



DEBOSQUER MAGALHÃES MOTA  
ENCADERNADOR  
RUA BUENO DE SIQUEIRA, 540  
15120-100





**ÉLÉMENTS**  
**D'EMBRYOLOGIE**

PARIS  
TYPOGRAPHIE PAUL SCHMIDT  
5, RUE PERRONET, 5

# ÉLÉMENTS D'EMBRYOLOGIE



PAR

M. FOSTER, M.A., M.D..

Membre de la Société royale de Londres, Membre du collège de la Trinité, Cambridge.  
Professeur de physiologie à ce collège

ET

FRANCIS M. BALFOUR, B.A..

Membre du collège de la Trinité, Cambridge

*Ouvrage contenant soixante et onze gravures sur bois*

TRADUIT DE L'ANGLAIS

PAR

Le D<sup>r</sup> E. ROCHEFORT

MÉDECIN DE LA MARINE

USP-FO

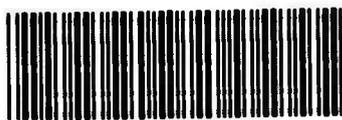
612.64

F756E

O.E.

MONOGRAFIAS

ELEMENTS D'EMBRYOLOGIE



J311

PARIS

C. REINWALD ET C<sup>ie</sup> LIBRAIRES-ÉDITEURS

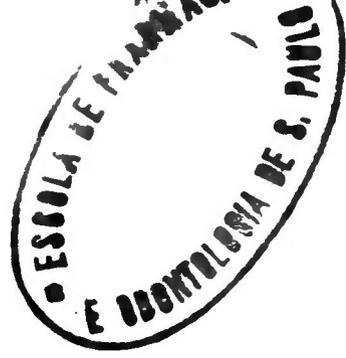
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

1877

Tous droits réservés

311





Malgré l'importance toujours croissante de l'Embryologie, il n'existe encore dans notre langue aucun livre destiné à l'enseignement de cette science. L'ouvrage dont nous présentons aujourd'hui la traduction française a paru éminemment propre à combler cette lacune.

Le nom et l'autorité des auteurs, professeurs dans l'une des deux grandes universités anglaises, recommandent suffisamment un livre déjà traduit d'ailleurs en plusieurs langues étrangères. Rien de plus pratique et de plus logique à la fois que le plan qu'ils ont adopté. Prenant pour point de départ l'œuf de poule, le plus facile à trouver et à étudier, ils en font connaître le développement dans une première partie qui compose précisément le volume que nous publions aujourd'hui. Après cela, il leur sera facile de faire, dans une seconde partie, l'histoire embryologique des vertébrés, puis, dans une troisième, celle

des invertébrés, pour s'élever ensuite aux considérations de morphologie générale. La rigueur de cette méthode d'exposition, ainsi que la clarté et la simplicité du style, si nous sommes parvenus à conserver ces qualités, à notre texte, contribueront sans doute à assurer en France à cet ouvrage le succès qu'il a obtenu ailleurs.

Je n'aurais point osé assumer cette tâche, si je n'y avais été encouragé par M. le professeur de Lacaze-Duthiers, de l'Institut, et si, pendant tout le cours de mon travail, je n'avais été constamment soutenu par ses savants conseils et sa bienveillante amitié. Je suis heureux qu'il veuille bien me permettre de lui en exprimer ici toute ma reconnaissance.

E. ROCHEFORT.

Paris, mars 1877.

DÉDIÉ A

**THOMAS-HENRY HUXLEY**

COMME UN FAIBLE TÉMOIGNAGE DE NOTRE ESTIME POUR SON MÉRITE

ET

DE NOTRE RECONNAISSANCE POUR SA BIENVEILLANCE

ENVERS NOUS.

LES AUTEURS.



## PRÉFACE

DE L'ÉDITION ANGLAISE.

---

Le volume que nous offrons au public est la première partie d'un ouvrage destiné à servir d'introduction à l'étude de l'Embryologie. Cette publication isolée d'une seule partie d'un même sujet nécessite sans doute une excuse, mais nous croyons pouvoir justifier, par les raisons suivantes, la marche que nous avons adoptée.

Ceux qui ont suivi avec attention les recherches embryologiques récentes, connaissent fort bien sans doute ce que nous oserons appeler l'état de trouble qui règne en beaucoup de parties de notre science, et la difficulté extrême, en bien des cas, de formuler un jugement clair et précis, sans le secours d'observations personnelles et indépendantes. C'est à cette nécessité de revenir sans cesse à l'étude des points en litige, pour concilier des assertions diamétralement opposées, ou pour vérifier l'exactitude d'affirmations retentissantes, qu'il faut attribuer les difficultés de la

tâche que nous avons entreprise, ainsi que les délais qui en retardent l'accomplissement.

D'autre part, quiconque a le désir de s'assurer un fonds sérieux de connaissances embryologiques ne saurait faire rien de mieux que de chercher à connaître d'une manière approfondie et complète le développement de l'oiseau. Les avantages pratiques qu'offre l'œuf de poule, l'emportent de beaucoup sur les raisons théoriques qui s'opposent à ce que l'on débute par l'étude du type oiseau. Sans doute, à bien des égards, il serait à désirer que l'on pût faire choix, pour commencer, d'un œuf holoblastique; mais l'énorme vitellus nutritif de l'oiseau offre beaucoup d'avantages pour l'étude des changements qui s'opèrent dans le blastoderme. Pour commencer, le meilleur de tous les embryons est le poulet; dès qu'on en possède bien l'histoire, l'étude ultérieure des autres formes devient chose facile.

Nous osons donc espérer que l'étendue considérable donnée à l'histoire du poulet, ainsi que la publication isolée, et, par conséquent, plus rapide, de cette partie de notre travail, obtiendront l'approbation générale.

Dans les premiers chapitres surtout, nous sommes entrés dans beaucoup de détails, et, afin de rendre notre exposé plus facile à comprendre aux débutants, nous ne nous sommes pas laissés arrêter par la crainte de fatiguer le lecteur, par l'exposé des faits

élémentaires et par les récapitulations. Les points contestés, les détails de peu d'importance, sont imprimés en petits caractères, afin que l'étudiant puisse les laisser de côté, à la première lecture. Bien que nous ayons parfois cité les noms des auteurs à propos des observations importantes, nous n'avons cependant pas pensé qu'il fût nécessaire d'en agir systématiquement ainsi. Mais nous citons toujours les autorités, à l'appui des assertions nouvelles ou contestées.

L'utilité d'un livre tel que celui-ci serait bien minime, si l'étudiant se contentait purement et simplement de le lire; afin de faciliter le seul mode d'étude qui soit réellement utile, l'observation pratique, nous avons inséré quelques instructions techniques, dans un appendice, à la fin du volume.

La facilité avec laquelle le développement du crâne peut être étudié sur le poulet le rend bien propre, en dépit d'objections évidentes, à servir d'introduction aux importantes études de morphologie crânienne. C'est pour cela que nous avons donné le développement du crâne dans un chapitre spécial, qui pourra, nous l'espérons, préparer à l'étude des savants mémoires de M. Parker.

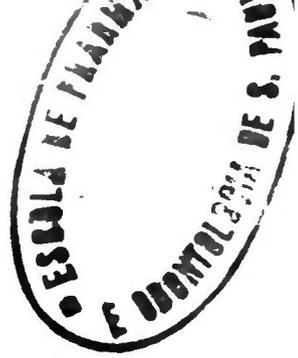
Dans les autres parties de l'ouvrage, que nous nous efforcerons d'achever le plus tôt possible, l'histoire de chaque type sera beaucoup plus abrégée, et nous donnerons plus de place aux considérations théoriques.

A l'exception de quelques figures dessinées par nous-mêmes et de celles dont l'origine est indiquée dans le texte, toutes les autres sont dues à M<sup>lle</sup> A. B. Balfour.

Les dessins sur bois ont été exécutés, les uns par M. Allchin, le plus grand nombre par M. Collings, la gravure est de M. Cooper. Nous avons à remercier ces messieurs de la peine qu'ils se sont imposée pour accomplir une œuvre, où, pour bien des raisons, le résultat ne semble jamais proportionné au travail. Nous sommes très-reconnaissants à M. le professeur Huxley d'avoir eu la bonté de revoir les feuilles de notre chapitre sur le crâne.

L'origine de cet ouvrage remonte à une série de leçons faites par moi, mais diverses causes m'ont empêché d'y mettre sérieusement la main, jusqu'au jour où M. Balfour, mon ancien élève et mon ami, vint se joindre à moi. Sa part, en ce travail, a été pour ne pas dire plus, non moins grande que la mienne.

M. FOSTER.



## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION..... 1-8

### PREMIÈRE PARTIE. — HISTOIRE DU POULET.

#### CHAPITRE PREMIER.

Structure de l'œuf de poule. — Changements qui s'y opèrent avant le début de l'incubation..... 9-28

1. La coquille. — 2. La membrane coquillière. — 3. L'albumen ou blanc de l'œuf. — 4. La membrane vitelline. — 5. Le jaune ou vitellus. — 6. Le vitellus jaune. — 7. Le vitellus blanc. — 8. Les sphères du vitellus blanc. — 9. Structure du blastoderme. — 10. Récapitulation. — 11. L'œuf ovarique. — 12. Descente de l'œuf dans l'oviducte. — 13. Imprégnation. — 14. Segmentation. — 15. Formation de la couche inférieure et de la couche supérieure.

#### CHAPITRE II.

Résumé sommaire de l'histoire de l'incubation..... 29-47

1. L'embryon se forme dans l'aire transparente. — 2. Épiblaste, mesoblaste et hypoblaste. — 3. Le blastoderme s'étend sur le jaune. — 4. L'aire vasculaire. — 5. Le repli céphalique et les autres replis qui prennent part à la formation du sac embryonnaire. — 6. Forme extérieure de l'embryon. — 7. Formation du tube neural et du canal alimentaire : somatopleure et splanchnopleure. — 8. L'amnios. — 9. L'allantoïde.

#### CHAPITRE III.

Changements qui s'opèrent pendant le premier jour de l'incubation..... 48-65

1. Variétés observées dans la marche du développement. — 2. Tache embryonnaire. — 3. Formation de l'épiblaste, du mesoblaste et de l'hypoblaste. — 4. Ligne primitive, sillon primitif. — 5. Repli céphalique; sillon médullaire, replis médullaires et notocorde. — 6. Amnios: changements qui

s'opèrent dans les trois feuilletts. — 7. Développement du repli céphalique. — 8. Occlusion du canal médullaire. — 9, 10. Clivage du mésoblaste; formation de la splanchnopleure et de la somatopleure. — 11. Protovertèbres. — 12. Formation de l'aire vasculaire. — 13. Récapitulation.

#### CHAPITRE IV.

Changements qui s'opèrent pendant le second jour. . . . . 66-97

1. L'embryon devient plus saillant et plus distinct. — 2. La première vésicule cérébrale. — 3. Augmentation du nombre des protovertèbres. — 4. Premiers rudiments du canal alimentaire. — 5. Formation du cœur. — 6. Formation des vaisseaux sanguins : veines et artères omphalo-mésentériques, sinus terminal. — 7. Changements qui s'accomplissent dans les cellules des divers feuilletts. — 8. Rudiment du conduit de Wolff. — 9. Récapitulation des changements accomplis pendant la première moitié du second jour. — 10. Augmentation du relief de l'embryon; repli caudal et replis latéraux. — 11. Le canal médullaire continue à se refermer. — 12. Vésicules optiques. — 13. Seconde et troisième vésicules cérébrales. — 14. Changement de position des vésicules optiques. — 15. Vésicules des hémisphères cérébraux. — 16. Flexion crânienne. — 17. Rudiment de l'oreille, ou vésicule auditive. — 18. Changements opérés dans le cœur. — 19. Aortes primitives et première paire d'arcs aortiques, vaisseaux omphalo-mésentériques, sinus terminal. — 20. Seconde et troisième paires d'arcs aortiques. — 21. Conduit de Wolff. — 22. Amnios. — 23. Récapitulation.

#### CHAPITRE V.

Changements qui s'opèrent pendant le troisième jour. . . . . 98-165

1. Diminution de volume du blanc. — 2. Extension de l'aire opaque et de l'aire vasculaire. — 3. Aire vasculaire. — 4. Continuation du reploiement de l'embryon. — 5. Développement de l'amnios. — 6. Changement de position de l'embryon. — 7. Courbure du corps. — 8. Flexion crânienne. — 9. Développement des vésicules des hémisphères cérébraux; troisième ventricule, glande pinéale, infundibulum et corps pituitaire, cervelet et moelle allongée. — 10. Changements qui s'opèrent dans la moelle. — 11. Formation de l'œil. — Changements histologiques qui s'accomplissent dans la rétine, le nerf optique et le cristallin. — 12. Formation de l'oreille. — 13. Fosses nasales. — 14. Arcs viscéraux et fentes viscérales. — 15. Arcs aortiques. — 16. Changements qui surviennent dans le cœur : canal de Cuvier et veines cardinales. — 17. Reploiement du canal alimentaire; formation de la queue. — 18. Poumons. — 19. Foie. — 20. Rate et pancréas. — 21. Corps thyroïde. — 22. Changements qui s'opèrent dans le tronc de l'embryon. — 23. Séparation des plaques musculaires d'avec les protovertèbres. — 24. Accroissement de la masse cellulaire intermédiaire. — 25. Nerfs crâniens. — 26. Conduit de Wolff. — 27. Récapitulation.

#### CHAPITRE VI.

Changements qui s'opèrent pendant le quatrième jour. . . . . 166-206

1. Ce que l'on voit en ouvrant l'œuf. — 2. Accroissement de l'amnios. — 3. Étranglement du pédicule splanchnique. — 4. Augmentation de la flexion

crânienne. — 5. Première apparition des membres. — 6. Accroissement de la tête. — 7. Changements qui s'opèrent dans les fosses nasales. — 8. Formation de la bouche. — 9. Nerfs crâniens. — 10. Allantoïde. — 11. Changements qui s'accomplissent dans les protovertèbres, ganglions rachidiens. — 12. Segmentation secondaire de la colonne vertébrale. — 13. Changements qui s'opèrent dans la notocorde. — 14. Ossification des vertèbres. — 15. Côtes. — 16. Changements accomplis dans les plaques musculaires. — 17. Corps de Wolff, canal de Wolff. — 18. Conduit de Müller. — 19. Reins. — 20. Ovaires et testicules. — 21. Changements qui s'opèrent dans le système artériel. — 22. Changements dans le système veineux : veines du foie. — 23. Changements dans le cœur. Cloison interventriculaire. — 24. Récapitulation.

## CHAPITRE VII.

Changements qui s'opèrent pendant le cinquième jour. . . . . 207-238

1. Ce qu'on voit à l'ouverture de l'œuf. — 2. Accroissement des membres. — 3. Crâne, masse d'investissement et trabécules. — 4. Changements qui surviennent dans l'état de la face; formation du nez et des ouvertures nasales. — 5. Formation de l'anus. — 6. Changements qui surviennent dans la moelle; formation de la substance grise et de la substance blanche, du sillon antérieur et du sillon postérieur. — 7. Changements survenus dans le cœur, rudiment de la cloison interauriculaire, subdivision du bulbe artériel en aorte et artère pulmonaire, formation des valvules sigmoïdes. — 8. Changements qui s'opèrent dans le cœur pendant le sixième jour. — 9. Changements ultérieurs accomplis dans le cœur; occlusion de la cloison interauriculaire, disposition qu'affectent les orifices des veines caves. — 10. Différentiation histologique; ce que deviennent les trois feuillets primitifs. — 11. Récapitulation.

## CHAPITRE VIII.

Du sixième jour à la fin de l'incubation. . . . . 239-268

1. Commencement de la différenciation qui amène les caractères typiques de l'oiseau. — 2. Annexes du fœtus pendant le sixième et le septième jours. — 3. Pendant les huitième, neuvième et dixième jours. — 4. Du onzième au seizième jour. — 5. Du seizième jour au dernier. — 6. Changements de la forme générale de l'embryon qui surviennent pendant les sixième et septième jours. — 7. Pendant les huitième, neuvième et dixième jours. — 8. Du onzième jour au dernier, plumes, ossifications. — 9. Changements qui s'opèrent dans le système veineux avant et après le début de la respiration pulmonaire. — 10. Changements survenus dans le système artériel, modifications que subissent les arcs aortiques. — 11. Résumé des phases principales de la circulation. — 12. Écllosion.

## CHAPITRE IX.

Développement du crâne. . . . . 269-285

1, 2. Crâne primitif. — 3, 4. Masse d'investissement de Rathke. — 5. Trabécules. — 6. Cartilage du premier arc visceral. — 7. Bourgeon maxillaire. — 8. Arc mandibulaire. — 9. Arc hyoïdien. — 10. Cartilage du troisième arc visceral. — 11. Changements qui s'effectuent dans le crâne pendant le

cinquième et le sixième jour. — 12. Pendant et après le septième jour. — 13. État du crâne vers le milieu de la seconde semaine. — 14. Ossifications endostéiques et ectostéiques du crâne cartilagineux. — 15. Formation des os membraneux. — 16. Marche de l'ossification pendant la seconde et la troisième semaines. — 17. Fenestration du cartilage éthmo-présphénoïdal. — 18. Points d'ossification dans les prootiques et dans l'ali-sphénoïde. — 19. Changements qui s'opèrent dans les basi-temporaux. Formation du vomer. — 20. Changements qui s'opèrent immédiatement après l'éclosion. — 21. Changements qui se manifestent ultérieurement dans les os membraneux. Soudure des os après la naissance. Liste des os, classés d'après leur mode d'ossification.

---

## APPENDICE

Instructions pratiques pour l'étude du développement du  
poulet..... 286-316

I. Couveuses. — II. Étude d'un embryon de 36 à 48 heures. — III. Étude d'un embryon de 48 à 50 heures. — IV. Étude d'un embryon de la fin du troisième jour. — V. Étude d'un embryon du quatrième jour. — VI. Étude d'un blastoderme de 20 heures. — VII. Étude d'un blastoderme non incubé. — VIII. Étude de la segmentation. — IX. Étude des derniers changements qui s'opèrent dans l'embryon. — X. Étude du développement des vaisseaux sanguins.

