la grande ou circulation du corps, il faut que la formation de ces cloisons soit complète ; le centre moteur de la première est dans la moitié droite du cœur ; le centre moteur de la seconde est dans la moitié cardiaque gauche (voir, dans le XXXIIIe tableau, la vue d'ensemble de la phylogénie du cœur humain).

Primitivement, le cœur de l'embryon humain et de tous les amniotes est situé bien en avant, sur le côté inférieur de la tête ; c'est sa situation permanente, chez les poissons, où il se trouve en avant du pharynx. Plus tard, à mesure que se développent le cou et la poitrine, le cœur recule de plus en plus et finit par être placé au-dessous, dans la poitrine, entre les deux poumons. D'abord il est situé, tout à fait symétriquement, dans le plan moyen du corps, avec l'axe duquel son axe longitudinal se confond (pl. II, fig. 8). Chez la plupart des mammifères, cette position symétrique persiste toute la vie. Au contraire, chez les singes, l'axe du cœur commence à s'incliner et la pointe du cœur se déplace vers la gauche. Ce mouvement de rotation s'accuse surtout chez les singes anthropoïdes, qui se rapprochent de l'homme aussi par cette particularité.

L'embryologie du cœur humain, comme celle de toutes les autres sections du système vasculaire, suggère de nombreuses et importantes conclusions phylogéniques ([136]). Mais, pour en bien apprécier la valeur, il faut bien connaître la structure complexe du système circulatoire, chez l'homme et chez les

autres vertébrés ; force nous sera donc de ne pas nous y arrêter. Nombre des faits ontogéniques du système circulatoire, surtout ceux qui ont trait à la formation des diverses parties de ce système aux dépens des feuillets blastodermiques secondaires, sont encore très-obscurs et très-discutés. C'est ce qui a lieu, par exemple, pour l'origine de l'épithélium cœlomatique, c'est-à-dire de la couche de cellules qui tapisse la cavité cardiaque. Sans doute il y a une importante différence phylogénétique entre l'*exocœlar* ou épithélium cœlomatique pariétal, qui provient du feuillet fibro-cutané, et l'*endocœlar* ou épithélium cœlomatique viscéral, qui dérive du feuillet fibro-intestinal. Le premier peut dépendre de l'épithélium embryonnaire mâle, rudiment du testicule ; le second dépend sans doute de l'épithélium embryonnaire féminin, rudiment de l'ovaire (voir le XXXIVe tableau et la XVe leçon).

Il faut bien remarquer que la forme première du système circulatoire et notamment la formation des vaisseaux vitellins (*vasa vitellina* ou *vasa omphalo-mesenterica*, fig. 93, 94) ne représente pas, au point de vue phylogénétique, une formation primaire, mais une formation secondaire. Chez l'embryon de l'homme et chez celui de tous les autres amniotes, ce système circulatoire embryonnaire n'est qu'un produit d'adaptation au développement du jaune de nutrition ou de la vésicule ombilicale : il apparaît avec eux. La forme primitive du système circulatoire des vertébrés, telle que la conserve encore l'amphioxus, s'altère graduellement et disparaît quand se développe le jaune de nutrition, ce qui a déjà lieu chez les poissons. Ce fait évident vient encore corroborer notre loi biogénétique fondamentale : l'embryologie de chaque système organique, dans un organisme isolé, est, en soi, parfaitement inintelligible ; elle ne saurait se comprendre sans le secours de l'anatomie comparée et de l'étiologie phylogénique.

TRENTE-DEUXIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principales périodes phylogéniques du système circulatoire humain.

I. Première période : *Ancienne circulation des scolécides.*

Entre le tégument cutané et la paroi intestinale se forme une simple cavité viscérale, une « cavité périentérique », comme il arrive encore chez les bryozoaires et les autres cœlomates.

II. Deuxième période : *Circulation plus récente des scolécides.*

Dans la paroi intestinale (dans le feuillet fibro-intestinal) apparaissent les premiers vaisseaux sanguins, un vaisseau dorsal sur la ligne médiane du côté dorsal, et un vaisseau abdominal sur la ligne médiane du côté abdominal de l'intestin. L'un et l'autre proviennent de l'union de plusieurs anneaux vasculaires entourant l'intestin.

III. Troisième période : *Ancienne circulation des chordoniens.*

Pendant que la moitié intestinale antérieure se transforme en intestin branchial, la portion antérieure du vaisseau abdominal se transforme en artères branchiales et la portion antérieure du vaisseau dorsal en veines branchiales; entre les deux se développe un réseau capillaire.

IV. Quatrième période : *Circulation plus récente des chordoniens.*

La portion du vaisseau abdominal située d'abord derrière l'intestin branchial s'élargit en une simple poche cardiaque (ascidies).

V Cinquième période : *Circulation des acrâniens.*

Le vaisseau abdominal (veine intestinale) forme, autour de la poche hépatique existant alors, la première ébauche d'un système de la veine porte.

VI. Sixième période : *Circulation des cyclostomes.*

Le cœur uniloculaire se divise en deux loges : un ventricule postérieur et une oreillette antérieure. Avec le système vasculaire sanguin apparaît le système lymphatique.

VII. Septième période : *Circulation des poissons primitifs.*

De la section antérieure du ventricule part un bulbe artériel, duquel partent cinq paires d'arcs artériels.

VIII. Huitième période : *Circulation des dipneustes.*

De la dernière paire d'arcs artériels, de la cinquième, se développent les artères pulmonaires, comme chez les dipneustes.

IX. Neuvième période : *Circulation des amphibies.*

Les artères branchiales disparaissent avec les branchies. A droite et à gauche, des arcs artériels persistent.

X. Dixième période : *Circulation des mammifères.*

La séparation entre la grande et la petite circulation est parfaite. L'arc artériel droit et le conduit de Botal disparaissent.

TRENTE-TROISIÈME TABLEAU

Vue d'ensemble des principales périodes phylogéniques du cœur humain.

I. Première période : *Cœur des chordoniens.*

Le cœur forme une simple ampoule fusiforme du vaisseau abdominal, et la direction du sang y change alternativement, comme chez les ascidies.

II. Deuxième période : *Cœur des acrâniens.*

Le cœur ressemble à celui des chordoniens, mais la direction du sang y est constante et il se contracte toujours d'arrière en avant (rétrogradation chez l'amphioxus).

III. Troisième période : *Cœur des cyclostomes.*

Le cœur se divise en deux loges, une oreillette postérieure (atrium) et un ventricule antérieur (ventriculus).

IV Quatrième période : *Cœur des poissons primitifs.*

De la portion antérieure du ventricule part un bulbe artériel (bulbus arteriosus), comme chez tous les sélaciens.

V. Cinquième période : *Cœur des dipneustes.*

L'oreillette se divise, comme chez les dipneustes, par une cloison incomplète et perforée, en une moitié droite et une gauche.

VI. Sixième période : *Cœur des amphibies.*

La cloison séparant les deux oreillettes est complète, comme chez les amphibies supérieurs.

VII. Septième période : *Cœur des protamniens.*

Le ventricule se divise, par une cloison incomplète, en une moitié droite et une gauche (comme chez les reptiles).

VIII. Huitième période : *Cœur des monotrèmes.*

La paroi interventriculaire est complète, comme chez les mammifères.

IX. Neuvième période : *Cœur des marsupiaux.*

Les valvules situées entre les ventricules et les oreillettes (valvules atrioventriculaires) avec leurs fils tendineux et leurs papilles musculaires se différencient des tractus musculaires des monotrèmes.

X. Dixième période : *Cœur des singes.*

L'axe du cœur, d'abord situé sur la ligne moyenne, se déplace obliquement, de sorte que sa pointe se dirige à gauche (comme chez les singes et l'homme).

TRENTE-QUATRIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des organes primitifs, qui, vraisemblablement, peuvent être considérés comme homologues chez les vers, les articulés, les mollusques et les vertébrés (137).

VERMES.	ARTHROPODA.	MOLLUSCA.	VERTEBRATA.
I. Produits de différenciation du feuillet cutané-sensitif.			
1. Épiderme (epidermis)	1. Membrane chitinée (hypodermis)	1. Épiderme (epidermis)	1. Épiderme (epidermis)
2. Cerveau (ganglion sus-œsophagien)	2. Cerveau (ganglion sus-œsophagien)	2. Cerveau (ganglion sus-œsophagien)	2. Tube médullaire (portion la plus antérieure)
3. Organes d'excrétion (vaisseaux aqueux, organe segmenté)	3. Glandes de la carapace des crustacés (trachées des trachéates?)	3. Rudiments des reins.	3. Conduits des reins primitifs (proturetères)
II. Produits de différenciation du feuillet fibro-cutané.			
4. Derme (corium) (avec la poche musculaire annulaire!)	4. Derme (rudiment!)	4. Derme (corium) (avec la musculature cutanée?)	4. Derme (corium) (avec la couche musculaire cutanée?)
5. Poche musculaire longitudinale	5. Musculature du tronc	5. Musculature interne du tronc	5. Musculature latérale du tronc
6. Exocœlar. Couche cellulaire la plus interne de la paroi viscérale (avec la lamelle embryonnaire mâle)	6. Exocœlar. Couche cellulaire la plus interne de la paroi viscérale (avec la lamelle embryonnaire mâle)	6. Exocœlar. Épithélium cœlomatique pariétal (avec la lamelle embryonnaire mâle)	6. Exocœlar. Épithélium cœlomatique pariétal (avec la lamelle embryonnaire mâle)
III. Produits de différenciation du feuillet fibro-intestinal.			
7. Cavité viscérale (cœlom)	7. Cavité viscérale (cœlom)	7. Cavité viscérale (cœlom)	7. Cavité pleuropéritonéale
8. Endocœlar. Couche cellulaire la plus extérieure de la paroi intestinale (avec la lamelle embryonnaire femelle)	8. Endocœlar. Couche cellulaire la plus extérieure de la paroi intestinale (avec la lamelle embryonnaire femelle)	8. Endocœlar. Épithélium cœlomatique viscéral (avec la lamelle embryonnaire femelle)	8. Endocœlar. Épithélium cœlomatique viscéral (avec la lamelle embryonnaire femelle?)
9. Vaisseau dorsal	9. Cœur	9. Ventricule cardiaque (avec bulbe artériel)	9. Aorta (primordialis)
10. Vaisseau abdominal	10. —	10. —	10. Cœur (avec artère branchiale)
11. Paroi intestinale (à l'exclusion de l'épithélium)	11. Paroi intestinale (à l'exclusion de l'épithélium)	11. Paroi intestinale (à l'exclusion de l'épithélium)	11. Paroi intestinale (à l'exclusion de l'épithélium)
IV. Produits de différenciation du feuillet intestino-glandulaire.			
12. Épithélium intestinal	12. Épithélium intestinal	12. Épithélium intestinal	12. Épithélium intestinal

VINGT-CINQUIÈME LEÇON.

HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DES ORGANES GÉNITO-URINAIRES.

> Dans les sciences naturelles, les vérités les plus importantes ne se découvrent ni par la seule analyse philosophique, ni par la seule expérience, mais par une « expérimentation pensante », qui sait distinguer l'essentiel de l'accessoire et arrive ainsi à dégager des propositions fondamentales, qui suggéreront quantité d'expériences. Cela est au-dessus de la simple expérience ; c'est, si l'on veut, de « l'expérimentation philosophique ».
>
> JEAN MÜLLER (1840).

Importance de la reproduction. — Croissance. — Formes les plus simples de la reproduction asexuée : division et bourgeonnement. — Formes les plus simples de la reproduction sexuée : soudure de deux cellules différenciées, de la cellule spermatique mâle et de la cellule ovulaire femelle. — Fécondation. — Source primitive de l'amour. — Hermaphroditisme primitif, séparation ultérieure des sexes (gonochorismus). — Les deux cellules sexuelles primitives dérivent des deux feuillets blastodermiques primitifs. — Exoderme mâle et entoderme femelle. — Origine des testicules et de l'ovaire. — Migration des cellules sexuelles dans le cœlom. — Rudiment hermaphroditique de l'épithélium embryonnaire ou de la lamelle sexuelle. — Conduits sexuels d'expulsion : oviductes et canaux déférents. — Leur origine aux dépens des conduits rénaux primitifs. — Organes d'excrétion des vers. — Canaux noueux des annélides. — Canaux latéraux de l'amphioxus. — Reins primitifs des myxinoïdes. — Reins primitifs des crâniotes. — Évolution des reins secondaires permanents chez les amniotes. — Formation de la vessie urinaire aux dépens de l'allantoïde. — Différenciation des canaux primaires et secondaires des reins primitifs : canal de Müller (oviductes) et canal de Wolff (canaux déférents). — Migration des glandes génératrices chez les mammifères. — Formation de l'œuf chez les mammifères (pellicule de Graaf). — Origine des organes sexuels externes. — Formation du cloaque. — Hermaphroditisme chez l'homme.

Messieurs,

Si nous voulons apprécier l'importance des systèmes organiques d'après la richesse des phénomènes dont ils sont le siége et d'après l'intérêt physiologique qui s'y rattache, force nous sera de faire grand cas du système dont il nous reste à étudier

le développement : je veux parler du système des organes reproducteurs. De même que la nutrition est la condition nécessaire pour la conservation de l'individu organique, ainsi le maintien de l'espèce est subordonné à la reproduction, de laquelle dépend aussi la conservation de la longue série de générations qui, dans leur connexion généalogique, représentent la tribu organique ou phylum. Nul organisme ne vit éternellement. Un court espace de temps est accordé à son évolution individuelle, un instant fugitif dans la série des cycles chronologiques de l'histoire organique terrestre.

Aussi la reproduction, en y comprenant l'hérédité, qui en dépend strictement, a été, avec la nutrition, considérée comme la plus importante des fonctions organiques fondamentales ; d'ordinaire on la considère comme la caractéristique des corps vivants, par opposition aux corps sans vie ou anorganiques. Pourtant cette division est moins profonde, moins compréhensive qu'elle ne le semble à première vue. En effet, si l'on pénètre bien la nature des phénomènes reproducteurs, on voit bientôt qu'il s'agit là d'une propriété générale commune aux corps anorganiques et organiques : cette propriété est la croissance. La reproduction est un excès de nutrition et de croissance de l'organisme ; cet excès déborde au delà de l'organisme et enlève une partie au tout. Cela devient évident quand on étudie la reproduction des organismes les plus simples et les plus inférieurs, surtout des monères et des amibes unicellulaires. Quand l'un de ces individus élémentaires, qui sont de simples plastides, a atteint, par les progrès de la nutrition et de la croissance, un certain volume, il ne le dépasse pas, mais se partage, par simple division, en deux moitiés semblables. Puis chacune de ces moitiés mène une vie individuelle, croît, à son tour, jusqu'à la limite, puis se divise. Dans chacune de ces scissions il se forme deux nouveaux centres d'attraction, bases des deux nouveaux individus, tandis que, dans la croissance, tout se passe autour d'un centre unique ([138]).

Chez beaucoup d'autres protozoaires, la reproduction ne se fait plus par division, mais par bourgeonnement. Dans ce cas, la croissance, qui fraye la voie à la reproduction, n'est point totale, comme dans la division, mais partielle. On peut donc, dans le bourgeonnement, considérer le produit de croissance locale, le bourgeon, qui devient un nouvel individu, comme l'enfant

de l'organisme d'où il sort. Ce dernier est plus âgé et plus volumineux que le premier, tandis que, dans la division simple, les produits sont de même âge et de même valeur morphologique. Les formes suivantes de la reproduction asexuée sont, en troisième lieu, la formation de bourgeons germinatifs, la polysporogonie et, en quatrième lieu, la formation des cellules germinatives, la monosporogonie. Mais cette dernière forme nous mène immédiatement à la reproduction sexuelle, dont la condition fondamentale est la différenciation des deux sexes. Dans ma « Morphologie générale » (vol. II, p. 32-71) et dans mon « Histoire de la création naturelle », j'ai démontré la connexion de ces divers modes de reproduction.

Tous les antiques ancêtres de l'homme et des animaux supérieurs n'étaient pas encore doués de la fonction supérieure de reproduction sexuée ; ils se multipliaient simplement par division, bourgeonnement, polysporogonie et monosporogonie, comme le font encore aujourd'hui la plupart des protozoaires. Ce fut seulement dans une période ultérieure de l'histoire organique terrestre que se produisit la séparation sexuelle, et cela se fit de la façon la plus simple : deux cellules se détachèrent de l'organisme polycellulaire et se fondirent ensemble, pour former un nouvel individu indépendant. Dans ce cas, la croissance, qui est la condition préalable de la reproduction, arrive à ce point que deux cellules pleinement développées s'unissent pour former un seul individu d'un volume considérable. C'est la « copulation » ou « conjugaison ». Dans le principe, les deux cellules qui copulent peuvent être identiques. Mais bientôt, par suite de la sélection naturelle, il se produit entre elles une certaine opposition. C'est qu'en effet il est fort avantageux, pour le nouvel individu, dans la lutte pour vivre, d'hériter des propriétés diverses de chacune des cellules-mères. En s'accentuant, cette opposition progressive des deux cellules génératrices arriva à la différenciation sexuelle. L'une des cellules devint mâle ou spermatique ; l'autre devint femelle ou ovulaire.

La forme la plus simple de reproduction sexuée, parmi les animaux actuels, nous est représentée par les éponges inférieures et surtout par les éponges calcaires ou calcispongiées. La forme la plus simple de ces éponges est l'*olynthus*, dont le corps tout entier n'est qu'une simple poche intestinale, différant de la gastrula (fig. 108) par cela seulement qu'elle est fixée par son extré-

mité opposée à la bouche (fig. 109). La mince paroi de cette poche est formée uniquement par les deux feuillets blastodermiques primaires. Dès que l'olynthus est apte à la génération, quelques cellules de sa paroi deviennent des cellules ovulaires; d'autres deviennent des cellules spermatiques : les premières acquièrent un volume considérable par la formation, dans leur protoplasme, d'une grande quantité de granulations vitellines; les autres, au contraire, à force de se diviser, deviennent très-petites et se métamorphosent en cellules spermatiques filiformes et mobiles (fig. 11). Une fois détachées du feuillet blastodermique primaire, les deux espèces de cellules tombent, soit dans l'eau ambiante, soit dans la cavité intestinale; elles s'y unissent et se fondent ensemble. C'est là le procédé supérieur de la fécondation de la cellule ovalaire par la cellule spermatique, dont nous avons déjà parlé.

Ce mode si simple de reproduction sexuée, que nous observons chez les zoophytes inférieurs, surtout chez les éponges calcaires et les polypes hydroïdes, nous enseigne plusieurs choses très-importantes : primitivement, que, dans sa forme la plus simple, la reproduction sexuée s'opère par la simple fusion des deux cellules différentes, une cellule ovulaire femelle et une cellule ovulaire mâle (concrescence). Quant à toutes les autres conditions, à tous les autres phénomènes complexes qui, chez les animaux supérieurs, accompagnent l'acte de la reproduction, ils sont simplement secondaires; ce sont des accessoires ajoutés, par différenciation, à l'acte primaire et fort simple de la copulation. Songeons maintenant au rôle capital que les relations sexuelles jouent partout dans la nature organisée, dans le règne végétal, dans la vie des animaux et de l'homme ; rappelons-nous de quelle variété d'actes intéressants le penchant mutuel des deux sexes l'un pour l'autre, « l'amour », en un mot, est le mobile; c'est là sûrement une des plus puissantes causes mécaniques d'une différenciation supérieure ; aussi le fait d'avoir ramené « l'amour » à sa vraie cause, à l'attrait réciproque de deux cellules, ne saurait être prisé trop haut. Partout, dans la nature vivante, des petites causes de ce genre produisent les plus grands effets. Songez encore au rôle que jouent dans la nature les organes sexuels des plantes phanérogamiques, les fleurs; songez à combien de phénomènes curieux la sélection sexuelle donne lieu dans la vie animale ; songez enfin à tous les résultats de l'amour

dans la vie humaine; or, tout cela a pour raison d'être l'union de deux cellules; et cet admirable phénomène provoque partout les effets les plus variés. Point d'acte organique qui puisse rivaliser avec celui-ci, même de loin, en puissance et en force de différenciation. En effet, le mythe sémitique d'Ève qui séduisit Adam, pour l'amour du savoir, la vieille légende grecque de Pâris et d'Hélène, tant d'autres poëmes magnifiques n'expriment-ils pas simplement et poétiquement l'énorme influence que l'amour et la sélection sexuelle, qui en dépend ([20]), ont exercée dans l'histoire du monde, depuis la séparation des sexes? L'influence de toutes les autres passions qui agitent le cœur humain ne saurait entrer en balance avec celle de l'amour, qui enflamme les sens et fascine la raison. D'un côté, nous célébrons dans l'amour la source des œuvres d'art les plus sublimes, des créations poétiques les plus nobles, de la musique ; nous le vénérons comme le plus puissant facteur de la civilisation humaine, la cause première de la vie de famille et par suite de la vie sociale. D'autre part, nous redoutons l'amour comme une flamme destructive : c'est lui qui pousse le malheureux à sa perte ; c'est lui qui a enfanté plus de misère, plus de vice et de crime que toutes les calamités humaines ensemble. L'amour est si prodigieux, son influence est si énorme sur la vie psychique, sur les fonctions les plus dissemblables des centres nerveux, qu'on serait tenté, ici plus que partout ailleurs, de douter de l'effet surnaturel de notre explication naturelle. Néanmoins, la biologie comparée et l'histoire du développement nous conduisent sûrement, indubitablement, à la source la plus ancienne et la plus simple de l'amour, à *l'affinité élective de deux cellules différentes: la cellule spermatique et la cellule ovulaire.*

Les zoophytes les plus inférieurs nous ont montré l'origine fort simple des phénomènes les plus complexes de la reproduction ; ils nous enseignent, en outre, que la première forme sexuelle a été l'hermaphrodisme et que la séparation des sexes ne s'est produite que secondairement, par division du travail. L'hermaphrodisme (*hermaphroditismus*) domine dans les groupes les plus divers des animaux inférieurs ; ici chaque individu parvenu à la période de maturité sexuelle, chaque *personne* possède des cellules mâles et femelles et est capable de se féconder et de se reproduire. Ce n'est pas seulement chez les zoophytes inférieurs, chez les éponges calcaires et quantité de polypes hydroïdes, par

exemple chez l'hydre commune d'eau douce (*hydra*), que le même individu possède des cellules ovulaires et des cellules spermatiques ; nombre de vers, par exemple, les ascidies, les ascarides, les sangsues, beaucoup de limaçons, par exemple, le limaçon des jardins et des vignes, et quantité d'autres invertébrés sont ainsi hermaphrodites. Tous les antiques ancêtres invertébrés de l'homme, depuis les gastréades jusqu'aux chordoniens, ont été hermaphrodites. Il y a quelques années, les recherches de Waldeyer ont apporté une forte preuve à l'appui de cette idée; ce savant a, en effet, établi que, même chez les vertébrés, sans en excepter l'homme, le premier rudiment des organes sexuels est hermaphrodite ; nous aurons à revenir sur ce point ([139]). C'est seulement dans le cours ultérieur de la phylogénie que l'hermaphrodisme a fait place à la séparation des sexes, au gonochorisme (*gonochorismus*). D'abord la possession des cellules, soit mâles, soit femelles, a été la seule différence entre les individus semblables pour tout le reste, comme il arrive aujourd'hui encore chez l'amphioxus et les cyclostomes. Ce fut plus tard que la sélection sexuelle, si bien élucidée par Darvin, cette sélection si active, a provoqué le développement des « caractères sexuels secondaires », des différences qui ne portent pas sur les organes sexuels proprement dits, mais sur d'autres parties du corps: telles sont la barbe de l'homme, la poitrine de la femme ([20]).

Le troisième point, sur lequel nous ont renseigné les zoophytes inférieurs, a trait à l'origine première des deux genres de cellules sexuelles. Chez les éponges et les hydroïdes, où nous rencontrons le plus simple degré de différenciation sexuelle, le corps tout entier est, pendant toute la vie, composé des deux feuillets germinatifs primaires; par conséquent, dans ce cas, les cellules sexuelles ne peuvent provenir que des deux feuillets primaires. Ce fait si simple est d'un haut intérêt; car la question de l'origine des cellules ovulaires et spermatiques chez les animaux supérieurs, et surtout chez les vertébrés, est des plus difficiles. Chez ces animaux, il semble, d'ordinaire, que ces cellules proviennent, non des feuillets primaires, mais de l'un des quatre feuillets secondaires. Mais les zoophytes inférieurs prouvent qu'il n'en est rien. A moins de croire, ce qui est injustifié et paradoxal, que, chez les animaux supérieurs, les cellules sexuelles ont une toute autre origine que chez les animaux inférieurs, il faut supposer que, chez les uns et les autres,

ces cellules proviennent, phylogénétiquement, de l'un des deux feuillets primaires. Il faut donc admettre que les cellules du feuillet cutané ou du feuillet intestinal, ces cellules que l'on doit regarder comme les ancêtres des cellules spermatiques et ovulaires, ont émigré intérieurement dans la cavité viscérale naissante alors, pendant que le feuillet fibro-cutané se séparait du feuillet cutané-sensitif ou le feuillet fibro-intestinal du feuillet intestino-glandulaire; par ce mouvement migratoire, elles prirent place entre les deux feuillets fibreux; c'est la place que semblent primitivement occuper les cellules sexuelles, alors qu'elles apparaissent dans l'embryon vertébré. Autrefois il fallait accepter l'hypothèse polyphylétique, qui accordait aux cellules ovulaires et spermatiques une origine différente, chez les animaux inférieurs et chez les animaux supérieurs. Toute simple que paraisse d'abord cette idée, on y trouve, avec quelque réflexion, de très-grandes difficultés.

En supposant que, chez l'homme comme chez tous les autres animaux, les cellules sexuelles des deux genres proviennent des deux feuillets primaires, il reste à se demander : si ces cellules dérivent toutes des deux feuillets primaires ou seulement de l'un des deux, et, dans ce dernier cas, duquel? C'est là un des plus obscurs, des plus difficiles problèmes de l'histoire de l'évolution, et jusqu'ici on n'est pas arrivé à le résoudre. Des naturalistes célèbres ont fait, à ce sujet, les réponses les plus diverses. Plusieurs solutions sont possibles; d'ordinaire, on s'occupe seulement de deux d'entre elles. On a admis, par exemple, que les cellules sexuelles des deux genres proviennent primitivement du même feuillet primaire, soit du feuillet cutané, soit du feuillet intestinal. Mais l'une et l'autre alternative ont été combattues par beaucoup de bons observateurs. Ainsi, dans leurs excellentes monographies de l'*hydra* et de la *cordyphora*, Nicolas Kleinenberg et Eilhard Schultze ont fait descendre les cellules ovulaires et spermatiques du feuillet cutané ou exoderme ([134]). Au contraire, dans des recherches étendues sur d'autres hydres et méduses, Koelliker et Allman sont arrivés à une vue tout opposée: ils font venir les cellules sexuelles des deux genres du feuillet intestinal ou exoderme. Moi-même, après mes recherches personnelles sur les hydroméduses et les éponges calcaires, je me suis rangé à la dernière de ces opinions, après avoir d'abord adopté la première. A mes yeux, la question reste ouverte;

aussi, dans ces leçons, je suis parfois revenu à mon ancienne opinion, en admettant que les cellules sexuelles des deux genres proviennent de l'exoderme, sans avoir d'ailleurs la prétention de clore un débat encore indécis (voir le IIIe tableau et pl. IIe, fig. 5, *k;* fig. 7, *k*).