## LISTE DES FIGURES

Figures.	Pages.
1. Coupe schématique d'un œuf de poule non incubé.....	10
2. A, sphère du vitellus jaune remplies de fines granulations. B, sphères et sphérules du vitellus blanc de différentes tailles et de divers aspects.....	14
3. Coupe du blastoderme d'un œuf de poule au commencement de l'incubation.....	17
4. Coupe transversale du disque germinatif d'un œuf ovarique à ma- turity, encore enfermé dans sa capsule.....	19
5. Les premières phases de la segmentation observées à la surface du disque germinatif d'un œuf de poule.....	23
6. Disque germinatif d'un œuf de poule, vu par la face supérieure pendant les dernières phases de la segmentation.....	24
7. Coupe du disque germinatif d'un œuf de poule pendant les der- nières phases de la segmentation.....	25
8. A à N. Série de diagrammes destinés à faciliter l'intelligence du mode de formation de l'embryon et des rapports divers qu'af- fectent entre eux le sac vitellin, l'allantoïde et l'amnios. 32, 34.	36
9. Coupe schématique suivant l'axe de l'embryon.....	37
10. Coupe du blastoderme perpendiculairement à l'axe de l'embryon. après 8 heures d'incubation.....	52
11. Face supérieure de l'aire transparente d'un blastoderme de 18 heures	55
12. Coupe transversale d'un blastoderme qui a subi 18 heures d'incu- bation.....	57
13. Coupe transversale de la région dorsale d'un embryon du second jour.....	63
14. Face inférieure d'un embryon de poulet du premier jour (après 36 heures environ) à la lumière transmise.....	67
15. Face supérieure d'un embryon du poulet (de 36 heures) à la lu- mière directe.....	69
16. Coupe schématique suivant l'axe de l'embryon.....	71
17. A, B. Deux coupes consécutives d'un embryon de 36 heures, pour montrer la formation du cœur.....	77
18. Coupe transversale de l'embryon à la fin du second jour, faite sur la région du bulbe artériel.....	78
19. Face inférieure d'une petite portion de l'extrémité postérieure de l'aire transparente d'un embryon de 36 heures.....	80

Figures.	Pages.
20. Coupe transversale faite sur la région dorsale d'un embryon de 45 heures.....	86
21. Embryon du poulet après 36 heures d'incubation. Face inférieure, vue à la lumière directe.....	87
22. Tête d'un poulet à la fin du second jour, face inférieure, vue à la lumière transmise.....	88
23. Schéma de la circulation du sac vitellin à la fin du troisième jour de l'incubation.....	99
24. Poulet du troisième jour (54 heures), face inférieure, vue à la lumière transmise.....	103
25. Tête d'un poulet du troisième jour, vue de profil à la lumière transmise.....	105
26. Coupe faite sur la vésicule cérébrale postérieure à la fin du troisième jour de l'incubation.....	111
27. Coupes schématiques destinées à montrer la formation de l'œil... ..	114
28. Coupe schématique de l'œil et du nerf optique à une époque rapprochée du début de leur formation.....	115
29. Schéma de l'œil du poulet du troisième jour supposé tel qu'on le verrait en examinant la face inférieure de la tête à la lumière transmise.....	116
30. D, E, F. Coupes schématiques de l'œil du poulet vers le troisième jour.....	117
31. Coupe de l'œil du poulet au quatrième jour.....	122
32. Coupe transversale de la vésicule cérébrale postérieure du poulet à la fin du troisième jour de l'incubation.....	130
33. A. Labyrinthe osseux de la <i>Columba domestica</i> , face externe. — B. Face interne.....	132
34. Coupe transversale de la tête d'un fœtus du mouton (de 16 millim. de longueur) sur la région de la vésicule cérébrale postérieure.....	133
35. Coupe de la tête d'un fœtus de mouton (de 20 millim. de longueur).....	135
36. Coupe de l'oreille interne d'un fœtus de mouton (de 28 millim. de longueur).....	137
37. Tête d'un embryon de poulet, vue de profil à la lumière directe... ..	139
38. Même tête, vue de face.....	143
39. A. Diagramme de la circulation artérielle au troisième jour.....	144
B. Diagramme de la circulation veineux au troisième jour.....	146
40. Coupe de l'extrémité caudale d'un embryon de poulet du troisième jour.....	148
41. Coupe transversale de la région dorsale d'un embryon au commencement du troisième jour.....	149
42. Schéma d'une portion du tube digestif d'un poulet du 4 <sup>e</sup> jour.....	151
43. Quatre schémas destinés à montrer la formation des poumons.....	153
44. Coupe transversale de la région dorsale d'un embryon, à la fin du sixième jour.....	160
45. Tête d'un embryon de poulet du troisième jour (75 heures), profil vu à la lumière transmise.....	162
46. Embryon de la fin du quatrième jour, vu à la lumière transmise.....	167
47. Coupe transversale de la région lombaire d'un embryon à la fin du quatrième jour.....	169
48. A. Tête d'un embryon de poulet du quatrième jour, face inférieure vue à la lumière directe. — B. La même, vue de profil.....	172

Figures.	Pages.
49. Coupe longitudinale de l'extrémité caudale d'un embryon de poulet au début du troisième jour.....	174
50. Coupe longitudinale de l'extrémité caudale d'un embryon de poulet au milieu du troisième jour.....	175
51. Coupe de la masse cellulaire intermédiaire au quatrième jour....	196
52. État de la circulation du cinquième et du sixième jour.....	200
53. Diagramme de la circulation veineuse au début du cinquième jour.....	202
54. Cœur d'un poulet au quatrième jour de l'incubation, face ventrale.	205
55. Masse d'investissement de Rathke et trabécules au quatrième jour de l'incubation, face supérieure.....	211
56. A. Tête d'un embryon de poulet au quatrième jour de l'incubation, face inférieure vue à la lumière directe. — B. Profil.....	214
57. Tête d'un poulet au sixième jour, face inférieure.....	215
58. Tête d'un poulet au septième jour, face inférieure.....	216
59. Coupe de la moelle d'un poulet de sept jours.....	224
60. Cœur d'un poulet au cinquième jour de l'incubation.....	230
61. Cœur d'un poulet au sixième jour de l'incubation, face inférieure ou ventrale.....	231
62. Diagramme de la circulation veineuse au début du cinquième jour.	248
63. Diagramme de la circulation veineuse pendant les derniers jours de l'incubation.....	250
64. Diagramme de la circulation veineuse du poulet après le début de la respiration pulmonaire.....	253
65. État de la circulation artérielle au cinquième ou au sixième jour.	254
66. Diagramme de l'état des arcs aortiques vers la fin de l'incubation.	258
67. Diagramme du système artériel du poulet adulte.....	262
68. Masse d'investissement de Rathke et trabécules au quatrième jour de l'incubation, face supérieure.....	270
69. Appendices symétriques du crâne du poulet au quatrième jour de l'incubation, face inférieure.....	274
70. Profil du crâne cartilagineux du poulet au dix-septième jour de l'incubation.....	276
71. Crâne embryonnaire du poulet pendant la deuxième semaine de l'incubation (troisième période), face inférieure.....	280



# ÉLÉMENTS D'EMBRYOLOGIE.



## INTRODUCTION.

Tous les êtres vivants, dans le cours de leur existence, passent par une série de changements de forme et de structure. Ces changements, dans leur forme la plus complète, peuvent être considérés comme constituant un cycle morphologique qui commence et qui finit à l'œuf.

Chez un grand nombre d'êtres vivants et surtout chez les vertébrés, la plus grande partie de l'existence se passe dans le cours d'une phase particulière, qui est non-seulement d'une plus longue durée que les autres, mais qui est aussi d'une importance beaucoup plus haute, puisque c'est pendant le cours de cette période que s'accomplit la partie la plus considérable de « l'œuvre » de l'être vivant. C'est ce que l'on appelle d'une manière générale l'âge adulte. Dans beaucoup de cas, cette phase précède immédiatement la terminaison du cycle morphologique, ou du moins s'y rattache d'une manière toute particulière par l'apparition du nouvel œuf.

On peut considérer le mot d'embryologie comme désignant d'une manière générale l'étude des phases morphologiques successives par lesquelles passe l'être vivant, à partir de l'œuf, jusqu'à la période de l'âge adulte, ou bien encore l'étude du développement progressif de l'œuf jusqu'à la forme adulte.

Cependant, et s'il s'agit surtout de quelqu'une des formes dites inférieures de la vie, le sens de ce terme peut être étendu de manière à ce qu'il embrasse toutes les phases morphologiques de l'existence de l'individu. L'embryologie est donc à la fois l'introduction nécessaire et l'une des parties de l'étude générale de la génération. Au point de vue historique, nous voyons que cette science est née des diverses tentatives faites pour arriver à connaître pourquoi et comment les êtres vivants arrivent à l'existence.

Ce serait sortir du cadre de cet ouvrage que d'entreprendre un exposé quelque peu complet des recherches tentées depuis Aristote; mais il n'est pas inutile de noter ici les principales étapes par lesquelles l'embryologie est devenue, dans les temps modernes, une branche distincte de la science.

Dès les premiers travaux, les œufs d'oiseau couvés, et surtout les œufs de poule, par suite de leur abondance en toute saison et de la facilité avec laquelle on peut les examiner, devinrent le sujet spécial des recherches. Aristote vit le poulet se développer dans l'œuf, et donna le nom de *punctum saliens* à ce point sanguin, agité de palpitations, qui indique le cœur dès les premiers jours de l'incubation. Depuis lors, tous les observateurs ont eu recours à l'œuf de poule, et bien que l'on puisse alléguer que les caractères hautement spécialisés du type oiseau le rendent peu propre à un but général, tel que celui de servir de base aux études embryologiques, cependant les avantages pratiques qu'offre cet œuf, et que ne présentent ni l'œuf des mammifères, ni celui d'aucune des autres classes du règne animal, sont si nombreux, qu'il restera toujours ce qu'il a été jusqu'ici, le principal objet de nos études.

De l'époque d'Aristote à celle de Fabrice d'Aquapendente, l'observation sérieuse fit si peu de progrès, que nous voyons ce dernier anatomiste (*De Formatione Ovi et Pulli*, 1621) décrire le poulet comme formé aux dépens des chalazes du blanc de l'œuf, idée qui a longtemps survécu et

dont l'influence se retrouve encore dans les nom-  
*treadle*, » que l'on donne vulgairement en ces  
portions épaissies de l'albumen.

Harvey fut le premier qui démontra clairement que la  
partie essentielle de l'œuf de poule, celle d'où procède  
l'embryon, est la cicatricule; Fabrice la regardait comme  
une cicatrice, laissée par la rupture d'un pédi-

Dans ses *Anatomical Exercises on the Generation of  
Animals* (1651), Harvey montra que la cicatricule s'étend  
sous l'influence de l'incubation, se transforme en une struc-  
ture plus vaste, qu'il appelle l'œil de l'œuf, et se résout en  
une substance semi-liquide ou *colliquamentum*. C'est là,  
suivant lui, que paraissent, comme premiers rudiments de  
l'embryon, le cœur ou *punctum saliens*, puis les vaisseaux  
sanguins. Ces derniers réunissent graduellement autour d'eux  
les parties solides du corps du poulet. Harvey croyait évi-  
demment que l'embryon naît, par la formation successive  
de ses parties, d'un *colliquamentum* homogène presque li-  
quide. C'était un défenseur anticipé de la doctrine de l'épi-  
génèse.

Malgré le poids d'une telle autorité, la doctrine de l'épi-  
génèse céda bientôt la place à celle de l'évolution, d'après  
laquelle l'embryon, quoique invisible, préexisterait dans l'œuf;  
les modifications qui surviennent pendant l'incubation consis-  
teraient, non pas dans la formation des parties, mais dans  
l'accroissement, c'est-à-dire l'épanouissement, accompagné  
de changements concomitants, d'un germe qui existait déjà.  
On dit souvent que Malpighi fut le fondateur de cette théorie;  
cela n'est vrai que dans un certain sens. Dans sa lettre à la  
Société royale de Londres, *De Formatione Pulli in Ovo*  
(1672), il s'avoue contraint d'admettre l'existence d'un em-  
bryon dans l'œuf non couvé. (*Quare pulli stamina in ovo  
preexistere, illioremque originem nacta esse fateri  
convenit.*) Cependant il lutte évidemment contre une pareille

conclusion, et, au lieu de développer une théorie de l'évolution en rapport avec ce qu'il a observé, il laisse de côté les premiers moments de l'embryon, les considérant comme trop mystérieux pour être un utile sujet d'étude, et se contente de décrire les événements des jours suivants. De ses descriptions, il résulte clairement que ses œufs non couvés se trouvaient déjà, par suite des chaleurs de l'été, dans un état de développement très-avancé.

C'est Haller qui donna le premier une théorie logique de l'évolution, et qui en fut le plus illustre et le plus zélé défenseur. (*Sur la Formation du Cœur dans le poulet*, 1758, et *Elementa Physiologiæ*, lib. xxix, 1766.)

Ce grand anatomiste affirma que l'embryon, invisible sans doute et sous une forme rudimentaire, existe même dans l'œuf non couvé. Il le supposait à l'état de structure vermiciforme, possédant toutes les parties essentielles de l'animal parfait à l'état de non-développement. L'incubation n'aurait d'autre effet que de faire sortir les organes de cet état et de les amener à l'état adulte. Ces idées furent soutenues par Bonnet (*Considérations sur les corps organisés*, 1762) avec une remarquable extravagance.

Cette doctrine de l'évolution ou de la *prédétermination*, comme on disait à l'époque, devait être renversée du vivant même de Haller.

Dans une dissertation inaugurale, intitulée : *Theoria Generationis*, publiée en 1759, Casper-Frederick Wolff posa les fondements non-seulement de l'embryologie, mais encore de l'histologie modernes. Il fit voir que la cicatricule de l'œuf de poule non couvé est formée par l'agglomération de particules (que nous appelons aujourd'hui cellules) toutes semblables entre elles ou séparables en groupes, et il démontra l'absence de tout ce qui pourrait être assimilé aux rudiments distincts d'un embryon. L'embryon se forme aux dépens de ces particules par une série de changements successifs (dont plusieurs furent décrits en détail par Wolff lui-même, notam-

ment dans son ouvrage sur la formation du canal alimentaire, 1768). Les parties s'ajoutent les unes aux autres, et se modifient quand elles sont formées pour se transformer en parties nouvelles. C'est ainsi que l'antique et imparfaite théorie de l'évolution se trouva remplacée par une idée qui, sous le nom d'*épigénèse*, n'était cependant en réalité qu'une autre théorie de l'évolution, plus complète et plus vraie que la première. Wolff démontra aussi que l'on peut concevoir toutes les parties des plantes et des animaux comme constituées par la réunion de particules ou cellules diversement modifiées, et que tous les phénomènes de forme et de structure qui s'observent chez les êtres vivants doivent être envisagés comme les résultats d'une force nutritive variable, à laquelle il donna le nom de *vis essentialis*.

Haller se plaint que Wolff, au lieu de se contenter de marcher en avant, ait voulu faire un bond énorme. Ce bond se trouva trop hardi pour l'époque. La découverte des doctrines fondamentales de l'histologie par Wolff demeura stérile jusqu'au siècle suivant, et personne ne suivit avec succès la voie qu'il avait ouverte en embryologie.

En 1816, cet admirable maître, Döllinger, de Würzburg, décida Pander à reprendre l'étude de l'œuf de poule couvé. Nous devons à cet auteur : *Dissertatio Inauguralis sistens Historiam Metamorphoseos quam Ovum Incubatum prioribus quinque diebus subit*, et *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Eie*), description excellente et claire de la plupart des changements qui ont lieu pendant les premiers jours de l'incubation. C'est Pander qui introduisit dans la science le mot de blastoderme. C'est lui qui attira l'attention sur la distinction des trois feuilletts : séreux, muqueux et vasculaire. Mais son plus grand mérite peut-être est d'avoir, par ses travaux, provoqué ceux de von Baer.

Venu à Würzburg pour suivre les leçons de Döllinger, von Baer trouva Pander livré à ses études d'embryologie; il

s'empara avec enthousiasme du même sujet, et, à dater de ce moment, y consacra la plus grande partie de sa vie.

Les résultats de ses travaux sont consignés dans son *Entwicklungsgeschichte der Thiere*, 1828, 1837 ; pour les apprécier, il suffira de dire que von Baer retrouva la voie, déjà tracée par Wolff, qu'il la suivit avec une telle persévérance et un tel succès que tout ce qui a été fait depuis, dans l'embryologie des vertébrés, ne peut guère être considéré, sauf quelques rectifications, que comme le développement de ce qu'il a observé. S'il était utile aujourd'hui de rééditer l'ouvrage de von Baer, les corrections et les développements des faits d'observation, nécessaires pour le mettre au niveau de l'époque actuelle, seraient peut-être nombreux, mais, à quelques exceptions près, ils seraient de bien peu d'importance. Les considérations théoriques exprimées dans ses scholies, et par lesquelles il interprète la signification morphologique des faits d'embryologie, sont et seront toujours d'une haute importance, malgré les quelques modifications qu'il faut leur faire subir pour les mettre en harmonie avec la théorie de la sélection naturelle. Depuis l'époque de von Baer, les progrès accomplis dans l'embryologie des vertébrés par les savants travaux de Remak, par les efforts de Rathke, Allen Thompson et autres, par les admirables leçons de Kölliker, et les recherches de plus récents investigateurs, sont nombreux et divers, mais aucun d'eux ne marque une époque dans l'histoire de la science, ainsi que l'ont fait les œuvres de von Baer et de Wolff avant lui. Nous ferons peut-être une exception en faveur de la découverte de la vésicule germinative dans l'œuf ovarique du poulet (1827) par Purkinje, qui conduisit von Baer à découvrir l'œuf des mammifères, et qui rendit pour la première fois possible une vue générale de la génération des mammifères, en rapport avec les faits connus pour les autres classes des vertébrés.

D'un autre côté, l'étude de l'embryologie des invertébrés

a fourni, pendant ces dernières années, les résultats les plus frappants.

Dans les pages suivantes, nous nous proposons de suivre la route tracée par l'histoire du sujet. Nous commencerons par le poulet, parce que c'est l'animal qui a été le plus étudié, dont l'étude d'ailleurs est la plus facile et la plus fructueuse pour les commençants.

La première partie sera donc consacrée à la description des changements subis par un œuf de poule soumis à l'incubation, surtout pendant les premiers jours. Nous nous efforcerons d'expliquer, avec tous les détails nécessaires, la manière dont l'embryon se forme et dont les organes les plus importants apparaissent. Nous suivrons l'ordre chronologique, décrivant jour par jour, ou même par plus courtes périodes, les changements des premiers jours. Nous sommes persuadés que cette méthode (adoptée par von Baer) se recommande d'elle-même aux élèves. Sans doute elle a des inconvénients, et, dans plusieurs circonstances, en décrivant à sa date la phase la plus intéressante du développement d'un organe, nous avons préféré en poursuivre immédiatement l'histoire ultérieure, plutôt que de l'exposer plus tard en fragments séparés. Mais les avantages généraux de l'ordre chronologique sont si considérables, lorsque surtout la lecture d'un livre comme celui-ci s'accompagne de l'observation effective d'œufs couvés, qu'ils l'emportent de beaucoup sur les inconvénients d'aussi minimes irrégularités. Après avoir tracé l'histoire des divers organes, sans aller plus loin qu'il n'est nécessaire pour donner une idée claire de la marche générale des faits dans chaque cas, nous nous proposons de traiter très-brièvement des changements et des incidents qui remplissent les derniers jours de l'incubation, sans essayer d'exposer d'une manière spéciale le développement de l'oiseau, si ce n'est dans le cas du crâne, et alors même les détails seront résumés sommairement. La première partie sera donc en réa-

lité une introduction aux faits généraux de l'embryologie des vertébrés, le poulet étant pris pour exemple.

Dans la seconde partie, nous nous proposons d'examiner l'histoire embryonnaire des autres vertébrés, en tant que chacune d'elles diffère de celle de l'oiseau; nous étudierons ensuite d'une manière plus complète le développement de chaque organe en particulier.

La troisième partie sera consacrée à un exposé des points principaux de l'embryologie des invertébrés et à la discussion des considérations de morphologie générale.

Le lecteur ne manquera point de remarquer que notre première partie surtout se réduit absolument à une simple description des phénomènes observés sans aucune tentative pour en expliquer la signification. C'est à dessein que nous avons suivi cette marche, parce que toute interprétation des incidents divers du développement de l'oiseau est impossible, ou du moins illusoire, tant que l'histoire des autres animaux, vertébrés et invertébrés, n'a pas été étudiée. Lorsque tous les faits lui auront été mis sous les yeux, le lecteur sera à même d'apprécier les interprétations qui lui seront proposées.



## PREMIÈRE PARTIE.

# HISTOIRE DU POULET.

## CHAPITRE PREMIER.

**Structure de l'œuf de poule. — Changements qui s'y opèrent avant le début de l'incubation.**

1. Dans l'œuf de poule fraîchement pondu, on trouve les parties suivantes. A l'extérieur, la *coquille* (fig. 1, s.), formée d'une substance organique, imprégnée de sels calcaires, mais assez poreuse pour permettre l'échange des gaz entre l'air extérieur et l'intérieur de l'œuf, en sorte que le processus chimique de la respiration, très-faible au début, augmentant progressivement d'intensité, s'opère pendant toute la durée de l'incubation.

Suivant Nathusius, *Zeitschr. für wiss. Zool.*, vol. XVIII, p. 225-270; XIX, 322-348; XX, 106-120; XXI, 330-355, la coquille de l'œuf des oiseaux est constituée par un feuillet externe mince et un feuillet interne plus épais. Le feuillet externe est d'une consistance très-variable suivant les espèces. Mol et flexible chez la poule, il est, chez beaucoup d'autres oiseaux, l'autruche par exemple, dur et friable. Il présente souvent des stries verticales et transversales. Le pigment, lorsqu'il existe, est limité à ce feuillet. Le feuillet interne est plus épais et la face interne est parsemée d'appendices arrondis, plus ou moins séparés les uns des autres, dont les extrémités mousses plongent dans la membrane coquillière; la présence de ces appendices peut être considérée comme générale chez les oiseaux. Les coupes verticales démontrent que ce feuillet est formé de lamelles horizontales, alternativement opaques et transparentes; les lames opaques sont constituées par des particules de matière organique extrêmement petites et enveloppées d'une gangue imprégnée de sels calcaires.

Les deux feuillets de la coquille sont percés de canaux verticaux, simples chez les *carinatae*, ramifiés chez les *ratitee*. Ces canaux s'ouvrent librement à l'extérieur; à la face interne de la coquille ils s'ouvrent dans les fossettes qui séparent les uns des autres les appendices mous du feuillet interne. Il est probable que l'humidité ferme les ouvertures extérieures de ces canaux, de sorte que, lorsque la coquille est mouillée, ni l'eau, ni l'air ne passent au travers. Lorsque la coquille est sèche, l'air pénètre avec facilité; lorsque le feuillet externe a été enlevé et qu'avec lui ont été emportées les extrémités libres des canaux, l'air et l'eau pénètrent également sans peine. Enfin, dans les œufs colorés, la matière colorante passe fréquemment dans les canaux.

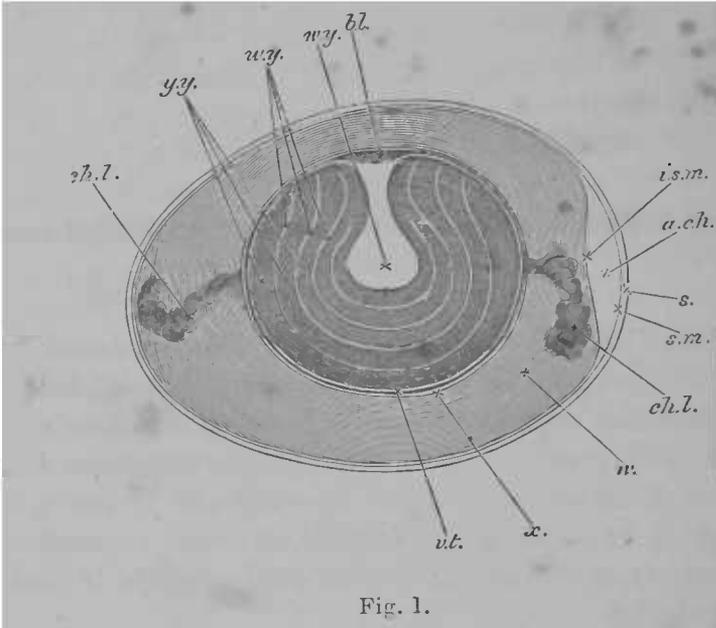


Fig. 1.  
COUPE SCHEMATIQUE D'UN ŒUF DE POULE COUVÉ  
d'après Allen Thompson (figure modifiée).

*bl*, blastoderme; *wy*, vitellus blanc : cette partie comprend une masse centrale, ayant à peu près la forme d'une petite fiole, et de nombreuses couches concentriques. *yy*, vitellus jaune; *vt*, membrane vitelline; *w*, albumen ou blanc de l'œuf, formé de couches alternativement épaisses ou fluides; *chl*, chalazes; *ach*, chambre à air, occupant la grosse extrémité de l'œuf : c'est un espace ménagé entre les deux feuillets de la membrane coquillière; *i, s, m*, feuillet interne de la membrane coquillière; *sm*, feuillet externe de cette membrane; *s*, coquille.

2. La coquille est tapissée à l'intérieur par la *membrane de la coquille* qui est double, c'est-à-dire formée de deux

feuillet : l'un, externe, épais (fig. 1, *s, m.*) et l'autre, interne, plus mince (*i, s, m.*). Ces deux feuillets sont constitués par la superposition de plusieurs lames formées de fibres enchevêtrées, de dimensions diverses, tenant le milieu, par leur nature, entre les fibres élastiques et celles du tissu conjonctif.

Les deux feuillets de la membrane coquillière restent au contact l'un de l'autre sur presque toute la surface interne de l'œuf, mais, à la grosse extrémité, ils se séparent pour laisser entre eux un espace libre rempli d'air. Cet espace, dit *chambre à air*, ne s'observe pas dans l'œuf absolument frais, mais on le trouve dans l'œuf, couvé ou non, conservé depuis quelque temps. La chambre à air s'accroît de plus en plus, à mesure que le blanc diminue de volume, par suite de l'évaporation.

3. Immédiatement au-dessous de la membrane coquillière on trouve le *blanc de l'œuf* ou albumen (fig. 1, *w.*), formé, au point de vue chimique, du mélange de diverses matières protéiques avec de la graisse, des sels et des matières extractives.

La composition moyenne du blanc est à peu près la suivante :

Substances protéiques. . . . .	12	0,0
Graisse et matières extractives. . . . .	1,5	—
Substances salines, principalement chlorures de soude et de potasse, phosphates et sulfates.	0,5	—
Eau.	86	—

La coupe du blanc de l'œuf durci par la coction présente des couches concentriques formées alternativement de substance transparente ou de substance opaque et finement granuleuse. A l'état frais, les feuillets qui correspondent aux couches opaques sont formés d'albumine très-fluide, tandis que ceux qui correspondent aux couches transparentes sont formés d'albumine beaucoup moins fluide, retenue dans les mailles d'un réseau de fibres entrelacées. La couche externe du blanc, dans les œufs surtout qui ne sont pas absolument frais, est beaucoup plus fluide que celles qui avoisinent le

jaune. Cependant, la couche interne qui revêt immédiatement le jaune (fig. 1, *x.*) est la plus fluide de toutes; elle est en même temps finement granuleuse.

On observe dans les œufs durcis une disposition hélicoïdale du blanc, qui permet de le diviser en lamelles spirales dirigées de gauche à droite et de la grosse vers la petite extrémité.

Deux cordons entortillés, nommés *chalazes* (fig. 1, *chl.*), et formés de couches membraneuses d'albumine épaisse, partent des deux extrémités de l'œuf pour aller rejoindre les pôles opposés au jaune. Les extrémités internes de ces cordons s'épanouissent et se perdent dans la couche d'albumine épaisse qui entoure la couche fluide juxtaposée au jaune. Les extrémités externes sont libres, et n'arrivent pas tout à fait jusqu'à la couche la plus externe du blanc. Les chalazes ne servent donc pas à suspendre le jaune, mais elles concourent sans doute à le maintenir en position en agissant à la manière de coussinets élastiques. L'intérieur d'une chalaze présente l'aspect d'une série de petits grains blancs opaques, d'où le nom de chalazes ( $\chi\alpha\lambda\alpha\zeta\alpha$ , grêle).

4. Le jaune est inclus dans la *membrane vitelline* (fig. 1, *vt.*), membrane transparente, quelque peu élastique, facile à plisser et à rider. On pourrait presque dire qu'elle est sans structure; cependant, au moyen d'un fort grossissement, on y reconnaît une fine disposition fibrillaire, et, de plus, la coupe transversale présente un aspect ponctué: Elle est donc probablement formée de fibres. Ses affinités la rapprochent davantage du tissu élastique que du tissu conjonctif.

La membrane vitelline de la plupart des vertébrés est percée de pores très-fins; les plus grands ont été vus chez les poissons osseux, les plus petits chez les mammifères, on ne les a point observés dans la membrane vitelline des oiseaux.

5. Tout l'intérieur de la membrane vitelline est occupé par le *jaune* ou *vitellus*. A l'œil nu, le jaune paraît à peu près uniforme dans toutes ses parties, sauf en un point de sa sur-

face, où l'on aperçoit, immédiatement au-dessous de la membrane vitelline, un petit disque blanc d'environ 4 millimètres de diamètre. C'est le *blastoderme* ou la *cicatricule*.

La cicatricule-type de l'œuf fécondé présente une bordure blanche de quelque largeur, entourant une aire transparente circulaire, au centre de laquelle se trouve une tache opaque, dont l'aspect est variable : elle est tantôt ponctuée, tantôt uniforme.

Quelle que soit la position de l'œuf, ce disque occupe toujours la partie supérieure du jaune, pourvu que rien n'empêche la rotation de celui-ci. Cela s'explique aisément par la pesanteur spécifique moindre de la partie du vitellus qui avoisine le disque. Ce phénomène n'est en aucune façon le résultat de l'action des chalazes.

La coupe d'un œuf durci par la coction montre que le jaune ou vitellus n'est point uniforme dans toute son étendue. Une partie de ce jaune, affectant à peu près la forme d'une fiole munie d'un col évasé en entonnoir, ne prend point à l'ébullition la consistance du reste, et demeure toujours plus ou moins liquide.

La partie qui correspond au col évasé du flacon se trouve placée immédiatement au-dessous du disque, la partie renflée, au contraire, occupe le centre du jaune. Nous reviendrons bientôt sur ces détails.

6. La plus grande partie de la masse totale du jaune est constituée par ce que l'on appelle le *vitellus jaune* (fig. 1, *yy*). Il est formé de sphères de 25 à 100  $\mu$ <sup>1</sup> de diamètre, dépourvues de noyau, mais remplies de granulations très-nombreuses, très-fines et fortement réfringentes. Ces sphères sont très-déliques et faciles à détruire par compression. Durcies par la coction ou par tout autre moyen, elles prennent une forme polyédrique par pression réciproque. Les granulations qu'elles renferment paraissent être de nature albumineuse, car elles sont insolubles dans l'alcool et dans l'éther.

<sup>1</sup>  $\mu$  = 0,001 de millimètre.

Au point de vue chimique le jaune est caractérisé par la présence de grandes quantités d'une substance protéique, ayant beaucoup d'affinités avec la globuline et désignée sous le nom de *vitelline*. Elle se présente associée d'une manière particulière avec cette substance remarquable, la *lécithine* (voy. Hoppe-Seyler, *Hdb. Phys. Chem. Anal.*). Des corps gras, des matières colorantes, des matières extractives (et, suivant Daresté, de l'amidon en petite quantité), etc., s'y rencontrent également. Miescher (Hoppe-Seyler, *Chem. Untersuch.*, p. 502) affirme que l'on peut extraire du jaune, et probablement alors du vitellus blanc et des sphérules qui s'y rencontrent, une quantité notable de *nucléine*.

7. Le vitellus jaune, qui constitue ainsi la plus grande partie de la masse du vitellus, est revêtu extérieurement d'une couche mince d'une substance peu différente, désignée sous le nom de *vitellus blanc*. Au niveau du bord du blastoderme, cette couche passe au-dessous du disque, devient plus épaisse alors, et forme une sorte de lit sur lequel repose le

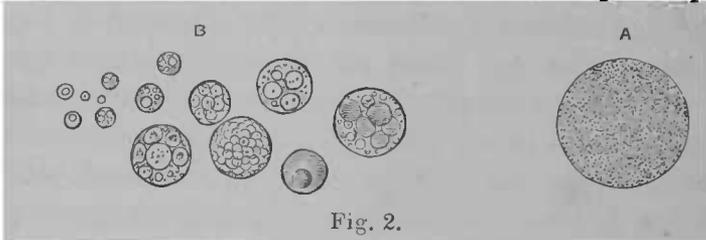


Fig. 2.

- A. Une sphère du vitellus jaune remplie de fines granulations. Le contour en est un peu trop accusé.  
 B. Sphères du vitellus blanc et sphérules de différentes tailles présentant divers aspects. (Il est fort difficile de donner, dans une gravure sur bois, une représentation exacte de ces formes particulières.)

disque. Immédiatement au-dessous du centre du blastoderme, cette couche se continue, par un canal étroit, avec une masse de substance de même nature, qui occupe le centre du jaune (fig. 1, *wy.*). Durci par coction ou par tout autre procédé, ce vitellus blanc ne prend point une consistance aussi ferme que l'autre partie du vitellus, ce qui explique l'aspect des coupes. La portion supérieure du vitellus blanc (correspondant au col évasé de la fiole) est généralement connue sous le nom de *noyau de Pander*.

A l'intérieur du jaune, on trouve des couches de vitellus blanc concentriques à celle qui enveloppe le jaune tout entier, de sorte que les coupes faites sur le vitellus après durcisse-

ment présentent alternativement des couches épaisses d'un jaune foncé (vitellus jaune) et des couches minces d'un jaune plus clair (vitellus blanc); elles sont toutes concentriques (fig. 1, *w y.*).

8. Les caractères microscopiques du vitellus blanc sont très-différents de ceux du vitellus jaune. Le premier est composé, en effet, de sphères (fig. 2, B) beaucoup plus petites, pour la plupart, que celles du second ( $4 \mu$  —  $75 \mu$ ), qui contiennent chacune un petit corps semblable à un noyau, doué d'un pouvoir réfringent considérable, et dont le diamètre parfois ne dépasse pas  $4 \mu$ . Le vitellus blanc présente en outre des sphères plus grosses, renfermant chacune un certain nombre de sphérules semblables aux précédentes, et qui paraissent y avoir pénétré par voie d'inclusion.

La question de savoir si ces éléments possèdent une membrane propre a été fort controversée; il n'est guère douteux cependant que cette membrane n'existe.

On a beaucoup discuté également pour savoir si ces éléments sont ou non des cellules. Si, par définition, toute cellule doit contenir un noyau, il serait difficile de les considérer comme telles, puisque les caractères des corps fortement réfringents, qui y sont contenus, n'ont rien de commun avec ceux d'un noyau. Nous donnerons plus loin les raisons qui permettent de penser cependant que, par suite de l'incubation, elles deviennent de véritables cellules.

Suivant His, un autre caractère du vitellus blanc serait la présence, dans la région qui correspond au blastoderme, de nombreuses et larges vacuoles remplies de liquide; ces vacuoles sont assez grandes pour être visibles à l'œil nu, mais elles paraissent ne point exister dans l'œuf ovarique à maturité.

9. Il est temps de revenir au *blastoderme*. Ainsi que nous l'avons dit, on y distingue, à l'œil nu, une bordure blanche et opaque, entourant une aire centrale transparente, au milieu de laquelle on aperçoit une tache blanche, d'aspect variable. Dans la cicatricule non fécondée, le disque blanc est marqué seulement d'un certain nombre d'espaces clairs irréguliers, la séparation en aire transparente et bordure opaque n'existant pas encore.

Cette bordure est l'origine de ce que nous appellerons désormais l'aire opaque (*area opaca*), la partie transparente au centre est de même l'origine de l'aire transparente (*area pellucida*). A ce moment, la distinction des deux aires dépend absolument de la disposition du vitellus blanc placé au-dessous d'elles, car le blastoderme séparé du jaune, sur lequel il repose, se montre tout à fait uniforme dans toute son étendue. Dans la partie qui correspond à l'aire opaque, le blastoderme repose immédiatement sur le vitellus blanc, qui forme en ce point un anneau quelque peu saillant, désigné souvent sous le nom de *paroi du germe*<sup>1</sup>; au-dessous de l'aire transparente se trouve une petite cavité contenant un liquide à peu près clair, à la présence duquel paraît devoir être attribuée la transparence de la zone centrale. La fache blanche, au centre de l'aire transparente, ne semble être rien autre chose que le noyau de Pander vu par transparence.

Les coupes verticales du blastoderme le montrent formé de deux couches. La supérieure est constituée par un simple plan de cellules (fig. 3, *ep.*) dont les grands axes sont verticaux, elles adhèrent les unes aux autres de manière à former une membrane distincte dont les bords reposent sur le vitellus blanc. Après imprégnation par le nitrate d'argent, cette membrane, vue par sa face supérieure, présente l'aspect d'une mosaïque formée de cellules polygonales juxtaposées.

Chaque cellule est composée d'un protoplasma granuleux, rempli de globules très-réfringents. Dans la plupart d'entre elles, on parvient à distinguer un noyau oval, qui existe aussi probablement dans toutes. Ces cellules, tant celles de l'aire opaque que celles de l'aire transparente, sont de dimensions uniformes (environ 9  $\mu$ ).

La couche inférieure du blastoderme (fig. 3, *l.*) est formée par des cellules de diamètres très-variables; mais les cellules de cette couche, même les plus petites, sont plus grosses que celles de la couche supérieure.

<sup>1</sup> Allemand, *Keimwall*.

## LE BLASTODERME.

### COUPE DU BLASTODERME D'UN ŒUF DE POULE AU COMMENCEMENT DE L'INCUBATION.

La couche supérieure, mince, *ep*, formée de cellules verticales, repose sur la couche inférieure incomplète *l*, composée de corps plus volumineux et plus granuleux. La couche inférieure est plus épaisse en quelques points, surtout à la périphérie; la ligne tracée au-dessous de la couche inférieure indique la limite supérieure du vitellus blanc. Les grosses cellules, dites formatives, se voient en *b*, elles reposent sur le vitellus blanc. La figure ne représente pas toute l'étendue du blastoderme; le lecteur comprendra aisément que la couche supérieure *ep* se continue à droite et à gauche au delà de la couche inférieure, *l*, en sorte que les bords de cette couche s'appuient directement sur le vitellus blanc.

Elles sont sphériques et tellement remplies de granulations et de globules réfringents qu'il est rare d'y pouvoir constater la présence d'un noyau. Dans les plus grosses d'entre elles, les globules contiennent eux-mêmes un corps fortement réfringent, semblable à celui qui existe dans les sphères du vitellus blanc, dont il est du reste fort difficile de distinguer ces globules, du moins si on les compare aux sphères de petit volume.

Les cellules de cette couche ne forment point, comme celles de la couche supérieure, une membrane distincte, mais elles constituent un réseau de cellules assez irrégulier, occupant l'espace compris entre la couche supérieure et le lit de vitellus blanc, sur lequel repose le blastoderme. Les plus grosses de ces cellules sont en général celles qui sont placées le plus bas; on trouve, en outre, quelques cellules plus grosses encore que toutes les autres, séparées par un léger intervalle du reste des cellules de la couche inférieure, et reposant directement sur le vitellus blanc (fig. 3, *b*). Ces dernières cellules sont appelées souvent cellules *formatives*, leurs caractères cependant sont semblables

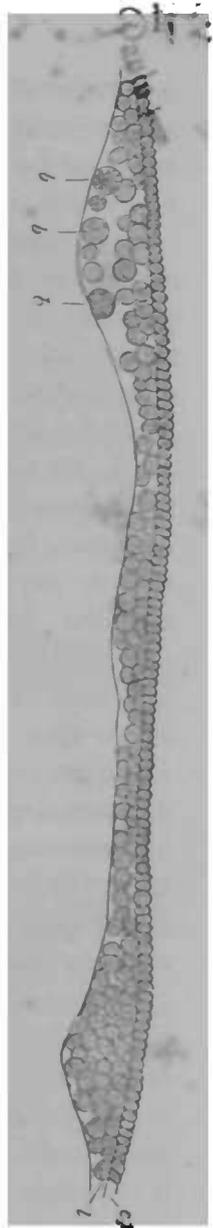


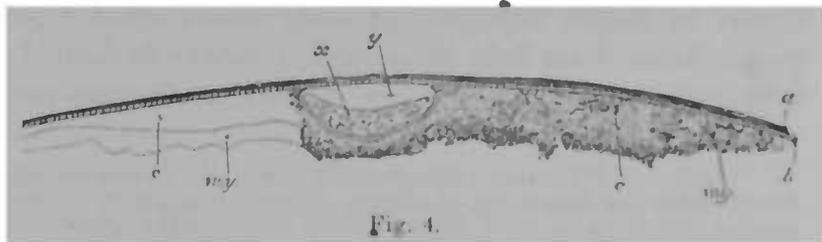
Fig. 3.

à ceux des grosses cellules de la couche inférieure, auxquelles elles se rattachent du reste par une série de gradations successives. Leur mode de formation lors de la segmentation sera décrit plus tard.

Dans presque toute l'étendue du blastoderme, la couche supérieure repose sur la couche inférieure; toutefois, au pourtour du blastoderme, la couche supérieure se prolonge un peu au delà de la couche inférieure, et par conséquent s'applique directement sur le vitellus blanc; elle forme ainsi la partie du blastoderme que l'on appelle *area opaca*, aire opaque.