Un naturaliste de Liége, connu par l'exactitude de ses observations et la portée de ses réflexions philosophiques, Édouard van Beneden, a, dans ces derniers temps, publié un traité qui résout très-simplement la question obscure et tant débattue de l'origine des cellules sexuelles (140). D'après les minutieuses recherches qu'il a faites sur l'*hydractinia*, la *clavia* et d'autres polypes hydroïdes, les cellules sexuelles des deux genres n'auraient pas la même origine, comme on l'a généralement cru jusqu'ici. Les cellules ovulaires proviendraient du feuillet intestinal et les cellules spermatiques du feuillet cutané. L'opposition des deux sexes, qui est si féconde en conséquences, s'accuserait ainsi, dès la différenciation des deux feuillets primaires, chez les zoophytes les plus inférieurs: l'exoderme serait le feuillet germinatif mâle; l'entoderme, le feuillet germinatif femelle. Si, comme il faut l'espérer, cette découverte de van Beneden se confirme et acquiert la valeur d'une loi, ce serait un progrès biologique d'une très-grande portée. Non-seulement une vive lumière serait projetée dans l'obscur labyrinthe des idées empiriques et contradictoires, mais en outre une nouvelle voie serait ouverte à la réflexion philosophique au sujet de l'un des phénomènes biologiques les plus importants.

En continuant à exposer la phylogénie des organes sexuels chez nos antiques ancêtres métazoaires, en nous appuyant sur l'anatomie comparée et l'ontogénie des vers inférieurs et des zoophytes, nous pouvons constater un premier progrès, c'est la réunion des cellules sexuelles des deux genres chez certains groupes zoologiques. Tandis que, chez les éponges et les polypes hydroïdes inférieurs, certaines cellules se séparent des couches cellulaires des deux feuillets primaires et deviennent des cellules sexuelles, isolées et libres, nous voyons, chez les zoophytes supérieurs et les vers, ces cellules s'associer en groupes, que l'on appelle « glandes sexuelles » ou « glandes génératrices » (*gonades*). C'est seulement à partir de ce moment que l'on peut parler d'organes primitifs, au sens morphologique. Les glandes génératrices féminines, simples amas de cellules iden-

tiques, dans leur forme la plus simple, sont les ovaires (*ovaria* ou *oophora*). Les glandes mâles, qui, dans leur forme la plus élémentaire, sont de simples amas de cellules spermatiques, s'appellent testicules (*testiculi* ou *orchides*). On rencontre des testicules et ovaires, sous cette forme simple, non-seulement chez beaucoup de vers (annélides) et de zoophytes, mais aussi dans les groupes les plus inférieurs des vertébrés, chez les acrâniotes et les cyclostomes. Là encore, comme nous l'apprend l'anatomie de l'amphioxus, l'ovaire de la femelle et le testicule du mâle sont formés, chacun, par un amas de vingt à trente cellules ellipsoïdes ou cuboïdes à angles arrondis. Ces amas cellulaires sont situés de chaque côté de l'intestin, fixés à la paroi viscérale, entre cette paroi et la paroi intestinale (pl. VII, fig. 13, *e*).

Cette situation des glandes sexuelles nous renseigne déjà sur les migrations des cellules sexuelles, qui, chez tous les animaux supérieurs, s'effectuent dans les premières périodes de la vie embryonnaire. De leur lieu d'origine dans les feuillets primaires, les cellules sexuelles reculent de bonne heure dans la profondeur de la cavité viscérale, où elles sont moins exposées aux influences nuisibles du monde extérieur qu'elles ne l'étaient entre l'exoderme et l'entoderme. C'est exactement ce qui arrive pour les cellules du système nerveux central, qui, de bonne heure aussi, se séparent de l'exoderme et cherchent un abri dans l'intérieur du corps. Si la découverte de van Beneden se confirme, alors les cellules spermatiques mâles émigreraient du feuillet cutané, en dedans, et sembleraient bientôt faire partie intégrante du feuillet fibro-cutané. Les cellules ovulaires, au contraire, émigreraient du feuillet intestinal, en dehors, et arriveraient dans le feuillet fibro-intestinal. Les deux espèces de cellules se rencontreraient, au milieu de la cavité viscérale existant entre le feuillet fibro-cutané et le feuillet fibro-intestinal, ou plutôt dans la partie moyenne du cœlom, située près de la *chorda*, *à ce point critique de la paroi cœlomatique où l'endocœlar ou épithélium cœlomatique viscéral se continue avec l'exocœlar ou épithélium cœlomatique pariétal*. En ce point, on remarque, de bonne heure, chez l'embryon de l'homme et des vertébrés, un petit amas cellulaire, auquel Waldeyer ([139]) a donné le nom d'*épithélium générateur* et que, par analogie avec les autres rudiments organiques lamelliformes, on peut aussi appeler *lamelle génératrice* (fig. 200, *g;* pl. II, fig. 5, *k*).

Les cellules de cette lamelle germinative ou sexuelle (*lamella sexualis*) se distinguent essentiellement des autres cellules cœlomatiques par leur forme cylindrique et leur composition chimique ; elles ont un tout autre rôle que celui des cellules aplaties de « l'épithélium séreux du cœlom », qui tapissent le reste de la cavité viscérale (141). De ces dernières, des « cellules cœlomatiques » proprement dites, provenant du feuillet fibro-intestinal (dessiné en rouge, pl. II, fig. 5), descendent les cellules qui tapissent le tube intestinal et le mésentère (*endocœlar*); au contraire,

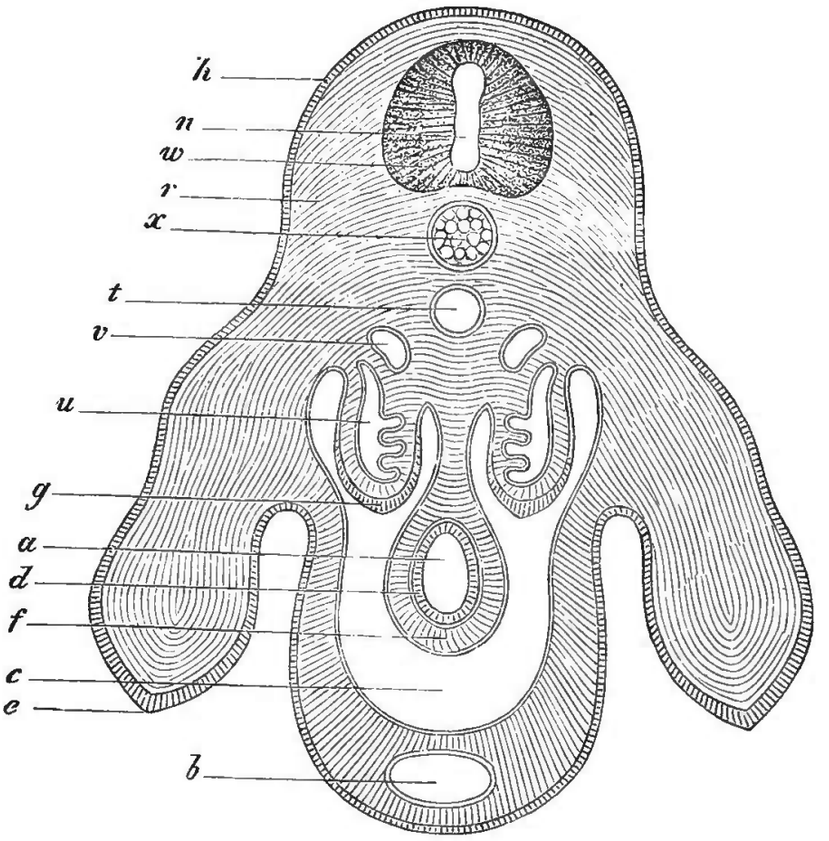


Fig. 200.

celles qui revêtent la surface interne de la paroi viscérale externe (*exocœlar*) dérivent du feuillet fibro-cutané (dessiné en bleu dans la figure 5, pl. II). Quant aux cellules sexuelles, qui apparaissent entre les deux sortes de cellules cœlomatiques

Fig. 200. — *Section transversale à travers la région iliaque* et les membres postérieurs d'un embryon de chien, au quatrième jour de la vie embryonnaire. Grossissement d'environ 40 diamètres. *h*, lamelle cornée. *w*, tube médullaire. *n*, canal du tube médullaire. *u*, reins primitifs. *x*, chorda. *e*, membres postérieurs. *b*, canal allantoïdien dans la paroi abdominale. *t*, aorte. *v*, veines cardinales. *a*, intestin. *d*, feuillet intestino-glandulaire. *f*, feuillet fibro-intestinal. *g*, épithélium générateur. *r*, muscles dorsaux. *c*, cavité viscérale ou cœlom. (D'après Waldeyer.)

et s'insèrent en quelque sorte entre l'endocœlar et l'exocœlar pour former la lamelle germinative, elles ne devraient provenir ni du feuillet fibro-intestinal, ni du feuillet fibro-cutané, mais directement de l'un des deux feuillets primaires ou peut-être même des deux. Dans la planche II, fig. 5, 6 et 7, j'ai indiqué par un trait orangé la lamelle sexuelle (*k*) et montré, par là, qu'elle provenait vraisemblablement du feuillet cutané-sensitif; mais, si la découverte de van Beneden se confirme, cela ne serait vrai que pour la moitié externe de la lamelle sexuelle; la moitié interne devrait être teintée de vert, de la couleur du feuillet intestino-glandulaire, En effet, on a de fortes raisons de penser que le premier rudiment de la lamelle germinative ou sexuelle est déjà hermaphrodite et que cet « épithélium générateur », visible chez l'homme et chez tous les autres vertébrés, entre l'exocœlar et l'endocœlar représente une glande hermaphrodite extrêmement simple. La moitié interne de cette lamelle, celle qui est contiguë au feuillet fibro-intestinal et provient du feuillet intestino-glandulaire, serait le rudiment de l'ovaire; la moitié externe, contiguë au feuillet fibro-cutané et dérivant du feuillet cutané-sensitif, serait le rudiment du testicule. Sans doute ce n'est là qu'une conjecture!

Il nous faudrait donc distinguer deux lamelles sexuelles ou deux épithélium germinatifs de nature distincte : la lamelle sexuelle féminine, produit du feuillet intestinal, d'où proviennent l'épithélium ovarien, les cellules-mères des œufs (lamelle ovarienne); et, d'autre part, la lamelle sexuelle mâle située extérieurement, produit du feuillet cutané, d'où dérivent l'épithélium testiculaire, les cellules-mères des filaments spermatiques (lamelle testiculaire). Sans doute les lamelles sexuelles sont tellement contiguës, au moment de leur apparition chez l'embryon de l'homme et des vertébrés supérieurs, que, jusqu'ici, on n'y a vu qu'un rudiment organique commun, indifférent. Mais, morphologiquement et physiologiquement, le rôle de ces lamelles est fondamentalement opposé; la même opposition doit donc se retrouver à leur origine première, qui doit vraisemblablement être rapportée aux deux feuillets primaires du blastoderme.

Nous avons vu que le développement des cellules sexuelles des deux genres et leur union, durant la fécondation, constituaient l'essence de la reproduction sexuée; pourtant d'autres

organes entrent alors en jeu, chez la plupart des animaux. Les plus importants de ces organes sexuels secondaires sont les canaux d'expulsion, chargés de conduire hors du corps les cellules sexuelles à maturité, et les organes copulateurs, qui ont pour fonction de porter le sperme fécondant de l'individu mâle à l'individu femelle. Ces derniers organes existent seulement chez les animaux supérieurs des divers groupes; ils sont bien moins répandus que les canaux d'expulsion. Mais ces derniers même se sont formés secondairement et manquent à beaucoup d'animaux des groupes inférieurs, chez qui les cellules sexuelles, une fois mûres, sont d'ordinaire directement expulsées. Tantôt ces cellules sont immédiatement expulsées à travers le tégument cutané, comme chez l'hydra et beaucoup d'hydroïdes; tantôt elles tombent dans la cavité viscérale et sont expulsées par un orifice particulier de la paroi abdominale (*porus genitalis*); tantôt elles tombent dans la cavité gastrique et sont rejetées par la bouche, comme chez d'autres polypes hydroïdes et les coraux. Le second procédé se rencontre chez nombre de vers et quelques vertébrés inférieurs (cyclostomes, quelques poissons); il nous apprend comment les choses se passaient chez nos antiques ancêtres. Mais, chez tous les vertébrés supérieurs, chez la plupart des vertébrés inférieurs et invertébrés supérieurs, il existe, dans les deux sexes, des canaux d'expulsion tubulés : ce sont les « conduits sexuels » (*gonophori*). Chez la femelle, ces canaux conduisent les cellules ovulaires, de l'ovaire à l'extérieur; aussi les appelle-t-on oviductes (*oviductus* ou *tubae fallopinae*). Chez le mâle, les mêmes tubes conduisent les cellules spermatiques des testicules au dehors et portent le nom de canaux déférents (*spermaductus* ou *vasa deferentia*).

Le mode d'origine de ces conduits est le même chez l'homme et chez les autres vertébrés; mais il diffère tout à fait chez la plupart des invertébrés. En effet, chez ces derniers, les conduits sexuels proviennent, d'ordinaire, soit directement des glandes génératrices, soit de la peau, soit du canal intestinal; mais, chez les vertébrés, l'expulsion des produits sexuels s'effectue par un système organique indépendant, qui, primitivement, avait un tout autre rôle, une tout autre fonction; je veux parler du système rénal ou des organes urinaires. La fonction primitive de ces organes est simplement d'expulser, sous une forme liquide, les matériaux inutiles. Leur produit de sécrétion, l'urine, est

excrété soit directement par la peau externe, soit par la dernière section de l'intestin. C'est seulement secondairement que les « canaux urinifères » tubulaires charrient aussi au dehors les produits sexuels. Ils deviennent alors des conduits « urogénitaux » (*ductus urogenitales*). Cette curieuse confusion secondaire des conduits urinaires et des conduits sexuels en un système uro-génital est tout à fait caractéristique pour les vertébrés supérieurs. Ce système manque encore aux vertébrés les plus inférieurs, mais existe déjà chez les vers annelés supérieurs, chez les annélides. Mais, pour bien apprécier la valeur de ce fait, il faut d'abord embrasser d'un coup d'œil l'anatomie comparée des organes urinaires.

Le système rénal ou urinaire (*systema uropoeticum*) est un des plus anciens et des plus importants organes de l'animal différencié, comme nous l'avons déjà remarqué en passant. Nous le rencontrons presque entièrement développé, non-seulement dans les groupes zoologiques supérieurs, mais même dans le groupe si ancien des vers. Ce système existe même chez les plus imparfaits des vers, chez les *plathelminthes*. Quoique ces vers acœlomatiques n'aient encore ni cavité viscérale, ni sang, ni système circulatoire, ils possèdent déjà un système rénal. Ce système est composé d'une paire de canaux simples ou ramifiés, tapissés d'une couche de cellules et chargés de trier les matériaux inutiles et de les expulser par un orifice cutané. Non-seulement les turbellariés qui vivent librement, mais encore les vers à suçoir parasites ou trématodes, même les vers rubanés, plus dégénérés encore et qui, par suite de leur existence parasitique, ont perdu leur canal intestinal, tous ces animaux sont pourvus de canaux urinaires ou de reins primitifs. D'ordinaire, ces organes sont appelés chez les vers « organes d'excrétion »; plus anciennement on les appelait vaisseaux aqueux. On doit, phylogénétiquement, regarder ces organes comme des glandes cutanées sacciformes très-développées, analogues aux glandes sudoripares des mammifères et provenant, comme elles, du feuillet cutané-sensitif (fig. 132, *u*; fig. 135).

Tandis que, chez ces vers inférieurs, dont le corps tout entier, non articulé, n'est qu'une simple métamère, il n'y a qu'une paire de canaux rénaux, il en existe un plus grand nombre chez les vers articulés supérieurs. Chez les annélides (*annelides*), dont le corps est formé d'un grand nombre de segments ou métamères,

chacun de ces segments possède une paire de reins primitifs, appelés, pour cette raison, « organes segmentaires ». Là encore, ces segments sont de simples tubes dénommés « canaux noueux », à cause de leur forme tortueuse et pleine de nodosités. Primitivement, il n'y avait qu'un orifice primaire, externe, épidermique; mais maintenant il y a un second orifice, secondaire, interne, dans la cavité viscérale ou cœlom. Ce dernier orifice est muni de cils vibratiles et, grâce à eux, il peut charrier les liquides sécrétés existant dans la cavité intestinale et les chasser en dehors. Mais, chez ces vers, les cellules sexuelles provenant des glandes génératrices, de forme rudimentaire, situées à la surface interne de la paroi viscérale, tombent aussi dans le cœlom; ces cellules sont aussi aspirées par les orifices infundibuliformes des canaux rénaux et expulsées avec l'urine. Par conséquent, les « reins primitifs » fonctionnent comme oviductes chez les annélides femelles, et comme canaux déférents chez les annélides mâles.

Il vous intéressera sûrement de savoir comment se comporte sous ce rapport l'amphioxus, qui, à cause de sa position intermédiaire aux vers et aux vertébrés, nous a fourni tant de données intéressantes. Par malheur, il nous fait faux bond cette fois. Ainsi nous ne savons rien de certain pour le moment des rapports entre les organes sexuels et urinaires chez l'amphioxus. D'ordinaire, on affirme que l'amphioxus n'a pas de reins. Mais déjà nous avons vu qu'il existe probablement, chez l'amphioxus, des reins au moins rudimentaires, dégénérés; ce seraient les deux longs « canaux latéraux », situés de chaque côté de l'abdomen, entre la peau (*h*) et les glandes génératrices (*e*) (pl. VII; fig. 13, *u*). D'après Rathke et Jean Müller, ces « canaux urinaires primitifs » s'ouvrent en avant dans la cavité buccale, et comme les cellules sexuelles, une fois mûres, peuvent tomber directement des glandes génératrices voisines dans les canaux, ceux-ci servent aux ovules et au sperme de canaux d'expulsion et les évacuent par la bouche. Il en doit être ainsi, d'après les faits observés par Kowalevsky (64). D'après d'autres observateurs, les cellules sexuelles tomberaient des glandes génératrices dans la cavité viscérale et seraient expulsées par un orifice de la paroi abdominale (*porus abdominalis*).

Le dernier mode d'expulsion, dont nous venons de parler, existe dans la classe vertébrée immédiatement supérieure à

l'amphioxus, chez les cyclostomes. Quoique deux ordres de cette classe, les myxinoïdes et les pétromyzontes, aient des reins développés, pourtant, chez eux, le système rénal ne sert en rien à l'expulsion des cellules sexuelles. Chez ces animaux, les cellules sexuelles tombent directement des glandes génératrices dans le cœlom et sont évacuées par un orifice abdominal situé postérieurement. Mais, dans ce cas, la disposition des reins primitifs est d'un haut intérêt et explique la structure complexe des reins chez les vertébrés supérieurs. Nous rencontrons d'abord, chez les myxinoïdes (*bdellostoma*), de chaque côté, un tube allongé, le « conduit urinaire primitif » (*protureter*, fig. 201, *a*). Ce tube s'ouvre, dans le cœlom, par un orifice infundibuliforme cilié, comme chez les annélides; il s'ouvre extérieurement par un orifice cutané.

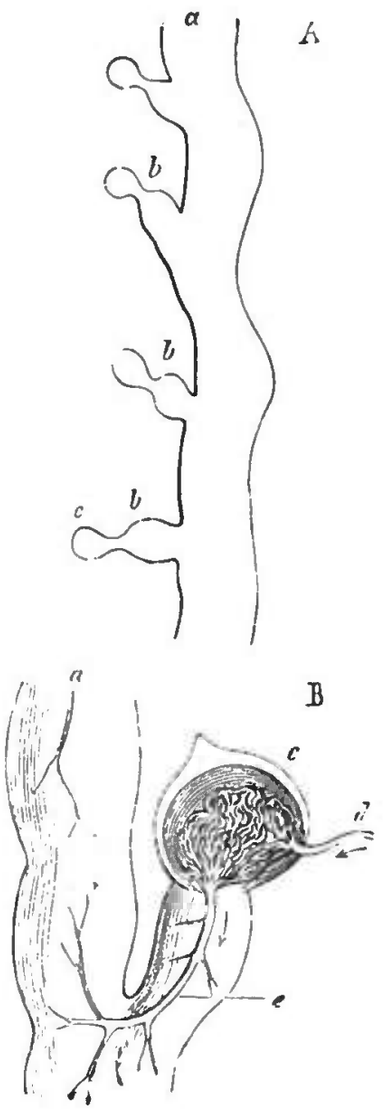


Fig. 201.

Sur le côté interne de ce tube débouchent un grand nombre de petits canalicules transversaux ou « canalicules urinaires » (fig. 201, *b*). Chacun de ces canalicules se termine en un cœcum renflé (*c*) en capsule et contenant un peloton vasculaire (*glomerulus*) artériel (fig. 201, *Bc*). Des ramuscules artériels afférents (*vasa afferentia*) amènent le sang artériel dans les vaisseaux enroulés du glomérule (*d*) et d'autres ramuscules artériels efférents (*vasa efferentia*) le charrient loin du peloton vasculaire (*e*).

Chez l'embryon de l'homme et de tous les autres crâniotes, le rein primitif revêt exactement la forme élémentaire qu'il a, chez les myxinoïdes, pendant toute la vie. Vous vous rappelez

Fig. 201. — A, *fragment d'un rein de bdellostoma*. *a*, conduit urinaire primitif (protureter). *b*, canalicules urinaires (*tubuli uriniferi*). *c*, vésicules rénales (*capsulae malpighianae*). — B, fragment du même, plus fortement grossi. *c*, vésicule rénale avec son *glomerulus*. *d*, artère afférente. *e*, artère efférente. (D'après Jean Muller.)

que nous avons rencontré ce rein primitif dès le début de l'évolution embryonnaire, chez l'homme, au moment où, dans le feuillet fibro-sensitif, le tube médullaire se différencie de la lamelle cornée, tandis que, dans le feuillet fibro-cutané, se différencient la chorda, la lamelle vertébrale primitive et la lamelle musculo-cutanée. Les premiers rudiments des reins primitifs ou « reins primordiaux » apparaissent, de chaque côté, immédiatement au-dessous de la lamelle cornée; ce sont deux longs et minces cordons cellulaires, qui se creusent bientôt en canaux; ils se dirigent, l'un à droite, l'autre à gauche, directement d'avant en arrière, et sont visibles sur la section transversale de l'embryon (fig. 202), entre la lamelle cornée (*h*), la vertèbre primitive (*uw*) et la lamelle musculo-cutanée (*hpl*).

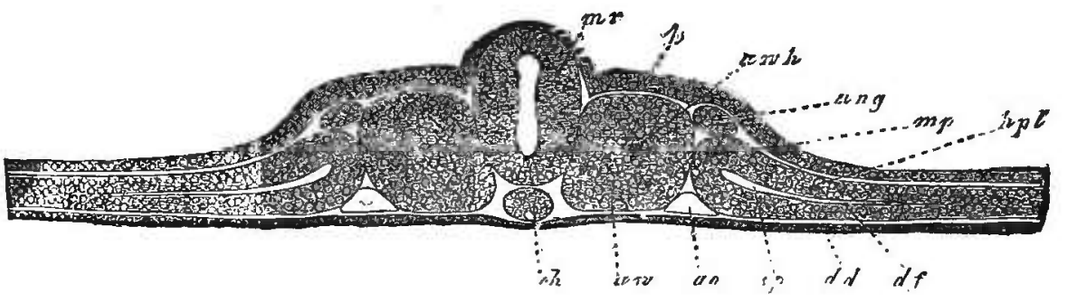


Fig. 202.

La question de l'origine du « condu it rénal primitif » est encore débattue: pour certains ontogénistes, il provient de la lamelle cornée; pour d'autres, de la lamelle vertébrale primitive; d'autres enfin le font dériver de la lamelle musculo-cutanée. Son antique origine phylogénétique doit probablement se rapporter au feuillet cutané-sensitif. Mais bientôt le canal primitif cesse d'être superficiel; il émigre en dedans, entre les lamelles vertébrale et latérale, et va enfin se placer sur la surface interne de la cavité viscérale (fig. 48; fig. 50-53; pl. II, 3-6, *u*). Pendant cette migration du conduit rénal primitif, il se forme, à son côté inféro-interne, un grand nombre de petits canalicules transverses (fig. 203, *a*) tout à fait analogues aux « canalicules uri-

Fig. 202. — *Section transversale à travers l'embryon d'un poulet,* au deuxième jour de l'incubation. *h*, lamelle cornée. *mr*, tube médullaire. *ung*, conduit rénal primitif. *ch*, chorda. *uw*, cordon vertébral primitif. *hpl*, feuillet fibro-cutané. *df*, feuillet fibro-intestinal. *mp*, lamelle mésentérique ou lamelle moyenne (point d'union des deux feuillets fibreux). *sp*, cavité cardiaque (cœlom). *ao*, aorte primitive. *dd*, feuillet intestino-glandulaire. (D'après Koelliker.)

naires » des myxinoïdes (fig. 201, *b*). Comme ces derniers, ce sont sans doute dans le principe des expansions du canal (fig. 200, *u*). A l'extrémité interne, en cœcum, de chacun de ces « canalicules rénaux primitifs » se forme un réseau artériel, qui se développe dans la cavité et devient un glomérule (*glomerulus*). Le glomérule refoule en quelque sorte l'extrémité cœcale du canalicule urinaire, comme le cristallin refoule le corps vitré. Les canalicules urinaires primitifs, d'abord très-courts, s'allongent et se

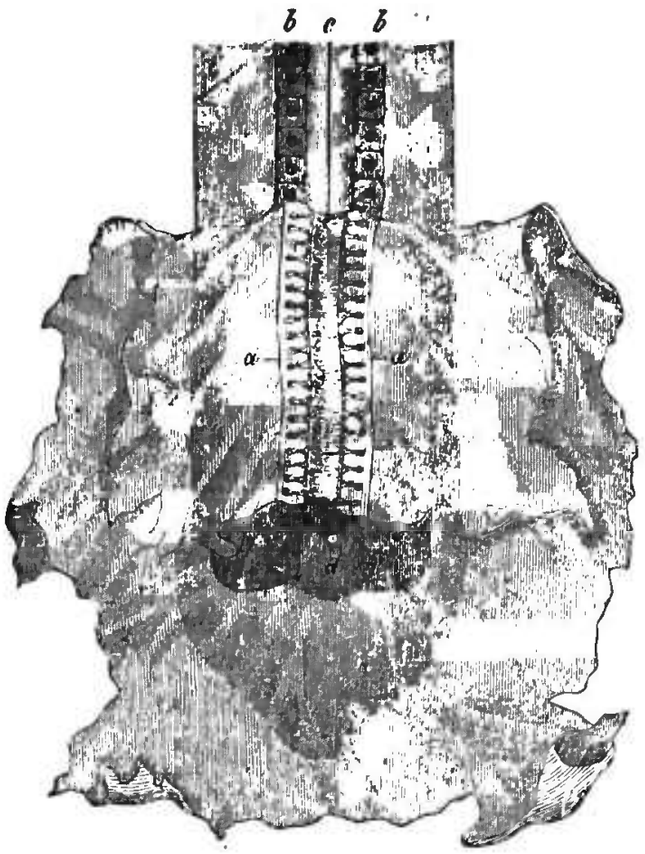


Fig. 203.