10. En résumé, dans l'œuf de poule normal et non incubé, nous trouvons, dans le blastoderme, une couche supérieure, continue, formée de cellules, petites, granuleuses et pourvues de noyaux, et une couche inférieure, plus ou moins incomplète, formée de cellules plus grosses et remplies de granulations plus volumineuses. Dans les cellules de la couche inférieure, le noyau est rarement visible. Le petit disque mince ainsi constitué occupe la partie supérieure du vitellus et repose sur un plan, formé par le vitellus blanc, dont la disposition produit l'aspect particulier que présente le disque blastodermique, c'est-à-dire le partage de ce disque en deux zones: l'aire opaque et l'aire transparente. La partie la plus considérable de la masse totale du vitellus est représentée par ce qu'on appelle le vitellus jaune, constituée par des sphères granuleuses. Le vitellus blanc est formé de sphères plus petites, d'une structure particulière; il existe, à l'état de couche mince, sur le vitellus qu'il revêt en totalité, à l'état de couches concentriques minces, dans la substance même du jaune, enfin et surtout en amas dans l'intérieur du jaune, où il est réuni en une masse principale, qui affecte à peu près la forme d'une fiole, dont le col évasé forme le lit sur lequel repose le blastoderme. Le jaune est enveloppé d'une manière complète par la membrane vitelline, contenue elle-même dans l'albumen ou blanc, et le tout est recouvert des deux membranes coquillières et de la coquille.

11. Un œuf dans un tel état a déjà cependant subi des changements importants pendant qu'il se trouvait dans le corps de la poule, et, pour bien faire comprendre la nature des choses qui viennent d'être décrites, il est nécessaire de suivre, en peu de mots, l'histoire de l'œuf depuis le moment où il existe dans l'ovaire de la poule à l'état de ce qu'on peut appeler l'œuf ovarique mûr, jusqu'au jour où il est pondu. Si l'on ouvre méthodiquement l'une des grosses capsules de l'ovaire d'une poule, on y découvre un corps jaune, entouré d'une membrane très-délicate, et présentant à peu près la forme d'une sphère, ou, plus exactement, celle d'un ellipsoïde, dont les deux axes diffèrent peu l'un de l'autre. C'est l'œuf



COUPE DE L'ŒUF OVARIQUE DU POULET, A L'ÉTAT DE MATURITÉ, AVANT QU'IL N'AIT QUITTÉ LA CAPSULE.

L'instrument a été conduit de manière à passer par le disque germinatif; *a*, tissu conjonctif de la capsule; *b*, épithélium de la capsule sur lequel s'applique la membrane vitelline appartenant à l'œuf; *c*, substance granuleuse du disque germinatif, qui deviendra plus tard le blastoderme. (Cette partie n'est pas très-bien rendue dans la figure : dans les coupes faites sur des préparations durcies dans l'acide chromique, on voit qu'elle est formée de très-fines granulations). *wy*, vitellus blanc se confondant par gradations insensibles avec la substance granuleuse du disque; *x*, vésicule germinative, enfermée dans une membrane distincte, revenue sur elle-même par suite de l'action de l'acide chromique. La substance incluse dans la membrane de la vésicule est finement granuleuse dans les préparations durcies. *y*, espace occupé par la vésicule germinative avant qu'elle n'ait subi le retrait dû à l'action de l'acide chromique.

ovarique ou l'œuf. Examiné avec soin, cet œuf, dont l'aspect est à peu près uniforme, présente en un point (situé généralement à l'opposé de celui où s'insère le pédicule de la capsule, à l'un des pôles du petit axe de l'ellipsoïde), un petit disque, dont l'aspect diffère à peine de celui du reste de l'œuf.

Ce disque est connu sous le nom de *disque germinatif* ou *disque prolifère*. C'est une masse lenticulaire de protoplasma (fig. 4, c.), au sein de laquelle se trouve plongé un corps sphérique ou ellipsoïdal fortement réfringent (fig. 4, x.) d'environ 310  $\mu$  de diamètre, appelé *vésicule germinative*, et dans l'intérieur duquel on trouve un autre petit corps, la *tache germinative*.

Le reste de l'œuf forme le vitellus ou jaune. Il est constitué par deux éléments : les globules du vitellus blanc et ceux du vitellus jaune, répartis à peu près de la même manière que dans l'œuf pondu ; le vitellus jaune forme la masse presque totale de l'œuf, et le vitellus blanc, accumulé au-dessous et autour du disque, constitue une petite masse, ayant à peu près la forme d'une fiole, placée dans l'intérieur de l'œuf. La membrane délicate qui enveloppe le tout est la membrane vitelline.

La description d'Ellacher (*Untersuchung über die Furchung und Blätterbildung im Hühnereie*, in *Studien aus dem Institute für experimentale Pathologie in Wien*, aus dem Jahre 1869, 1<sup>re</sup> part.) diffère considérablement de celle qui vient d'être présentée. Il trouve au voisinage du blastoderme une substance finement granuleuse dans laquelle se voit un corps en apparence circulaire, si on l'examine par sa face supérieure, mais dont la section est à peu près quadrilatérale ; les parois toutefois sont courbes à convexité tournée en dedans. A la partie inférieure, se trouve une cavité ovale limitée par des parois à-double contour, et sur la face supérieure, un peu excentriquement, l'on remarque un espace semi-circulaire occupé par une substance transparente.

Ellacher pense que le corps quadrilatéral qu'il décrit ainsi est la vésicule germinative ayant déjà subi un commencement de métamorphose régressive. Voyez, pour plus de détails et pour les phases suivantes de ces métamorphoses, le § 13. La cavité circulaire au-dessous de la vésicule ne contient sans doute que du liquide, elle est probablement le résultat des contractions du germe.

12. Lorsque l'œuf ovarique est mûr et sur le point de se détacher de l'ovaire, la capsule est saisie par l'extrémité dilatée de l'oviducte ; elle éclate, l'œuf s'échappe dans l'oviducte, le grand axe dirigé parallèlement à l'axe du conduit, le disque germinatif, par conséquent, se trouve rejeté sur le côté. Au moment de la rupture de la capsule, la vésicule germinative disparaît.

Dans la description des changements qui ont lieu pendant que l'œuf descend dans l'oviducte, il conviendra de suivre l'ordre primitivement adopté et d'étudier d'abord la formation des parties accessoires de l'œuf; elles sont sécrétées par les glandes des parois de l'oviducte, cet organe réclame donc une description. On peut dire qu'il comprend quatre parties : la première est l'extrémité supérieure dilatée; la seconde, longue, tubulaire, s'ouvre par un col étroit ou isthme dans une troisième partie, très-large, que l'on appelle l'utérus; une quatrième partie, assez étroite, conduit de l'utérus dans le cloaque. Toute la membrane muqueuse qui tapisse l'oviducte est couverte de cils vibratiles.

Les parties accessoires de l'œuf se forment exclusivement dans la deuxième et la troisième portions de l'oviducte. La couche d'albumine qui enveloppe immédiatement le jaune se dépose la première; les chalazes se forment ensuite. La disposition spirale de ces parties et celle bien moins marquée que présente tout l'albumen sont produites par les mouvements de l'œuf lorsqu'il glisse sur les sillons en spirale qui se forment dans la deuxième partie ou portion tubulaire de l'oviducte. Les spires des deux chalazes sont disposées en sens inverse l'une de l'autre; cela est dû sans doute à ce que les extrémités périphériques restent fixes pendant que le jaune, auquel les extrémités centrales des chalazes demeurent attachées, tourne sur lui-même sous l'influence des contractions de l'oviducte. Le reste de l'albumen se dépose pendant que se forment les chalazes, et finalement la membrane coquillière se constitue, dans le col étroit de la seconde portion, par la disposition en fibrilles de la dernière couche d'albumine. L'œuf traverse la seconde portion en un peu moins de trois heures. C'est dans la troisième portion que se forme la coquille. La membrane muqueuse de cette partie de l'oviducte présente de nombreux plis, semblables à de grandes villosités et contenant des follicules glandulaires. Un liquide blanc, épais, sécrété par ces follicules, forme bientôt à l'œuf une sorte

d'enveloppe, où se déposent les particules inorganiques qui donnent à la coquille sa consistance normale, durant les douze ou dix-huit heures que l'œuf passe dans cette portion de l'oviducte. Au moment de la ponte, l'œuf est expulsé de l'utérus par de violentes contractions musculaires; il suit le reste de l'oviducte et arrive à l'extérieur, la petite extrémité dirigée en bas.

13. Nous avons maintenant à faire connaître les changements qui s'opèrent dans le disque germinatif, pendant que l'œuf chemine dans l'oviducte.

Suivant Ellacher (*loc. cit.*, et *Arch. für Mikros. Anat.*, vol. VIII, 1872, p. 18), au moment où l'œuf est saisi par l'extrémité dilatée de l'oviducte, la vésicule germinative a déjà subi des changements régressifs plus prononcés encore. Elle s'est considérablement aplatie et s'est intimement attachée à la membrane vitelline. Si nous pouvons en juger par analogie avec ce qui se passe chez les poissons osseux, cette période et celles qui la précèdent préparent la séparation complète de la vésicule et son expulsion du disque germinatif. (Pour plus de détails, voy. Ellacher, *Arch. für Mikr. Anat.*, vol. VIII, pp. 1-26.)

L'imprégnation s'opère dans la portion supérieure de l'oviducte, on trouve les spermatozoïdes s'agitant activement dans le liquide qui y est contenu.

On ne sait pas bien si l'imprégnation s'opère avant le dépôt des couches d'albumine ou si les spermatozoïdes parviennent à se frayer un passage au travers de ces couches. La première opinion semble la plus probable, cependant Ellacher a trouvé des spermatozoïdes dans l'albumen, et ce fait tendrait à faire admettre que les spermatozoïdes sont enveloppés par l'albumine qui se dépose et, de cette façon, mis en contact avec le blastoderme.

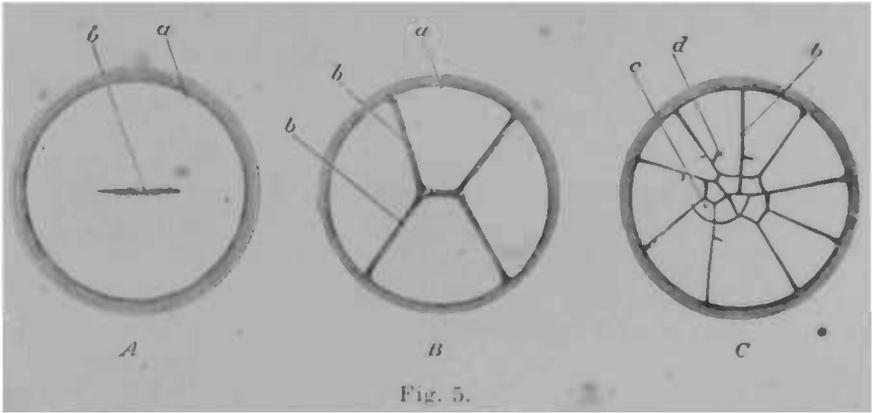
Suivant Coste (*Histoire du développement des corps organisés*) il suffit que la poule reçoive le coq une fois tous les sept jours.

Rien ne prouve d'une manière positive que les spermatozoïdes traversent la membrane vitelline pour atteindre le disque germinatif, mais l'analogie rend ce fait probable, ainsi qu'on le verra dans la suite de cet ouvrage.

14. Vers le moment où la coquille se forme autour de l'œuf, le disque germinatif subit un changement remarquable, connu sous le nom de *segmentation*. Nous aurons occasion d'étudier d'une façon plus complète la nature de la segmentation lorsque nous aurons à parler de l'œuf des amphibiens,

dans lequel les différentes phases de ce processus peuvent être suivies d'une manière plus facile et plus fructueuse. En attendant, comme la segmentation du disque de l'œuf de poule diffère essentiellement de la segmentation totale de l'œuf d'un amphibie, nous décrirons ici la première.

Si l'on examine le disque par sa face supérieure, on voit paraître un sillon qui le traverse et le divise en deux moitiés (fig. 5, A). A ce premier sillon en succède un second, perpendiculaire au premier. La surface se trouve, par conséquent, divisée en quatre segments ou quarts de cercle (fig. 5, B).



LES PREMIÈRES PHASES DE LA SEGMENTATION VUES À LA SURFACE DU DISQUE GERMINATIF D'UN ŒUF DE POULE.

(D'après Coste.)

A, première phase. Le premier sillon a commencé au centre du disque germinatif, dont la circonférence est indiquée par la ligne *a*. En B, le premier sillon s'est complété et traverse tout le disque, un second sillon semblable au premier et le coupant à angle droit s'est également produit. Le disque se trouve donc partagé, assez irrégulièrement, en quatre segments par quatre demi-sillons. Dans une phase ultérieure C, les sillons ont augmenté de nombre : au lieu de quatre il y en a maintenant neuf, et des sillons transversaux ont commencé à paraître. Le disque est alors divisé en segments inégaux dont les uns sont petits et occupent le centre, les autres, plus grands, se trouvent à la périphérie. Plusieurs sillons transversaux ont seulement commencé à paraître, par exemple, celui que l'on voit en *d*.

Chacun de ces segments est lui-même divisé en deux autres par des sillons dirigés dans le sens des rayons, ce qui porte

à huit (quelquefois sept ou neuf) le nombre des segments. Alors un sillon transversal divise chacun d'eux en deux parties, l'une centrale, l'autre périphérique, d'où résulte l'aspect d'un certain nombre de petits segments centraux, entourés de segments périphériques beaucoup plus allongés.

La division des segments se poursuit dès lors rapidement au moyen de sillons dirigés, en apparence, dans toutes les directions. Il est important de noter que les segments centraux se divisent avec plus de rapidité que les segments péri-

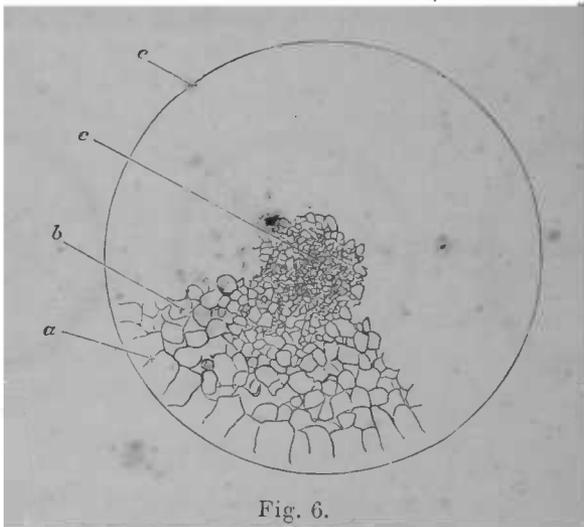


Fig. 6.

SURFACE DU DISQUE GERMINATIF D'UN ŒUF DE POULE, PENDANT LES DERNIÈRES PHASES DE LA SEGMENTATION.

(Préparation dans l'acide chromique.)

En *c*, au centre du disque, les masses de segmentation sont très-petites et très-nombreuses. En *b*, plus près du bord, elles sont plus grosses et moins nombreuses, tandis que celles qui occupent le bord même sont les plus grosses, mais les moins nombreuses. On remarquera que les sillons dirigés dans le sens des rayons, et qui séparent les segments en *a*, n'atteignent pas tout à fait le bord du disque.

Le dessin n'a été fait que pour un seul quart de cercle ; il est bien entendu que tout le cercle aurait dû être représenté de cette manière.

périphériques et, par conséquent, deviennent à la fois plus nombreux et plus petits (fig. 6).

En même temps, les coupes durcies du blastoderme nous

montrent que la segmentation ne s'opère pas seulement à la surface, mais qu'elle s'étend à toute la masse. Ces coupes démontrent, en outre, que la division s'opère non-seulement dans le sens vertical, mais encore horizontalement, c'est-à-dire suivant une direction parallèle à la surface du disque.

C'est ainsi, par cette division successive ou segmentation que le disque germinatif primitif se trouve partagé en un très-grand nombre de petites masses rondes de protoplasma, très-petites au centre, mais augmentant de taille à mesure qu'elles se rapprochent de la périphérie. De plus, les segments supérieurs sont plus petits que ceux qui sont placés

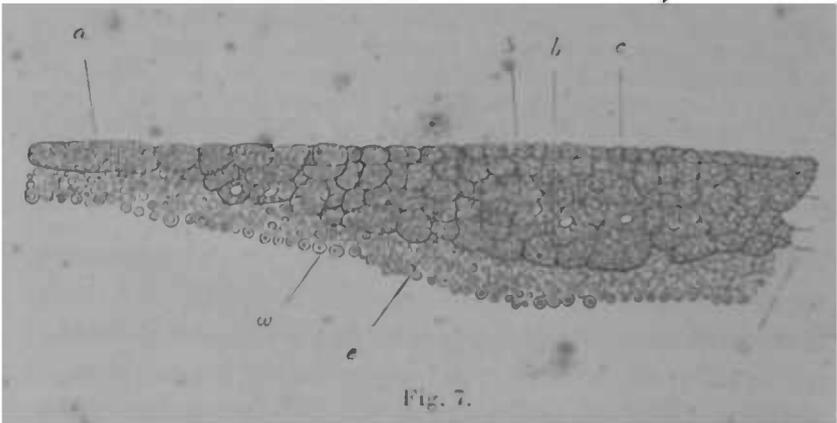


Fig. 7.

COUPE DU DISQUE GERMINATIF D'UN POULET PENDANT LES DERNIÈRES PHASES DE LA SEGMENTATION.

La coupe ci-dessus qui représente un peu plus de la moitié du disque (la ligne médiane se trouve en *c*), montre que la partie centrale et supérieure se segmente avec plus de rapidité que la partie inférieure et que celle qui avoisine la périphérie. Les segments sont encore très-gros en ces derniers points, l'un d'eux se voit en *a*. Dans le plus grand nombre des masses segmentaires on peut distinguer un noyau, il semble probable qu'il en existe un dans toutes. La plupart des segments sont remplis de sphérules très-réfringentes ; ces dernières sont plus nombreuses dans quelques cellules (surtout dans les grosses qui sont voisines du jaune). Dans la partie centrale du blastoderme, les cellules supérieures commencent à former une couche distincte. Il n'existe pas de cavité de segmentation.

*a*, grosse cellule périphérique; *b*, grosses cellules des parties intérieures du blastoderme; *c*, ligne médiane du blastoderme; *d*, limite du blastoderme et du vitellus blanc; *e*, vitellus blanc.

au-dessous, et l'on peut déjà pressentir l'établissement des deux couches du blastoderme.

Suivant Ellacher (*Studien aus dem Inst. f. Exper. Pathol.*, Wien, 1869, p. 1), les coupes faites au début de la segmentation et menées par le centre du disque permettent de découvrir un sillon vertical un peu sinueux, qui se termine en bas dans un petit espace triangulaire, où il rejoint un sillon presque horizontal allant couper la surface de l'œuf en deux points opposés, situés l'un et l'autre à une petite distance du premier sillon.

Il paraît certain que ces deux sillons primitifs ne comprennent pas la totalité du disque germinatif dont les limites à ce moment sont, du reste, fort incertaines. Dans les phases suivantes de la segmentation, les premiers segments formés ne se subdivisent pas seuls, la segmentation s'étend également à tout le reste du disque germinatif. Goette (*Arch. Mikr. Anat.* X, p. 145), maintient que la segmentation (dans une période avancée) intéresse même certaines parties qui appartiennent manifestement au vitellus blanc. Il décrit des noyaux qui naissent à la face supérieure de la couche de vitellus blanc; la substance qui les environne s'élève en forme de papilles qui, plus tard, chassées par compression et devenues libres, constituent des masses de segmentation complémentaires. Ce sont ces masses qui, d'après lui, donnent naissance aux cellules dites formatives mentionnées dans le paragraphe suivant. Il dit qu'elles continuent à se produire longtemps encore après le commencement de l'incubation. Nous reviendrons sur ce sujet lorsque nous aurons à discuter d'une manière plus complète le phénomène de la segmentation, en décrivant les œufs des autres classes des vertébrés.

Entre le disque germinatif segmenté, que nous pouvons appeler maintenant le blastoderme, et la couche de vitellus blanc sur laquelle il repose, paraît alors une cavité contenant un liquide; elle s'accroît peu à peu dans tous les sens, et peut être désignée sous le nom de *cavité de segmentation*.

15. A mesure que le développement se poursuit, la segmentation arrive à sa limite au centre, tout en se continuant à la périphérie, et bientôt les masses du pourtour prennent des dimensions semblables à celles des masses centrales. La séparation en deux couches, l'une inférieure et l'autre supérieure, devient de plus en plus évidente.

Les masses de la couche supérieure se disposent côte à côte, les grands axes verticaux; le noyau y devient très-distinct et elles arrivent à constituer ainsi une membrane composée de cellules cylindriques pourvues chacune d'un noyau.

Les masses de la couche inférieure, demeurent plus grosses,

que celles de la couche supérieure, gardent leur forme arrondie et leur structure très-nettement granuleuse, et constituent un réseau serré et irrégulier, plutôt qu'une membrane distincte. Les noyaux font ici complètement défaut, ou tout au moins ne se laissent pas facilement apercevoir.

Il paraît plus probable qu'en réalité les noyaux ne manquent point et qu'ils se trouvent seulement cachés. Lorsque nous avons étudié les premières phases de la segmentation, alors que les segments étaient encore peu nombreux, nous avons vu de gros noyaux bien formés dans un très-grand nombre de segments, grands ou petits. Ces segments à noyaux, nous les avons rencontrés dans les parties superficielles aussi bien que dans les parties profondes du disque, c'étaient invariablement ceux dans l'intérieur desquels les granulations étaient fines et peu nombreux; en réalité, partout où les granulations n'étaient pas assez multipliées pour rendre le segment par trop opaque, on pouvait découvrir un noyau. Nous avons donc été conduits à admettre la présence d'un noyau dans tous les segments. Il est, du reste, fort possible que les masses claires munies de noyau puissent s'élever à la surface, laissant les masses granuleuses et opaques dans la couche profonde; mais il est beaucoup plus vraisemblable d'admettre que tout cela ne se produit pas et que l'état granuleux des cellules de la couche inférieure du blastoderme complètement formé est, d'un côté, le résultat de leur situation au contact immédiat des cellules excessivement granuleuses du vitellus blanc et que, d'autre part, ce sont les granulations qui empêchent d'y constater la présence d'un noyau. Nous avons un cas à peu près analogue à celui-ci dans les premières phases du développement des globules du sang chez les amphibiens où le noyau est alors invisible.

Au moment où les sphères de segmentation du centre sont encore plus petites que celles de la périphérie, et celles de la couche supérieure plus petites que celles qui sont demeurées au-dessous d'elles, quelques grosses masses sphériques commencent à se séparer de tout le reste (ou à s'élever de la couche de vitellus blanc par continuation du processus de la segmentation); elles reposent directement sur le vitellus blanc, au fond de la cavité de segmentation. Elles contiennent de nombreuses sphérules, petites, pourvues d'un noyau, ou bien remplies de fines granulations; ces sphérules ressemblent précisément aux petites sphères du vitellus blanc. Ces masses sphériques libres sont les cellules formatives dont il a déjà été question.

Ainsi le disque germinatif primitif de l'œuf ovarique, après que la vésicule germinative a disparu, se transforme par ce processus de la segmentation, en un blastoderme pa-

reil à celui que l'on rencontre dans l'œuf fraîchement pondu; la couche supérieure se trouve formée de cellules cylindriques pourvues de noyaux; la couche inférieure, de masses arrondies, disposées d'une façon irrégulière, n'ayant pas encore acquis définitivement le caractère de cellules, et accompagnées de quelques cellules « formatives », éparses, libres dans la cavité de segmentation.

---

## CHAPITRE II.

### Résumé sommaire de l'histoire de l'incubation.

1. C'est le simple blastoderme à deux feuillets, décrit dans le chapitre précédent, qui, pas à pas, progressivement, se convertit en un organisme compliqué et devient le poulet. Les détails des nombreux changements par l'intermédiaire desquels ce but est atteint deviendront sans doute plus faciles à comprendre, si nous faisons précéder l'histoire spéciale de chacun d'eux d'un résumé sommaire de la marche générale des choses, du commencement à la fin de l'incubation.

Tout d'abord, il ne faut point oublier que l'embryon lui-même se forme dans l'aire transparente et dans l'aire transparente seule. Aucune partie de l'aire opaque n'entre directement dans le corps du poulet; les formations auxquelles cette zone donne naissance doivent être considérées comme des appendices destinés à disparaître tôt ou tard.

2. Le blastoderme, au point de départ de son développement, se compose de deux feuillets. Bientôt un troisième feuillet paraît entre les deux premiers, et ces trois feuillets, dont l'existence est un fait d'une importance fondamentale dans l'histoire de l'embryon, sont appelés respectivement feuillet supérieur, moyen et inférieur, ou bien *épiblaste*, *mésoblaste* et *hypoblaste*.

Cette division correspond à peu près, mais non pas exactement, à l'ancienne division en feuillets séreux, vasculaire et muqueux.

3. Le blastoderme, qui d'abord, ainsi que nous l'avons vu, repose, à la manière d'un verre de montre, sur la cavité de

segmentation, et dont la circonférence s'appuie sur la paroi germinative formée par le vitellus blanc, s'étend circulairement, à l'état de couche mince, sur le vitellus, immédiatement au-dessous de la membrane vitelline.

Le blastoderme se développe uniformément sur tous les points de sa circonférence, couvre une partie de plus en plus grande du vitellus, et l'enveloppe enfin d'une manière complète lorsqu'il arrive au pôle opposé. Ainsi donc, le vitellus n'est plus contenu seulement dans la membrane vitelline, mais il se trouve encore inclus tout entier dans un sac formé par le blastoderme.

Ce n'est cependant qu'à une période avancée que l'inclusion se complète au pôle opposé du jaune, en sorte qu'on doit considérer cette extension du blastoderme comme un phénomène qui se poursuit pendant presque toute la durée de l'incubation.

L'aire opaque et l'aire transparente prennent part toutes deux à cet accroissement; mais la première s'agrandit beaucoup plus rapidement que la seconde et joue le principal rôle dans l'inclusion du jaune.

4. Dans la partie de l'aire opaque la plus voisine de l'aire transparente, le mésoblaste devient le siège de changements particuliers, d'où résulte la formation des vaisseaux sanguins. De là, pour cette partie de l'aire opaque, le nom d'aire vasculaire.

5. On peut dire que l'embryon lui-même est formé par la portion centrale de l'aire transparente, séparée par des replis du reste du blastoderme. D'abord, l'aire transparente est tout à fait plane, ou du moins très-légèrement et uniformément courbe, puisqu'elle fait partie de la surface sphérique du jaune. Bientôt après cependant paraît en un point un sillon semi-lunaire qui, tout petit d'abord, s'accroît progressivement en profondeur et en étendue. Ce sillon, dont le diagramme A de la fig. 8 représente la coupe, vient rompre l'uniformité de la surface de l'aire transparente. On peut le décrire comme une

dépression, en forme de croissant, d'une petite portion du blastoderme. Vu d'en haut, ce sillon n'est indiqué que par une ligne courbe, celle qui en limite le bord postérieur (dans la fig. 11, c'est la plus postérieure des deux lignes concentriques qui se voient en avant de A); la dépression elle-même reste cachée. Sur une coupe verticale longitudinale, faite suivant la ligne médiane (fig. 8, A ou fig. 9, qui, à une plus grande échelle, montre en même temps d'autres détails dont il n'est pas utile de tenir compte en ce moment), si l'on suit d'arrière en avant (de gauche à droite dans les figures) la surface du blastoderme, en commençant par ce qui deviendra l'extrémité postérieure de l'embryon (la gauche de chacune des figures), on voit le niveau se maintenir pendant quelque temps, puis on trouve une dépression soudaine : c'est le blastoderme qui se recourbe et prend une direction absolument contraire à celle qu'il suivait d'abord, il se dirige en arrière alors qu'il courait en avant. Mais il ne tarde pas à se recourber encore pour revenir à sa direction primitive en avant, puis il se relève un peu et reprend le niveau qu'il occupait d'abord. Vu sur une coupe, le blastoderme en ce point peut être considéré comme replié sur lui-même en forme de **2**. Nous appellerons désormais ce repli, le *repli céphalique*. Nous y reconnaissons deux branches : l'une supérieure, dont la courbe regarde en avant et dont le sinus, ouvert en arrière, se trouve *au-dessous* du blastoderme, c'est-à-dire, ainsi que nous le verrons, *en dedans* de l'embryon (fig. 9, D), et l'autre inférieure, dont la courbe regarde en arrière et dont le sinus s'ouvre en avant *au-dessus* du blastoderme, c'est-à-dire *en dehors* de l'embryon. Si l'on suppose un **2**, tel que celui-ci, formé d'une substance élastique, étiré latéralement, les deux branches de l'**2** deviendront beaucoup plus longues, mais proportionnellement plus étroites, et les sinus, au lieu de constituer de petits godets peu profonds, deviendront tubulaires. C'est un pareil résultat qui se produit, en partie du moins, par le développement du blastoderme; la branche supérieure de l'**2**

s'accroît sans cesse d'arrière en avant (mais, différent de ce que l'on voit dans le modèle élastique étiré, elle se développe dans tous les sens à la fois); la branche inférieure s'accroît aussi, mais d'avant en arrière, et les sinus supérieur et inférieur s'allongent eux-mêmes de plus en plus. Nous dirons désormais, pour exprimer ces changements, que le repli céphalique se porte en arrière.

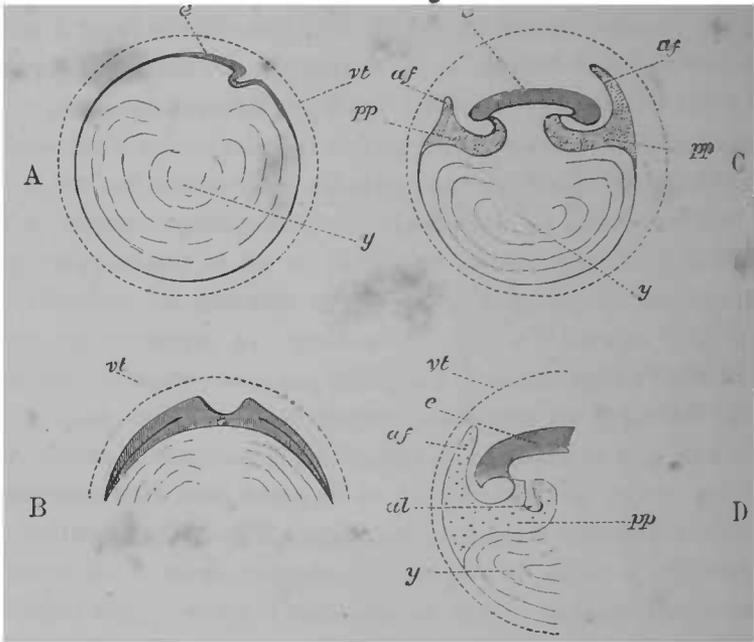


Fig. 8.

La figure 8 présente une série de diagrammes destinés à faire comprendre plus facilement la manière dont se forme le corps de l'embryon, et les rapports divers du sac vitellin, de l'amnios et de l'allantoïde.

Dans tous ces diagrammes, *vt* désigne la membrane vitelline, représentée, pour plus de commodité, à quelque distance de son contenu et figurée encore à l'état de membrane persistante dans les phases déjà fort avancées; or, dans l'œuf réel, cette membrane est en contact direct avec le blastoderme et avec le jaune, et ne tarde pas à cesser d'exister en tant que membrane distincte. Dans tous, également, *e* désigne l'embryon, *pp* l'espace pleuro-péritonéal général, *af* les plis de l'amnios, *a* l'amnios, *ae* ou *ac*, la cavité occupée par le liquide amniotique, *al* l'allantoïde, *a* le canal alimentaire, *y* ou *ys* le vitellus ou le sac vitellin.

Le diagramme A peut être regardée comme une coupe verticale et longitudinale du blastoderme, suivant l'axe de l'embryon, et représente les rapports qu'affectent entre elles les diverses parties de l'œuf, au moment

où apparaît le repli céphalique que l'on aperçoit à droite du blastoderme *e*. Le blastoderme s'étend à la fois en arrière (à gauche, dans la figure), et en avant (à droite), du repli céphalique, les limites en ont été indiquées sur la figure par l'épaisseur et la teinte données à une partie de la circonférence du jaune *y*. Jusqu'ici il n'y a point encore, à gauche, de repli correspondant au repli céphalique qui occupe la droite; ainsi donc, la limite antérieure de l'embryon et du blastoderme, est indiquée par le repli céphalique, mais il n'existe pas encore de limite postérieure, puisqu'il n'y a pas encore de repli caudal.

Le diagramme B est une coupe verticale et transversale de l'œuf à la même époque; seulement, le dessin a été fait à une plus grande échelle, pour plus de commodité, (la courbure en est trop prononcée). Ce diagramme montre que le blastoderme (c'est-à-dire la partie où la teinte a été obtenue au moyen de traits verticaux), s'étend de chaque côté aussi bien qu'en avant et en arrière, et dans tous les sens; mais il n'existe pas encore de replis latéraux et, par conséquent, pas de limites latérales séparant le corps de l'embryon du reste du blastoderme.

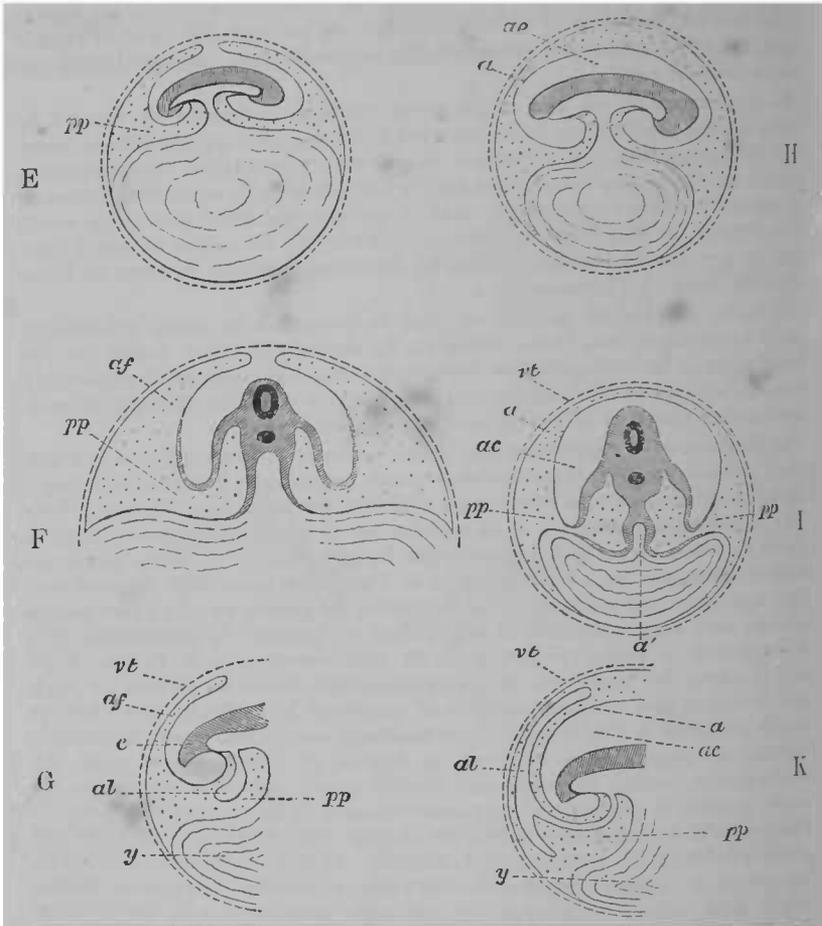
Ce même diagramme montre en outre la formation du sillon médullaire par le soulèvement des lames dorsales. Au-dessous du sillon même, on voit le rudiment de la notocorde. De chaque côté, une ligne indique la séparation commençante du mésoblaste en feuillet. On voit que cette division en feuillets n'existe pas dans la partie centrale de l'embryon.

Le diagramme C représente une coupe verticale et longitudinale de l'œuf à une période encore plus avancée, le repli céphalique, à droite, et le repli caudal, à gauche, se sont développés considérablement tous les deux. Tous deux se referment en avant et en arrière sur le canal alimentaire, dont la partie moyenne cependant communique largement avec le jaune placé au-dessous. Bien que les parties axiales de l'embryon aient déjà pris une certaine épaisseur, par suite du développement, les parois du corps sont encore minces; on y voit cependant la séparation en feuillets du mésoblaste et la divergence de la somatopleure et de la splanchnopleure. A la tête, ainsi qu'à la queue de l'embryon, la splanchnopleure forme en dedans un repli plus prononcé que la somatopleure et constitue le pédicule splanchnique encore très-gros. A l'extrémité de ce pédicule, encore très-court, la splanchnopleure se recourbe de nouveau en dehors et s'étend sur le jaune. La somatopleure, moins profondément repliée que la splanchnopleure, se recourbe plus tôt en dehors. A une petite distance de la tête et de la queue de l'embryon, la somatopleure forme de chaque côté un pli *af, af* (celui qui se trouve en avant est le plus grand des deux): ce sont les replis amniotiques. Descendant de chaque côté, chacun d'eux rejoint bientôt la splanchnopleure et tous deux, réunis le nouveau en une seule membrane, s'étendent sur le jaune; la figure ne donne pas la limite ou circonférence extrême de l'aire opaque. L'espace compris entre la splanchnopleure et la somatopleure, *pp*, est ponctuée dans le diagramme. La partie de cet espace qui est tout près du corps peut être appelée déjà cavité pleuropéritonéale, le reste est compris entre les replis amniotiques et s'étend quelque peu à la surface du jaune.

Le diagramme D représente l'extrémité caudale, vers la même époque, dessinée à une plus grande échelle, afin de pouvoir montrer la position de l'allantofide, *al* (qui, pour plus de simplicité, a été omise dans le diagramme C), à l'état de bourgeon de la splanchnopleure, dirigée de haut en bas dans la cavité pleuropéritonéale. La zone ponctuée représentant ici, comme dans les figures précédentes, l'espace compris entre la splanchno-

pleure et la somatopleure, il est évident, d'après le diagramme, que la route est ouverte à l'allantoïde et qu'elle peut, de sa position actuelle, s'étendre dans l'espace compris entre les deux parois du pli amiotique, *af*.

Le diagramme E est aussi la reproduction d'une coupe longitudinale, à une époque plus avancée. Les deux pédicules, splanchnique et somatique,



sont très-rétrécis, surtout le premier; la cavité du canal alimentaire ne communique plus avec la cavité du jaune que par un simple canal. Les replis de l'amnios se sont étendus au-dessus de l'embryon et sont presque sur le point de se rencontrer. Chaque repli comprend deux parties ou branches, l'espace (ponctué) qui les sépare n'est, comme autrefois, rien autre chose qu'une partie de l'espace compris entre la splanchnopleure et la somatopleure. Entre le corps de l'embryon et la voûte formée par les replis amiotiques, se voit un espace qui n'est pas encore fermé.

Le diagramme F représente, à une autre échelle, une coupe transversale de l'embryon représenté en E, cette coupe passe par l'axe du pédicule splanchn-

nique. Le cercle noir qui se voit dans le corps de l'embryon indique la position du canal neural ; au-dessous on voit un point noir, représentant la notocorde, de chaque côté de laquelle la divergence de la splanchnopleure et de la somatopleure est évidente. La splanchnopleure, plus ou moins épaissie, s'infléchit un peu vers la ligne médiane, mais les deux parois opposées ne s'unissent pas, et le canal alimentaire demeure ouvert en ce point ; après cette légère convergence, la divergence reprend et chacune des deux parties de la splanchnopleure se porte en dehors sur le jaune. La somatopleure, repliée en dedans dans une certaine étendue, pour former les parois du corps, (trop épaisses dans la figure), s'infléchit de nouveau en dehors, et, presque immédiatement, se relève pour former les replis latéraux de l'amnios *af*. La continuité de la cavité pleuro-péritonéale, située en dedans du corps, avec l'intérieur du pli amniotique en dehors, est évidente : les deux cavités sont ponctuées dans la figure. On comprend du reste que nous n'avons ici qu'une représentation purement schématique, les cavités diverses, etc, sont exagérées à dessein, afin de pouvoir en montrer plus clairement les rapports.

Le diagramme G correspond à D, mais il se rapporte à une période encore plus avancée. Cette figure est destinée à montrer la manière dont l'allantoïde, déjà pourvue d'une cavité distincte, continue avec celle du canal alimentaire, prend la direction du pli amniotique.

Dans les diagrammes H et I, dont le premier représente une coupe longitudinale, et le second, une coupe transversale de l'embryon, à une époque encore plus avancée, de grands changements se sont produits. Les divers replis de l'amnios se sont réunis et soudés au-dessus du corps de l'embryon. Les branches internes des divers replis se sont confondus en une seule membrane (*a*), qui limite un espace au milieu duquel se trouve l'embryon. La membrane *a* constitue à proprement parler l'amnios et la cavité que cette membrane limite, c'est-à-dire l'espace compris entre cette membrane et l'embryon, est la cavité de l'amnios, occupée par le liquide amniotique.