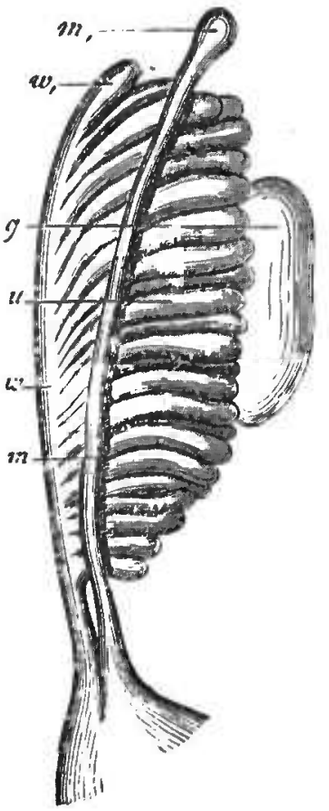


Fig. 204.

multiplient de telle sorte que les deux reins primitifs acquièrent la forme d'une feuille pennée d'un côté (fig. 204). Les côtes ou nervures des feuilles sont formées par les canalicules urinaires

Fig. 203. — *Rudiment du rein primitif, chez un embryon de chien.* L'extrémité postérieure de l'embryon est vue du côté abdominal et recouverte par le feuillet intestinal du sac vitellin, que l'on a coupé et rejeté en arrière pour montrer le conduit et les canalicules rénaux primitifs (*a*). *b*, vertèbre primitive. *c*, moelle épinière. *d*, orifice de la cavité intestinale iliaque. (D'après Bischoff.)

Fig. 204. — *Rein primitif d'un embryon humain.* *u*, canalicules urinaires du rein primitif. *w*, conduit de Wolff. *w'*, extrémité supérieure de ce conduit (hydatide de Morgagni). *m*, conduit de Müller. *m'*, son extrémité supérieure (hydatide de Fallope). *g*, glande hermaphrodite. (D'après Kobelt.)

(*u*) aboutissant au conduit rénal primitif (*w*) situé en dehors. Sur le bord interne du rein primitif, on voit déjà le rudiment de la glande sexuelle hermaphrodite (*g*). L'extrémité postérieure du conduit rénal primitif s'ouvre en arrière dans la dernière partie du rectum, transformé ainsi en cloaque. Mais il ne s'agit là que d'un fait phylogénétique secondaire. Le conduit du rein primitif, tout à fait indépendant du canal intestinal, s'ouvrait sur la peau de l'abdomen, témoignant par là que, dans le principe, le rein provenait phylogénétiquement de la lamelle cornée; c'était alors une glande cutanée. Ce fait est nettement établi par les cyclostomes.

Chez les myxinoïdes, les reins primitifs conservent toujours cette forme simple qui, chez tous les autres crâniotes, n'apparaît que passagèrement dans l'embryon et est la répétition ontogénétique d'un antique état phylogénétique. Bientôt, par suite d'une active hypertrophie des canalicules, qui s'allongent, se multiplient, s'enroulent sur eux-mêmes, le rein primitif devient une glande d'apparence compacte, de forme allongée, ovale, fusiforme, ayant presque la longueur de la cavité viscérale embryonnaire. Cet organe est situé près de la ligne moyenne, immédiatement au-dessous de la colonne vertébrale primitive, et s'étend de la région cardiaque au cloaque. Les reins primitifs droit et gauche sont situés parallèlement, séparés seulement par le mésentère, feuillet étroit et mince, qui fixe l'intestin moyen à la surface interne de la colonne vertébrale primitive (fig. 73, *m*, 74 *m*). Le canal d'expulsion de ces reins primitifs, le proturetère, situé sur la face inféro-externe de la glande, se dirige en arrière et s'ouvre dans le cloaque, tout auprès du point d'insertion de l'allantoïde; plus tard, il s'ouvre dans l'allantoïde (fig. 75).

De bonne heure, on donne au rein primitif ou primordial de l'embryon des amniotes le nom de « corps de Wolff » ou de « corps d'Oken ». Mais cet organe fonctionne comme un rein; il absorbe les substances inutiles de l'embryon, les excrète d'abord dans le cloaque, puis dans l'allantoïde. Ainsi se forme « l'urine primitive », et, chez l'embryon de l'homme et des autres amniotes, l'allantoïde joue réellement le rôle d'une vessie, d'un « sac urinaire primitif ». Pourtant, entre le rein primitif et l'allantoïde, il n'y a point de connexion génétique; vous savez même que l'allantoïde est une expansion sacciforme de la paroi

antérieure de l'extrémité intestinale (fig. 79, *u*; 80, *b*). L'allantoïde provient donc du feuillet intestinal, tandis que les reins primitifs dérivent du feuillet cutané. On peut supposer que phylogénétiquement l'allantoïde est une expansion sacciforme de la paroi cloacale, et que cette expansion est due à la pression de l'urine accumulée dans le cloaque. Primitivement, l'allantoïde est un cœcum de l'intestin rectal (pl. III, fig. 15, *hb*). Quant à la véritable vessie urinaire des vertébrés, elle apparait seulement chez les dipneustes (chez le lepidosiren), qui l'ont transmise aux amphibies, desquels elle a passé aux amniotes. Chez l'embryon de ces derniers, elle fait fortement saillie hors de la cavité abdominale encore ouverte. Pourtant beaucoup de poissons ont une prétendue « poche urinaire », mais cette poche n'est qu'une simple dilatation locale, située sur la portion inférieure du conduit rénal primitif, et par son origine et sa structure elle diffère essentiellement de la vessie véritable. Physiologiquement, les deux organes sont *analogues*, puisqu'ils s'acquittent de la même fonction; mais morphologiquement on ne peut les rapprocher l'un de l'autre, car ils ne sont pas *homologues* ([142]). La fausse vessie des poissons se développe aux dépens du conduit rénal primitif; elle provient du feuillet cutané, tandis que la vraie vessie des dipneustes, des amphibies et des amniotes est un cœcum de l'extrémité intestinale; elle dérive du feuillet intestinal.

Chez tous les crâniotes inférieurs sans amnios, chez les cylostomes, les poissons, les dipneustes et les amphibies, les organes urinaires ne prennent qu'un développement rudimentaire; les reins primitifs ou primaires (*protonephra*) fonctionnent toute la vie comme organes excrétoires, bien que diversement modifiés. Mais dans les trois classes de vertébrés, que nous confondons sous le nom d'amniotes, ces reins primitifs n'ont qu'une durée passagère chez l'embryon; ils sont bientôt remplacés par les reins secondaires (*renes* ou *metanephra*), les reins définitifs. On a cru longtemps, d'après Remak, que ces reins définitifs étaient des glandes, de formation tout à fait nouvelle, provenant du tube intestinal; mais ils se développent aux dépens de la section la plus postérieure du conduit rénal primitif ou proturetère. Près de l'orifice de ce canal dans le cloaque, il se forme une poche simple: c'est le conduit rénal secondaire, qui s'allonge considérablement en avant. Du cœcum antéro-supérieur de ce con-

duit provient le rein définitif, comme le rein primitif provient du conduit rénal primitif. De nombreux petits tubes en cœcum bourgeonnent sur le conduit rénal secondaire; puis ces cœcums deviennent des canalicules rénaux secondaires et leur extrémité en capsule est refoulée par un peloton vasculaire (*glomeruli*). De la multiplication et de l'hypertrophie de ces canalicules résulte le rein secondaire compacte, en forme de haricot, tel qu'il existe chez l'homme et la plupart des mammifères supérieurs; chez les mammifères inférieurs, les oiseaux et les reptiles, ce rein est d'ordinaire divisé en plusieurs lobes. La portion inféro-postérieure du conduit rénal secondaire s'élargit en restant un simple canal et forme ainsi le conduit rénal définitif, l'uretère (*ureter*). D'abord ce canal s'ouvre, avec la dernière portion du conduit rénal primitif, dans le cloaque; plus tard, il s'en sépare et finit par s'ouvrir dans la vessie définitive (*vesica urinaria*). Ce dernier organe provient de l'extrémité postéro-inférieure du pédicule allantoïdien (*urachus*), qui s'élargit en poche fusiforme en avant de son embouchure dans le cloaque. La portion antérieure ou supérieure du pédicule allantoïdien, qui aboutit au nombril et est située dans la cavité abdominale, s'oblitère plus tard et devient un cordon inutile, un organe rudimentaire; c'est le ligament vésico-ombilical médian (*ligamentum vesico-umbilicale medium*). A droite et à gauche de ce ligament, il existe chez l'homme adulte un organe rudimentaire : ce sont les ligaments vésico-ombilicaux latéraux (*ligamenta vesico-umbilicalia lateralia*). Ces deux cordons solides sont les restes des anciennes artères ombilicales (*arteriae umbilicales;* fig. 207, *a*).

Quoique, chez l'homme et les autres amniotes, les reins primitifs soient ainsi remplacés de bonne heure par les reins secondaires, organes définitifs de la sécrétion urinaire, cependant les reins primaires ne disparaissent pas entièrement. Ils jouent même un rôle physiologique important; ils deviennent les conduits d'expulsion des glandes sexuelles. Chez tous les amphirhiniens ou gnathostomes, chez tous les vertébrés, du poisson à l'homme, il se forme de bonne heure chez l'embryon, à côté du conduit rénal primitif et de chaque côté, un deuxième canal analogue. D'ordinaire, ce dernier canal est appelé canal de Müller (*ductus Mulleri*), du nom de l'anatomiste qui l'a découvert. Par opposition, on a appelé le premier canal ou conduit rénal

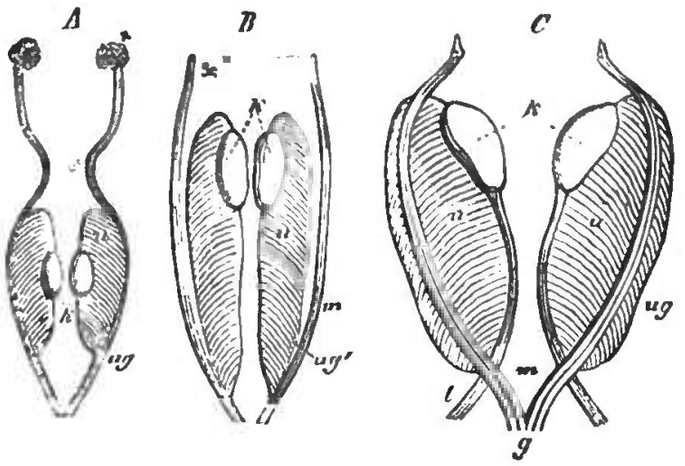


Fig. 205.

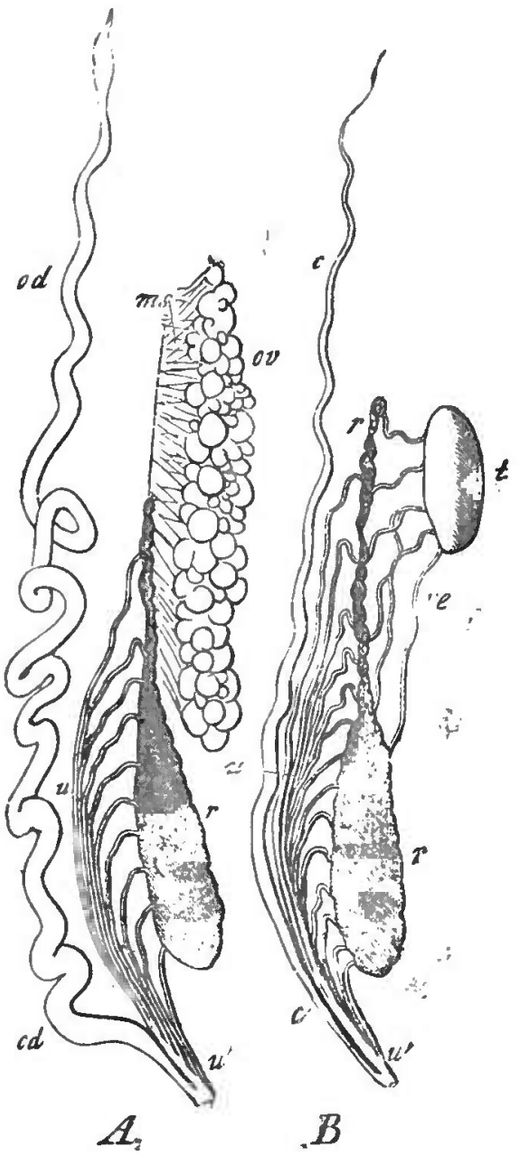


Fig. 206.

canal de Wolff (*ductus Wolffii*). L'origine du conduit de Müller est encore très-obscure ; pourtant l'anatomie comparée semble nous apprendre qu'il provient, par dédoublement et différenciation, du canal de Wolff ou des tissus circonvoisins. Mais d'autres observateurs lui assignent une toute autre origine.

Peut-être serait-il plus juste de dire : le conduit rénal primitif se divise, par différenciation ou dédoublement, en deux conduits rénaux secondaires : le canal de Wolff et le canal de Müller. Le dernier de ces conduits (fig. 204, *w*) est situé tout

Fig. 205. — *Reins primitifs et rudiments des organes sexuels.* *A* et *B*, reins d'amphibies (larves de grenouille) : *A*, état primitif; *B*, état ultérieur; *C*, reins d'un mammifère (embryon de bœuf). *u*, rein primitif. *k*, glandes génératrices (rudiment du testicule et de l'ovaire). Le conduit rénal primitif (*ug* dans la fig. *A*) se divise (en *B* et *C*) en deux conduits rénaux secondaires : le canal de Müller (*m*) et le canal de Wolff (*ug'*) qui se réunissent postérieurement pour former le cordon génital (*g*). *l*, ligament du rein primitif. (D'après Gegenbaur.)

Fig. 206. — *Organes urinaires et organes sexuels d'un amphibie* (triton). *A*, d'une femelle. *B*, d'un mâle. *r*, reins primitifs. *ov*, ovaire. *od*, oviducte et *c*, canal de Rathke, provenant tous deux du canal de Müller. *u*, canal urinaire primitif, (fonctionnant, chez le mâle, comme canal déférent (*ve*), s'ouvrant inférieurement dans le canal de Wolff (*u'*). *ms*, mésentère ovarien (*mesovarium*). (D'après Gegenbaur.)

à fait au côté interne de l'autre (fig. 204, *m*). Tous deux s'ouvrent en arrière dans le cloaque.

Le développement ultérieur des canaux de Müller et de Wolff est aussi clair que leur origine est obscure. Chez tous les vertébrés amphirhiniens et gnathostomes, du poisson primitif à l'homme, le canal de Wolff se métamorphose en canal déférent et le canal de Müller en oviducte. Ces deux canaux existent dans les deux sexes; mais, dans chaque sexe, un seul d'entre eux persiste, l'autre disparaît ou persiste atrophié, comme or-

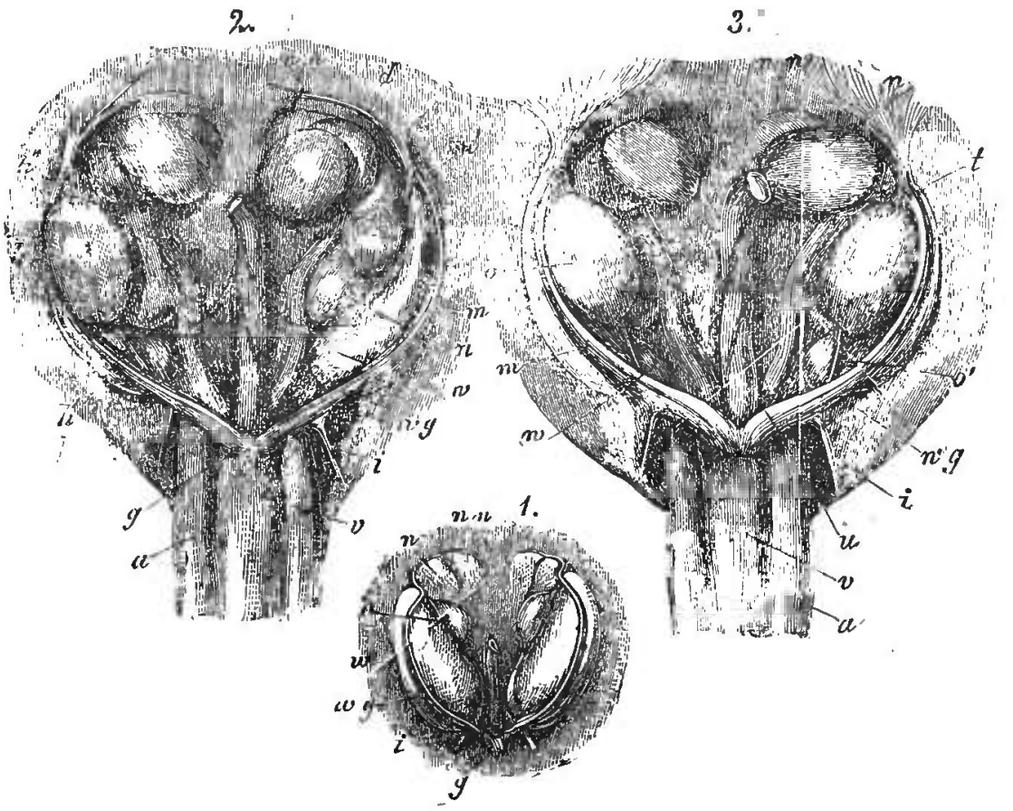


Fig. 207.

gane rudimentaire. Chez le mâle, où les deux canaux de Wolff deviennent des canaux déférents, on trouve souvent des restes

Fig. 207. — *Organes urinaires et organes sexuels d'un embryon de bœuf.* 1, embryon femelle, long d'un demi-pouce; 2, embryon mâle, long de deux pouces et demi; 3, embryon femelle, long de deux pouces et demi. *w*, rein primitif. *wg*, canal de Wolff. *m*, canal de Müller. *m'*, extrémité supérieure de ce canal, s'ouvrant en *t*. *i*, portion inférieure épaissie du même canal (rudiment de l'utérus). *g*, cordon génital. *h*, testicule. *h'*, ligament testiculaire supérieur et *h''* ligament testiculaire inférieur. *o*, ovaire. *o'*, ligament ovarien inférieur. *i*, ligament du rein primitif. *d*, ligament diaphragmatique du rein primitif. *nn*, capsule surrénale. *n*, rein définitif; au-dessous le conduit urinaire en S, entre les deux, le rectum. *v*, vessie. *a*, artère ombilicale. (D'après Koelliker.)

des canaux de Müller, qui s'appellent alors « canal de Rathke » (fig. 206, *B*. *c*). Chez la femelle, au contraire, où les deux canaux de Müller deviennent des oviductes, les restes des canaux de Wolff persistent sous le nom de canaux de Gartner.

Les amphibies nous éclairent sur ce curieux développement des conduits rénaux primitifs et sur leur connexion avec les glandes sexuelles (fig. 205, *AB*). L'ébauche première des conduits rénaux primitifs et leur différenciation en conduits de Müller et de Wolff est identique dans les deux sexes et semblable à ce qui existe chez l'embryon mammifère (fig. 205, *C*). Chez l'amphibie femelle, le canal de Müller devient, de chaque côté, un gros oviducte (fig. 205, *A*, *od*), tandis que le canal de Wolff fonctionne durant toute la vie comme conduit urinaire (*u*). Au contraire, chez l'amphibie mâle, le canal de Müller finit par n'être plus qu'un organe rudimentaire sans fonction, le canal de Rathke (fig. 206, *B*, *c*); le canal de Wolff fonctionne alors à la fois comme conduit urinaire et conduit déférent; car les canalicules séminifères (*ve*) partant du testicule (*t*) pénètrent dans la portion supérieure du rein primitif et s'y unissent aux canaux urinaires.

Chez les mammifères, ces états embryonnaires, qui persistent chez l'amphibie, disparaissent vite avec les progrès du développement (fig. 205, *C*). A la place du rein primitif qui, chez les vertébrés amniotes, fonctionne toute la vie comme organe d'excrétion urinaire, il se forme un rein définitif. Quant au rein primitif, il disparaît de bonne heure en grande partie chez l'embryon; ses restes seuls persistent. Chez les mammifères mâles, l'épididyme (*epididymis*) se forme aux dépens de la portion supérieure du rein primitif; la même portion du rein forme, dans le sexe féminin, un organe rudimentaire inutile, le parovaire (*parovarium*).

Les canaux de Müller subissent, chez le mammifère femelle, d'importantes modifications. Les oviductes se forment seulement aux dépens de leur portion supérieure; la portion inférieure s'élargit en une poche fusiforme, à épaisse paroi musculaire, dans laquelle se développe l'œuf fécondé. Cette poche est la matrice (*uterus*). D'abord les deux matrices sont complétement séparées et s'ouvrent isolément de chaque côté de la vessie dans le cloaque, comme il arrive encore chez les mammifères inférieurs, chez les ornithorynques (*ornithostoma*). Mais déjà,

chez les ornithorynques, les deux canaux de Müller se soudent, et chez les placentaliens, ils se confondent inférieurement, avec les canaux rudimentaires de Wolff, en un cordon sexuel impair (*funiculus genitalis*). L'indépendance primitive des deux matrices et des vagins situés à leur extrémité inférieure persiste encore chez beaucoup de placentaliens inférieurs, tandis que, chez les placentaliens supérieurs, ils se confondent graduellement en un organe impair. La soudure commence en bas (ou en arrière) et s'étend de plus en plus en haut (ou en avant). Tandis que, chez beaucoup de rongeurs (par exemple, le lièvre et l'écureuil), deux utérus encore séparés s'ouvrent dans un vagin unique; chez d'autres rongeurs, ainsi que chez les carnassiers, les cétacés et les ongulés, les moitiés inférieures des deux utérus sont déjà soudées, tandis que les moitiés supérieures ou les « cornes » sont encore séparées (*uterus bicornis*). Chez les cheiroptères et les prosimiens, les « cornes » supérieures sont très-courtes, tandis que la portion unique et inférieure s'est allongée. Chez les singes enfin et chez l'homme, la fusion des deux moitiés est complète; il n'y a plus qu'une seule poche utérine, piriforme, dans laquelle les oviductes s'ouvrent de chaque côté.

Chez les mammifères mâles, la fusion des canaux de Müller et de Wolff dans leur portion inférieure s'effectue aussi. Là aussi ces canaux forment un « cordon sexuel » (fig. 207, *g*) impair s'ouvrant aussi dans la cavité uro-génitale (*sinus urogenitalis*), qui se forme aux dépens de la portion la plus inférieure de la vessie (fig. 207, *v*). Mais tandis que, chez les mammifères mâles, les canaux de Wolff se transforment en canaux déférents permanents, les canaux de Müller ne laissent derrière eux que des organes rudimentaires insignifiants. Le plus curieux de ces organes est l'utérus masculin (*uterus masculinus*), provenant de la portion la plus inférieure impaire et soudée des canaux de Müller et qui est homologue à l'utérus féminin. Cet organe est une petite poche en forme de bouteille, s'ouvrant, dans le conduit urinaire, entre les deux canaux déférents et les lobes prostatiques (*vesicula prostatica*).

La situation des organes sexuels internes change beaucoup chez les mammifères. D'abord les glandes génératrices des deux sexes sont situées profondément dans la cavité abdominale, sur le bord interne des reins primitifs (fig. 204, *g*, 207); elles sont

fixées à la colonne vertébrale par un court mésentère, qui s'appelle *mesorchium* chez l'homme, *mesovarium* chez la femme. Mais cette situation primitive ne persiste que chez les monotrèmes et les vertébrés inférieurs. Chez tous les autres mammifères, aussi bien chez les marsupiaux que chez les placentaliens, ces glandes quittent leur lieu d'origine et émigrent plus ou moins loin en bas (ou en arrière), suivant la direction d'un ligament qui va du rein primitif à la région inguinale. Ce ligament est « le ligament du rein primitif », appelé chez l'homme « ligament conducteur de Hunter » (fig. 208 *M*, *gh*), et chez la femme « ligament rond » (fig. 208, *W*, *r*). Chez la femme, les ovaires plongent plus ou moins loin dans le petit bassin et s'y fixent. Chez l'homme, le testicule descend aussi dans la cavité abdo-

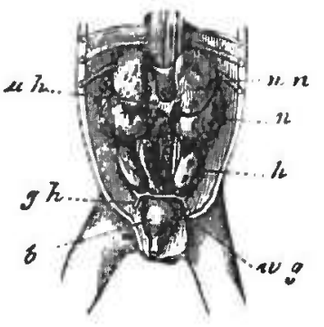


Fig. 208 *M*.

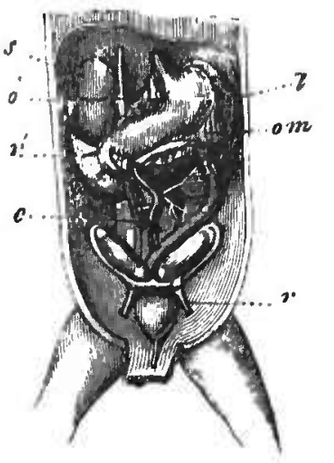


Fig. 208 *W*.

minale et, passant par le canal inguinal, arrive dans un large repli sacciforme du tégument cutané.

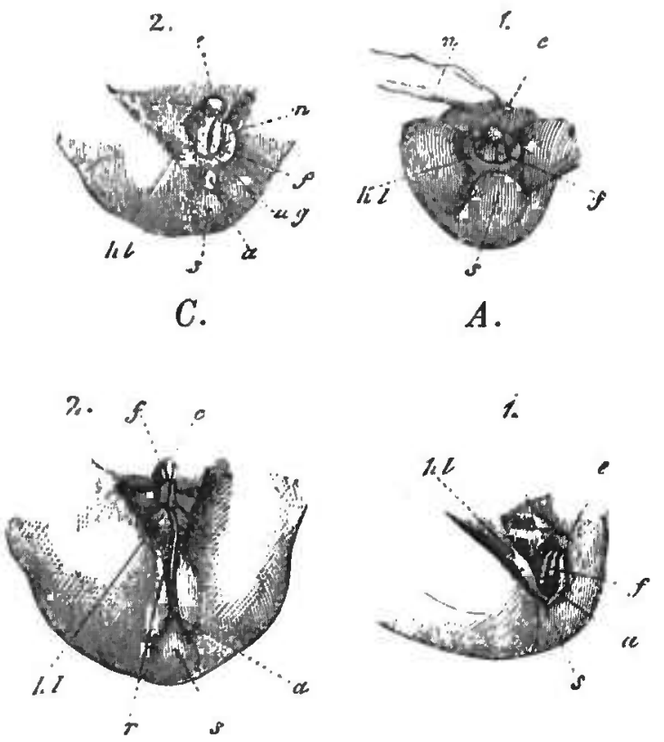
En se fermant, à droite et à gauche, les « replis sexuels » forment le sac testiculaire (*scrotum*). Les divers mammifères nous représentent les divers stades de cette migration. Chez les éléphants et les baleines, les testicules se déplacent peu et s'arrêtent un peu au-dessous des reins. Chez beaucoup de rongeurs et de carnassiers, ils ne vont pas plus loin que le canal inguinal. Chez la plupart des mammifères, ils franchissent ce canal et

Fig. 208. — *Situation primitive des glandes sexuelles dans la cavité abdominale de l'embryon humain* (à trois mois). — Fig. 208 *M*, mâle, de grandeur naturelle. *h*, testicule. *gh*, ligament conducteur du testicule. *wg*, canal déférent. *b*, vessie. *uh*, veine cave inférieure. *nn*, capsule surrénale. *n*, rein. *c*, cœcum intestinal. *o*, petit épiploon. *om*, grand épiploon (entre les deux épiploons de l'estomac). *l*, rate. (D'après Koelliker.)

passent dans le scrotum. D'ordinaire, le canal inguinal se ferme. S'il reste ouvert, alors les testicules peuvent émigrer périodiquement dans le scrotum au moment du rut, puis rentrer dans la cavité abdominale; c'est ce qui arrive chez beaucoup de marsupiaux, de rongeurs et de cheiroptères, etc.