On voit que l'amnios *a* termine maintenant dans tous les sens la somatopleure, dont les parties périphériques, branches externes ou descendantes des replis *af*, en C, D, F, G, se sont unies entre elles, puis séparées du reste de la somatopleure, et constituent maintenant une membrane continue et indépendante, le *chorion*, qui s'applique immédiatement à la membrane vitelline.

Dans le diagramme I, on voit la splanchnopleure, par la convergence de ses parois opposées, achever de clore le canal alimentaire, au point même d'insertion du pédicule splanchnique (le canal est déjà, du reste, fermé dans tous les autres points), puis les deux parois divergent de nouveau, se portent en dehors comme d'habitude et s'étendent sur le jaune. Le point où s'opère la jonction de la splanchnopleure avec la somatopleure, et qui marque, par conséquent, la limite extrême de la subdivision du mésoblaste, se trouve maintenant beaucoup plus rapproché du pôle inférieur du vitellus, en ce moment bien amoindri.

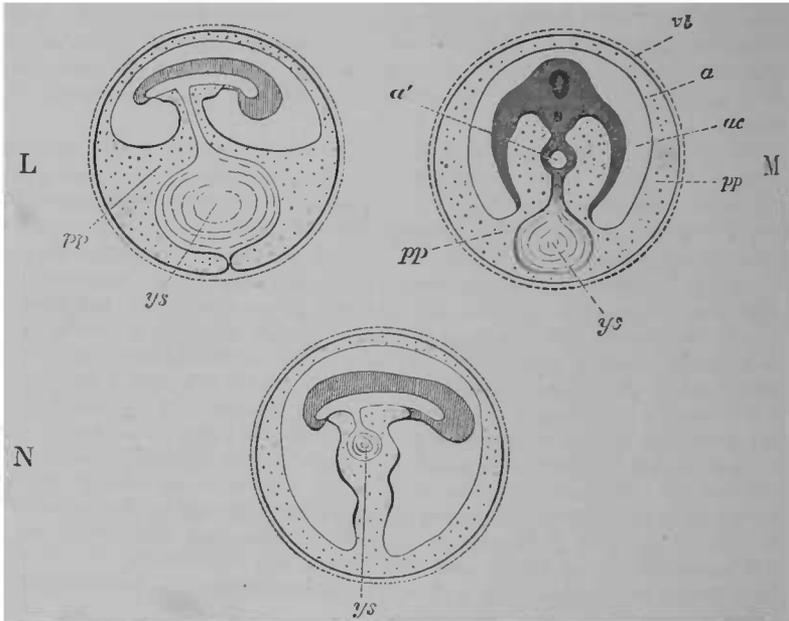
Par suite de ces divers changements, l'espace ponctué dans les figures *a* est considérablement agrandi. De la cavité péritonéale actuelle, faisant partie de la cavité du corps on peut passer maintenant, d'une part, tout autour du jaune dans une grande partie de sa surface et, d'autre part, au-dessus de l'amnios *a*, dans l'espace qui sépare cette membrane du chorion.

On voit l'allantoïde s'allonger dans cet espace en *al* (K).

Dans le diagramme L, la splanchnopleure a complètement investi le sac

vitellin, mais au pôle inférieur, elle se continue encore avec la partie périphérique de la somatopleure devenue le chorion. En d'autres termes, la division du mésoblaste en feuillets s'est poursuivie sur toute la surface du jaune, sauf au pôle inférieur.

Dans le diagramme M, cette division du mésoblaste est complète et s'est opérée au pôle inférieur même; la portion périphérique de la splanchnopleure forme au vitellus tout entier une enveloppe complète, sans aucune connection avec la portion périphérique de la somatopleure, qui existe maintenant à l'état de membrane continue tapissant l'intérieur de la coquille. Le sac vitellin (*ys*) est donc tout à fait libre dans la cavité pleuropéritonéale, et réuni seulement au canal alimentaire (*a'*) par un pédicule plein.



Enfin, le diagramme N montre le sac vitellin (*ys*) ramené dans la cavité du corps de l'embryon. Comme précédemment, l'allantoïde n'a pas été représentée pour rendre la figure plus simple; le pédicule se trouverait placé à côté de *ys* dans le pédicule somatique indiqué, comme dans les figures précédentes par des points. Il est bon de répéter que toutes ces figures ne sont autre chose que des schémas où les divers espaces sont représentés à l'état de distension, tandis que dans l'œuf réel, les parois de beaucoup de ces cavités sont affaissées sur elles-mêmes et demeurent intimement juxtaposées.

Les deux sinus cependant ne deviennent pas tous deux tubulaires. La coupe, dont il vient d'être question, est supposée faite verticalement et suivant une ligne qui deviendra plus tard l'axe de l'embryon; le sinus inférieur de l'œuf représente

la coupe du sillon en forme de croissant dont il a été parlé plus haut, dans sa partie médiane, au point où il est le plus profond. De chaque côté de la ligne médiane ce sillon devient de moins en moins profond. Il en résulte que dans les coupes faites de chaque côté de la ligne médiane ou axe de l'embryon, (en avant ou en arrière du plan de la figure), le sillon paraîtra d'autant moins marqué que la coupe s'éloignera plus de la ligne médiane; au-delà même d'une certaine distance, il disparaîtra complètement. Il faut se rappeler que ce sillon a tout d'abord la forme d'un croissant, dont la concavité regarde

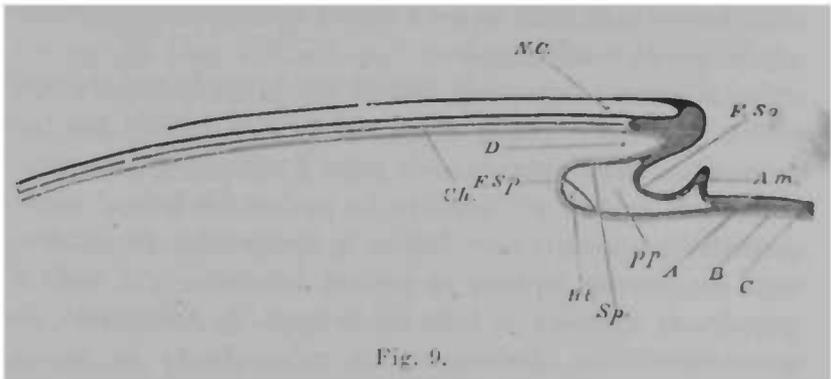


Fig. 9.

COUPE LONGITUDINALE SUIVANT L'AXE DE L'EMBRYON  
(Schématique).

La coupe est supposée faite au moment où le repli céphalique est commencé, mais où le repli caudal n'a pas encore paru. F.S.o., repli de la somatopleure. F.S.p., repli de la splanchnopleure.

La ligne F.S.o. indique le sinus inférieur situé en dehors de l'embryon; D, le sinus supérieur, en dedans de l'embryon; cette dernière partie deviendra le canal alimentaire. Les deux replis (F.S.o., F.S.p.) font partie du repli céphalique et doivent être considérés comme se portant d'un mouvement continu d'arrière en avant (vers la gauche de la figure) à mesure que le développement se poursuit.

pp., espace intermédiaire à la somatopleure et à la splanchnopleure, cavité pleuropéritonéale.

A.m., origine du repli de l'amnios (du côté de la tête).

De plus amples explications seront données avec la figure 16.

du côté où sera plus tard l'extrémité postérieure de l'embryon (fig. 11). Pendant que le repli céphalique se porte de plus en plus en arrière, les cornes du croissant sont de plus

en plus attirées vers la ligne médiane, le sillon devient semi-lunaire d'abord, puis en fer à cheval. En d'autres termes, le repli céphalique, au lieu d'être un simple pli qui se porte directement en arrière, est un pli courbe, dont la portion centrale antérieure se porte en arrière, tandis que les deux arcs latéraux se portent en dedans vers la ligne médiane. Il en résulte que le sinus supérieur de l'2 (en dedans de l'embryon) se ferme sur les côtés aussi bien qu'en avant et devient rapidement tubulaire. Le sinus inférieur de l'2 (en dehors de l'embryon) reste ouvert sur les côtés, comme en avant, formant ainsi une sorte de fossé en fer à cheval qui entoure l'extrémité antérieure de l'embryon.

Nous avons longuement insisté sur la formation du repli céphalique, parce que si les caractères n'en étaient pas bien connus, on aurait beaucoup de peine à comprendre un grand nombre de parties de l'histoire du poulet. Le lecteur rendra peut-être ces détails plus faciles à comprendre en construisant un grossier modèle, ce qui est très-facile : il suffit de prendre un morceau de toile ou de linge, de l'étendre à plat pour simuler le blastoderme, la main glissée en dessous représente l'axe de l'embryon, puis l'on replie la toile sous les extrémités des doigts; ainsi recouverts, et s'élevant légèrement au-dessus du niveau du reste, les doigts représenteront la tête de l'embryon en avant de laquelle se verra le sillon semi-lunaire ou en fer à cheval du repli céphalique.

Au moment où cet 2 paraît pour la première fois, on peut lui donner le nom de repli céphalique, mais dans la suite il conviendra de réserver cette appellation pour la branche inférieure de l'2.

Quelque temps après l'apparition du repli céphalique, un autre repli semblable, quoique moins prononcé, paraît en un point qui deviendra l'extrémité postérieure de l'embryon. Ce repli, qui se porte en avant, comme le repli céphalique se porte en arrière, est le *repli caudal* (fig. 8, C).

De plus, entre le repli céphalique et le repli caudal, se for-

ment deux replis latéraux, un de chaque côté de la ligne médiane. Plus simples de forme que les deux premiers, puisqu'ils sont presque rectilignes, au lieu d'affecter comme eux une forme compliquée, en fer à cheval, ces replis latéraux se recourbent en dedans vers l'axe du corps (fig. 8, F), ils sont, pour le reste, absolument semblables aux précédents.

Ces divers replis se développent de plus en plus, le repli céphalique se porte en arrière, le repli caudal en avant, les replis latéraux en dedans, tous tendent par conséquent à se réunir en un point médian; de là résulte pour l'embryon l'aspect de plus en plus prononcé d'un petit sac tubulaire, couché sur un sac plus volumineux, formé par le reste du blastoderme enveloppant le jaune; ces deux sacs restent unis par un pédicule creux, de plus en plus étroit.

Nous appellerons le petit sac, *sac embryonnaire*, et le grand, *sac vitellin*. A mesure que l'incubation avance, le petit sac devient de plus en plus volumineux aux dépens du sac vitellin (le contenu de ce dernier est absorbé peu à peu pour former les tissus qui constituent les parois de plus en plus épaisses du premier: c'est là un phénomène de nutrition, et non pas seulement le passage des éléments d'une cavité dans une autre). Un ou deux jours avant l'éclosion du poulet, alors que le sac vitellin présente encore un volume assez considérable, ou du moins, à un moment où il n'a pas encore complètement disparu et où, cependant, le développement du sac embryonnaire est presque terminé, le sac vitellin (fig. 8, N) passe dans le corps de l'embryon, de sorte que le sac embryonnaire reste seul.

6. L'embryon est donc formé d'une portion du blastoderme qui se sépare du sac vitellin par la production de plusieurs replis. Le contour général de l'embryon résulte de la direction et de la forme des divers replis qui participent à sa formation. Ces replis tout en conservant une symétrie bilatérale presque parfaite, présentent des différences marquées aux deux extrémités de l'embryon, d'où il suit que, dès les premiers instants, il n'y a

aucune difficulté à reconnaître l'extrémité qui deviendra la tête de celle qui deviendra la queue.

De plus, le sac tubulaire qui constitue alors l'embryon, et dont les parois acquièrent une épaisseur de plus en plus grande, subit aussi de nombreuses modifications en divers points du contour formé par les replis constitutifs; ces modifications sont celles qui résultent d'activités locales donnant naissance à des épaisissements, des crêtes, des bourgeons ou autres appendices. Ainsi, des bourgeons naissent du tronc et forment les rudiments des membres; de même, certains épaisissements, certaines crêtes donnent naissance aux mâchoires et à d'autres parties de la face. C'est par le développement inégal de ces excroissances que le corps du poulet arrive peu à peu à revêtir sa forme extérieure propre.

7. Si les changements qui résultent de l'incubation n'étaient que de cet ordre, le résultat serait un sac tubulaire d'une forme extérieure un peu compliquée sans doute, mais rien autre chose qu'un sac tubulaire. Ce sac pourrait peut-être, à la rigueur, être considéré comme représentant le corps de plus d'un invertébré, mais la structure typique de l'oiseau ou de tout autre vertébré est complètement différente. On peut en résumer la description de la manière suivante :

D'abord, en haut, un canal qui suit la longueur du corps et dans lequel sont logés le cerveau et la moelle épinière. Au-dessous de ce tube neural, un axe représenté par les corps des vertèbres, continués en avant par des formations qui seront la base du crâne. Au-dessous encore, un autre tube limité en haut par l'axe, sur les côtés et en-dessous par les parois du corps. Inclus dans ce second tube et suspendu à l'axe, se trouve un troisième tube, qui est le canal alimentaire avec tous ses appendices, (le foie, les glandes salivaires, les poumons, etc., lesquels ne sont originairement que de simples diverticules d'un canal unique). La cavité du tube extérieur, qui contient aussi le cœur et les autres parties du système vasculaire, est la cavité générale du corps, partagée en cavité tho-

racique ou pleurale et cavité abdominale ou péritonéale; ces deux cavités, ne sont cependant, d'après leur mode d'origine, que des parties d'un seul et même tube. Ainsi donc, la coupe transversale d'un vertébré présente toujours la même structure fondamentale : en haut un tube simple, au-dessous un tube double, c'est-à-dire deux tubes contenus l'un dans l'autre; le tube intérieur est le canal alimentaire, le tube extérieur, la cavité générale du corps. Cette transformation en un triple tube du sac tubulaire simple de l'embryon du poulet s'accomplit par l'intermédiaire d'une série de changements très-remarquables.

Le tube supérieur ou neural se forme de la manière suivante : de très-bonne heure, la surface supérieure du blastoderme, dans la région qui sera plus tard l'embryon, présente deux saillies longitudinales ou plis qui courent parallèlement l'une à l'autre, à une faible distance de ce qui sera le grand axe de l'embryon; elles laissent donc entre elles un sillon longitudinal peu profond (fig. 8, B, et fig. 11, 12, *m.c.*). Ces saillies, qui portent le nom de *plis médullaires*, s'élèvent et se recourbent en même temps l'une vers l'autre et, dans la suite, se rencontrent et se soudent sur la ligne médiane, convertissant ainsi le sillon en un canal qui, au même moment, se ferme à chaque extrémité (fig 8, F, I, et fig 13, M). La cavité ainsi formée est celle du tube neural qui devient plus tard le canal cérébro-spinal.

Le double tube inférieur, c'est-à-dire le canal alimentaire et la cavité générale du corps qui l'entoure, se forment d'une manière toute différente. C'est, en somme, le résultat de l'union et de la soudure des replis embryonnaires fondamentaux : le repli céphalique, le repli caudal et les replis latéraux; en un certain sens, la cavité générale du corps est la cavité du sac tubulaire dont il était question dans le dernier paragraphe.

Il est évident toutefois qu'un sac tubulaire formé par l'enroulement d'une membrane simple (car c'est ainsi que nous

avons jusqu'à présent considéré le blastoderme) ne peut être qu'un simple sac tubulaire à une seule cavité. Mais le blastoderme ne reste pas longtemps à l'état de membrane simple, il se dédouble bientôt de manière à donner naissance, en se repliant, à un double tube.

De très-bonne heure, le blastoderme s'épaissit dans la région qu'occupe l'embryon, et cet épaississement est dû surtout à l'accroissement du feuillet moyen ou mésoblaste; en même temps ce feuillet se subdivise horizontalement, dans la plus grande partie de son étendue, en deux autres feuillets: l'un supérieur, l'autre inférieur. Cette division en feuillets n'a pas lieu au voisinage de l'axe du corps, au-dessous du tube neural (fig. 8, B, et fig. 13-20), en réalité, cette division ne commence de chaque côté qu'à une certaine distance de l'axe et s'étend de là dans toutes les directions. Cette division s'opère dans le mésoblaste épaissi: la couche supérieure qui en résulte s'unit à l'épiblaste pour former le feuillet supérieur, et la couche inférieure, à l'hypoblaste pour former le feuillet inférieur.

Ces deux feuillets prennent part à la formation des replis fondamentaux, tous deux se replient en bas et en dedans, tous deux tendent à s'unir en dessous, sur la ligne médiane, mais le feuillet inférieur, se repliant plus tôt, se sépare du feuillet supérieur, en sorte qu'un espace libre se développe graduellement entre eux (fig. 8). Dans la suite, les divers replis du feuillet inférieur se rencontrent et s'unissent pour former un tube intérieur, à la formation duquel le feuillet supérieur ne prend aucune part; les replis de ce dernier se rencontrent et s'unissent à leur tour pour former un tube extérieur, séparé du tube intérieur par un espace intermédiaire. Ce tube intérieur est le canal alimentaire, dont les deux extrémités perforées plus tard formeront la bouche et l'anus. Les parois du tube extérieur constituent les parois du corps, et l'espace compris entre les deux tubes est la « cavité séreuse générale » qui, séparée plus tard en portion pleurale et portion

péritonéale, peut être appelée *cavité pleuropéritonéale*.

Par suite, le feuillet supérieur ou externe du blastoderme, qui donne naissance aux parois latérales du corps, prend le nom de *somatopleure*<sup>1</sup>; le feuillet inférieur ou interne, qui forme le canal alimentaire et les viscères adjacents, est appelé la *splanchnopleure*<sup>2</sup>.

Cette division horizontale du blastoderme en somatopleure et splanchnopleure, que nous pouvons appeler *clivage* du mésoblaste, n'est pas bornée à la région embryonnaire, elle s'étend aussi progressivement à toute la partie du blastoderme qui enveloppe le sac vitellin. Il en résulte que, dans les derniers jours de l'incubation, le sac vitellin possède deux revêtements distincts, séparables l'un de l'autre sur toute la surface du sac, l'un interne ou splanchnopleural l'autre externe ou somatopleural. Nous avons vu que, par suite du mode de formation, le sac embryonnaire est uni au sac vitellin par un pédicule creux qui se rétrécit de plus en plus; mais ce pédicule, comme le sac embryonnaire lui-même, doit être double, c'est-à-dire formé d'un pédicule interne, petit, inclus dans un pédicule externe, plus grand (fig. S, E, H). Les replis de la splanchnopleure, tendant à se rencontrer et à s'unir sur la ligne médiane, donnent lieu à un pédicule particulier, dit *pédicule splanchnique*, qui se rétrécit de plus en plus et au moyen duquel les parois du canal alimentaire se continuent avec le revêtement splanchnopleural du sac vitellin; l'intérieur de ce canal se continue avec le vitellus inclus dans le sac vitellin. De même, les replis de la somatopleure forment un pédicule spécial, pareil au précédent, dit *pédicule somatique*, au moyen duquel les parois latérales du corps de l'embryon se continuent avec le revêtement somatopleural du sac vitellin (du moins pendant quelque temps, car, ainsi que nous le verrons, la continuité est bientôt rompue par le développement de l'amnios); la cavité

<sup>1</sup> Σωμα, corps; πλευρόν, côte.

<sup>2</sup> Σπλάνχνον, viscère; πλευρόν, côte.

pleuropéritonéale du corps du poulet se continue avec l'espace étroit qui sépare les deux revêtements du sac vitellin.

A une époque relativement peu avancée, le canal du pédicule splanchnique s'oblitére, de telle sorte que les éléments du jaune ne passent plus directement dans le canal alimentaire; il faut, pour arriver au corps de l'embryon, que le vitellus soit absorbé par l'entremise des vaisseaux sanguins. Le pédicule somatique, d'autre part, demeure largement ouvert pendant un temps beaucoup plus long; mais l'enveloppe somatique du sac vitellin ne subit jamais l'épaississement qui s'opère dans les parois somatiques de l'embryon lui-même: cette enveloppe, au contraire, reste mince et insignifiante. Lors donc que, dans les derniers jours de l'incubation, le sac vitellin très-diminué est attiré avec son revêtement splanchnique dans la cavité abdominale, en voie de développement rapide, les parois de l'abdomen se rejoignent et s'unissent sans qu'il soit tenu aucun compte du revêtement somatique du sac vitellin, qui, désormais vide et revenu sur lui-même, est rejeté comme inutile (fig. 8; comparez les figures de la série).

8. La formation de l'*amnios* tient de très-près à la division du mésoblaste et à sa séparation en somatopleure et en splanchnopleure. Pour plus de simplicité, nous l'avons omise à dessein dans la description qui vient d'être donnée.

L'*amnios* a pour origine certains replis de la somatopleure et seulement de la somatopleure; les choses se passent de la manière suivante. A une époque où la division du mésoblaste est déjà quelque peu avancée, paraît, un peu en avant du repli céphalique semi-lunaire, un second pli (fig. 11 et fig. 8, C) plus ou moins parallèle, ou plus exactement, concentrique au premier, dont il ne diffère pas beaucoup par son aspect général, bien que la nature en soit fort différente. Le repli céphalique comprend toute l'épaisseur du blastoderme, la somatopleure et la splanchnopleure pren-

nent part à sa formation (du moins dans les points où elles existent, c'est-à-dire dans les points où le mésoblaste est séparé en feuillets). Ce second pli, au contraire, est limité à la somatopleure (comparez les fig. 8 et 9). En avant du repli céphalique, et, par conséquent aussi, en avant du corps de l'embryon, la somatopleure est une membrane très-mince, formée seulement de l'épiblaste et d'une couche très-fine de mésoblaste; le pli dont nous parlons est lui-même par suite très-mince et délicat. Ce pli semi-lunaire s'élève, la concavité tournée vers l'embryon (fig. 8, C, *af.*), et en même temps que sa hauteur augmente, il est attiré en arrière, par-dessus la tête de l'embryon. Ce pli, qui couvre ainsi la tête, s'accompagne successivement de replis semblables de la somatopleure, qui se forment, l'un à une petite distance en arrière de la queue, les autres, à quelque distance des côtés du corps de l'embryon (fig. 8, C, D, E, F). De cette manière, l'embryon se trouve entouré par une série de plis de la somatopleure, formant, autour de lui, comme une muraille continue. Tous ces plis, attirés peu à peu au-dessus du corps de l'embryon, finissent par se rencontrer et par se souder complètement au-dessus de lui, sans qu'il subsiste aucune trace de cette soudure. De cette union résulte une cavité qui contient l'embryon (fig. 8, H *ae*) : c'est la cavité de l'amnios. Les plis que nous venons de décrire sont ceux qui constituent l'amnios.

Chaque pli présente naturellement deux parties, toutes deux formées par l'épiblaste et par une couche très-mince de mésoblaste, mais dans l'une, l'épiblaste regarde l'embryon, dans l'autre, l'épiblaste est tourné du côté opposé. L'espace compris entre les deux branches du pli, comme on le voit dans la fig. 8, fait partie de l'espace compris entre la splanchopleure et la somatopleure, il est par conséquent continu avec la cavité générale, dont une partie deviendra plus tard la cavité pleuropéritonéale du corps (c'est l'espace ponctué dans les figures et marqué *pp*). Il y a donc commu-

nication entre la cavité formée par les deux branches de chacun des replis de l'amnios et la cavité qui entoure le canal alimentaire. Lorsque les divers replis se rencontrent et se soudent au-dessus de l'embryon, ils s'unissent de telle sorte que les branches internes forment une membrane interne et les branches externes, pareillement, une membrane externe continue. La membrane interne, ainsi formée, constitue un sac complètement clos autour du corps de l'embryon, et s'appelle le sac amniotique ou *amnios* (fig. 8, H, I, etc., a.); le liquide, qui y est plus tard contenu, est appelé liquide amniotique ou *liquor amnii*. L'espace compris entre le sac interne et le sac externe formé de la réunion des cavités des divers replis, n'est rien autre chose, d'après son mode de formation, qu'une partie de la cavité générale, qui existe partout entre la somatopleure et la splanchnopleure. Au-dessus de l'embryon le sac externe se trouve immédiatement en rapport avec la membrane vitelline, tandis qu'à la périphérie il s'étend progressivement sur le vitellus et y constitue le revêtement somatopleural du sac vitellin décrit dans le paragraphe précédent.

9. Si le mode d'origine de ces deux sacs (l'interne ou vrai amnios, l'externe ou faux amnios, comme l'appelait Baer) et les rapports qu'ils affectent avec l'embryon sont bien présents à l'esprit du lecteur, il n'aura pas de peine à comprendre la marche que suit dans son développement l'important organe que l'on appelle l'allantoïde et dont nous aurons à parler avec plus de détails.

L'allantoïde est originairement un appendice du canal alimentaire et peut être considéré comme un bourgeon né de la splanchnopleure à son union avec la somatopleure, à l'extrémité postérieure de l'embryon (fig. 8, D, a l.). De là, l'allantoïde, en s'accroissant, s'avance dans la cavité pleuropéritonéale de l'embryon, poursuit rapidement sa route en laissant un long pédicule dans l'espace compris entre les deux sacs amniotiques, le vrai et le faux (fig. 8, C, K). Se recourbant

au-dessus de l'embryon, l'allantoïde vient se placer au-dessus de l'embryon et de l'ammios et n'est plus séparé de la coquille et de la membrane vitelline que par la fine membrane du faux amnios. Dans cette situation, l'allantoïde remplit le rôle d'un organe respiratoire. Il est évident que malgré la place qu'elle occupe en dehors de l'embryon, l'espace dans lequel se trouve l'allantoïde est continu avec la cavité péritonéale ou elle a pris son origine.

Mais il est nécessaire d'ajouter que le faux amnios se soude à la membrane vitelline avec laquelle il se trouve en contact, ou qu'il s'y substitue, et qu'enfin, dans les derniers jours de l'incubation, il reçoit le nom de chorion.

Dans l'exposé qui précède, nous avons décrit la somatopleure comme formée par le mésoblaste et l'épiblaste, même dans les portions les plus périphériques. Les branches internes des replis amniotiques renferment certainement des éléments mésoblastiques, puisque l'ammios contient des fibres musculaires lisses. Quelques auteurs regardent cependant les branches externes des replis amniotiques (qui donnent naissance au faux amnios) et la somatopleure, au delà de ces replis, comme composées seulement d'épiblaste.

---

## CHAPITRE III.

### Changements qui s'opèrent pendant le premier jour de l'incubation.

1. Pendant que l'œuf descend dans l'oviducte, où il est soumis à une température d'environ 40° C., le blastoderme, ainsi que nous l'avons vu, continue à subir d'importants changements. Après la ponte, l'œuf se refroidit, toute modification cesse presque entièrement, et le blastoderme reste inactif jusqu'à ce que, sous l'influence de la température élevée de l'incubation, naturelle ou artificielle, les activités vitales du germe soient remises en jeu; les changements interrompus reprennent alors et amènent une série d'événements que nous avons maintenant à décrire en détail.

L'état du blastoderme au moment où l'œuf est pondu n'est pas exactement le même dans tous les œufs : dans les uns les changements sont plus avancés que dans les autres, les différences sont naturellement peu importantes; dans quelques œufs, surtout lorsque le temps est chaud, des changements de même nature que ceux qui résultent de l'incubation peuvent se produire, dans une certaine mesure, pendant l'intervalle qui sépare la ponte du commencement de l'incubation; enfin dans tous les œufs, sous l'influence de l'incubation naturelle, et surtout sous l'influence de l'incubation artificielle, principalement durant les premiers jours, les dates des divers changements sont très-incertaines et varient dans les limites de quelques heures : un œuf, par exemple, se trouvant au bout de 36 heures au même degré qu'un autre après 24 ou

30 heures ou même, qu'un troisième après 40 ou 48 heures. Lors donc que nous parlons d'un fait qui a eu lieu à telle heure ou pendant telle partie d'un jour donné, l'on doit comprendre qu'il se passe en général à une époque voisine du moment indiqué. Nous donnons des dates précises pour la facilité de l'exposition.

Les changements qui s'opèrent pendant le premier jour seront plus faciles à étudier, si on les répartit en trois périodes : de la 1<sup>re</sup> à la 12<sup>e</sup> heure, de la 12<sup>e</sup> à la 20<sup>e</sup>, et de la 20<sup>e</sup> à la 24<sup>e</sup>.

2. *De la 1<sup>re</sup> à la 12<sup>e</sup> heure ou à peu près.*— Pendant cette période, le blastoderme, vu d'en haut, s'est beaucoup accru. L'aire transparente, tout au plus obscurément indiquée dans l'œuf non incubé, devient très-distincte (l'opacité centrale ayant disparu), et contraste fortement avec l'aire opaque, qui elle-même a gagné bien plus encore en étendue et en netteté.

Pendant les premières heures l'aire transparente et l'aire opaque demeurent circulaires et le seul changement qu'on puisse y observer, indépendamment de leur accroissement et de leur plus grande netteté, est une légère opacité ou perte de transparence mal définie qui apparaît vers le milieu de l'aire transparente. C'est ce que l'on appelle la *tache embryonnaire*.

3. Si légères que soient les modifications que l'on peut observer dans cette période à la surface du blastoderme, les coupes faites sur les pièces durcies mettent en évidence des changements nombreux et importants dans les caractères et la disposition des cellules constitutives.

On se rappelle que le blastoderme de l'œuf non incubé est composé de deux couches, l'une supérieure (fig. 3, *cp.*), l'autre inférieure; la première est une membrane continue formée de cellules cylindriques verticales pourvues de noyau, mais la seconde (fig. 3, *l.*) est constituée par un réseau irrégulier de cellules plus grosses que celles de la couche supé-

rière, et dont les noyaux, s'ils existent, sont très-rarement visibles; on trouve en outre, quelques cellules plus volumineuses encore, dites « cellules formatives » (fig. 3, *b*) au fond de la cavité de segmentation.

Les changements d'où résulte la formation des trois feuillets du blastoderme s'opèrent avec rapidité sous l'influence de l'incubation.

La couche supérieure du blastoderme, que nous appellerons désormais l'*épiblaste* (fig. 10, A), n'y prend qu'une faible part.

Mais, dans la couche inférieure, certaines cellules commencent à s'aplatir, se disposent horizontalement, les granulations y deviennent moins nombreuses, un noyau distinct y apparaît; ainsi modifiées, ces cellules s'accroissent les unes aux autres et forment une membrane (fig. 10, C). La membrane ainsi formée, complète d'abord au centre de l'aire transparente, prendra désormais le nom d'*hypoblaste*.

Entre ces deux feuillets sont demeurées incluses un grand nombre de cellules faisant partie de la couche inférieure primitive; en outre, quelques-unes des cellules dites formatives se déplaçant, à la façon des corpuscules blancs du sang, (à l'aide de mouvements amiboïdes) commencent à se porter vers le pourtour de l'hypoblaste et passent entre ce feuillet et l'épiplaste.

Quelle qu'en soit l'origine, cellules formatives ou cellules de la couche inférieure du blastoderme, les cellules ainsi réunies dans l'intervalle de l'épiplaste et de l'hypoblaste, se multiplient par voie de formation endogène, et, par suite, la masse entière de chacune d'elles se trouve transformée en un certain nombre de nouvelles cellules. Ces dernières, de forme sphérique, possédant un gros noyau pourvu d'un nucléole distinct, se forment d'abord au centre de l'aire transparente et plus tard à la périphérie. Elles constituent le troisième feuillet ou *mésoblaste* (fig. 10, B).

L'épiplaste n'est pas autre chose que le *Hornblatt* (feuillet corné) des Allemands, l'hypoblaste est le *Darmdrüsenblatt* (feuillet épithélial et

glandulaire) des mêmes auteurs, tandis que les parties du mésoblaste qui prennent part à la formation de la somatopleure et de la splanchnopleure, correspondent respectivement au *Haut-muskel-platte* et au *Darm-faser-platte*.

Tous les vaisseaux sanguins naissent du mésoblaste. Le feuillet vasculaire des anciens auteurs se trouve donc, par conséquent, compris dans le mésoblaste.

Le *feuillet séreux* des mêmes auteurs comprend tout l'épiblaste et, de plus, une portion du mésoblaste, puisque, d'après ces auteurs, tous les organes de la vie animale (peau, squelette, muscles, etc.) seraient formés du feuillet séreux; or, en réalité, l'épiblaste proprement dit ne donne naissance qu'à l'épiderme et à certaines parties du système nerveux. De même, leur *feuillet muqueux* correspond à l'hypoblaste, augmente de la partie du mésoblaste qui prend part à la formation des organes de la vie organique. Leur *feuillet vasculaire* ne répond donc qu'à une partie seulement du mésoblaste, c'est-à-dire à la partie de ce feuillet où se développent surtout les vaisseaux sanguins.

Il est à remarquer que les cellules de l'épiblaste sont le résultat direct de la segmentation, tandis que celles de l'hypoblaste et du mésoblaste sont formées plus tardivement, et qu'elles ne sont par conséquent que les résultats indirects de la segmentation. La véritable différence qui existe entre l'hypoblaste et le mésoblaste est toute entière dans le mode de formation de chacun de ces deux feuillets et non pas dans une différence essentielle quelconque existant entre les sphères de segmentation d'où l'un et l'autre dérivent.

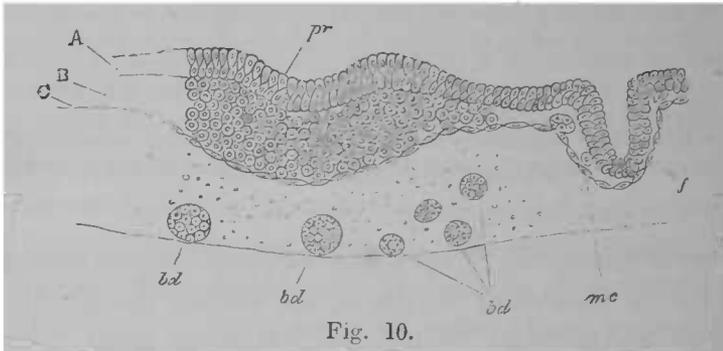
Vers le moment où l'hypoblaste est complètement constitué à l'état de membrane distincte, les cellules du mésoblaste forment au centre du blastoderme une masse assez volumineuse et produisent l'opacité centrale que nous avons appelée plus haut tache embryonnaire.

4. Bientôt après, entre la huitième et la douzième heure, l'aire transparente, jusque-là circulaire, devient ovale (l'aire opaque reste circulaire). Avec une remarquable régularité, l'aire transparente se place de manière à ce que son grand axe fasse un angle droit ou presque droit avec le grand axe de l'œuf lui-même. Sa petite extrémité correspond à ce qui sera l'extrémité postérieure de l'embryon : nous l'appellerons donc désormais l'extrémité postérieure. Si on place un œuf de manière à ce que la grosse extrémité soit à la droite de l'observateur, la tête de l'embryon, dans presque tous les cas, se trouvera dirigée du côté opposé à celui où se trouve cet observateur.

Vers le moment où l'aire transparente commence à subir

ce changement de forme, paraît à la surface, sur une ligne correspondant au grand axe de l'ovale, une ligne opaque étroite, qui n'occupe pas, comme on pourrait s'y attendre, la partie antérieure, mais les deux tiers postérieurs de l'ovale. Cette ligne, beaucoup plus opaque et, par conséquent, beaucoup plus distincte que la tache embryonnaire, mais cependant encore indécise et assez mal définie, est la *ligne primitive*.

La ligne primitive n'est pas plus tôt formée que sa surface supérieure se trouve creusée d'un sillon superficiel et délicat dirigé dans le sens de l'axe. Dans les préparations fraîches, vues



COUPE D'UN BLASTODERME, PERPENDICULAIREMENT AU GRAND AXE DE L'EMBRYON, APRÈS HUIT HEURES D'INCUBATION.

(La coupe a été faite à peu près à égale distance des deux extrémités.)

A, épiblaste; B, mésoblaste; C, hypoblaste; *pr*, sillon primitif; *f*, pli du blastoderme (dû probablement à l'action de l'acide chromique); *mc*, cellule du mésoblaste, la ligne s'arrête à l'une des cellules périphériques du mésoblaste, placée entre l'épiblaste et l'hypoblaste; *bd*, cellules formatives.

Voici les points principaux représentés dans cette coupe : 1° l'épaississement du mésoblaste au-dessous du sillon primitif *pr*., en un moment où ce feuillet lui-même existe à peine sur les côtés du sillon; 2° l'hypoblaste *c*, constitué de bonne heure à l'état de couche simple formée de cellules fusiformes; 3° ce qu'on appelle la cavité de segmentation, dans laquelle se trouve de l'albumine coagulée, et sur le fond de laquelle reposent les cellules formatives *bd*.

La ligne de séparation de l'épiblaste et du mésoblaste, au-dessous du sillon primitif, est trop fortement accusée dans la figure.

à la lumière transmise, ce sillon apparaît comme une ligne transparente; mais dans les préparations durcies examinées

à la lumière réfléchie, on reconnaît un sillon ou rainure étroite, dont le fond, beaucoup plus mince que les bords, doit paraître beaucoup plus transparent à la lumière transmise. C'est le *sillon primitif*. La nature des changements qui le produisent ne peut être reconnue que par l'étude de coupes verticales (fig. 10). Ces coupes démontrent que l'opacité qui fait distinguer la ligne primitive est due principalement à un épaissement du mésoblaste. Mais l'épiblaste joue aussi un rôle important dans la formation de la ligne primitive et surtout dans celle du sillon.

Pendant le cours de ces douze heures, l'épiblaste s'est développé rapidement, beaucoup plus rapidement que les deux autres feuillet. Il forme maintenant sur le vitellus blanc, dans la région de l'aire opaque, une couche d'une seule cellule d'épaisseur; mais au même moment, au centre de l'aire transparente, il présente une épaisseur de deux ou trois cellules. Dans l'aire transparente, les cellules constitutives de ce feuillet sont devenues plus étroites (6  $\mu$ ) et plus allongées; mais dans l'aire opaque, elles sont plus larges (12  $\mu$ ) et plus aplaties qu'elles ne l'étaient d'abord. Nous trouvons donc, à la douzième heure, une différence histologique bien nette entre les cellules de l'épiblaste de l'aire transparente et celles de l'aire opaque.

Au-dessus de la partie épaissie du mésoblaste, qui forme la base de la ligne primitive, l'épiblaste est lui-même épaissi; mais l'hypoblaste se présente ici, comme dans tout le reste du blastoderme, à l'état de mince feuillet, formé d'une seule couche de cellules aplaties (figurée dans les coupes par une seule rangée, (fig. 10, c.), de cellules fusiformes), qui deviennent à la fois et plus grosses et plus irrégulières à la périphérie. Les portions épaissies du mésoblaste et de l'épiblaste, dans la région de la ligne primitive, produisent à la face supérieure du blastoderme une surélévation de la surface générale, qui se traduit sur les coupes par une courbure légère (fig. 10).

Le sillon primitif est presque entièrement formé par une dépression de l'épiblaste occupant le sommet de cette courbe.

L'épaisseur de l'épiblaste demeure à peu près la même sur les côtés et dans le fond du sillon. Le mésoblaste, au contraire, est plus mince immédiatement au-dessous du fond du sillon que sur les côtés, où il est notablement plus épais que dans le reste de l'aire transparente. C'est apparemment cette moindre épaisseur du mésoblaste qui donne lieu à la ligne transparente observée dans les préparations vues à la lumière transmise. On peut voir que l'hypoblaste présente en général, au-dessous de la ligne et du sillon primitifs, une courbure à convexité inférieure, mais cette courbure n'est pas aussi prononcée que celle de l'épiblaste. Ainsi donc, tout le blastoderme est légèrement courbe dans cette région. Immédiatement au-dessous du sillon, il se fait une sorte de fusion entre l'épiblaste et le mésoblaste, bien qu'un examen attentif permette, en général, de reconnaître la ligne de jonction. His (*Ueber die Erste Anlage des Wirbelthierleibes*) regarde cette fusion comme un fait d'une haute importance et donne le nom de *corde de l'axe* (en anglais : *axis-cord*) à la partie où cette fusion se produit. Sur les préparations fraîches, une ligne étroite (opaque) se voit au centre du sillon, mais elle ne correspond à aucune formation qu'on puisse retrouver sur les coupes.