Le mammifère possède, en outre, des organes sexuels externes ou organes de la copulation, chargés de transporter le sperme mâle dans l'organisme femelle pendant l'accouplement. Ces organes font entièrement défaut à la plupart des vertébrés inférieurs. Chez la plupart des animaux aquatiques, par exemple chez les acrâniens, les cyclostomes et la plupart des poissons, les œufs et la semence sont simplement évacués dans l'eau et le hasard se charge de la fécondation. Mais chez beaucoup de poissons et d'amphibies vivipares, il y a transport direct de la semence de l'organisme mâle à l'organisme femelle; c'est ce qui arrive chez tous les amniotes (reptiles, oiseaux et mammifères). Chez ces animaux, les organes génito-urinaires s'ouvrent à l'extrémité inférieure du rectum, qui devient ainsi un cloaque. Chez les mammifères, cette conformation n'existe que chez les ornithorynques, que l'on a appelés pour cette raison « animaux à cloaque » (*monotrema*). Chez tous les autres mammifères et chez l'homme, où cela arrive au troisième mois de la vie embryonnaire, une cloison divise le cloaque en deux cavités distinctes. La cavité antérieure prend le nom de canal génito-urinaire (*sinus urogenitalis*), et sert seulement au transport de l'urine et des produits sexuels; la cavité postérieure, l'anus, ne sert qu'à livrer passage aux excréments. Quand cette séparation s'effectue chez les marsupiaux et les placentaliens, on voit s'élever en avant, sur le pourtour de l'orifice cloacal, une papille conique: c'est le *phallus* (fig. 209, *Ae*, *Be*). A son extrémité antérieure, ce phallus se renfle en massue; cette portion renflée est le gland (*glans*). Sur la face inférieure du phallus apparaît une gouttière, la gouttière sexuelle (*sulcus genitalis*, *f*), et de chaque côté de cette gouttière se forme un repli cutané; ce sont les « replis sexuels » (*hl*). Le phallus est le principal organe du sens génésique; c'est sur lui que s'étalent les nerfs sexuels (*nervi pudendi*), qui sont surtout le siége des sensations génésiques proprement dites. Chez l'homme, cet organe devient le *pénis* (fig. 209, *De*); chez la femme, le pénis, beaucoup plus petit, prend le nom de *clitoris* (fig. 209, *Ce*). Le cli-

toris n'atteint des dimensions considérables que chez quelques singes (*ateles*). Dans les deux sexes, un repli cutané ou prépuce (*praeputium*) recouvre antérieurement le phallus. Chez le mâle, le canal génito-urinaire aboutit à la gouttière sexuelle, qui, par la soudure de ses bords, se change en un canal, l'*urèthre* (*urethra*). Cette transformation de la gouttière en canal n'arrive que rarement chez la femelle (chez quelques prosimiens, rongeurs, taupe); d'ordinaire, la gouttière persiste et ses bords s'allongent pour former les petites lèvres. Les grosses lèvres proviennent de deux plis cutanés parallèles existant à droite et à gauche de la gouttière sexuelle. Chez le mâle,



C. *A.* *D.* Fig. 209. *B.*

ces deux derniers replis se soudent en un sac fermé, le *scrotum*. Parfois cette soudure ne s'effectue point, alors la gouttière sexuelle reste ouverte; c'est ce qu'on appelle *hypospadias*. Dans ce cas, l'aspect extérieur des organes mâles ressemble à

Fig. 209. — *Les organes génitaux externes de l'embryon mâle.* *A*, embryon neutre de huit semaines (grossi deux fois; encore pourvu d'un cloaque). *B*, embryon neutre de deux semaines (grossi deux fois; anus séparé de l'orifice uro-génital). *C*, embryon femelle de onze semaines. *D*, embryon mâle de quatorze semaines. *e*, phallus. *f*, gouttière sexuelle. *hl*, replis sexuels. *r*, raphé (suture du pénis et du scrotum). *a*, anus. *ug*, orifice uro-génital. *n*, cordon ombilical. *s*, queue. (D'après Ecker; voir le XXXVIe tableau.)

celui des organes femelles, et souvent on a cru voir là de l'hermaphrodisme: c'est le faux hermaphrodisme (141).

Il faut bien distinguer ces cas et quelques autres cas de faux hermaphrodisme des cas beaucoup plus rares de véritable hermaphrodisme. Pour que ce dernier existe, il faut que les glandes génératrices des deux sexes soient réunies sur le même individu. Alors il s'est développé à droite un ovaire, à gauche un testicule, ou inversement, ou bien ovaires et testicules se sont développés des deux côtés, mais inégalement. Nous avons vu que chez tous les vertébrés les organes sexuels rudimentaires sont réellement hermaphrodites et que la séparation des sexes résulte seulement du développement unilatéral; par conséquent, les cas si curieux d'hermaphrodisme s'expliquent facilement en théorie. Ces cas sont fort rares chez l'homme et les vertébrés supérieurs. L'hermaphrodisme est, au contraire, la règle chez quelques vertébrés inférieurs, chez beaucoup de poissons du genre perche et chez quelques amphibies. Dans ces cas, le mâle a d'ordinaire un ovaire rudimentaire à l'extrémité supérieure du testicule; au contraire, la femelle possède parfois un testicule rudimentaire qui ne fonctionne pas. Chez la carpe et chez quelques autres poissons, l'hermaphrodisme existe aussi parfois. Nous avons déjà vu que l'hermaphrodisme primitif persiste, chez les amphibies, dans la conformation du canal d'expulsion.

L'homme nous retrace fidèlement aujourd'hui encore, dans l'embryologie de ses organes génito-urinaires, les traits principaux de sa phylogénie. Nous pouvons suivre pas à pas, chez l'embryon humain, le même développement progressif des organes génito-urinaires que nous montre la série des acrâniens, des cyclostomes, des poissons, des amphibies; puis, chez les mammifères, des animaux à cloaque, des marsupiaux et des divers placentaliens (voir le XXXVe tableau). Toutes les particularités anatomiques des organes génito-urinaires, par lesquelles les mammifères se distinguent des autres vertébrés, l'homme les possède aussi; par toutes les particularités spéciales, il ressemble aux singes, et surtout à la plupart des singes anthropoïdes. Pour bien montrer combien les particularités spéciales des mammifères se sont transmises à l'homme, je veux, en terminant, décrire le procédé commun par lequel l'œuf se développe dans l'ovaire.

Chez tous les mammifères, les œufs parvenus à l'état de maturité sont logés dans une petite poche spéciale, appelée « folli-

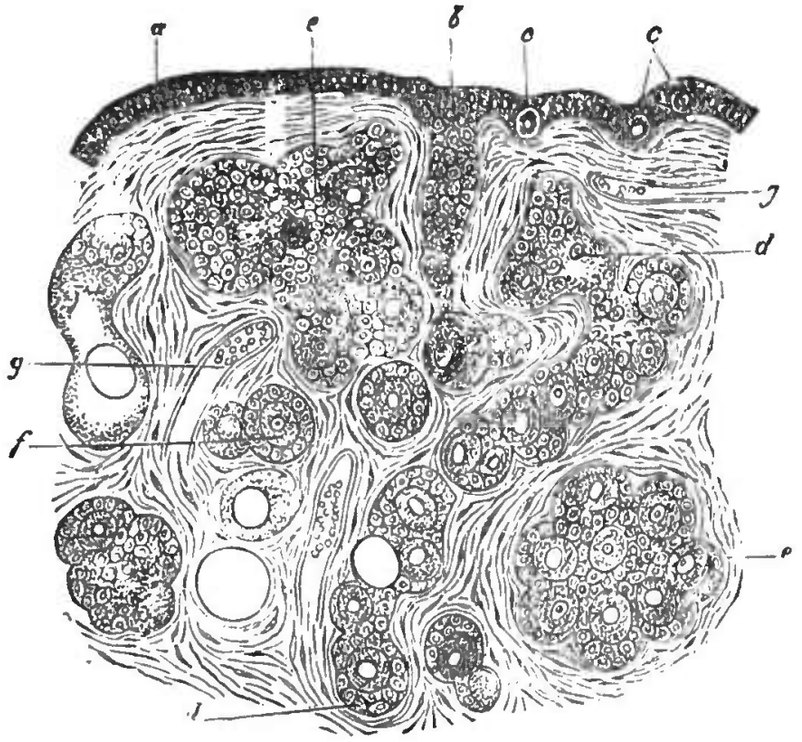


Fig. 210 *A*.

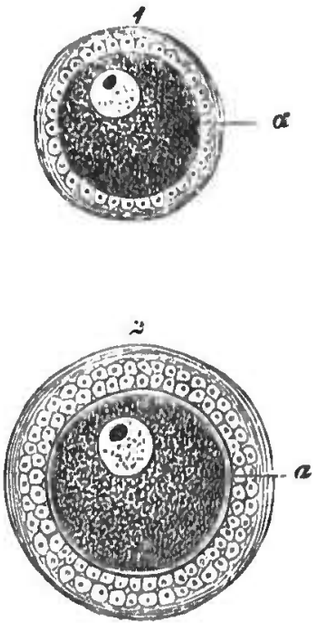


Fig. 210 *B*.

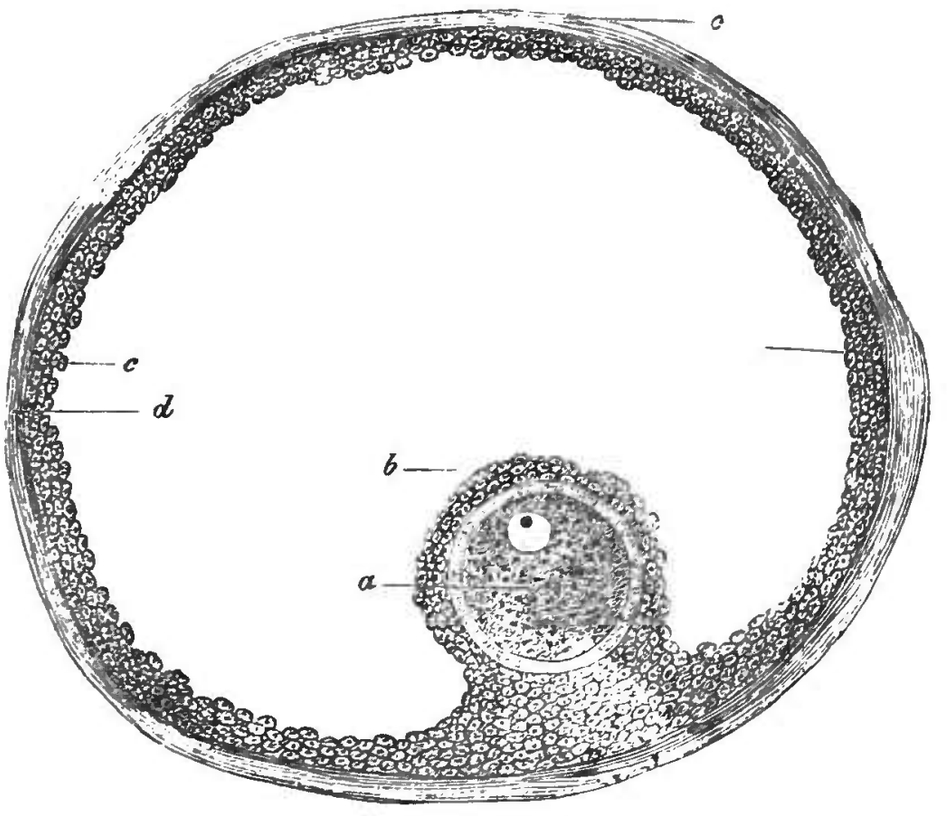


Fig. 210 *C*.

Fig. 210. — *Origine des œufs humains dans l'ovaire de la femme.* — Fig. 210, *A*, section perpendiculaire à travers l'ovaire d'un nouveau-né du

cule de Graaf », du nom de Regner de Graaf, qui l'a découverte (1677). Longtemps on a pris ce follicule pour l'œuf lui-même. Chaque follicule (fig. 210, *C*) consiste en une capsule fibreuse, sphérique, contenant un liquide et tapissée par plusieurs couches de cellules. En un point, ce revêtement cellulaire s'épaissit en bourgeon (*Cb*); cette portion épaissie loge l'œuf véritable (*Ca*). Le mode de formation de ce follicule n'a été découvert qu'il y a peu d'années par Pflüger [139]; puis Édouard van Beneden [140] et Waldmeyer [139] en ont fait une étude détaillée. Primitivement, l'ovaire des mammifères est un petit corps ellipsoïdal (fig. 204, *g*), formé de tissu conjonctif et de vaisseaux sanguins, recouvert d'une couche de cellules, « l'épithélium ovarien ». Aux dépens de cet épithélium se développent des cordons cellulaires plongeant dans le tissu conjonctif ou « stroma » de l'ovaire (*Ab*). Quelques cellules de ces cordons grossissent et deviennent des cellules ovulaires (œufs primitifs, *Ac*); mais la plupart des cellules restent petites et forment autour de chaque œuf une couche cellulaire protectrice et nutritive; c'est « l'épithélium folliculaire », d'abord en une seule couche (fig. 210, B_1), plus tard à plusieurs couches (B_2). Chez tous les autres crâniotes, les ovules sont entourés d'une enveloppe de petites cellules, d'un « follicule ovulaire »; mais chez les seuls mammifères, un liquide s'accumule entre les cellules folliculaires, et il en résulte l'extension, le développement du follicule en une petite poche, sur la paroi de laquelle l'œuf est situé excentriquement. Par là, comme par toute sa morphologie, l'homme prouve *qu'il descend des mammifères*.

sexe féminin. *a*, épithélium de l'ovaire. *b*, rudiment d'un cordon ovulaire. *c*, œuf encore jeune dans l'épithélium. *d*, long cordon ovulaire avec formation de follicule. *e*, groupe de jeunes follicules. *f*, quelques jeunes follicules. *g*, vaisseaux sanguins dans le tissu conjonctif (*stroma*) de l'ovaire. Dans les cordons, les jeunes cellules ovulaires se distinguent des cellules folliculaires par un volume plus considérable. (D'après Waldmeyer.) — Fig. 210, *B*, deux jeunes follicules isolés; en 1, les cellules folliculaires forment, autour du jeune, une couche cellulaire simple; en 2, il y a déjà une couche double; 2, les mêmes cellules commencent à former le chorion primaire (*a*) ou la *zona pellucida*. — Fig. 210, *C*, un follicule de Graaf humain, à maturité. *a*, œuf mûr. *b*, enveloppe de cellules folliculaires. *c*, les cellules épithéliales du follicule. *d*, la membrane fibreuse du follicule. *e*, sa surface extérieure.

TRENTE-CINQUIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des principales périodes phylogéniques des organes génito-urinaires de l'homme.

XXXV.1. **Première section : les organes sexuels (G) et les organes urinaires (U) restent séparés.**

Le système sexuel ou génital (G) et le système excrétoire ou urinaire (U) fonctionnent isolément.

I. Première période : *Organes sexuels et reins des gastréades.*

G. Quelques cellules éparses de l'entoderme se changent en cellules ovulaires et en cellules spermatiques.

U. Il n'y a point encore d'organes urinaires spéciaux. L'excrétion se fait par les cellules de l'exoderme.

II. Deuxième période : *Organes sexuels et reins des vers primitifs.*

G. Les cellules ovulaires de l'entoderme se rassemblent en groupes (lamelles ovariennes); les cellules spermatiques de l'exoderme font de même (lamelles testiculaires).

U. Deux glandes cutanées sacciformes, des plus simples (produits du feuillet cutané-sensitif), se changent en canaux rénaux rudimentaires (organes excrétoires des plathelminthes).

III. Troisième période : *Organes sexuels et reins des scolécides.*

G. Après différenciation des quatre feuillets germinatifs secondaires, les cellules ovulaires du feuillet cutané-sensitif émigrent dans le feuillet fibro-cutané; de même les cellules spermatiques émigrent du feuillet intestino-glandulaire dans le feuillet fibro-intestinal.

U. Après la formation du cœlom, les extrémités internes en cœcum des deux canaux rénaux (ou les « canaux rénaux primitifs ») s'ouvrent dans la cavité viscérale.

IV. Quatrième période : *Organes sexuels et reins des chordoniens.*

G. Les groupes de cellules ovulaires et les groupes de cellules spermatiques (lamelles ovariennes et lamelles testiculaires) forment des glandes hermaphrodites, alors qu'elles se rencontrent sur la limite de l'endocœlar (feuillet fibro-intestinal viscéral de l'épithélium cœlomatique) et de l'exocœlar (feuillet fibro-cutané pariétal de l'épithélium cœlomatique).

U. Les conduits rénaux primitifs se différencient en une portion évacuante et une portion glandulaire.

V Cinquième période : *Organes sexuels et reins des acrâniens.*

G. Les deux sexes sont séparés. Chez la femelle, l'ovaire seul se développe; le testicule seul se développe chez le mâle.

U. Les conduits rénaux primitifs restent simples (ils rétrogradent chez l'amphioxus).

VI. Sixième période : *Organes sexuels et rénaux des cyclostomes.*

G. Chaque œuf est entouré d'un follicule ovulaire (une simple couche cellulaire de l'épithélium cœlomatique).

U. Les conduits rénaux primitifs émettent des bourgeons latéraux, qui logent des pelotons vasculaires (reins primitifs à demi pennés de la *bdellostoma*.

XXXV*B*. **Deuxième section : les organes sexuels (G) et les organes urinaires (U) sont confondus.**

Les systèmes sexuel et excrétoire sont confondus en un « système uro-génital ».

VII. Septième période : *Organes uro-génitaux des poissons primitifs.*

Le conduit primaire du rein primitif se différencie de chaque côté en deux canaux secondaires : le canal de Wolff, qui devient un canal déférent, et le canal de Müller, qui devient un canal oviducte. Les deux conduits sexuels s'ouvrent primitivement en arrière de l'anus (prosélaciens).

VIII. Huitième période : *Organes uro-génitaux des dipneustes.*

Un cloaque se forme par l'union de l'orifice uro-génital et de la cavité anale. De la paroi antérieure du rectum se forme une vessie impaire (lepidosiren).

IX. Neuvième période : *Organes uro-génitaux des amphibies.*

A l'extrémité supérieure du rein primitif en voie de rétrogradation, se forme chez le mâle, l'épididyme; chez la femelle, le *parovarium.* Dans les deux sexes, le canal de Wolff fonctionne encore comme conduit urinaire; chez le mâle, il sert aussi de canal déférent. Le canal de Müller fonctionne chez la femelle comme oviducte; chez le mâle ; c'est un organe rudimentaire (canal de Rathke).

X. Dixième période : *Organes uro-génitaux des protamniens.*

A la place du rein primitif dégénéré apparaît, comme organe urinaire, le rein secondaire définitif. La poche urinaire sort de l'orifice abdominal de l'embryon et forme l'allantoïde. Sur la paroi antérieure du cloaque se forme le phallus, qui devient pénis, chez le mâle; clitoris, chez la femelle.

XI. Onzième période : *Organes uro-génitaux des monotrèmes.*

L'extrémité antérieure de l'oviducte s'élargit, de chaque côté, en une matrice musculeuse (uterus).

XII. Douzième période : *Organes uro-génitaux des marsupiaux.*

Le cloaque se divise par une cloison en un orifice uro-génital antérieur (apertura urogenitalis) et un orifice anal postérieur (anus). De la partie inférieure de l'utérus part, de chaque côté, un vagin. L'ovaire et le testicule commencent à émigrer de leur lieu d'origine.

XIII. Treizième période : *Organes uro-génitaux des prosimiens.*

Le canal de Müller et le canal de Wolff se soudent inférieurement en cordon sexuel. De la soudure des deux moitiés inférieurement résulte un utérus bicorne. Une partie de l'allantoïde devient le placenta.

XIV. Quatorzième période : *Organes uro-génitaliens des singes.*

Les deux matrices se soudent dans toute leur longueur, en un utérus piriforme, comme chez l'homme.

TRENTE-SIXIÈME TABLEAU.

Vue d'ensemble des homologies des organes sexuels, dans les deux sexes, chez les mammifères.

XXXVI*A*. Homologie des organes sexuels internes.

G. Rudiment commun des organes sexuels internes.	M. Portion mâle interne.	W. Portion femelle interne.
1. Glandes génératrices mâles (lamelle testiculaire chez l'embryon, produit du feuillet cutané?)	1. Testicule (*testis* ou *orchis*)	1. (Le rudiment testiculaire a disparu, mais persiste chez quelques amphibiens)
2. Glandes génératrices femelles (lamelles ovariennes, produit du feuillet intestinal?)	2. (Le rudiment ovarien a disparu; il persiste chez quelques amphibies)	2. Ovaire (*ovarium* ou *oophoron*)
3. Canal de Wolff (conduit latéral du rein primitif)	3. Canal déférent (*spermaductus*)	3. Canal de Gartner (canal rudimentaire)
4*a*. Canal de Müller (*ductus Mulleri*, conduit médian du rein primitif)	4*a*. Canal de Rathke (canal rudimentaire chez les amphibies)	4*a*. Oviducte (*oviductus* ou *tuba Fallopina*)
4*b*. Extrémité supérieure du canal de Müller	4*b*. Hydatide de Morgagni	4*b*. Hydatis Fallopina
4*c*. Extrémité inférieure du canal de Müller	4*c*. Uterus masculinus (*vesicula prostatica*)	4*c*. Uterus, vagina (matrice, vagin)
5. Débris des reins primitifs (*protonephron*, *corpus Wolffii*)	5. Epididyme	5. Parovaire (*parovarium*)
6. Ligament du rein primitif (*ligamentum protonephroinguinale*)	6. Ligament de Hunter (*gubernaculum Hunteri*)	6. Ligament rond (*ligamentum uteri rotundum*)
7. Mésentère sexuel (*mesenterium sexuale*)	7. Mésentère testiculaire (*mesorchium*)	7. Mésentère ovarien (*mesovarium*)

XXXVI*B*. Homologies des organes sexuels externes.

G. Rudiment commun des organes sexuels externes	M. Portion mâle externe.	W. Portion femelle externe.
8. *Phallus*	8. *Penis*	8. *Clitoris*
9. Prépuce	9. *Praeputium penis*	9. *Praeputium clitoridis*
10. *Plicae genitales*	10. *Scrotum*	10. Grandes lèvres (*labia pudendi majora*)
11. Fissures entre les deux replis sexuels	11. Suture du sac testiculaire (*raphe scroti*)	11. *Vulva*
12. Ligaments sexuels (bords de la gouttière sexuelle)	12. Les bords de la gouttière sexuelle se soudent	12. Petites lèvres (*labia pudendi minora*)
13. Canal génito-urinaire (*sinus urogenitalis*)	13. Urèthre	13. *Vestibulum vaginae*
14. Glandes annexes du canal génito-urinaire	14. Glandes de Cowper	14. Glandes de Bartholin

VINGT-SIXIÈME LEÇON.

RÉSULTAT DE L'ANTHROPOGÉNIE.

> La théorie de la descendance est une loi d'induction générale, résultant avec une absolue nécessité de la synthèse comparative de tous les phénomènes de la nature organique et spécialement du triple parallèle des évolutions phylogénétique, ontogénétique et taxinomique. Que l'homme descende des vertébrés inférieurs et, en première ligne, des vrais singes; c'est là une conclusion déductive spéciale, résultant aussi avec une absolue nécessité de la théorie de la descendance. On ne saurait trop appuyer sur cette position de la question de « la place de l'homme dans la nature ». Si, d'une façon générale, la théorie de la descendance est fondée, alors la théorie de l'évolution de l'homme à partir des vertébrés inférieurs n'est rien de plus qu'une conclusion déductive et irréfutable de cette théorie. Par conséquent, toutes les découvertes ultérieures qui enrichiront, à l'avenir, nos connaissances sur l'évolution phylétique de l'homme, seront simplement des vérifications spéciales de cette déduction, qui repose sur la plus large base inductive.
>
> MORPHOLOGIE GÉNÉRALE (1866).

Coup d'œil rétrospectif sur l'embryologie. — La loi biogénétique fondamentale élucide l'embryologie. — Sa connexion étiologique avec la phylogénie. — Les organes rudimentaires de l'homme. — Dystéléologie. — Legs des singes. — Place de l'homme dans la taxinomie du règne animal. — L'homme considéré comme vertébré et comme mammifère. — Parenté spéciale de l'homme et des singes. — Les témoignages invoqués dans la question simienne. — Les catarhiniens et les platyrhiniens. — L'origine divine de l'homme. — Adam et Ève. — Évolution de l'âme. — Différences psychiques importantes dans chaque classe zoologique. — Ames des mammifères et âmes des insectes. — Ames des fourmis et âmes des cochenilles. — Ame de l'homme et âme du singe. — Organes de l'activité psychique; système nerveux central. — Ontogénie et phylogénie de l'âme. — Importance de la loi biogénétique fondamentale pour la psychologie. — Importance de l'anthropogénie pour la victoire de la philosophie monistique et la défaite de la philosophie dualistique. — Nature et esprit. — Science de la nature et science de l'esprit. — Réforme de la conception du monde par l'anthropogénie.

Messieurs,

Nous avons maintenant exploré le domaine de l'évolution humaine; nous en connaissons les points les plus intéressants; nous voilà parvenus au terme de notre voyage: il sera donc opportun d'embrasser d'un coup d'œil la route parcourue et de tâcher d'entrevoir dans l'avenir le but scientifique où elle doit conduire. Nous sommes partis des faits les plus simples de l'em-

bryologie humaine, de faits que nos procédés d'investigation anatomique et microscopique nous permettent de vérifier quand bon nous semble. Le premier et le plus important de ces faits ontogénétiques est celui qui nous montre, à l'origine de l'homme comme à celle de tout autre animal, une cellule simple. Cette cellule ovulaire est conformée comme un ovule quelconque de mammifère; elle se développe par les mêmes procédés. De cette cellule provient, par bipartition réitérée, un corps pluricellulaire, dont les éléments constituants, les cellules groupées en société, sont d'abord toutes semblables entre elles (*morula*). Par l'accumulation d'un liquide dans l'intérieur de la morula, il se forme une vésicule blastodermique sphérique (*blastosphaera*). La mince paroi de la blastosphère est constituée soit par une seule couche, soit par deux couches de cellules; dans ce dernier cas, les deux couches cellulaires sont les deux feuillets germinatifs ou blastodermiques primaires, l'exoderme ou feuillet cutané et l'entoderme ou feuillet intestinal. Or, la vésicule bifoliée, qui, à ce moment, représente le genre humain, est la répétition ontogénétique de la forme ancestrale et phylogénétique extrêmement importante de tous les métazoaires; nous avons donné à cette vésicule le nom de *gastraea*. La proposition précédente est démontrée vraie aujourd'hui encore par la réapparition du stade embryologique de la *gastrula* dans les groupes zoologiques les plus dissemblables et chez l'amphioxus. Seule, la théorie gastréenne peut rendre raison de l'existence si générale de ce stade gastrulaire. En suivant plus loin le développement du germe bifolié, nous avons vu quatre feuillets germinatifs secondaires provenir par dédoublement des deux feuillets primaires. Ces feuillets ont chez l'homme exactement la même texture et le même rôle génétique que chez tous les autres vertébrés. Du feuillet cutané-sensitif proviennent l'épiderme, le système nerveux central, et très-probablement le système rénal. Le feuillet fibro-cutané forme le derme et les organes du mouvement (squelette et système musculaire). Du feuillet fibro-intestinal proviennent le système vasculaire et la paroi musculeuse de l'intestin. Enfin du feuillet intestino-glandulaire dérivent seulement l'épithélium ou la couche cellulaire interne de la muqueuse intestinale et des glandes de l'intestin.

Quant aux procédés par lesquels ces divers systèmes organi-

ques sortent des quatre feuillets germinatifs secondaires; ils sont exactement identiques chez l'homme et chez tous les autres vertébrés. L'embryologie de chaque organe isolément considéré nous prouve que le germe humain se différencie et se développe exactement selon le mode spécial aux vertébrés. Dans ce dernier embranchement, nous avons suivi pas à pas, degré par degré, l'évolution du corps en général et de chacune de ses parties. Chez l'homme, cette évolution supérieure s'effectue de la manière qui est spéciale aux mammifères. Enfin, dans les limites de cette dernière classe, nous avons vu les divers degrés d'évolution phylogénétique qui caractérisent les mammifères dans la taxinomie, correspondre aux degrés d'évolution ontogénétique que parcourt l'embryon humain. Cela nous permet de déterminer plus exactement la place de l'homme dans la classification de cette classe, et par suite d'établir son degré de parenté avec les divers ordres de mammifères.

La série de conséquences que nous a suggérée l'appréciation de ces faits ontogénétiques a été simplement le développement logique de la loi biogénétique fondamentale, d'où dépend l'intelligence tout entière de l'histoire du développement. Nous sommes là sur la limite de l'ancienne et de la nouvelle histoire naturelle, de l'ancienne et de la nouvelle conception du monde. Toute la morphologie moderne nous contraint irrésistiblement à reconnaître la loi biogénétique fondamentale et ses conséquences fécondes. Sans doute tout cela est inconciliable avec la mythologique conception du monde, qui a cours encore, avec les préjugés dominants que nous a inoculés une éducation scolaire théosophique; mais, sans la loi biogénétique fondamentale et sans la théorie de la descendance, bases de toutes ces idées, il nous est absolument impossible de comprendre quoi que ce soit à l'évolution organique, d'éclairer en quoi que ce soit cette merveilleuse région du savoir. Si, au contraire, conformément à la loi biogénétique fondamentale, nous reconnaissons la connexité étiologique des évolutions embryologique et phylogénique, le rapport étiologique qui relie l'ontogénèse et la phylogénèse, aussitôt les faits les plus étonnants de l'ontogénèse s'expliquent tout simplement, les phénomènes embryologiques ne sont plus que les effets mécaniques et nécessaires de l'évolution phylétique, conformément aux lois d'hérédité et d'adaptation.

L'action réciproque de ces lois dans les influences toujours

présentes de la lutte pour vivre, ou, comme Darwin l'appelle, de la sélection naturelle, suffit très-bien à expliquer par la phylogénie tous les phénomènes embryologiques. C'est là le grand mérite de Darwin; il a su, en invoquant l'action combinée de l'hérédité et de l'adaptation, trouver le vrai moyen d'expliquer étiologiquement toute l'histoire du développement.

Parmi les nombreux et puissants témoignages favorables à cette doctrine, je citerai des faits d'une toute autre nature, ceux de la dystéléologie ou science des organes rudimentaires. On ne saurait trop appuyer sur la haute valeur morphologique de ces curieux organes, qui, physiologiquement, sont absolument inutiles. Il n'est pas de système organique, chez l'homme et chez tous les vertébrés supérieurs, où l'on ne trouve quelques-uns de ces legs de nos antiques ancêtres vertébrés. Citons d'abord la toison pileuse rudimentaire, qui ne se développe plus avec quelque vigueur qu'à la tête, aux aisselles, etc. Les poils follets, qui recouvrent notre corps, sont absolument inutiles; ils n'ont pas de rôle physiologique; ce sont les derniers restes du pelage touffu qui protégeait nos ancêtres simiens. Les appareils sensitifs nous fournissent toute une série de curieux organes rudimentaires. Nous avons vu que toute l'oreille externe, avec son cartilage, ses muscles, sa peau, était chez l'homme un organe inutile, auquel on a voulu à tort attribuer jadis un rôle physiologique. C'est le reste atrophié de l'oreille pointue et mobile des mammifères supérieurs, qui nous ont légué des muscles auriculaires dont nous ne nous servons plus. A l'angle interne de notre œil, nous trouvons encore un curieux petit repli semilunaire parfaitement inutile, et qui nous intéresse uniquement parce qu'il est le dernier débris d'une membrane clignotante, d'une troisième paupière interne, jouant, aujourd'hui encore, un rôle physiologique important chez les requins et beaucoup d'amniotes. L'appareil du mouvement, aussi bien le squelette que les muscles, nous fournit encore quantité d'intéressantes preuves dystéléologiques. Je mentionnerai seulement la queue de l'embryon humain, les vertèbres caudales et les muscles rudimentaires de cette queue, organe absolument sans usage pour l'homme, mais néanmoins fort intéressant; car c'est le reste atrophié de la longue queue, richement pourvue de vertèbres et de muscles, telle que la possédaient nos vieux ancêtres simiens. Ces ancêtres nous ont encore transmis diverses apo-

physes osseuses, divers muscles, qui leur servaient beaucoup dans leur existence arboricole, mais qui pour nous sont sans usage. Nous avons encore sous la peau, en diverses régions, des muscles cutanés qui nous sont inutiles; ce sont les restes d'une couche de muscles cutanés, puissamment développés, que possédaient nos ancêtres mammifères inférieurs. Ce « panniculus carnosus » avait pour fonction de contracter, de rider la peau, comme le font encore aujourd'hui les chevaux, alors qu'ils veulent chasser les mouches. Nous possédons un reste de ce muscle apte encore à fonctionner : c'est le muscle frontal, qui nous permet de rider notre front et de relever nos paupières; mais il est un autre vestige, considérable encore, de ce même muscle, que nous ne pouvons plus contracter volontairement : c'est le muscle cutané du cou (*platysma myoïdes*).

Nos appareils de la vie végétative ne sont pas moins riches en organes rudimentaires que ceux de la vie animale. Nous avons déjà, chemin faisant, signalé la plupart d'entre eux. Je vous rappellerai seulement la curieuse glande thyroïde (*thyreoïdea*), qui s'hypertrophie dans le goître et provient de la gouttière ciliée existant chez les chordoniens, les ascidies, les acrâniens, au-dessous de la cage branchiale. Je mentionnerai aussi l'appendice vermiculaire du cœcum. Dans le système circulatoire, nous trouvons beaucoup de cordons inutiles, restes de vaisseaux atrophiés à l'âge adulte, mais qui ont primitivement fonctionné; ce sont : le *ductus Botalli*, entre l'artère pulmonaire et l'aorte, et le *ductus venosus Arantii*, entre la veine porte et la veine cave, sans parler de beaucoup d'autres. Mais les nombreux organes rudimentaires de l'appareil génito-urinaire sont particulièrement intéressants. Ces organes sont d'ordinaire développés dans un sexe et rudimentaires dans l'autre. Ainsi, chez l'homme, les canaux de Wolff deviennent canaux déférents, tandis que, chez la femme, il n'en reste que des rudiments connus sous le nom de canaux de Gartner. Inversement, chez la femme, les oviductes et la matrice se forment aux dépens des canaux de Müller, tandis que, chez l'homme, c'est surtout la partie inférieure de ces canaux qui se développe en « matrice mâle » (*vesicula prostatica*). Enfin, les mamelons et les glandes mammaires de l'homme sont les rudiments d'organes qui régulièrement ne fonctionnent que chez la femme.

Un examen anatomique plus détaillé du corps humain nous

montrerait quantité d'autres organes rudimentaires, que la théorie de la descendance peut seule expliquer. Ces organes sont autant de preuves établissant la vérité de la conception mécanique de la nature, autant de foudroyantes réfutations de la conception téléologique. Si, comme le prétend cette dernière doctrine, l'homme ou tout autre être organisé avait été construit dès le principe en vue d'un but à atteindre; s'il avait été appelé à la vie par un acte créateur, alors l'existence de ces organes rudimentaires ne serait plus qu'une énigme inexplicable; on ne comprendrait pas pourquoi le créateur aurait imposé un fardeau inutile à sa créature, déjà fort embarrassée sur le chemin de la vie. Au contraire, la théorie de la descendance donne fort simplement la raison d'être de ces organes. Elle nous apprend que les organes rudimentaires sont des parties du corps qui, dans le cours des siècles, sont graduellement devenues hors de service. Ces organes avaient des fonctions déterminées chez nos ancêtres animaux, mais, chez nous, ils sont absolument sans valeur physiologique. De nouvelles adaptations les ont rendus inutiles, mais ils n'en ont pas moins été transmis de génération en génération et ont ainsi rétrogradé lentement.

Non-seulement les organes rudimentaires, mais tous les autres organes de notre corps, nous ont été légués par les mammifères, et en dernier lieu par nos ancêtres simiens. *Il n'y a pas, dans le corps humain, un seul organe qui ne nous vienne des singes.* Mais notre loi biogénétique fondamentale nous permet de poursuivre l'origine de nos systèmes organiques plus loin encore, jusqu'à nos divers degrés ancestraux inférieurs. Ainsi nous pouvons dire que nous tenons les plus anciens organes de notre corps, l'épiderme et le canal intestinal, des gastréades; le système nerveux et le système musculaire nous viennent des vers inférieurs (archelminthes); le système vasculaire, la cavité viscérale et le sang, des vers cœlomates (scolécides); la chorda et l'intestin branchial, des chordoniens; les organes des sens différenciés, des cyclostomes; les membres et les canaux de Müller, des poissons primitifs; les organes génitaux externes, des mammifères primitifs. En parlant de « la loi de connexion ontogénétique des formes taxinomiquement parentes » et en déterminant l'âge relatif des organes, nous avons vu comment on peut tirer des conclusions phylogénétiques de ce genre de la succession ontogénétique des systèmes organiques.

Appuyés sur cette grande loi et sur l'anatomie comparée, nous pourrons déterminer exactement « la place de l'homme dans la nature », ou, en d'autres termes, indiquer quelle est la place de l'homme dans la taxinomie du règne animal. La nouvelle taxinomie zoologique partage tout le règne animal dans les sept embranchements ou phyles que vous connaissez, et elle subdivise, *en gros*, ces sept phyles en quarante classes environ, puis ces classes environ en deux cents ordres. Par son organisation tout entière, l'homme appartient d'abord et indubitablement à un seul embranchement, celui des vertébrés; deuxièmement, à une seule classe, celle des mammifères; troisièmement, à un seul ordre, à l'ordre des singes. Toutes les particularités caractéristiques par lesquelles l'embranchement des vertébrés se distingue des six autres embranchements, les mammifères, des trente-neuf autres classes, l'ordre des singes, des cent quatre-vingt-dix-neuf autres ordres; toutes ces particularités l'homme les possède. On a beau se débattre, force est bien de reconnaître ces faits anatomiques et taxinomiques. Vous savez que, dans ces derniers temps, ces faits ont été passionnément discutés; que l'on a surtout disputé au sujet de la parenté anatomique spéciale de l'homme et des singes. Les plus étranges opinions ont été émises sur cette « question des singes » ou « théorie pithécoïde ». Pour trancher le débat, il nous faut donc séparer l'essentiel de l'accessoire.

Nous partons de ce fait incontestable que l'homme, indépendamment de sa consanguinité réelle ou supposée avec les singes, est un vrai mammifère et même un *mammifère placentalien*. Le fait fondamental est si facile à démontrer par l'anatomie comparée, qu'il est unanimement admis, depuis qu'on distingue les placentaliens des mammifères inférieurs (marsupiaux et monotrèmes). De ce fait il résulte, pour tout partisan conséquent de la doctrine de l'évolution, que l'homme et tous les autres placentaliens descendent d'une même forme ancestrale, de la souche des placentaliens, de même que tous les mammifères (placentaliens, marsupiaux et monotrèmes) doivent nécessairement dériver d'un même ancêtre mammifère. Mais par là la grande question de principe de la place de l'homme dans la nature, cette question qui agite le monde entier, est définitivement tranchée, quel que soit le degré de parenté de l'homme avec les singes. Qu'importe que l'homme appartienne phylogénétiquement à

l'ordre des singes, ou, si l'on aime mieux, des primates, sa consanguinité immédiate avec les autres mammifères et spécialement avec les placentaliens n'en persiste pas moins. Peut-être les degrés de parenté entre les divers ordres de mammifères sont-ils tout autres que nous ne les supposons aujourd'hui. Mais il n'en reste pas moins incontestable que l'homme et les autres mammifères descendent d'une même forme ancestrale. Cette antique forme ancestrale, depuis longtemps éteinte, qui s'est vraisemblablement développée pendant la période triasique, fut l'ancêtre monotrème de tous les mammifères.

Si l'on prend pour base la proposition fondamentale qui précède, alors la « question simienne » prend un tout autre aspect. Avec un peu de réflexion, vous vous convaincrez sans peine que cette question n'a pas l'importance qu'on lui a récemment donnée. En effet, le fait que le genre humain descend d'une série de divers ancêtres mammifères et que ces derniers proviennent d'une série plus ancienne de vertébrés inférieurs, ce fait reste hors de doute. Qu'importe alors que les plus proches ancêtres animaux de l'homme aient été ou non de vrais singes? Mais puisque l'on a pris l'habitude de ne voir, dans toute la question de l'origne de l'homme, que la descendance simienne, force m'est de revenir encore une fois sur ce point et de vous rappeler fes faits d'anatomie comparée et d'ontogénèse qui tranchent le débat.

Le plus court chemin pour arriver au but est celui qu'a suivi Huxley dans son remarquable ouvrage sur « La place de l'homme dans la nature »; c'est le chemin que nous tracent l'anatomie comparée et l'ontogénie. Il nous faut comparer objectivement tous les organes de l'homme avec les mêmes organes du singe; puis nous aurons à voir si les différences entre les uns et les autres sont plus grandes que celles qui existent entre les singes supérieurs et les singes inférieurs. Le résultat incontestable de cette enquête d'anatomie comparée, faite avec toute l'impartialité et toute l'exactitude possibles, est l'importante loi que nous avons appelée loi « d'Huxley », du nom de celui qui l'a formulée; la voici : Les différences anatomiques entre l'organisation humaine et celle des singes supérieurs que nous connaissons sont beaucoup plus faibles que les mêmes différences entre les singes supérieurs et les singes inférieurs. Nous pouvons même donner à cette loi une portée plus précise, en considérant

les platyrhiniens ou singes américains comme des parents éloignés, négligeables, et en faisant porter la comparaison seulement sur les catarhiniens ou singes de l'ancien monde. Même dans ce petit groupe, les différences anatomiques entre les singes inférieurs et les singes à narines étroites, entre le pavian et le gorille, sont bien plus grandes que les différences entre ce singe anthropoïde et l'homme. Si nous nous adressons maintenant à l'ontogénie, et si, conformément à notre « loi de connexion ontogénétique entre les formes taxinomiquement parentes », nous trouvons que les embryons des singes anthropoïdes et de l'homme sont plus longtemps semblables que les embryons des singes supérieurs et des singes inférieurs, force nous sera bien, bon gré mal gré, de reconnaître que nous descendons de l'ordre des singes.

Sans doute nous pouvons, d'après les faits précités d'anatomie comparée, nous figurer approximativement la conformation de nos ancêtres durant l'âge tertiaire; mais, quel que soit l'être que nous nous imaginions, ce sera sûrement un vrai singe et même un singe catarhinien; car l'homme possède tous les caractères anatomiques qui distinguent les catarhiniens des platyrhiniens. Il nous faut donc faire descendre directement l'homme du groupe des catarhiniens et placer l'origine de l'homme dans l'ancien monde. Enfin les groupes des singes catarhiniens et platyrhiniens sont limités, le premier à l'ancien monde, le second au nouveau monde. Ils n'ont de commun que leur descendance d'une même et antique forme ancestrale; vraisemblablement les uns et les autres sont issus des prosimiens de l'ancien monde.

En admettant qu'il soit maintenant objectivement établi, sans conteste, que le genre humain descend directement des singes de l'ancien monde, nous devons pourtant dire encore une fois que, toute importante que soit cette proposition, elle n'a point *en principe*, pour la question de l'origine humaine, la portée qu'on lui attribue d'ordinaire. Ne tenons nul compte de cette proposition, ou supposons qu'elle nous soit inconnue, nous n'en connaîtrons pas moins les faits zoologiques d'anatomie comparée et d'embryologie qui attestent la nature placentalienne de l'homme. Cela suffit pour établir la commune descendance de l'homme et des autres mammifères. Qu'importe à la question de principe que l'on dise : « Oui, l'homme est un mam-

mifère. mais il s'est détaché des autres mammifères à l'origine de la classe. et entre lui et les mammifères actuels il n'y a point de proche parenté. » Dans tous les cas, le degré de parenté est assez proche, si on le met en regard des trente-neuf autres classes du règne animal. Dans tous les cas, tous les mammifères, y compris l'homme, ont une commune origine, et leurs communs ancêtres forment une longue série de vertébrés inférieurs lentement développés.

L'horreur qu'éprouvent la plupart des hommes à l'idée d'une origine simienne blesse évidemment à la fois la raison et le sentiment. C'est justement parce que l'organisme simien est la caricature, l'image altérée et peu attrayante de l'homme, que nos préjugés esthétiques et notre amour-propre en sont désagréablement affectés et que la plupart des hommes répugnent à l'idée d'une origine simienne. Il est bien plus flatteur de descendre d'un être divin, supérieur; aussi, dès les temps les plus reculés, la vanité humaine s'est complu à faire remonter son origine à des dieux ou des demi-dieux. L'Église l'a bien compris, et, avec son habileté d'interprétation ordinaire, elle a glorifié ce ridicule orgueil comme un sentiment « d'humilité chrétienne »; aussi ces mêmes hommes, qui repoussent, avec un présomptueux dédain, toute idée d'une origine animale et se regardent comme « les enfants de Dieu », nous les voyons se vanter, avec une « platitude servile », de leur haute extraction, Dans la plupart des sermons que la chaire et l'autel décochent contre la marche envahissante de la doctrine évolutive, l'amour-propre et la vanité dominent; ce sont là des faiblesses de caractère que nous ont léguées les singes; pourtant il faut bien avouer qu'elles se sont développées chez l'homme à un degré que le naïf préjugé de la « chute de l'homme » met dans tout son jour. Nous nous moquons des sottises puériles que le ridicule orgueil nobiliaire a entretenues depuis les beaux jours du moyen âge jusqu'à notre époque, et pourtant la plupart des hommes ont encore leur bonne part de cette folle vanité. Comme la plupart des hommes aiment mieux faire remonter leur généalogie à des barons déchus et, si possible, à des princes fameux qu'à d'obscurs paysans, ainsi ils préfèrent donner pour premier ancêtre au genre humain un Adam déchu par le péché plutôt qu'un singe actif et perfectible. C'est là une affaire de goût et il ne sert à rien de discuter sur de telles préférences généalogiques. Pour moi personnellement, j'avoue que

je suis aussi fier de mon grand-père paternel, simple paysan silésien, que de mon grand-père maternel, jurisconsulte rhénan, qui finit par occuper une haute charge administrative. Quant à moi, je préfère être la postérité perfectionnée d'un ancêtre simien, sorti, par concurrence vitale, des mammifères inférieurs, issus eux-mêmes et progressivement des vertébrés inférieurs, plutôt que le rejeton dégénéré d'un Adam, semblable à Dieu, mais dégradé par le péché, d'un « bloc d'argile », et d'une Ève « créée » avec l'une des côtes de cet Adam. Au sujet de cette célèbre « côte », je dois déclarer expressément ici, et cela complétera l'histoire évolutive du squelette, que le nombre des côtes est exactement le même chez l'homme et chez la femme. Chez l'un et l'autre, les côtes proviennent du feuillet fibro-cutané et sont, phylogénétiquement, des arcs vertébraux inférieurs ou abdominaux.

N'entends-je pas dire maintenant : tout cela est bel et bon; après tout ce qui précède, on ne peut plus contester que le corps humain ne soit sorti graduellement et lentement d'une longue série d'ancêtres vertébrés. Mais il en va tout autrement de « l'esprit de l'homme », de son âme, qui ne peut pas être issue de l'âme des vertébrés. Voyons si les faits tirés de l'anatomie comparée, de la physiologie et de l'embryologie ne nous permettront pas de réfuter cette grave objection. Dans les classes, les ordres, les genres et les espèces des vertébrés, il y a une telle quantité et une telle diversité d'âmes vertébrées, qu'au premier abord, on a peine à croire que toutes ces âmes aient pu provenir d'une seule et même âme de vertébré. Songez d'abord au petit amphioxus, qui n'a point encore de cerveau, mais seulement un simple tube médullaire, et dont l'activité psychique est au dernier rang dans le groupe des vertébrés. Les cyclostomes, voisins de l'amphioxus, n'ont guère plus de vie intellectuelle, quoiqu'ils aient déjà un cerveau. Élevons-nous des cyclostomes aux poissons, nous trouverons une intelligence aussi bien peu développée, comme tout le monde le sait; il nous faut arriver aux amphibies pour rencontrer un progrès intellectuel qui compte. Le développement s'accuse davantage encore chez les mammifères, quoique là aussi, chez les monotrèmes et leurs stupides voisins, les marsupiaux, les activités intellectuelles soient encore bien peu accusées. Montons jusqu'aux placentaliens; dans ce groupe si varié, nous rencontrons tant d'importants degrés de différenciation et de perfectionnement, que les différences psy-

chiques entre les placentaliens les plus stupides (par exemple le paresseux et le tatou) et les placentaliens les plus intelligents (par exemple les chiens et les singes) semblent énormes. Sûrement elles sont beaucoup plus grandes que les mêmes différences entre le chien, le singe et l'homme. Pourtant tous ces animaux sont des membres consanguins d'une même classe ([142]).

Nous constatons les mêmes faits, plus frappants encore, dans la psychologie comparée d'une autre classe zoologique, intéressante pour tant de raisons; je veux parler de la classe des insectes. On sait que beaucoup d'insectes sont doués d'une telle activité intellectuelle, que, dans le groupe des vertébrés, l'homme seul peut rivaliser avec eux sous ce rapport. Vous connaissez tous les célèbres associations des abeilles et des fourmis; vous savez tous qu'on y trouve une organisation sociale si curieuse, que, pour voir quelque chose de pareil, il faut remonter jusqu'aux races humaines supérieures. Je me contenterai de vous rappeler l'organisation sociale et le gouvernement des abeilles monarchiques et des fourmis républicaines, leur distribution en diverses classes : la reine, les abeilles mâles, les ouvrières, les éducatrices, les soldats, etc. Parmi les détails les plus intéressants de cet état social, il faut noter l'élevage du bétail par les fourmis, qui font des pucerons leurs vaches de lait et savent traire régulièrement le liquide sucré que ces derniers sécrètent. Plus curieux encore est l'esclavage que les grosses fourmis rouges imposent aux jeunes des petites fourmis noires, qu'elles volent à cet effet. Que toutes les institutions politiques et sociales des fourmis résultent du concours des individus, des citoyens, que ceux-ci puissent s'entendre entre eux; ce sont des faits depuis longtemps connus. De nombreuses observations ont mis hors de doute la haute activité intellectuelle de ces petits articulés. Rapprochons maintenant de ces faits l'état intellectuel de beaucoup d'insectes inférieurs et surtout des insectes parasites. Songeons, par exemple, au *coccus*, qui, à l'état adulte, n'est qu'un corps clypéiforme, parfaitement immobile et fixé sur les feuilles des plantes. Ses pattes sont atrophiées. Sa trompe plonge dans les tissus de la plante, dont il suce les sucs. Toute la vie intellectuelle de ces parasites femelles se borne au plaisir que leur procurent la succion des sucs végétaux et les rapports sexuels avec les mâles mobiles. On en peut dire autant de la femelle vermiforme des strésiptères (*stresiptera*), qui, dépourvue d'ailes et de pieds, vit immobile, en parasite, dans

le segment postérieur des guêpes. Chez de tels animaux, il ne saurait être question d'un degré notable d'activité intellectuelle. Comparez maintenant ces stupides parasites avec les fourmis si intelligentes et si alertes, et vous m'accorderez sans peine et vous conviendrez sûrement qu'entre ces animaux les différences psychiques sont plus grandes qu'entre les derniers et les premiers des mammifères, qu'entre les ornithorynques, les marsupiaux et les tatous, d'une part; les chiens, les singes et l'homme, d'autre part. Pourtant tous ces insectes appartiennent incontestablement à une seule et même classe d'articulés, comme tous ces mammifères à une seule et même classe de mammifères. Aussi, pour être conséquent, tout partisan de la doctrine de l'évolution doit admettre une forme ancestrale commune à tous ces insectes et une autre forme ancestrale commune à tous ces mammifères.

Si, laissant la psychologie comparée de tous ces animaux, nous nous occupons des organes psychiques, nous voyons que toujours, chez les animaux supérieurs, les fonctions intellectuelles sont indissolublement unies à un groupe déterminé de cellules, aux cellules du système nerveux central. Tous les naturalistes reconnaissent que *le système nerveux central est l'organe de la vie psychique*, et c'est là une proposition que l'on peut, à volonté, vérifier expérimentalement. Détruisons tout ou partie du système nerveux, du même coup, nous aurons détruit en totalité ou en partie « l'âme » ou l'activité psychique de l'animal. Demandons-nous maintenant ce qu'il en est des organes psychiques chez l'homme. La réponse à cette question est sans réplique et vous la connaissez déjà. Par son origine et par sa structure, l'organe psychique de l'homme ne diffère pas essentiellement de celui des autres vertébrés. Cet organe provient, sous la forme d'un simple tube médullaire, de la peau de l'embryon, c'est-à-dire du feuillet cutané-sensitif ou du premier feuillet germinatif secondaire. Dans son développement graduel, chez l'embryon humain, le système nerveux central parcourt les mêmes degrés que chez les autres mammifères, et, comme homme et mammifères ont indubitablement une commune origine, il en doit être de même pour leur cerveau et leur moelle épinière.

En outre, la physiologie nous enseigne, par l'observation et l'expérience, que la relation entre l'âme et ses organes, le cerveau et la moelle épinière, est la même chez l'homme et chez

les autres mammifères. Point d'organes psychiques, point d'activité psychique, de même qu'il n'y a pas de mouvement musculaire sans muscles. Par conséquent l'activité intellectuelle ne se peut développer qu'avec ses organes. Si donc nous admettons la théorie de la descendance, si nous reconnaissons qu'il y a un rapport étiologique entre la phylogénèse et l'ontogénèse, il nous faudra nécessairement acquiescer à la proposition suivante : L'âme humaine s'est développée avec le tube médullaire, dont elle est la fonction, et de même qu'aujourd'hui encore le cerveau et la moelle épinière de chaque homme dérivent du tube médullaire simple, ainsi « l'esprit humain », l'activité psychique du genre humain tout entier s'est développée peu à peu, graduellement, à partir de l'âme des vertébrés inférieurs. Aujourd'hui encore, chez tout individu humain, la structure si admirablement compliquée du cerveau se développe graduellement des mêmes organes rudimentaires, des mêmes cinq ampoules cérébrales existant chez tous les autres crâniotes; par conséquent il faut que l'âme humaine se soit développée graduellement de l'âme des crâniotes, dans le cours de millions d'années. En outre, comme, aujourd'hui encore, le cerveau de tout embryon humain se différencie selon le type spécial du cerveau simien, il a fallu de même que la « psyché » humaine se soit différenciée historiquement de l'âme simienne.

Sans doute cette conception monistique est repoussée avec indignation par la plupart des hommes, et l'on adopte l'opinion dualistique, qui nie la connexion indissoluble de l'âme et du cerveau et prétend faire du « corps et de l'esprit » deux choses entièrement distinctes. C'est là une manière de voir généralement admise, mais comment la concilier avec les faits que vous connaissez? Elle offre d'ailleurs d'insurmontables difficultés tant en ontogénèse qu'en phylogénèse. Si, avec la plupart des hommes, on considère l'âme comme un être indépendant qui, dans le principe, n'a rien de commun avec le corps, qui n'y a établi sa demeure que temporairement et qui manifeste sa sensibilité au moyen du cerveau comme le pianiste se sert du clavier, force est d'admettre, dans l'embryologie de l'homme, un moment où l'âme est entrée dans le corps et dans le cerveau; il faut aussi qu'il y ait, au moment de la mort, un instant où l'âme quitte le corps. En outre, comme chaque homme reçoit héréditairement de ses parents certaines propriétés psychiques, il faut admettre que, dans

'acte de la reproduction, des portions d'âme des parents se sont ransmises aux enfants. Un fragment de l'âme paternelle accompagnerait les cellules spermatiques, un fragment de l'âme maternelle résiderait dans la cellule ovulaire. Dans cette manière le voir dualistique, les phénomènes du développement sont parfaitement inintelligibles. Tout le monde sait que le nouveau-né n'a nulle conscience, nulle connaissance de lui-même ou du monde ambiant. Quiconque a des enfants et en suit le développement intellectuel ne saurait, s'il observe avec impartialité, nier qu'il n'y ait là un procédé d'évolution biologique. De même que toutes nos fonctions se développent avec leurs organes, ainsi le développement de l'âme est corrélatif à celui du cerveau. Le développement de l'âme de l'enfant est même un phénomène si admirable, si frappant, que chaque mère et chaque père capables d'observer ne se lassent pas de le suivre. Seuls les traités de psychologie ne se doutent pas de ce développement, et l'on est porté à croire que les auteurs de ces traités n'ont jamais eu d'enfants. L'âme humaine, telle que la décrivent la plupart des ouvrages de psychologie, est une âme développée d'un seul côté, l'âme d'un philosophe lettré, qui a beaucoup lu, mais ne se doute pas de l'histoire de l'évolution et ne songe même pas que sa propre âme s'est aussi développée.

Pour être conséquents, les mêmes philosophes doivent aussi naturellement admettre, pour la phylogénie de l'âme humaine, un moment où cette âme a pénétré pour la première fois dans le corps vertébré de l'homme. Au moment où le corps humain s'est différencié de celui des singes anthropoïdes, vraisemblablement, dans l'âge tertiaire récent, un élément psychique spécial, humain, ou, comme on dit d'ordinaire, une « étincelle divine » a dû pénétrer ou être insuflée dans le cerveau des singes anthropoïdes et s'y associer à l'âme préexistante des singes. Je n'ai pas besoin de vous signaler les difficultés théorétiques que soulève une telle manière de voir. Je dirai seulement, en passant, que cette même « étincelle divine », par laquelle la psyché humaine se serait différenciée de toutes les âmes animales, devait être aussi susceptible de développement, puisqu'en fait, dans le cours de l'histoire humaine, elle a progressé. D'ordinaire, c'est la « raison » que l'on désigne par cette expression « d'étincelle divine », et l'on entend ainsi doter l'homme d'une fonction psychique qui le distinguerait de tous les animaux « non raison-

nables ». Mais la psychologie comparée nous démontre que cette prétendue frontière entre l'homme et l'animal n'existe pas (142). Ou l'on prend l'idée de la raison dans son sens le plus large, et alors on trouve cette raison aussi bien chez les mammifères supérieurs (singes, chiens, éléphants, chevaux) que chez l'homme; ou l'on conçoit l'idée de raison dans un sens étroit, et alors il n'y a pas plus de raison chez la plupart des hommes que chez la plupart des bêtes. En résumé, on peut dire aujourd'hui encore de la raison humaine ce qu'en disait le Méphistophélès de Goethe :

« Il vivrait un peu mieux, — si tu ne lui avais pas donné l'apparence d'un rayon céleste; — il appelle cela « raison », mais il s'en sert — uniquement pour être bestial comme toutes les bêtes. »

Si donc la théorie dualistique de l'âme, généralement acceptée et séduisante à beaucoup d'égards, nous semble absolument insoutenable, il ne nous reste plus que la thèse monistique, suivant laquelle l'âme humaine est, comme toutes les autres âmes animales, simplement une fonction du système nerveux central, auquel elle est indissolublement unie et avec lequel elle s'est développée. C'est là un fait que prouve l'ontogénie de chaque enfant, et la loi biogénétique fondamentale établit phylogénétiquement la même vérité. Dans chaque embryon humain, le feuillet cutané sensitif produit le tube médullaire, qui, à sa partie antérieure, donne naissance aux cinq ampoules cérébrales des crâniotes, d'où provient le cerveau des mammifères, qui revêt d'abord les caractères inférieurs du groupe, puis les supérieurs; c'est là un procédé ontogénétique, une répétition héréditaire et abrégée de ce qui s'est passé dans la phylogénie du vertébré. Mais c'est tout à fait de la même manière que l'admirable activité intellectuelle de l'homme est sortie graduellement, à travers des milliers d'années, de la grossière intelligence des vertébrés inférieurs, et le développement psychique de chaque enfant n'est qu'une brève répétition de cette évolution phylogénétique.

Vous comprendrez maintenant sans peine de quelle extrême importance l'anthropogénie éclairée par la loi biogénétique fondamentale est pour la philosophie. Les philosophes spéculatifs qui se rendront maîtres des faits ontogénétiques et les interpréteront phylogénétiquement, conformément à la loi biogénétique, auront réalisé en philosophie un progrès inconnu aux plus

grands penseurs de tous les siècles. Certainement tout penseur conséquent et lucide saura tirer des faits d'anatomie comparée et d'ontogénie, que nous avons passés en revue, toute une moisson d'idées et de considérations fécondes, qui influeront sur le développement futur de la conception philosophique du monde. On ne saurait douter que l'impartiale interprétation de ces faits ne décide la victoire en faveur de la philosophie que nous appelons monistique ou mécanique, par opposition à la philosophie dualistique ou téléologique, qui a inspiré la plupart des systèmes philosophiques de l'antiquité, du moyen âge et des temps modernes. La philosophie monistique ou mécanique prétend que partout les phénomènes de la vie humaine sont, comme ceux du reste de la nature, régis par des lois fixes et immuables; que partout il y a entre les phénomènes un lien étiologique, et que par suite tout l'univers, accessible à nos moyens d'investigation, forme un tout unitaire, un *monon*. Cette philosophie prétend encore que tous les phénomènes sont dus à des causes mécaniques (*causæ efficientes*) et nullement à des causes visant un but (*causæ finales*). Il ne saurait être question d'une volonté libre dans le sens habituel du mot. A la lumière de cette conception monistique du monde, les phénomènes qui nous semblent les plus libres, les plus indépendants, les manifestations extérieures de la volonté humaine, obéissent à des lois fixes exactement comme tous les autres phénomènes naturels. En thèse générale, il nous est donc impossible d'accepter la distinction ordinairement admise entre la nature et l'esprit. Il y a un esprit dans toute la nature et un esprit hors de la nature est inconcevable. Par conséquent, on ne saurait absolument pas accepter la distinction ordinaire entre les sciences naturelles et les sciences de l'esprit. Toute science est foncièrement naturelle et spirituelle. L'homme n'est pas au-dessus de la nature; il en fait partie.

Les adversaires de la théorie évolutive, qui répudient la philosophie monistique en la flétrissant du nom de « matérialisme », confondent sous ce nom le matérialisme scientifique et le matérialisme moral, tout à fait condamnable, mais n'ayant avec l'autre rien de commun. Mais, à vrai dire, notre monisme a autant de droit au nom de spiritualisme qu'à celui de matérialisme. La philosophie matérialiste proprement dite prétend que les mouvements vitaux sont, comme tous les autres phénomènes

de mouvement, des effets ou des produits de la matière. Au contraire, la philosophie spiritualiste affirme que la matière est le produit de la force motrice, et que toutes les formes matérielles sont dues à des forces libres et indépendantes. Dans la conception matérialiste du monde, la matière est antérieure au mouvement, à la force vive; *le mouvement a créé la force.* Dans la conception spiritualiste, au contraire, la force ou le mouvement est antérieur à la matière qu'elle a suscitée; *la force a créé la matière.* Ces deux manières de voir sont dualistiques et, pour nous, également fausses. Bien différente est la philosophie monistique, qui n'admet ni force sans matière, ni matière sans force. Que l'on examine la question, en se mettant au point de vue strict de l'histoire, et l'on verra, après examen, que l'on ne peut concevoir clairement ni l'une ni l'autre de ces manières de voir. Comme l'a dit Goethe : « La matière sans l'esprit, l'esprit sans la matière ne sauraient ni exister, ni agir. »

« L'esprit, l'âme » sont des expressions supérieures, complexes ou différenciées d'une même fonction que nous appelons « force », en nous servant d'un mot extrêmement général, et la force est une fonction générale de toute matière. Nous ne connaissons absolument aucune matière dénuée de force et aucune force qui ne soit inhérente à la matière. Si les forces se manifestent par des mouvements, nous les appelons forces actives; si elles sont à l'état de repos ou d'équilibre, nous les appelons forces latentes ([143]). Cela est vrai pour les corps de la nature organique et pour ceux de la nature anorganique. L'aimant, qui attire la limaille de fer, la poudre, qui fait explosion, la vapeur d'eau, qui pousse la locomotive, sont des anorganes actifs; ils agissent par des forces vives aussi bien que la mimosa sensible, repliant ses folioles au moindre contact, que le vénérable amphioxus, alors qu'il s'enfouit dans le sable de la mer, aussi bien que l'homme qui pense.

Il résulte de notre anthropogénie que, dans tout le développement humain, aussi bien en embryologie qu'en phylogénie, il n'y a pas en jeu d'autres forces que celle de toute la nature organique et anorganique. Toutes ces forces, nous les pouvons ramener, en dernière analyse, à la croissance, à cette fonction fondamentale du développement, d'où proviennent aussi bien les formes des anorganes que celles des organismes. Mais, à son tour, la croissance résulte de l'attraction et de la répulsion de particules homogènes ou hétérogènes ([138]). Ainsi sont nés aussi

bien l'homme que le singe, aussi bien le palmier que l'algue, aussi bien le cristal que l'eau. Le développement de l'homme résulte donc des mêmes lois « éternelles », des mêmes lois « d'airain », que l'évolution de tout autre corps de la nature. En établissant scientifiquement et définitivement cette notion monistique, notre époque a fait faire à la conception unitaire du monde un immense progrès. Une seule autre conquête intellectuelle peut rivaliser avec celle-là, c'est celle que fit, il y a quatre siècles, Copernic, en ruinant le système du monde de Ptolémée. En démontrant que, contrairement à l'opinion reçue jusqu'alors, la terre n'était point le centre du monde, mais bien un grain de poussière dans l'univers, un astre parmi des astres sans nombre, Copernic anéantit l'antique conception géocentrique et il créa un nouveau système du monde, auquel Newton donna, par sa théorie de la gravitation, une base mathématique. De même, au commencement de notre siècle, Jean Lamark ruina, par sa théorie de la descendance, la conception anthropocentrique du monde, alors dominante et suivant laquelle l'homme était le centre, le but de la création; il était réservé à Charles Darwin de donner, cinquante ans plus tard, à cette théorie une base physiologique (144).

Sans doute, les préjugés qui s'opposent à l'admission de cette « anthropogénie naturelle » sont, aujourd'hui encore, très-puissants; sans cela, la vieille lutte entre les divers systèmes philosophiques serait déjà terminée en faveur du monisme. Mais on peut prédire à coup sûr que la diffusion des faits génétiques triomphera peu à peu de ces préjugés et décidera la victoire de la conception naturelle de « la place de l'homme dans la nature ». Souvent on entend exprimer la crainte que le triomphe de cette doctrine ne soit le signal d'un recul intellectuel et moral de l'humanité; ma conviction profonde est, au contraire, qu'il ouvrira à l'esprit humain une ère d'immense progrès. Quoi qu'il en soit, je désire et j'espère vous avoir convaincus par ces leçons que, pour arriver à la connaissance vraiment scientifique de l'organisme humain, il n'y a qu'une seule route sûre, ainsi que le proclame toute l'histoire organique; cette route est l'*Histoire de l'évolution*.

NOTES

ET INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES.

N. B. — *Les ouvrages étrangers, dont la traduction française n'est pas indiquée, sont publiés en langues étrangères.*

---

1 (p. 4). — Ontogénie, Histoire du développement des individus, Γένεα τῶν ὄντων. L'Ontogénie comprend aussi bien l'Embryologie que la Métamorphologie. Voir Ernest Haeckel, *Morphologie générale*. Berlin, 1866. Vol. II, p. 30.

2 (p. 4). — Phylogénie, Histoire du développement des espèces, Γένεα τῶν φιλῶν. La Phylogénie comprend la Paléontologie et la Généalogie. *Morphologie générale*. Berlin. Vol. II, p. 305.

3 (p. 5). — Biogénie, Histoire du développement des organismes ou des êtres vivants, dans le sens le plus large du mot (Γένεα τοῦ βιόυ).

4 (p. 11). — Sur l'identité de formes de l'embryon de l'homme et de celui des autres mammifères, voir Ernest Haeckel, *Histoire de la création naturelle*, trad. en français par Ch. Letourneau. 2e édition. Paris, 1877.

5 (p. 12). — Morphologie (science des formes) et Physiologie (science des fonctions). Voir *Morphologie générale*, vol. Ier, pp. 17-21.

6 (p. 12). — Morphogénie et Physiogénie. L'Histoire du développement des fonctions, que nous nommons ici *physiogénie,* n'existait pas jusqu'ici, même de nom. Elle est appelée à un avenir des plus féconds. Voir p. 130.

7 (p. 17). — Aristote, cinq livres sur la génération et le développement des animaux (Περί ζῶον γένεσεως). Grec et latin, éd. F. Didot.

8 (p. 22). — Théorie de la préformation. En Allemagne, cette théorie est ordinairement désignée sous le nom de « théorie de l'évolution », comme opposition à la « théorie de l'épigénèse ». Comme le plus souvent, en Angleterre, en France et en Italie, cette dernière, au contraire, est appelée « théorie de l'évolution », et qu'en outre évolution et épigénèse sont employées l'une pour l'autre, il nous paraît meilleur de nommer la première « théorie de la préformation ».

9 (p. 24). — Alfred Kirchhoff, Vie de Gaspar-Frédéric Wolff, et importance de ses travaux pour la théorie du développement organique. *Revue d'histoire naturelle*. Iéna, 1868. Vol. IV, p. 193.

10 (p. 33). — Christian Pander, Historia metamorphoseos, quam ovum incubatum prioribus quinque diebus subit. Wirceburgi, 1817. (*Dissertatio inauguralis.*) — Recherches sur l'embryologie du poulet dans l'œuf. Wurzbourg, 1817.

11 (p. 34). — Charles-Ernest Baer, De l'embryologie des animaux. 2 vol. Kœnigsberg, 1828-1837. Outre cet ouvrage capital, voir : Documents sur la vie et les travaux du docteur Charles-Ernest Baer, fournis par lui-même.

12 (p. 40). — Albert Koelliker, Embryologie humaine. Ce manuel des plus intéressants sur le développement de l'embryon chez l'homme, contient, dans ses quatre premières leçons, les indications les plus importantes sur la littérature ontogénétique. Voir pour les documents les plus récents, la Revue annuelle des travaux et des progrès de la médecine, par Virchow et Hirsch. (Embryologie, par Waldeyer.) Berlin.

13 (p. 45). — Ernest Haeckel, Théorie gastréenne, Classification phylogénétique du règne animal et Homologie des feuillets de l'embryon. Iéna, *Revue d'histoire naturelle*, 1874. Vol. VIII, pp. 1-56.

14 (p. 54). — Emmanuel Kant, Critique du raisonnement téléologique, 1790. § 74 et § 79. Voir également mon *Histoire de la création naturelle*. 2e édition, pp. 90-94. Paris.

15 (p. 55). — Jean Lamarck, Philosophie zoologique ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux, etc. 2 vol. Paris, 1809. Nouvelle édition, revue et précédée d'une introduction biographique, par Charles Martins. Paris, 1873.

16 (p. 60). — Wolfgang Goethe, Morphologie. Formation et transformation de la nature organique. Pour les études de Goethe en morphologie, voir surtout Oscar Schmidt, *Goethe et les sciences naturelles*. Iéna, 1853; et Virchow, *Goethe naturaliste*. Berlin, 1861.

17 (p. 64). — Sur la vie et les écrits de Charles Darwin. Voir Prager, Charles Darwin (*Ausland*, n° 14, 1870). L'œuvre fondamentale de Darwin reste son livre sur l'Origine des espèces par sélection naturelle (ou *The origin of species by mean's of natural selection*, 1859), traduction française par E. Barbier. 1875.

18 (p. 67). — Aux ouvrages cités de Thomas Huxley, ajoutons les travaux de vulgarisation qui suivent : Sur notre connaissance des causes des phénomènes dans la nature organique, et : Eléments de physiologie en leçons populaires, traduit par le Dr Dally. Paris, 1871.

19 (p. 68). — Ernest Haeckel, Morphologie générale des organismes. Principes généraux de la science des formes organiques, mécaniquement déduits de la théorie de la descendance, réformée par Darwin. 1er vol. : Anatomie générale; 2e vol. : Embryologie. Berlin, 1866.

20 (p. 69). — Charles Darwin, The descent of man and selection in relation to sex. 2 vol. London, 1871. (Traduit en français par Ed. Barbier sous le titre : La Descendance de l'homme et la sélection sexuelle. 2e édition. 2 vol. 1874.)

21 (p. 72). — Charles Gegenbaur, Principes d'anatomie comparée, trad. en français sous la direction de C. Vogt. Paris, 1874.

22 (p. 78). — Ernest Haeckel, Les Éponges calcaires (Calcispongien oder Grantien), monographie et essai d'une solution analytique du problème de la formation des espèces. 1er vol. : Biologie des éponges calcaires; 2e vol. : Classification des éponges calcaires; 3e vol. : Atlas des éponges calcaires (60 planches). Berlin, 1872.

23 (p. 83). — Sur l'individualité des cellules et les réformes récentes de la théorie cellulaire, voir ma Théorie de l'individualité ou Tectologie. (Morphologie générale, vol. 1, pp. 249-274.) Rudolf Virchow, Pathologie cellulaire. 4e édition. Berlin, 1871.

24 (p. 86). — Théorie des plastides et Théorie cellulaire. Iéna, *Revue d'histoire naturelle*, 1870. Vol. V, p. 492.

25 (p. 92). — Gegenbaur, Structure et développement des œufs des vertébrés, avec bipartition partielle. Archives d'anatomie et de physiologie, p. 491. Leipzig. 1861.

26 (p. 103). — Ernest Haeckel, La division du travail dans la nature et dans l'humanité. Recueil des leçons de Virchow et d'Holtzendorf, fascicule 78, 2e édition. Berlin.

27 (p. 106). — Corps organiques et anorganiques. Unité de la nature organique et anorganique, *Morphologie générale*. Vol. I, pp. 111-166.

28 (p. 107). — Monogonie ou génération asexuée. *Morph. gén.* Vol. II, pp. 36-58, 70.

29 (p. 107). — Amphigonie ou génération sexuée. *Morph. gén.* Vol. II, pp. 58-71.

30 (p. 112). — Edouard Hartmann, Philosophie de l'inconscient. 5e édit. Berlin, 1873. On prépare une traduction française de M. le Prof. Nolen. L'apparition de la conscience, p. 389. — Emile Dubois-Reymond, Les limites de l'histoire naturelle. 2e édit. Leipzig, 1872.

31 (p. 114). — L'Immaculée conception ou Parthénogénèse ne se rencontre que chez les invertébrés, surtout chez les insectes et les crustacés. Voir C. Th. Siebold, Traité sur la parthénogénèse des arthropodes. Leipzig, 1871.

32 (p. 118). — Il est impossible de se rendre compte du fait de l'hérédité, autrement que par la comparaison des différents modes de génération. *Morph. gén.* Vol. II, pp. 34-190.

33 (121). — L'explication de la « monérule », que j'ai donnée dans ma *Biologie des éponges calcaires* comme étant une rétrogradation, est la première qu'on ait jusqu'ici tenté de donner de cette disparition de la vésicule germinative. Berlin.

34 (p. 126). — Bischoff, Embryologie du chien. Gossen, 1845.

35 (p. 130). — Sur l'unité de la cellule de tous les œufs, voir Hubert Ludwig, La formation de l'œuf dans le règne animal. Wurzbourg, 1874.

36 (p. 131). — Sur la différence essentielle entre la « scission » et le « bourgeonnement », voir *Morph. gén.* Vol. II, pp. 37-51.

37 (p. 133). — Les observations récentes et d'extrême importance faites par Alexandre Goette (note 133), ont écarté la différence fondamentale qu'on croyait exister entre le sillonnement partiel et le sillonnement total, et prouvé que dans les deux cas il y a division de l'œuf tout entier.

38 (134). — Edouard van Beneden, Recherches sur la composition et la signification de l'œuf. Bruxelles, 1870.

39 (p. 140). — La théorie des quatre feuillets que nous exposons ici a été établie clairement pour la première fois par C. E. Baer : Embryologie des animaux. Vol. II, pp. 46, 68. Leipzig.

40 (p. 142). — C. F. Wolff, *De formatione intestinorum*, 1768. En allemand par Meckel, De la Formation des intestins, 1812, pp. 141, 157.

41 (p. 146). — D'après la Théorie régnante des types, ces types sont parallèles et complétement dépendants; d'après ma Théorie gastréenne, au contraire, il sont divergents et puisent leur racine dans un tronc commun. Beaucoup d'adversaires de cette dernière théorie prétendent qu'il n'y a pas là de différence essentielle.

42 (p. 147). — Ernest Haeckel, Morphologie des infusoires. Iéna, *Revue d'histoire naturelle*. Vol. VII, pp. 516-568.

43 (p. 153). — Promorphologie ou Théorie des formes fondamentales (stéréométrie des organismes). *Morph. gén.* Vol. I, pp. 374-574. Parité de formes fondamentales *(dipleura)*, p. 519.

44 (p. 166). — La *zona pellucida* des œufs des mammifères est un « chorion » et non une *membrana vitellina*, parce qu'elle est le produit, non du jaune de la cellule, mais des cellules enveloppantes (p. 603).

45 (p. 170). — Waldeyer, Ovaire et œuf. Leipzig, 1870. — Sur la fusion et le dédoublement des feuillets primaires dans le cordon axial, p. 111.

46 (p. 174). — Robert Remak, Recherches sur le développement des vertébres, Berlin, 1855, p. 29, fig. 21, C, etc.

47 (p. 212). — Métamères ou segments successifs. (Zonites.) *Morph. gén.*, vol. I p. 312.

48 (p. 214). — Une vue exacte de « l'individualité » des métamères est indispensable à l'intelligence des animaux articulés.

49 (p. 215). — Le bourgeonnement terminal n'est peut-être pas l'unique mode de formation des métamères, mais il est le plus habituel.

50 (p. 224). — Les embryons humains représentés par la planche V (I, de trois semaines, II, de cinq, III, de sept semaines) ont été dessinés d'après des préparations à l'alcool parfaitement conservées. La plupart des représentations d'embryons humains du premier mois sont faites d'après des préparations gâtées ou détériorées.

51 (p. 228). — La loi de la concordance ontogénétique chez les animaux taxinomiquement parents souffre de nombreuses exceptions plus ou moins importantes, soit par suite de l'adaptation embryonnaire, soit par suite de l'hérédité abrégée ou déviée. Voir Fritz Müller, pour Darwin (note 26).

52 (p. 229). — La vésicule blastodermique des mammifères doit être regardée comme la vésicule abdominale, formée de la vésicule abdominale beaucoup plus considérable dont étaient pourvus leurs ancêtres phylogénétiques, et qui s'est transformée par adaptation.

53 (p. 234). — Le développement extérieur du nez de l'homme et du singe nasique doit être regardé comme un effet du sentiment esthétique, produit par « sélection sexuelle ».

54 (p. 253). — Pour une intelligence plus complète de la circulation du sang dans l'embryon de l'homme, voir Koelliker, *Embryologie humaine*, pp. 87-92 et 394-430. Leipzig, 1861.

55 (p. 253). — L'hérédité abrégée se fait plus sentir chez les mammifères que chez les vertébrés inférieurs.

56 (p. 259). — Fritz Müller. Pour Darwin : Petit écrit très-remarquable, dans lequel les modifications des principes biogénétiques sont exposées clairement pour la première fois dans la phylogénie des crustacés.

57 (p. 262). — La méthode de la phylogénie a la même valeur logique que la méthode généralement adoptée par la géologie, et a droit de prétendre par conséquent à la même certitude scientifique. Voir l'excellent discours de Edouard Strasburger, *Sur l'importance de la méthode phylogénétique pour la connaissance des êtres vivants.* Voir *Revue d'histoire naturelle.* Iéna, 1874, vol. VIII, p. 56.

58 (p. 262). — Jean Müller, La structure et la physiologie de « l'*amphioxus lanceolatus* ». *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1844.

59 (p. 264). — Acrâniens et crâniotes. Cette division des vertébrés en acrâniens et en crâniotes, que j'ai formulée en 1866 dans ma Morphologie générale, me semble indispensable pour l'intelligence du développement phylogénétique des vertébrés.

60 (p. 270). — Ces « canaux latéraux de l'amphioxus », considérés comme les reins primitifs, méritent les recherches les plus attentives. Voir XXVe leçon.

61 (p. 272). — Max Schulze, Embryologie des pétromyzontes. Harlem, 1856.

62 (p. 273). — Savigny, Mémoire sur les animaux sans vertèbres. Vol. II, *Ascidies*, 1816. — Giard, Recherches sur les synascidies. *Archives de zoologie expérimentale.* Vol. I. Paris, 1872.

63 (p. 276). — Ma théorie des échinodermes, formulée en 1866 (*Morph. gén.* Vol. II, p. 63) est la première tentative pour expliquer la genèse de ce remarquable groupe zoologique.

64 (p. 283). — Kowalevsky, Embryologie de l'« amphioxus » et des ascidies simples. *Mémoires de l'Acad. de Saint-Pétersbourg.* Série VII, vol. X et XII, 1867-1868.

65 (p. 287). — Ray-Lankester, Couches cellulaires de l'embryon, etc. *Annales et Magasin d'histoire naturelle*, 1873. Vol. XI, p. 321. Voir surtout p. 330.

66 (p. 290). — L'amphioxus prouve d'une façon indubitable que la chorda des vertébrés préexiste à la formation des métamères, par conséquent dérive par hérédité des inarticulés pourvus de chorda.

67 (p. 296). — Kupffer, Parenté des ascidies et des vertébrés. *Archives d'anatomie microsc.* Bonn, 1870. — Vol. VI, pp. 115-170. — Oscar Hertwig, Recherches sur la structure et le développement du manteau de cellulose des tuniciers. — Richard Hertwig, Contribution à la connaissance de la structure des ascidies. *Revue d'histoire naturelle.* Iéna, 1873. Vol. VII.

68 (p. 303). — Milne Edwards, Leçons sur la physiologie comparée. Vol. IX.

69 (p. 303). F. A. Lange, Histoire du matérialisme, 2e édition, 1873. La traduction française de cet ouvrage, par MM. Pommerol et Nolen, est sous presse.

70 (p. 304). — Dans ses idées sur la création et le développement des organismes (1873), Fechner a exposé des « fantaisies organiques » contradictoires, qui ne s'accordent nullement avec les faits de l'ontogénie relatés ici.

71 (p. 305). — Le corps humain adulte ne contient que 50 pour cent d'eau ; l'embryon, au contraire, en contient 90 pour cent et au-dessus.

72 (p. 307). — Quelques restes d'organismes « terrestres » qui paraissent appartenir à la période silurienne, ont été reconnus être de formation postérieure (dévonienne).

73 (p. 312). — Bernhard Cotta, La Géologie du présent (Leipzig, 1866, 4e édition, 1874) contient d'excellentes observations générales sur l'âge comparatif de la vie organique sur la terre.

74 (p. 315). — Auguste Schleicher, la Théorie darwinienne et la linguistique. Weimar, 1863.

75 (p. 318). — Les hypothèses « polyphylétiques » paraissent au premier abord plus simples et plus faciles que les hypothèses « monophylétiques » ; mais un examen approfondi y reconnaît de plus en plus de difficultés.

76 (p. 318). — Les physiologistes qui demandent une confirmation « expérimentale » de la théorie de la descendance, ne prouvent par là que leur ignorance des questions morphologiques correspondantes.

77 (p. 321). — Génération spontanée. Voir *Morph. gén.* Vol. I, pp. 167-190. Les monères et la génération spontanée : *Revue d'histoire naturelle.* Iéna, 1871. Vol. VII, pp. 37-42.

78 (p. 325). — Induction et déduction dans l'anthropogénie. *Morph. gén.* Vol. I, pp. 79-88; vol. II, p. 427.

79 (p. 325). — Les espèces (plus exactement les étapes zoologiques, que l'on a coutume de désigner comme « species ») qui composent la série des aïeux de l'homme (pendant des millions d'années), doivent former un total de plusieurs millions; les genres (*genera*) qui furent nos ancêtres, doivent se compter par centaines.

80 (p. 335). — Bathybius, La vie dans les plus grandes profondeurs de la mer. Recueil de Virchow et Holtzendorff. Berlin. N° 110.

81 (p. 335). — On ne peut trop insister sur l'importance philosophique des « monères » pour l'explication des questions biologiques les plus obscures. Monographies des monères. *Revue d'histoire naturelle.* Iéna, 1868. Vol. IV, p. 64.

82 (337). — La méthode phylogénétique seule peut faire apprécier la nature et l'importance philosophique des cellules de l'œuf.

83 (p. 339). — Cienkowski, Structure et développement des labyrinthulées. *Archives d'anat. microsc.* Bonn, 1870. Vol. III, p. 274.

84 (p. 341). — Les catallactes, nouveau groupe de protozoaires (*Magosphaera planula*). *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1871. Vol. VI. p. 1.

85 (346). — La division en « métazoaires » et « protozoaires » est de la plus grande importance pour l'anatomie comparée ; car c'est seulement chez les métazoaires que l'homologie des organes existe et que leur comparaison est possible. Entre les protozoaires et les métazoaires aucune comparaison morphologique n'est possible.

86 (p. 353). — Sur la forme bilatérale et sur la forme géométrique du corps animal, consulter la promorphologie ». *Morph. gén.* Vol. I. pp. 374-474.

87 (p. 360). — L'hermaphrodisme s'est probablement continué jusqu'à quelques-uns de nos aïeux, vertébrés inférieurs. Voir la XXVe leçon.

88 (p. 363). — Comme chordoniens actuellement vivants, je pourrais citer les appendiculariés, qui s'éloignent par là, comme par beaucoup d'autres caractères, des tuniciers.

89 (p. 371). — Par maint rapport (par exemple, le défaut de cœur centralisé, l'existence rudimentaire des organes des sens, la diminution des reins primitifs), l'amphioxus doit être considéré comme de forme acrânienne abrégée par adaptation régressive.

90 (p. 366). — Le pêcheur strasbourgeois Léonhard Baldner savait déjà, il y a deux siècles (1660), que les amnocètes aveugles se transforment en pétromizontes. Mais son observation resta ignorée, et c'est seulement en 1854 que cette métamorphose fut de nouveau découverte par Auguste Müller, *Archives d'anat.*, 1856, p. 325. Voir Siebold, les Poissons d'eau douce de l'Europe moyenne. Leipzig, 1863.

91 (p. 381). — Les anciennes disputes sur la place et la parenté des sélaciens n'ont cessé qu'après la publication de l'introduction du traité devenu classique de Gegenbaur sur le Squelette de la tête chez les sélaciens.

92 (p. 386). — Gérard Krefft, Description d'un amphibie gigantesque, etc. ; et Albert Gunther, Le cératodus, sa place. *Archives d'hist. nat.*, 37e année, 1871, Vol. I, p. 321, etc. — Voir aussi *Mémoires de la Société royale de Londres*, 1871. Part. II, p. 511, etc.

93 (p. 392). — Les différentes espèces de grenouilles et de crapauds ont leurs métamorphoses de durée fort différente, et forment toute une série phylogénétique dans les phénomènes d'hérédité complète à l'origine, puis de plus en plus abrégée.

94 (p. 392). — Par leur place entre les dipneustes et les amphibies supérieurs, les sozobranches forment un groupe vertébré des plus importants.

95 (p. 393). — Par sa constitution histologique, la salamandre terrestre (*salamandra maculata*) fait supposer qu'elle appartient à une autre époque géologique que le triton, avec lequel elle a une ressemblance extérieure si complète. Robert Remak, *l. c.*, note 46, p. 117.

96 (p. 395). — André Scheuchzer. *Homo diluvii testis*, fragments du squelette d'un vieux pécheur, etc., Quenstedt. Autrefois et maintenant, p. 239. Tubingue, 1866

97 (p. 396). — La formation amniotique des trois classes supérieures des vertébrés, qui manque aux vertébrés inférieurs, n'a aucune connexion avec la formation amniotique (analogue mais non homologue) des articulés supérieurs.

98 (p. 399). — Qu'un protamnien, forme ancestrale commune de tous les amniotes, ait existé jadis, cela est prouvé par l'anatomie comparée et l'ontogénie des reptiles, des oiseaux et des mammifères.

99 (p. 407). — On peut reconstituer hypothétiquement les promammaliens disparus au moyen de l'anatomie comparée des salamandres, des lézards et des ornithorynques.

100 (p. 410). — Les didelphiens, aïeux de l'homme. peuvent avoir été très-différents, par les caractères extérieurs, des animaux actuellement pourvus de poche, que nous connaissons ; mais ils ont possédé tous les caractères (essentiels) internes des marsupiaux.

101 (p. 418). — Le fait que nous ne connaissons aucun prosimien fossile ne peut diminuer l'importance de ces demi-singes, comme groupe ancestral des placentaliens. La paléontologie ne peut fournir que des arguments « positifs », jamais des arguments « négatifs ».

102 (p. 420). — Des Théories très-diverses se sont produites sur la formation de ces membranes « caduques ». Voir Koelliker, Embryologie de l'homme, 1861, pp. 137-183.—Huxley, Leçons sur les éléments d'anatomie comparée, pp. 101-112. Londres, 1864.

103 (p. 422). — Huxley, Manuel de l'anatomie des vertébrés, p. 382. Londres, 1873. Antérieurement, Huxley divisa les primates en sept familles d'importance taxinomique à peu près égale. (De la place de l'homme, etc., traduit en français par le Dr Dally.)

104 (p. 428). — Darwin, la Sélection sexuelle des singes et de l'homme ; Descendance de l'homme. Paris. Vol. II.

105 (p. 429). — Entre tous les singes, quelques semnopithèques se distinguent par une ressemblance particulière avec l'homme, sous le rapport de la forme du nez et des poils (aussi bien du crâne supérieur que du visage). Darwin, Descendance de l'homme. Paris.

106 (p. 434). — Sur la parenté de l'homme et du singe, voir Huxley, De la place de l'homme, et Manuel de l'anatomie des vertébrés.

107 (p. 434). — Frédéric Müller, Ethnographie générale. Vienne, 1873. Sur l'âge probable de l'homme, p. 29. Langue primitive. pp. 5, 15, etc.

108 (p. 435). — Le tableau des Migrations (XV), dans l'Histoire de la création naturelle, n'a d'autre prétention que d'être un premier essai d'une esquisse hypothétique, comme je l'ai dit expressément, et comme je le répète en réponse à de nombreuses attaques.

109 (p. 444). — La distinction phylogénétique d'une lamelle dermique, comme lamelle externe du feuillet fibro-cutané, est justifiée par l'anatomie comparée.

110 (p. 446). — Huss, Contribution à l'histoire des glandes lactées, et Gegenbaur, Remarques sur les papilles des glandes lactées. *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1873. Vol. VII, pp. 176, 204.

111 (p. 449). — A propos du revêtement pileux de l'homme et du singe, voir Darwin, Descendance de l'homme.

112 (p. 455). — Le côté dorsal et le côté abdominal sont homologues chez les vertébrés, les articulés, les mollusques et les vers ; dès lors les chaînes nerveuses, dorsale et ventrale, ne sont pas comparables.

113 (p. 464). — Des raisons phylogénétiques nous disent qu'il faut chercher l'origine ontogénétique du « système nerveux sympathique » dans le feuillet fibro-intestinal.

114 (p. 464). — Les vaisseaux sanguins qui se trouvent dans les nerfs centraux croissent dans le sens de l'enveloppe vers les centres.

115 (p. 470). — L'anatomie comparée, la physiologie et l'embryologie du système nerveux, seront la base la plus importante de la « psychologie de l'avenir ».

116 (p. 477). — Sur le bec de lièvre et sur d'autres arrêts de développement, voir les Traités d'anatomie comparée de Rokitansky, de Poester, etc.; aussi Koelliker, *Embryologie de l'homme.* Leipzig.

117 (p. 478). — Sur les cavités nasales, voir Gegenbaur, *Manuel d'anatomie*, traduction de C. Vogt.

118 (p. 488). — Émile Huschke communiqua à Iéna (1830) les premières notions précises sur l'embryologie si difficile des organes des sens, et principalement de l'œil et de l'ouïe.

119 (p. 491). — Hasse, Études d'anatomie (en grande partie sur l'organe de l'ouïe). Leipzig, 1873.

120 (p. 495). — Jean Rathke, Sur l'appareil branchial et l'os hyoïde, 1832. Gegenbaur, Le squelette de la tête des sélaciens.

121 (p. 496). — Sur le pavillon de l'oreille rudimentaire chez l'homme, voir Darwin, *Descendance de l'homme.* Traduction française de E. Barbier.

122 (p. 505). — Sur le nombre des vertèbres chez les divers mammifères, voir Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée.* 2e édition, vol. I, 1835, p. 177.

123 (p. 512). — Sur la théorie crânienne de Goethe et de Oken, voir Virchow, *Goethe naturaliste*, p. 103. Berlin, 1861.

124 (p. 513). — Ch. Gegenbaur, Le squelette de la tête des sélaciens servant à rendre compte de la genèse du squelette de la tête des vertébrés.

125 (p. 517). — Charles Gegenbaur, Sur l'archipterygium. *Revue d'hist. nat.* Iéna. Vol. VII, 1873, p. 131.

126 (p. 519). — Charles Martins, Nouvelle comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez les mammifères. *Mémoires de l'Académie de Montpellier.* Vol. III, 1857.

127 (p. 522). — Tous les os de l'homme ne proviennent pas des cartilages. Voir Gegenbaur, Formation primaire et secondaire des os, et considérations spéciales sur la théorie du crâne primordial. *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1867. Vol. III, p. 54.

128 (p. 522). — Jean Müller, Anatomie comparée des myxinoïdes. *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1834-1842.

129 (p. 526). — L'homologie de l'intestin primitif et des deux feuillets primaires est la condition de toute comparaison morphologique des groupes de métazoaires.

130 (p. 530). — Les amphibies ont conservé les caractères héréditaires du développement intestinal chez les crâniotes, plus fidèlement que les poissons.

131 (p. 538). — Sur l'homologie des écailles et des dents, voir Gegenbaur, Manuel d'anatomie comparée, 1874, pp. 426 et 582; en outre, Oscar Hertwig, *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1874. Vol. VIII. Sur la grande différence entre l'Homologie (caractères morphologiques comparables) et l'Analogie (caractères physiologiques comparables), voir Gegenbaur, *l. c.*, p. 63; aussi *Morph. gén.* Vol. I, p. 313.

132 (p. 541). — Wilhelm Müller, De la gouttière hypo-branchiale des tuniciers et de son existence chez l'amphioxus et les cyclostomes. *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1873. Vol. VII, p. 327.

133 (p. 554). — Alexandre Goette, Embryologie du crapaud, et contribution à l'embryologie des vertébrés. *Archives d'anatomie microsc.* Bonn, 1873. Vol. IX, pp. 396, 679, et vol. X, p. 145.

134 (p. 556). — Les cellules « névro-musculaires de l'hydre » jettent la première lumière sur la formation simultanée du tissu nerveux et du tissu musculaire. Voir Kleinenberg, Hydra. Leipzig, 1872.

135 (p. 558). — Les hétérochronies ontogénétiques, qui sont produites par les perturbations de la succession phylogénétique, ne sont pas moins importantes que les hétérotopies, qui sont produites par le passage phylogénétique prématuré des cellules d'un feuillet secondaire dans l'autre, ce qui, pour le premier, fausse la succession des phénomènes dans le temps, et pour le second, la succession des phénomènes dans l'espace.

136 (p. 569). — Sur l'embryologie spéciale du système vasculaire humain, voir Koelliker, *Embryologie de l'homme*, Leipzig, 1861, pp. 394-430; en outre, la remarquable ontogénie de Rathke.

137 (p. 573). — Les homologies des organes primitifs, telles qu'elles sont indiquées par ma théorie gastréenne (n. 13), ne peuvent être complètement établies que par l'anatomie comparée et l'ontogénie. Voir Gegenbaur, *Manuel d'anatomie comparée*, édition française par C. Vogt.

138 (p. 575). — Les fonctions de reproduction et d'hérédité, qui dépendent l'une de l'autre, se ramènent à une question de croissance, et s'expliquent par une attraction ou une répulsion des molécules.

139 (p. 579). — A propos de l'hermaphrodisme primitif des vertébrés, voir Waldeyer, *Ovaire et œuf*, 1870, p. 152; aussi Gegenbaur, *Manuel*, etc., 1874, Sur la production de l'œuf par l'épithélium de l'ovaire, voir Pflüger, *les Ovaires des mammifères et de l'homme*. Leipzig, 1863.

140 (p. 581). Edouard van Beneden, De la distinction originaire du testicule et de l'ovaire. Bruxelles, 1874.

141 (p. 601). — Pour l'embryologie plus spéciale des organes génito-urinaires, voir Koelliker, *Embryologie de l'homme*, 1861, pp. 431-462. Sur les homologies de ces organes, Gegenbaur, *Manuel d'anat. comp.*, 1874.

142 (p. 618). — Wilhelm Wundt, Leçons sur l'âme des hommes et des animaux, 1863. Wilhelm Wundt, Fondements de la psychologie physiologique. Leipzig, 1874. Noël, Les Bases matérielles de la vie de l'âme.

143 (p. 624). — Sur les forces actives (actuelles) et les forces latentes (potentielles), voir Hermann Helmholtz. *Actions réciproques des forces* (Leçons de science populaire, fascicule 2). Berlin, 1871.

144 (p. 625). — Morphologie générale. Vol. II, p. 432. « L'Anthropologie partie de la Zoologie. » *Histoire de la création naturelle*, trad. par C. Letourneau. 2e édition.

115 (p. 470). — L'anatomie comparée, la physiologie et d'embryologie du système nerveux, seront la base la plus importante de la « psychologie de l'avenir ».

116 (p. 477). — Sur le bec de lièvre et sur d'autres arrêts de développement, voir les Traités d'anatomie comparée de Rokitansky, de Poester, etc.; aussi Koelliker, *Embryologie de l'homme*. Leipzig.

117 (p. 478). — Sur les cavités nasales, voir Gegenbaur, *Manuel d'anatomie*, traduction de C. Vogt.

118 (p. 488). — Émile Huschke communiqua à Iéna (1830) les premières notions précises sur l'embryologie si difficile des organes des sens, et principalement de l'œil et de l'ouïe.

119 (p. 491). — Hasse. Études d'anatomie (en grande partie sur l'organe de l'ouïe). Leipzig, 1873.

120 (p. 495). — Jean Rathke, Sur l'appareil branchial et l'os hyoïde, 1832. Gegenbaur, Le squelette de la tête des sélaciens.

121 (p. 496). — Sur le pavillon de l'oreille rudimentaire chez l'homme, voir Darwin, *Descendance de l'homme*. Traduction française de E. Barbier.

122 (p. 505). — Sur le nombre des vertèbres chez les divers mammifères, voir Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*. 2e édition, vol. I, 1835, p. 177.

123 (p. 512). — Sur la théorie crânienne de Goethe et de Oken, voir Virchow, *Goethe naturaliste*, p. 103. Berlin, 1861.

124 (p. 513). — Ch. Gegenbaur, Le squelette de la tête des sélaciens servant à rendre compte de la genèse du squelette de la tête des vertébrés.

125 (p. 517). — Charles Gegenbaur, Sur l'archipterygium. *Revue d'hist. nat.* Iéna. Vol. VII, 1873, p. 131.

126 (p. 519). — Charles Martins, Nouvelle comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez les mammifères. *Mémoires de l'Académie de Montpellier*. Vol. III. 1857.

127 (p. 522). — Tous les os de l'homme ne proviennent pas des cartilages. Voir Gegenbaur, Formation primaire et secondaire des os, et considérations spéciales sur la théorie du crâne primordial. *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1867. Vol. III, p. 54.

128 (p. 522). — Jean Müller, Anatomie comparée des myxinoïdes. *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1834-1842.

129 (p. 526). — L'homologie de l'intestin primitif et des deux feuillets primaires est la condition de toute comparaison morphologique des groupes de métazoaires.

130 (p. 530). — Les amphibies ont conservé les caractères héréditaires du développement intestinal chez les crâniotes, plus fidèlement que les poissons.

131 (p. 538). — Sur l'homologie des écailles et des dents, voir Gegenbaur, Manuel d'anatomie comparée, 1874, pp. 426 et 582; en outre, Oscar Hertwig, *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1874. Vol. VIII. Sur la grande différence entre l'Homologie (caractères morphologiques comparables) et l'Analogie (caractères physiologiques comparables), voir Gegenbaur, *l. c.*, p. 63; aussi *Morph. gén.* Vol. I, p. 313.

132 (p. 541). — Wilhelm Müller, De la gouttière hypo-branchiale des tuniciers et de son existence chez l'amphioxus et les cyclostomes. *Revue d'hist. nat.* Iéna, 1873. Vol. VII, p. 327.

133 (p. 554). — Alexandre Goette, Embryologie du crapaud, et contribution à l'embryologie des vertébrés. *Archives d'anatomie microsc.* Bonn, 1873. Vol. IX, pp. 396, 679, et vol. X, p. 145.

134 (p. 556). — Les cellules « névro-musculaires de l'hydre » jettent la première lumière sur la formation simultanée du tissu nerveux et du tissu musculaire. Voir Kleinenberg, Hydra. Leipzig, 1872.

135 (p. 558). — Les hétérochronies ontogénétiques, qui sont produites par les perturbations de la succession phylogénétique, ne sont pas moins importantes que les hétérotopies, qui sont produites par le passage phylogénétique prématuré des cellules d'un feuillet secondaire dans l'autre, ce qui, pour le premier, fausse la succession des phénomènes dans le temps, et pour le second, la succession des phénomènes dans l'espace.

136 (p. 569). — Sur l'embryologie spéciale du système vasculaire humain, voir Koelliker, *Embryologie de l'homme*, Leipzig, 1861, pp. 394-430; en outre, la remarquable ontogénie de Rathke.

137 (p. 573). — Les homologies des organes primitifs, telles qu'elles sont indiquées par ma théorie gastréenne (n. 13), ne peuvent être complètement établies que par l'anatomie comparée et l'ontogénie. Voir Gegenbaur, *Manuel d'anatomie comparée*, édition française par C. Vogt.

138 (p. 575). — Les fonctions de reproduction et d'hérédité, qui dépendent l'une de l'autre, se ramènent à une question de croissance, et s'expliquent par une attraction ou une répulsion des molécules.

139 (p. 579). — A propos de l'hermaphrodisme primitif des vertébrés, voir Waldeyer, *Ovaire et œuf*, 1870, p. 152; aussi Gegenbaur, *Manuel*, etc., 1874, Sur la production de l'œuf par l'épithélium de l'ovaire, voir Pflüger, *les Ovaires des mammifères et de l'homme*. Leipzig, 1863.

140 (p. 581). Edouard van Beneden, De la distinction originaire du testicule et de l'ovaire. Bruxelles, 1874.

141 (p. 601). — Pour l'embryologie plus spéciale des organes génito-urinaires, voir Koelliker, *Embryologie de l'homme*, 1861, pp. 431-462. Sur les homologies de ces organes, Gegenbaur, *Manuel d'anat. comp.*, 1874.

142 (p. 618). — Wilhelm Wundt, Leçons sur l'âme des hommes et des animaux, 1863. Wilhelm Wundt, Fondements de la psychologie physiologique. Leipzig, 1874. Noël, Les Bases matérielles de la vie de l'âme.

143 (p. 624). — Sur les forces actives (actuelles) et les forces latentes (potentielles), voir Hermann Helmholtz. *Actions réciproques des forces* (Leçons de science populaire, fascicule 2). Berlin, 1871.

144 (p. 625). — Morphologie générale. Vol. II, p. 432. « L'Anthropologie partie de la Zoologie. » *Histoire de la création naturelle*, trad. par C. Letourneau. 2e édition.

INDEX ALPHABÉTIQUE.

A

Acalèphes, 350, 351.
Accroissement, 106.
Acœlomi, 364.
Acrania, 264, 371, 384.
Acraniens (type réel), 471.
Activités psychiques, 450.
Adaptation, 104.
— monstrueuse, 113.
Aera germinativa, 127.
— opaca, 171.
— pellucida, 170.
Affinités électives des deux sexes, 578.
Agassiz, ses idées sur la Création, 97.
Age anthropoïque, 311.
— anthropolithique, 311.
— archolithique, 306, 330.
— cœnolithique, 311, 330.
— cœnozoïque, 311.
— mésolithique, 310, 330.
— paléolithique, 307. 330.
— paléozoïque, 307.
— primaire, 307.
— primodial, 306, 330.
— des reptiles, 310.
— secondaire, 310.
— des systèmes organiques, 556.
— tertiaire, 311, 330.
Aïeux de l'homme, 330.
Aire germinative, 126, 131, 170.
Alali, 434.
Allantoïde, 235, 546.
Amasta, 405, 446.
Ame, 14, 440.
— des insectes, 618.
— des vertébrés, 617.
Ames des animaux, 617.
Amibes, 93, 94, 337.
— parasitiques, 337.
Amnios, 183, 240.
Amniotes, 384, 395.
Amphibies, 387, 394.
Amphigonie, 107.
Amphioxus, 263, 298, 369.
— lanceolatus, 150.
— forme du corps de l', 265.
— (son importance), 150, 265.
— (survivant de nombreux représentants), 264.
Amphirhina, 369, 373.
Ampoule auditive, 489.
Ampoules cérébrales, 458.
Anamnia, 384.
Anatomie comparée, 145, 328.
— — de Gegenbaur, 367.
Ancêtres plastides de l'homme, 432.
— vertébrés de l'homme, 433.
Animalculistes, 24.
Animaux à cloaque, 405.
— intestinaux, 136.
— primitifs, 136, 149.
Anthropologie, 2.
Anthropoïdes, 427, 429.
Antimères, 153.
Anus, 206, 533, 534, 535.
— rusconien, 534.
Aorta principalis, 248.
Aorte, 565.
— primitive, 245, 268.
— primordiale, 159.
Apophyse crânienne, 512.
— frontale, 476.
— maxillaire, 515.
— maxillaire supérieure, 475.
Apophyses nasales externes, 476.
— ptérygoïdes, 515.
— transverses, 504.
Appareil locomoteur, 437.
— moteur, 497.
— sensitif, 439.
Appendicularia, 361.
Appendix vermiformis, 546.
Application téléologique, 467.
Apport de matériaux, 104.
Aqueduc de Sylvius, 454.
Arbre généalogique, 75.
— — indo-germain, 317.

Arbre généalogique des langues indo-germaniques, 316.
— — des mammifères. 431.
— — des vertébrés. 385.
Arc maxillaire. 514.
— vertébral, 505, 510.
Arcs artériels, 563, 564.
— branchiaux, 221, 378, 506, 513, 515.
Archelminthes, 353, 364.
Archipterygium, 517.
Aristote, 17.
Arrière-cerveau, 458, 467.
Artères, 245, 561.
— ombilicales, 252, 253.
— omphalo-mésentériques, 249.
— primitives, 159, 245.
— vertébrales, 249.
— vitellines, 249.
Arthropodes, 364, 366.
Ascidies, 272, 276.
Ascula, 350.
Atrium, 567.
Avant-bras, 500.
Axe du corps, 507.
— des nageoires, 517.
— du squelette, 502.
— primaire du squelette, 507.
— secondaire du squelette, 508.
Axolotl, 392.

B

Baer (Karl Ernst), 33, 36.
— blastoderme, 37
— chorda dorsalis, 38.
— loi de 39.
— œuf humain, 37.
— théorie touchant les feuillets germinatifs, 140.
— théorie des types, 38.
Balanoglossus, 359.
Basis crânii, 511.
Bathybius, 333, 334.
Batraciens, 394.
Bec-de-lièvre, 477.
Bimanes, 421, 422.
Biogénie, 15, 627.
Bipartition de l'œuf, 122, 123.
Bischoff (Wilhelm). 40.
Blastoderme, 125, 133.
Blastodisque, 133.
Blastosphère. 339.
— de l'amphioxus. 283.
Bonnet (Charles), 26.
Bouche, 206, 526.
Bourgeonnement, 131.
— terminal, 215.
Bourrelets dorsaux, 173.
Brachytarsi. 432.
Branches de la biogénie, 15.
Bras. 500.
Bulbe artériel, 563, 567.
— oculaire, 500.

C

Cage thoracique, 504.
Caisse du tympan, 488.
Canal auditif, 488.
— auriculaire, 567.
— biliaire, 545.
— intestinal, 178.
— intestinal de l'amphioxus, 265.
— génito-urinaire, 599, 600.
— ombilical, 206.
— respiratoire, 156.
— vertébral, 505.
— vitellin, 420.
— de Gartner, 596, 606.
— de Muller, 593, 606.
— de Rathke, 594, 606.
— de Wolff, 594, 606.
Canales semicirculares, 491, 493.
Canaux d'expulsion, 585.
— latéraux de l'amphioxus, 290, 587.
— noueux, 587.
— urinifères, 586, 588.
Canines, 423.
Capsula vasculosa lentis, 483.
— vasculosa corporis vitrei, 486.
Capsule vasculaire du globe de l'œil, 486.
— fibreuse du globe de l'œil, 486.
Capuchon caudal, 241.
— céphalique, 241.
— latéral, 241.
Caracoideum, 519.
Caractères sexuels secondaires, 579.
Carpe, 432, 500, 519.
Cartilages labiaux, 514.
— de Meckel, 515.
Catarhiniens, 425, 428.
Cause de l'amour, 577.
Causes finales, 9, 54.
— efficientes, 9, 54.
— de l'évolution, 9.
— de l'ontogénie. 48.
Cavité abdominale, 155, 403.
— buccale, 527, 537.
— cardiaque, 248.
— intestinale céphalique, 205.
— intestinale iliaque, 205.
— du jaune (de l'œuf d'oiseau), 91.
— nasale, 479.
— pectorale, 255.
— pleuropéritonéale, 155.
— thoracique, 401.
— uro-génitale, 597.
Cavum oris, 535.
— pharyngis, 535.
— tympani, 488, 493.
Ceinture iliaque, 519.
— osseuse, 500.
— scapulaire, 500.
Cellules, 41, 82, 335.

Cellules femelles, 115, 579, 580.
— ganglionnaires, 450.
— graisseuses du derme, 443.
— lymphatiques, 88.
— mâles, 115. 579, 580.
— mères, 576.
— mobiles, 117.
— nerveuses, 84, 450.
— névro-musculaires, 556.
— ovulaires, 81, 577. 578.
— ovulaires de l'éponge calcaire, 96.
— ovulaires de l'homme, 81.
— ovulaires des mammifères, 90.
— ovulaires des méduses, 96.
— psychiques, 85.
— du sang, 97.
— sexuelles, 581.
— spermatiques, 115, 116, 577, 578.
— vibratiles, 116, 117.
Ceratodus, 517.
— Forsteri, 386.
Cerebellum, 452.
Cerebrum, 452.
Cerveau, 451, 452, 454.
— antérieur, 454, 458, 467.
— intermédiaire, 454. 458, 467.
— moyen, 454, 458, 467.
— postérieur, 454, 458, 467.
Cervelet, 452, 454, 458.
Cestodes, 352.
Chaînon dans la généalogie humaine, 330.
Chair musculaire, 200.
Chalaze, 91.
Cheveux, 447.
Chimpanzé, 427, 429.
Chorda, 373, 507.
— de l'amphioxus, 265.
— des ascidies, 293, 361.
— dorsalis, 152, 154. 507.
— étui de la, 507.
— vertébralis, 506.
Chordoniens, 359, 360.
Chorioidea, 481, 486.
Chorion, 128, 137, 166.
— larve, 415.
— frondosum, 415.
— primaire, 413.
— secondaire, 414.
Choroïde, 481.
Chorologie, 75.
Cicatricule de l'œuf d'oiseau, 91.
Circonvolutions du cerveau, 453.
Classes du règne animal, 364.
Classification des mammifères, 432.
— phylogénétique du règne animal, 364.
Clavicula, 500, 519.
Clitoris, 599, 606.
Cloaque, 405.
Cloison nasale, 472.
Coccyx, 503, 504.
Cochlée, 489, 493.
Cœcum, 529.
Cœloma, 155, 357, 559.
Cœlomates, 352, 358, 364.
Cœur des ascidies, 275.
— centralisé, 384.
— humain, 246, 572.
Colonne vertébrale, 500, 502.
Conception anthropocentrique, 625.
— géocentrique, 625.
— immaculée, 114.
— monistique, 9.
Concha auris, 493.
Concordance ontogénétique, 228.
Conduit auditif, 488.
— urinaire primitif, 589.
Conduits d'expulsion, 593.
— sexuels, 585.
— uro-génitaux, 586.
Conjugaison, 110.
Conjunctiva, 486.
Connexion étiologique, 113.
— entre la phylogénie et l'ontogénie, 6.
Connexité étiologique, 606.
— des phénomènes, 622.
Continent lémurien, 435.
Cordon axial, 169, 173.
— ombilical, 239, 420.
— sexuel, 597.
— vertébral primitif, 176.
Corium, 443, 467.
Cormogénie, 15.
Cormophylogénie, 15,
Cornée transparente, 481, 486.
Cornets olfactifs, 473.
Corps anorganiques, 105, 335.
— vertébral, 505.
— vitré, 480, 484.
— de Wolff, 591.
Corpuscules du tact, 472.
Côtes, 500, 506.
— crâniennes, 514.
— céphaliques, 511.
Couche cornée, 444.
— cutanée, 189.
— graisseuse du derme, 467.
— muqueuse, 444.
Couches optiques, 454, 458.
Courbure caudale, 230.
— de la nuque, 230.
— pariétale, 230.
Courbures de l'embryon, 230.
Crâne, 500.
— facial, 511.
— osseux, 511.
— primitif, 512, 513, 515.
Crâniens, 264.
Crâniotes, 264, 371.
Création, 50, 326, 435.
Cristallin, 480, 483.
Croissance, 624, 637.
Cubitus, 519.
Cuisse, 500.

Cutis, 444, 467.
Cuvier. Théorie des cataclysmes, 51.
— Théorie des types, 38.
Cyclostomes, 271, 371.
Cytodes, 86, 331.

D

Darwin (Erasme), 64.
Darwin (Charles), 63.
— descendance de l'homme, 68.
— sélection sexuelle, 69, 578.
— sa théorie de la sélection, 63, 66.
— voyages de, 65.
Darwinisme, 64.
Decidua, 416.
Deciduës, 414, 415, 432.
Déduction, 70, 325.
Degré de perfection, 40.
Délivre, 239.
Dents, 423, 537.
— de l'homme, 423.
Derme, 154, 443, 467.
Dermophyllum, 129.
Développement de l'aire germinative, 249.
— de l'ascidie, 275.
— de l'âme, 621.
— de l'amphioxus, 268.
— du cœur, 567.
— de la face, 477.
— ininterrompu, 112.
— des mammifères, 565.
— morphologique, 11.
— des organes, 437.
— physiologique, 11.
— des poissons, 563.
— par secousses, 113.
Diaphragme, 155, 403.
Didelphia, 407, 432.
Différenciation, 102, 108.
— sexuelle, 579.
Dipneustes, 382, 386.
Discoplacentaliens, 416, 432.
Disque blastodermique, 92.
— germinatif, 287.
— intervertébral, 510.
Division cellulaire, 107, 121.
— ontogénétique des feuillets germinatifs, 201.
— phylogénétique des feuillets germinatifs, 201.
— du travail, 101, 108.
Dœllinger, 33.
Doigts, 519, 520.
— (cinq), 500.
Double écusson, 170.
Dualisme, 624.
Ductus arantii, 611.
— Botalli, 611.
— Mulleri, 593.
— Wolffii, 594.
Durée de l'histoire de la terre, 301.
— des périodes, 312.
— de la grossesse, 302.
Dystéléologie, 73, 610.

E

Echidna, 407.
Echinodermes, 364, 366.
Ecran, 481.
Embryologie, 4, 15.
Embryon, 2, 170.
Embryons des vertébrés, 225.
Emigration des cellules sexuelles, 582.
— des glandes sexuelles, 598.
— des testicules, 599.
Encéphale, 451.
Enclumé, 489, 515.
Endocœlar, 189, 570, 583.
Enteropneusta, 360.
Entoderme, 129, 189, 201.
Enveloppe séreuse, 242.
— des centres nerveux, 464, 467.
Enveloppes embryonnaires, 235.
Eopithèques, 423.
Epaisseur des strates, 312.
Epiderme, 443, 444, 467.
Epididyme, 596, 606.
Epigaster, 535, 546.
Epigénèse, 27, 28.
— d'Aristote, 19.
Epithelium générateur, 584.
Eponges, 350.
— calcaires, 78, 576.
Espèce, 49, 77.
Esprit, 14, 624.
— humain, 620.
Estomac, 528, 542.
Etincelle divine, 621.
Etranglement transversal, 458.
Etrier, 489, 515.
Etude des fonctions, 12.
— des formes, 12.
Etui caudal, 243.
— céphalique, 241.
— latéral, 242.
Etuis de l'amnios, 242.
Event, 494.
Evolution, 22.
— psychique, 14.
Exocœlar, 189, 570, 583.
Exoderma, 129, 189, 201.
Extrémités, 379.

F

Fabrice d'Aquapendente, 20.
Fécondation, 114, 117.
Fémur, 500, 519.
Fente choroïdale, 485.

Fentes branchiales, 221, 515.
Feuillet animal, 201, 402.
— corné, 175, 176.
— cutané, 129, 140, 189, 201.
— cutané sensitif, 162, 189.
— fibreux, 139, 167.
— fibro-cutané, 139, 163, 189.
— fibro-intestinal, 139, 189, 163.
— germinatif animal, 189.
— germinatif moteur, 141.
— germinatif moyen, 140.
— glandulo-intestinal, 189.
— intermédiaire, 139.
— intestinal, 129, 201.
— intestino-glandulaire, 163.
— moyen, 167.
— moteur germinatif, 201.
— muqueux, 140.
— musculaire, 140.
— musculo-cutané, 139.
— musculo-intestinal, 139.
— sensitif, 162.
— sensoriel, 137, 141, 201.
— trophique, 137, 141, 201.
— vasculaire, 34, 140, 163, 189, 243.
— végétatif, 137, 189.
Feuillets germinatifs, 140.
— germinatifs de l'amphioxus, 288.
— germinatifs de C. F. Wolff, 30.
— latéraux, 173.
— primaires, 189.
— primordiaux, 129.
— secondaires, 138, 189.
Fibres nerveuses sensibles, 464.
Fibula, 500, 519.
Fissure nasale, 476.
Foie, 539, 545.
Follicule de Graaf, 602.
Fonctions de développement, 104.
— sensorielles, 471.
Force et matière, 624.
— latentes, 624.
Forces vives, 624.
Formation de l'hermaphrodisme, 600.
— du cœur, selon Aristote, 558.
— primitive de la colonne vertébrale, d'après Gegenbaur, 196.
— des métamères, 160.
Forme bilatérale, 351.
— primitive de Baer, 342.
— radiée, 351.
Formes intermédiaires, 78.
Fosses nasales, 473, 479.
Fossette buccale, 207.
Fossettes nasales, 419.
Funiculus genitalis, 597.
— umbilicalis, 420.

G

Ganglion pharyngien, 455.
— sus-œsophagien. 442. 455.
Ganoïdes, 380.
Gastræa, 136, 343.
Gastræada, 330.
Gastraphyllum, 129.
Gastrula, 136, 147, 285, 343.
— de l'amphioxus, 284.
— des ascidies, 292.
Gegenbaur, 72, 367, 497.
— problème crânien, 512.
— squelette céphalique, 512.
— sa théorie de la descendance, 72.
— sa théorie des membres, 516.
Généalogie de l'homme, 68, 432.
— du ver, 351,
Génération spontanée, 321, 335.
Germe lyriforme, 171.
Gibbon, 427, 429.
Gland, 599.
Glande salivaire intestinale, 529.
— thyroïde, 266, 527, 528.
Glandes cutanées, 444.
— génératrices, 571.
— génératrices femelles, 606.
— génératrices mâles, 606.
— intestinales, 535, 544.
— lacrymales, 445, 484.
— lactifères, 403.
— mammaires, 445.
— mammaires chez l'homme, 446.
— de la peau, 467.
— salivaires, 538.
— sébacées, 445.
— sudoripares, 445.
Globules sanguins, 87.
Glomerulus, 590.
Gnathostomes, 373.
Gœthe (Wolfgang), 59.
— Force de spécification. 61.
— Morphologie, 59.
— tendance aux métamorphoses, 61.
— sa théorie crânienne, 511.
Gœtte (Alexandre), 554.
Gonades, 581.
Gonochorisme, 346, 579.
Gonophori, 585.
Gorilla, 229, 427.
Gosier, 527.
Gouttière intestinale, 179, 203.
— primitive, 173.
— sexuelle, 599, 606.
Graaf, follicule de, 37.
Gros intestin, 429, 546.
Gubernaculum Hunteri, 606.

H

Haller (Albrecht), 25.
Harvey, 20.
Héopithèci, 423.
Hérédité, 57, 66, 108, 259, 634.
— abrégée, 259.

Hérédité altérée, 259.
Hermaphrodites, 601.
Hermaphroditisme, 346, 578.
Hespéropithèques, 423.
Hétérochronie, 558, 634.
Hétérotopies, 634.
His (Wilhelm), 44, 551.
Histogénie, 15.
Histoire des animaux, par Aristote, 17.
— anorganique terrestre, 304.
— de la création naturelle, 68.
— du développement, 1, 15, 625,
— organique terrestre, 304.
Homme (sa place dans l'arbre généalogique), 434.
Homme-singe, 434.
Homologie, 634.
— de l'amphioxus, 299.
— des ascidies, 298.
— des embranchements animaux, 573.
— des feuillets, 136.
— de l'intestin primitif, 148.
— des sexes, 606.
Homologies principales, 298.
Humerus, 500, 519.
Huxley, 101, 436.
— Evidence, etc., 67.
— singes anthropomorphes, 67.
— sa théorie crânienne, 512.
Hydatis fallopina, 606.
Hylobates, 429.
Hypospadias, 600.
Hypothèses géologiques, 261.
— phylogénétiques, 258.

I

Ileum, 529.
Iliaque, 529.
Importance philosophique de l'embryologie, 11.
Incisives, 423.
Incus, 493.
Indéciduës, 414, 432.
Individualité des cellules, 83.
— des métamères, 214.
Induction, 70, 325.
Integumentum, 467.
Intestin des ascidies, 274.
— branchial, 535, 536.
— digestif, 535, 536.
— grêle, 529, 543.
— primaire, 203, 530.
— respiratoire, 535.
— secondaire, 530.
— stomacal, 535.
Invertébrés, 262.
Iris, 481, 486.
Ischion, 519.

J

Jambe, 500.
Jaune, 89.
Jaune de formation, 134.
— mûriforme, 124, 134.
— de nutrition, 133, 287.
Jejunum, 529.

K

Kant, 53.
Kleinenberg (Nicolas), 556, 580.
Kœlliker (Albert), 40, 628.
Kowalevsky (Auguste), 40, 282, 285.

L

Labyrinthe, 489, 493.
— primaire, 490.
Labyrinthulées, 339.
Lait, 445.
Lamarck (Jean), 55.
— origine simienne de l'homme, 58.
— Philosophie zoologique, 50, 55.
Lamellæ, 175.
Lamelle céphalique, 515.
— charnue, 189.
— cornée, 175, 189.
— dermique, 189, 444.
— germinative, 583.
— germinative rénale, 189.
— médullaire, 189.
— mésentérique, 189.
— moyenne, 178.
— muqueuse, 189.
— musculaire, 219.
— osseuse, 218.
— ovarienne, 584.
— sexuelle féminine, 584.
— sexuelle mâle, 584.
— du squelette, 508.
— testiculaire, 584, 609.
— vasculaire, 189.
— vertébrale primitive, 176.
Lamelles abdominales, 207.
— céphaliques, 219.
— latérales, 175.
— ovariennes, 606.
Lamina dermalis, 129.
— gastralis, 129.
— inodermalis, 189.
— inogastralis, 189.
— mucosa, 129.
— mycogastralis, 189.
— nevro-dermalis, 189.
— pigmenta, 486.
— serosa, 129.
Laminæ, 174.
Lamproie, 278, 312.
Lanugo, 448.
Larve ciliée, 370.
— intestinale, 135, 284.
Latebra, 91.
Larynx, 539.
Leeuwenhoek, 23.

Légende amniotique, 183.
Leibnitz, 25.
Lemurs, 418.
Lens crystallina, 486.
Lepidosiren paradoxa, 386.
Leptocardia, 384.
Lézards, 399.
Ligament conducteur de Hunter, 598, 606.
— du rein primitif, 598, 606.
— rond, 598, 606.
Ligamenta intervertebralia, 502.
Ligne primitive, 171.
Limax lanceolata, 263.
Linguistique comparée, 314.
Linnée (Charles), 49.
Locomotion, 498.
Loi biogénétique fondamentale, 7, 49.
— de Huxley, 428.
Lutte pour l'existence, 64.
Lyell (Charles), 52.

M

Macula germinativa, 89.
Magosphæra planula, 341.
Main, 421, 500.
Malleus, 493.
Malpighi, 20.
Malthus, 65.
Mamelon, 446.
Mamma, 440.
Mammalia, 401.
Mammilla, 446.
Mamelle de la femme, 446.
Mammifères, 403, 432.
Manteau des ascidies, 273, 295.
Marsipobranchiés, 374.
Marsupiaux, 407, 432.
Marteau, 489, 515.
Martins (Charles), 519.
Masse charnue, 163.
Matérialisme, 623.
Matière, 624.
— de formation, 332.
— et force, 624.
— séminale mâle, 23.
Matrice, 596.
— mâle, 611.
Meatus auditorius osseus, 493.
Mécanisme de la nature, 54.
Medulla, 467.
— capitis, 451.
— centralis, 450.
— oblongata, 452.
— spinalis, 451, 467.
Membrane cellulaire, 128.
— glabre, 415.
— pigmentaire, 481, 484.
— du tympan, 488, 493.
— villeuse, 315.
— vitelline, 91.
Membranes de l'embryon, 415.
— ovulaires, 415.
Membres, 379, 516.
— antérieurs, 422, 500.
— pendactyles, 516.
— postérieurs, 422, 500.
Méninges, 467.
Mésentère, 156, 529.
— cardiaque, 248.
Mésoderme, 166, 197.
Mésogaster, 535.
Metacarpe, 500, 519.
Metagaster, 530.
Metamères, 160, 211, 368.
— formation des, 211.
Métamorphose des grenouilles, 391.
Metanephra, 592.
Métatarse, 500, 519.
Métazoaires, 136, 147, 364.
Metovum, 130.
Microlestes, 407.
Migrations, 76.
Miracle, 323.
Modification brusque, 113.
Moelle allongée, 452, 458.
— épinière, 451, 456.
Molaires, 514.
Mollusques, 364, 366.
Monades, 25.
Monères, 120, 332.
Monérule, 121, 336.
Monisme, 625.
Monocondyliens, 402.
Monodelphes, 404, 432.
Monogonie, 107.
Monorhina, 369, 372.
Monotrèmes, 405, 432.
Morphogénie, 12.
Morphologie, 12, 111.
— générale, 68.
Morphontogénie, 15.
Morphophylogénie, 15.
Morula, 124, 134.
Mouvements amibiformes, 96.
— des cellules, 96.
Müller (Auguste), 632.
Müller (Fritz), 40, 257, 259, 633.
Müller (Hermann), 114.
Müller (Johannes), 40, 263, 593.
Multiplication cellulaire, 131.
Muqueuse nasale, 472.
— utérine, 239.
Muscles, 163, 497, 522.
— auriculaires, 495.
— cutanés, 522, 611.
— latéraux du tronc, 154, 163.
— du squelette, 439, 522,
Myxinoïdes, 271, 372.

N

Nageoires, 388.
— d'un poisson primitif, 518.

Nageoires primitives, 517.
— tétradactyles, 516.
Narines paires, 369.
— impaires, 372.
Nature anorganique, 624.
Nerf acoustique, 494.
— auditif, 471, 489.
— gustatif, 471.
— olfactif, 471, 473.
— optique, 471, 485, 486.
Nerfs cutanés, 471.
— sensoriels, 471.
— sexuels, 471, 599.
Nez, 479.
Nombre des vertèbres, 505.
Nombril, 184.
Noyau cartilagineux, 510.
— cellulaire, 83.
— osseux, 510.
Nucléus, 335.
Nucléole, 81.
Nutrition, 104.

O

Œil, 480, 486.
Œcologie, 76.
Œsophage, 528, 535.
Œuf de l'éponge, 337.
— humain, 81, 82, 602.
— des oiseaux, 91.
— de poule, 91, 337.
— secondaire, 130.
Oiseaux, 400, 403.
Oken (Lorenz), 32.
Olynthus, 351, 576.
Omoplate, 519.
Ongles, 447.
Ontogénie, 4, 5, 15, 628.
— comparée, 259.
Oophora, 582.
Oophoron, 606.
Orang-outang, 350, 427.
Orchides, 582.
Orchis, 606.
Oreille interne, 493.
Oreillette, 567, 568.
Organe de l'odorat, 472.
— de l'ouïe, 487.
— du tact, 443.
Organes de la copulation, 599.
— femelles de la copulation, 599.
— mâles de la copulation, 599.
— d'excrétion, 586.
— génitaux, 602, 606.
— de la reproduction, 575.
— de la respiration, 386, 539.
— rudimentaires, 74, 612.
— segmentaires, 587.
— des sens, 469, 471.
— sexuels, 439, 581, 604.
— sexuels de l'amphioxus, 268, 582.
Organes sexuels des ascidies, 275.
— urinaires, 604.
Organisme élémentaire, 82, 331.
— sans organes, 332.
Organogénie, 437.
Organophylogénie, 15.
Origine des cellules sexuelles, 579.
— de l'homme, 614.
Ornithodelphia, 404, 432.
Ornithorynque, 406.
Ornithostomes, 407, 432.
Orteils, 500, 519.
Os de la cuisse, 500.
— hyoïde, 506, 515.
— ilium, 500, 519.
— intermaxillaire, 477.
— ischii, 500.
— petrosum, 493.
— procoracoïdien, 519.
— pubis, 500, 519.
Osselets de l'ouïe, 488, 492.
Ouverture anale, 207.
Ovaire humain, 602.
Ovaires, 582, 606.
Oviductes, 585, 606.
Ovule, 115.
— des mammifères, 603.
— primitif, 130.
Ovules holoblastiques, 133.
— méroblastiques, 133.
Ovulistes, 24, 25.

P

Pachicardia, 384.
Palais, 477.
Paléontologie, 50, 327.
Palpebræ, 486.
Pancreas, 529, 535, 541, 545.
Pander (Christian), 33.
Papilles, 444.
Paradis, 435.
Parallélisme de l'évolution, 347.
Paroi intestinale, 185.
Parovaire, 596.
Parovarium, 592, 606.
Parthénogénèse, 26, 114.
Pastrana (Julia), 234.
Pavillon de l'oreille, 495, 496.
Peau, 443, 465, 467.
Pédicule allantoïdien, 593.
Peloton vasculaire, 588.
Pendactylie, 389.
Pendants, 153.
Pénis, 599, 606.
Période alluvienne, 330.
— anthropoïdienne, 330.
— archozoïque, 306.
— cambrienne, 306, 308, 330.
— carbonifère, 307, 330.
— de la civilisation, 308.
— crétacée, 308, 310, 330.

Période dévonienne, 307, 308,330.
— diluvienne, 330.
— éocène, 308, 311, 330.
— glacière, 308.
— houillère, 308.
— jurassique, 308, 310, 330.
— laurentienne, 306, 331.
— miocène, 308, 311, 330.
— ontogénétique, 302.
— permienne, 308, 330.
— phylogénétique, 303.
— pliocène, 308, 330.
— post-glaciaire, 308.
— silurienne, 306, 308.
— du trias, 308, 310, 339.
Péroné, 519.
Perte des branchies, 397.
Petites lèvres, 600, 606.
Pétromyzon fluviatilis, 372.
Pétromyzontes, 271, 372.
Phalanges, 500.
Phallus, 599, 606.
Phallusia, 276, 292.
Pharynx, 527, 535.
Philosophie, 10, 623.
— dualistique, 10, 622.
— monistique, 10, 622.
— de la nature, 55.
Phylogénèse, 5.
Phylogénie, 4, 15, 628.
— des membres, 516.
— du nez humain, 479.
Physiogénie, 12.
Physiologie, 12, 111.
— comparée, 12, 111.
Physiontogénie, 15.
Physiophylogénie, 15.
Pied, 421, 500.
— à cinq doigts, 389.
— à doigts multiples, 388.
Pithécanthropi, 434.
Placenta, 213, 239, 253, 419.
— annulaire, 416.
— fœtal, 415, 416.
— parties différentes du, 414.
— utérin, 414.
Placentaliens, 411, 432.
Planéadés, 340, 342, 347.
Planula, 389.
Plasma, 86.
Plastides, 87, 331.
Plathelminthes, 352, 364.
Platyrhinieus, 425.
Plicæ genitales, 606.
Poils animaux, 447.
Point germinatif, 89.
Poissons, 379, 440.
— ancêtres des gnathostomes, 377.
— cartilagineux, 381.
— osseux, 381.
— à poumons, 387.
— primitifs, 379, 382.
Poitrine de l'homme, 446.
Polydactylie, 388.
Porc, 225.
Portes intestinales, 206.
Portions du cerveau, 452.
Porus genitalis, 585.
Poulet (importance du), 20.
Poumons, 379, 382, 387, 539.
Préformation, 22.
Prépuce, 600, 606.
Primates, 421, 423.
Principe biogénétique, 5.
Procoracoïdes, 500, 519.
Prolongement conique, 446.
Promammaliens, 402, 403, 407, 432.
Prosimiens, 416, 417, 432.
Prosophylogénie, 15.
Prosopogénie, 15.
Protamnien, 395, 399.
Protamœba, 332.
Protascus, 350.
Proterosaurus, 396.
Prothelmis, 349, 351.
Protogaster, 530, 535.
Protonephra, 592.
Protoplasme, 83, 331.
Protopsych, 458.
Protopterus annectens, 386.
Prototype idéal du vertébré, 151.
Protovum, 130.
Protozoaires, 135.
Protozoma, 170.
Protureter, 588.
Provertébré, 370.
Pseudopodies des amibes, 94.
Psyche, 467, 620.
Psychologie, 470, 617, 622.
— comparée, 617.

Q

Quadrumanes, 421.
Question des singes, 613.
Queue des ascidies, 293, 361.
— de l'homme, 231, 504.

R

Racines aortiques, 563.
Radiés, 366.
Radius, 500, 519.
Raison, 621.
Rathke (Heinrich), 40.
Ray-Lankester, 285, 630.
Rayon des nageoires, 517.
Rectum, 546.
Reichert (Boguslaus), 41.
Reins, 586, 592.
— définitifs, 592.
— primitifs, 162, 178, 378, 591.
— rudimentaires de l'amphioxus, 587.
— secondaires, 592.
Remak (Robert), 41.

Remak (R.), sa théorie, 43.
Repli semi-lunaire, 488.
Replis sexuels, 598.
Reproduction, 106, 575.
— asexuée, 107.
— sexuelle, 114.
Reptiles, 399, 403.
Respiration double, 386.
Retina, 481, 484, 486.
Retrogradation, 129.
Revêtement osseux, 515.
Rippæ, 506.
Rudiment des reins primitifs chez l'amphioxus, 270.

S

Sac branchial des ascidies, 273.
— testiculaire, 598.
— urinaire, 183.
Sacculus, 493.
Sacrum, 504.
Salamandre, 393.
— noire, 393.
Sauriens, 395.
Sauropsides, 399, 403.
Scapula, 500, 519.
Schleiden (M. J.), 41, 82.
Schwann (Théodore), 41, 83.
Science des organes rudimentaires, 610.
Sclérotique, 481, 486.
Scolécides, 359.
Scrotum, 598, 606.
Segmentation de l'homme, 214.
Sélaciens, 382, 479.
Sélection sexuelle, 69, 578, 579.
Sens génésique, 471.
— du goût, 471.
— de la pression, 471.
— de la température, 471.
Séparation des feuillets latéraux, 174.
— des sexes, 346.
Série généalogique, 356.
Sillon dorsal, 171, 174.
— intestinal, 179.
— médullaire, 171.
Sillons cérébraux, 463.
Sillonnement des cellules, 131.
— discoïdal, 143.
— inégal, 143.
— ovulaire, 143,
— partiel, 133, 143.
— pertotal, 143.
— primordial, 143.
— pseudototal, 143.
— sérié, 143.
— subtotal, 146.
— superficiel, 146.
— total, 133, 143.
Singe nasique, 234, 424.
Singes, 418, 432.
— hapalidés, 424.
Sinus urogenitalis, 597, 599.
Sinus frontaux, 526.
Siredon, 392, 393.
Soudure axiale, 198.
Sozoures, 392.
Sozobranches, 392.
Spermaductus, 585, 606.
Spermatozoaires, 115, 116.
Sperme, 115.
Sphères de sillonnement, 131.
Spiritualisme, 624.
Spongiæ, 350.
Squelette cartilagineux, 517.
— des deux ceintures, 519.
— central, 501.
— cutané, 498.
— des nageoires, 517.
Stapes, 493.
Stenops, 417.
Sternum, 500, 504, 506.
Strie primitive, 198.
Subcutis, 443, 467.
Substance cellulaire, 83, 335.
Synamibes, 338.
Système circulatoire, 571.
— circulatoire de l'amphioxus, 267, 561.
— musculaire, 439.
— nerveux, 441, 466.
— nerveux central, 450, 467, 619.
— nerveux périphérique, 450, 464.
— nerveux sympathique, 464.
— nerveux viscéral, 464.
— organique du corps humain, 439.
— organique de la vie animale, 439.
— organiques de la vie végétative, 439.
— rénal, 439, 586.

T

Tableau des feuillets germinatifs, 189.
Tache germinative, 89.
Tarse, 422, 500, 519.
Taxinomie des vertébrés, 386.
Tegmentum, 443.
Tégument cutané, 443, 467.
— externe, 443.
Téléologie, 9, 469, 609.
Téléostiens, 381.
Terrains carbonifères, 309.
Testicules, 582, 606.
Têtards, 391.
Théorie des catastrophes, 51.
— cellulaire, 41, 82.
— crânienne, 512.
— de l'emboîtement, 22.
— des enveloppes, 552.
— de l'épigénèse, 27, 28.
— de l'évolution, 22, 94.
— gastréenne, 136, 286, 440.
— généalogique, 520.
— de la génération, 27.
— de l'impulsion, 24.
— des migrations, 76.