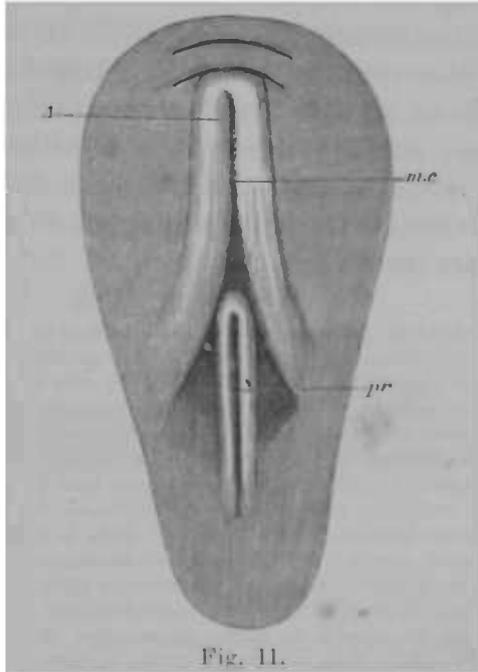
Les changements principaux qui se produisent pendant les douze premières heures de l'incubation sont donc : l'établissement des trois feuilletts du blastoderme, l'apparition de la tache embryonnaire, celle de la ligne et du sillon primitifs.

5. *De la 12<sup>e</sup> à la 20<sup>e</sup> heure.* — Durant cette période, l'aire transparente s'accroît rapidement, cesse d'être ovale et prend un contour pyriforme. Le sillon primitif croît avec plus de rapidité encore, de sorte que, à la 16<sup>e</sup> heure, il est plus long qu'il ne l'était à la 12<sup>e</sup>. non pas seulement d'une manière absolue, mais aussi proportionnellement à l'aire transparente. L'intervalle qui sépare chacune de ses extrémités de la circonférence de l'aire transparente continue d'être plus grand en avant qu'en arrière.

Vers la 16<sup>e</sup> heure, ou un peu plus tard, le mésoblaste s'épaissit en avant du sillon primitif et donne naissance à une ligne opaque finissant brusquement en avant, où elle vient buter contre un pli semi-circulaire qui apparaît à ce moment près de l'extrémité antérieure de l'aire transparente (fig. 11) et qui est connu sous le nom de *repli céphalique*. Dans les pré-

parations fraîches, ce sillon semble être la continuation antérieure du sillon primitif, mais dans les préparations durcies, il est aisé de voir que cette union n'est qu'apparente.

Le long de cette ligne nouvelle se forme rapidement un sillon étroit en avant, qui va s'élargissant beaucoup en arrière et embrasse entre ses parois divergentes l'extrémité an-



VUE DE LA SURFACE DE L'AIRE TRANSPARENTE D'UN BLASTODERME DE 18 HEURES.

L'aire opaque n'est point représentée dans la figure; le contour pyriforme de la figure indique les limites de l'aire transparente.

A la partie postérieure, on aperçoit le sillon primitif *pr*, dont les parois, presque parallèles, s'atténuent et disparaissent en arrière, mais se recourbent et s'unissent en avant et forment la terminaison antérieure très-distincte du sillon, laquelle est située à peu près au niveau de la partie moyenne de l'air transparente.

Au-dessus du sillon primitif, on voit le sillon médullaire, *m.c.* et les replis médullaires *A*. Ceux-ci divergent en arrière, s'écartent de chaque côté du sillon primitif, tandis qu'en avant ils se recourbent et s'unissent tout près de la ligne courbe qui représente le repli céphalique.

La seconde ligne courbe concentrique à cette dernière représente le pli de l'amnios commençant à se former.

térieure du sillon primitif. Ce nouveau sillon, dont la transformation en un tube donnera lieu au canal médullaire, est connu sous le nom de *sillon médullaire*.

De chaque côté, le mésoblaste s'épaissit et la surface du blastoderme s'élève en formant deux plis longitudinaux, connus sous le nom de *lames dorsales* ou de *replis médullaires* (fig. 11, A). Mais immédiatement au-dessous du fond de ce sillon, le mésoblaste s'amincit, et bientôt les cellules qui se trouvent en ce point, se séparant des masses latérales, adhèrent les unes aux autres sur la ligne médiane et forment ainsi, entre l'épiblaste et le mésoblaste, une tige cylindrique aplatie, connue sous le nom de *notocorde*, dont la coupe est elliptique et présente l'aspect d'une agglomération de cellules (fig. 12, *ch.*).

Le sillon médullaire diffère du sillon primitif par un grand nombre de particularités importantes. Au-dessous du sillon primitif, le mésoblaste se confond toujours plus ou moins avec l'épiblaste; cela n'arrive jamais au-dessous du sillon médullaire. Au-dessous du sillon primitif, le mésoblaste ne présente jamais aucun signe de différenciation, indice de la formation d'un organe; au-dessous du sillon médullaire, les cellules du mésoblaste forment la notocorde. L'épiblaste, qui constitue le fond du sillon médullaire, devient souvent beaucoup plus mince que l'épiblaste des parois du sillon; cela ne se rencontre jamais, à ce qu'il semble, dans le sillon primitif.

Le sillon primitif arrive à son maximum de développement avant l'apparition du sillon médullaire, et lorsque ce dernier a paru, le premier devient de moins en moins distinct, et finit par disparaître sans laisser de trace. On en trouve encore un reste à la partie postérieure du sillon médullaire, entre la 30<sup>e</sup> et 40<sup>e</sup> heure, mais vers la 50<sup>e</sup> heure, il n'en reste pas le moindre vestige.

Les premiers observateurs supposaient que le sillon primitif donne naissance au canal médullaire. Dursy (*Der Primitivstreif des Hühnchens*) donna le premier une description exacte de la disparition de ce sillon, et depuis lors la distinction de ces deux sillons a été faite par un grand nombre d'observateurs. Goette (*Archiv. Mikr. Anat.*, vol. X, 1873, pp. 145-149) décrit le sillon médullaire comme apparaissant toujours à gauche du sillon primitif, et le plancher du premier sillon comme continu avec la paroi gauche du second. Il dit que la corde de l'axe se trouve placée dans une position asymétrique au-dessous de cette paroi gauche; il considère la notocorde comme le prolongement de cette corde de l'axe, et il pense que cette dernière se transforme peu à peu en la notocorde pendant que le sillon primitif cède la place au sillon médullaire.

Le sillon primitif est donc une formation qui apparaît de bonne heure et qui disparaît bientôt sans prendre aucune part directe à la formation d'une partie quelconque du futur animal. Il n'a donc en apparence aucune fon-

tion. Nous pouvons seulement supposer que c'est le rudiment de quelque caractère ancestral.

6. A la 20<sup>e</sup> heure, le sillon ou canal médullaire et ses plis médullaires ou lames dorsales sont complètement constitués. Vers l'extrémité postérieure de l'embryon, le sillon présente alors l'aspect d'une rainure peu profonde, dont les parois inclinées et divergentes embrassent entre elles les restes du sillon primitif en voie de disparition.

En se portant en avant vers ce qui sera la tête de l'embryon, le sillon devient plus étroit, plus profond, et ses parois moins inclinées. Arrivés au repli céphalique, qui devient à chaque instant de plus en plus proéminent, les plis médullaires se recourbent et s'unissent sur la ligne médiane de manière à former au sillon une extrémité arrondie. En

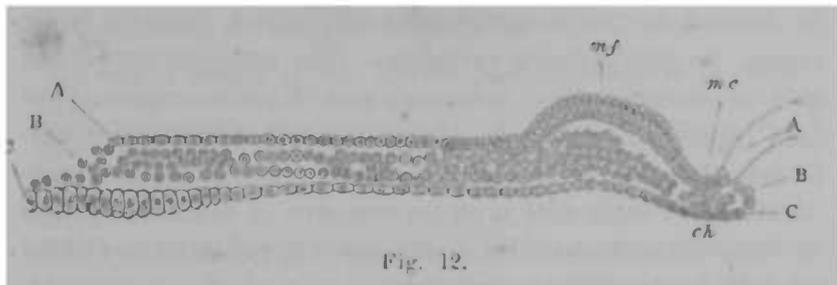


Fig. 12.

Coupe transversale d'un blastoderme après 18 heures d'incubation.

Cette coupe passe par le sillon médullaire *mc*, à quelque distance de son extrémité antérieure, et montre quelques-uns des points importants par lesquels il diffère du sillon primitif.

Les principaux sont : 1<sup>o</sup> la présence de la notocorde *ch*, au-dessous du sillon médullaire ; 2<sup>o</sup> l'absence d'aucune apparence d'union entre l'épiblaste et le mésoblaste ; 3<sup>o</sup> l'épaississement du mésoblaste au-dessous des replis médullaires, *mf*.

A, épiblaste ; B, mésoblaste ; C, hypoblaste.

*mc*, sillon médullaire ; *mf*, pli médullaire ; *ch*, notocorde : petit groupe de cellules du mésoblaste, séparé, par un faible intervalle, des masses épaisses du mésoblaste qui se voient de chaque côté.

Il est à remarquer que les cellules de l'hypoblaste deviennent de plus en plus cylindriques, à mesure qu'elles se rapprochent davantage du pourtour de l'aire transparente, et qu'elles finissent par se confondre, sans ligne de démarcation marquée avec les sphères du vitellus blanc.

Une moitié seulement de la coupe a été représentée. La coupe complète serait symétrique par rapport à une ligne passant par le centre du canal médullaire *mc*.

avant, le canal ne se comporte donc pas comme en arrière; loin de disparaître par l'aplatissement graduel et la divergence de ses parois, il se termine en avant d'une manière définie, et la limite en est formée par le repli céphalique.

En avant de ce repli, tout à fait en dehors de la région des replis médullaires, se trouve d'ordinaire un autre petit repli, qui est le commencement de l'amnios (fig. 11).

Il faut maintenant revenir en arrière et dire quelques mots des changements subis par les cellules dans les divers feuillets de la 12<sup>e</sup> à la 20<sup>e</sup> heure.

L'hypoblaste (fig. 12, C) est toujours formé d'une seule couche de cellules; pendant toute cette période, ces cellules sont plates, au centre, plus grosses et plus irrégulières vers la périphérie du blastoderme. Vers la 12<sup>e</sup> heure, elles sont de dimensions très-irrégulières et présentent, dans un faible espace, de très-grandes variations. Cela implique sans doute qu'à ce moment elles subissent une division rapide. Plus tard cependant, (vers la 18<sup>e</sup> heure), elles sont assez uniformes dans une région donnée, mais elles diffèrent considérablement entre elles si on les compare en différents points de l'aire transparente. En aucun cas, l'hypoblaste ne s'étend au delà de l'aire transparente.

Les cellules de l'hypoblaste qui sont placées près de l'axe de l'aire transparente et celles qui se trouvent à une faible distance de chaque côté, sont plus petites que celles que l'on rencontre sur le reste du blastoderme. Dans une région de peu d'étendue située immédiatement en dehors de l'embryon, et vers le tiers de la distance qui sépare l'embryon de l'extrémité postérieure du blastoderme, ces cellules de l'hypoblaste sont, de la 18<sup>e</sup> à la 23<sup>e</sup> heure, beaucoup plus grosses que dans toutes les autres parties de l'hypoblaste. Les autres cellules de ce feuillet sont de dimensions intermédiaires à celles de ces dernières cellules et à celles des petites cellules du centre. Pendant toute cette période, les cellules de l'hypoblaste demeurent granuleuses et remplies de sphérules très-fortement réfringentes, état qui contraste notablement avec l'aspect qu'elles présenteront plus tard.

Elles se multiplient en partie par division, mais la couche qu'elles forment s'accroît principalement d'une manière toute différente et assez remarquable. Avant la 12<sup>e</sup> heure, l'hypoblaste, à son pourtour, s'arrêtait brusquement en rencontrant les sphères du vitellus blanc; mais, après cette heure, les relations de l'hypoblaste et du vitellus blanc se trouvent entièrement changées. A mesure qu'elles se rapprochent du vitellus blanc, les cellules de l'hypoblaste se trouvent de plus en plus remplies de sphérules du vitellus blanc, en sorte

qu'à la limite extrême de l'aire transparente, il est fort difficile de dire où commence l'hypoblaste, où finit le vitellus blanc. C'est ce qu'on a cherché à représenter d'une manière schématique dans la figure 12. Près du bord de l'aire transparente, les sphères du vitellus blanc ont, pour la plupart, acquis un noyau, assez difficile à découvrir cependant, par suite de la présence des nombreuses sphérules réfringentes que ces sphères contiennent. Plus on approche du bord de l'aire transparente, moins les sphérules contenues dans chaque cellule sont nombreuses et, sur le bord même, il est presque impossible de dire ce qu'il faut appeler sphères du vitellus blanc ou cellules de l'hypoblaste.

Pendant cette période, les cellules du mésoblaste (fig. 12. B) ne subissent aucun changement marqué. Le feuillet lui-même s'accroît, jusqu'à un certain point, à l'aide de la multiplication des cellules par division; mais l'accroissement principal de la masse est dû probablement aux cellules formatives qui passent incessamment du fond de la cavité de segmentation dans le mésoblaste, et qui se transforment en cellules mésoblastiques de la manière décrite plus haut (§ 3).

Ces cellules formatives sont plus nombreuses au fond de la cavité de segmentation, vers la 18<sup>e</sup> heure, qu'elles ne l'étaient à la première. Cette augmentation de leur nombre est due sans doute à la formation de cellules nouvelles par le vitellus blanc. Elles paraissent croître en volume, en absorbant les sphérules du vitellus blanc, dont elles sont du reste complètement remplies.

Les cellules de l'épiblaste (fig. 12. A) se multiplient probablement par division et semblent se nourrir aux dépens du vitellus blanc, sur lequel reposent les cellules périphériques, et peut-être aussi aux dépens du liquide albumineux qui remplit la cavité de segmentation et occupe tous les interstices que laissent entre elles les cellules des divers feuillets.

Les cellules situées près du bord de l'aire opaque sont les plus grosses et les plus plates de toutes les cellules de l'épiblaste; celles qui se trouvent au centre de l'aire transparente sont plus petites que celles des bords.

En dehors du blastoderme, on voit à la surface du jaune des anneaux blancs alternativement transparents et opaques. Ils sont connus sous le nom de *halos* et se montrent souvent dès le commencement de l'incubation. Suivant His, ces apparences s'expliquent par deux sortes de changements dans les sphères du vitellus blanc. Dans l'un des cas, les sphérules contenues se dissolvent et donnent lieu à des vacuoles; il en résulte un anneau opaque, dans le lieu où ce phénomène se produit sur une grande échelle. Dans l'autre cas, le protoplasma des sphères se dissout, et les sphérules en grand nombre sont mises en liberté; il en résulte un anneau transparent dans la région où ce dernier changement prédomine.

Les changements principaux de la seconde partie du premier jour sont donc : l'apparition des replis et du sillon médullaires, la formation de la notocorde, le commencement du repli céphalique et de l'amnios, et les changements histologiques qui s'opèrent dans les divers feuilletts.

7. *De la 20<sup>e</sup> à la 24<sup>e</sup> heure.* — Le repli céphalique s'accroît rapidement, le sillon semi-lunaire devient plus profond, en même temps le bord le plus élevé du sillon (la branche supérieure de l'2, chap. II, § 5) s'élève encore davantage au-dessus du niveau du blastoderme; on peut donc dire maintenant que la formation de la tête de l'embryon est définitivement commencée.

8. Les replis médullaires s'accroissent dans toutes leurs dimensions, mais surtout en hauteur, s'inclinent de chaque côté vers la ligne médiane, et tendent ainsi de plus en plus à couvrir le canal médullaire, surtout au voisinage de la tête. Vers la fin du premier jour, ils arrivent au contact et se soudent complètement l'un à l'autre en un point qui se trouve à une petite distance en arrière du repli céphalique, dans la région qui plus tard deviendra le cou. L'union, commencée en ce point, se continue rapidement d'arrière en avant jusqu'à ce que (au début du second jour) la partie correspondant à la tête soit complètement fermée; cette union se poursuit ensuite, mais bien plus lentement, d'arrière en avant, dans la partie postérieure du sillon. Toute la portion antérieure se trouve fermée avant que l'union ne se soit faite sur une très-petite portion de la distance qui sépare la queue de la partie où la soudure a commencé. Ainsi se forme un canal tubulaire fermé à son extrémité antérieure, mais ouvert encore en arrière : c'est le *canal médullaire* ou *neural* (fig. 13, M; fig. 20, M $\epsilon$ ). Ce canal ne se ferme à la queue qu'à une période beaucoup plus avancée que celle que nous considérons.

9. Pendant ce temps d'importants changements s'opèrent dans les parties axiales du mésoblaste, situées de chaque côté de la notocorde, au-dessous des replis médullaires.

Sur un embryon de la période moyenne de ce premier jour, examiné à la lumière transmise et vu par sa face supérieure, on aperçoit, au fond du sillon médullaire, entre les replis de ce nom, la notocorde qui, sous la forme d'une ligne transparente, brille à travers le plancher du sillon. De chaque côté de la notocorde, le corps de l'embryon paraît quelque peu opaque par suite de l'épaisseur des replis médullaires, et comme ces replis forment de chaque côté un plan incliné regardant en dehors, l'opacité diminue de plus en plus, et l'aire transparente reprend graduellement sa translucidité. Il n'existe sur les côtés aucune ligne arrêtée de démarcation entre le corps de l'embryon et le reste de l'aire : il n'y en aura même aucune, aussi longtemps que les replis latéraux ne seront point apparus. Les coupes verticales et transversales montrent qu'il n'y a aucune interruption dans le mésoblaste entre la notocorde et le pourtour de l'aire transparente (fig. 12), il y a seulement amincissement graduel de ce feuillet.

10. Pendant la dernière période de ce premier jour, les lames du mésoblaste de chaque côté de la notocorde commencent à se diviser horizontalement en deux feuillets, dont l'un s'accole à l'épiblaste, pour former avec lui la *somatopleure* (fig. 13; comparez aussi fig. 20, *So*), tandis que l'autre, s'attachant à l'hypoblaste, forme avec lui la *splanchnopleure* (fig. 13, *Bc*; fig. 20, *Sp*). A la faveur de la séparation de ces deux feuillets se développe une cavité (fig. 13, *pp*, et fig. 20, *pp*), qui ne contient que du liquide, et qui est beaucoup plus évidente en certains points qu'en beaucoup d'autres. Cette cavité est le commencement de la grande cavité séreuse du corps, qui se divisera plus tard en cavités distinctes et séparées. Nous l'appellerons *cavité pleuropéritonéale*.

11. Cette séparation en somatopleure et en splanchnopleure ne s'étend pas tout à fait jusqu'aux parois du canal médullaire. Il reste donc de chaque côté, le long du canal, une bande ou lame de mésoblaste non divisé, qui reçoit

le nom de *lame vertébrale*, la partie externe du mésoblaste recevant elle-même le nom de *lame latérale*.

Tout d'abord chaque lame vertébrale est non-seulement interrompue dans toute sa longueur, mais encore continue par son bord externe avec les couches supérieure et inférieure de la lame latérale du même côté. Bientôt cependant on aperçoit, en examinant la surface, des lignes claires transversales, dirigées de dehors en dedans, qui traversent chaque lame vertébrale, en allant de la lame latérale vers la notocorde; peu après, une ligne longitudinale transparente apparaît de chaque côté de la notocorde sur la ligne de jonction de la lame latérale avec la lame vertébrale.

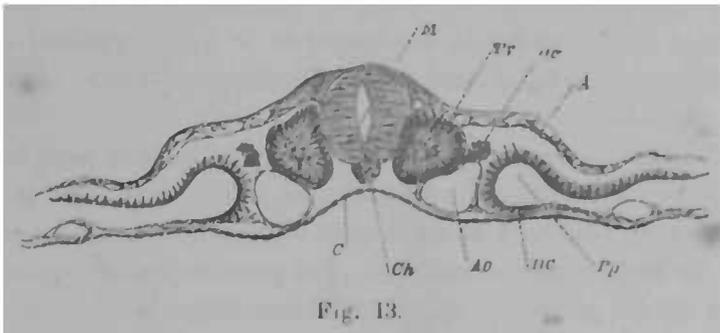
Ces lignes transparentes sont dues à l'existence de véritables fentes, qui donnent naissance à des espaces étroits ne contenant qu'un liquide clair; les coupes transversales montrent que ces solutions de continuité n'intéressent que le mésoblaste; l'épi-blaste et l'hypo-blaste n'y ont aucune part. Les premières lignes claires sont au nombre de deux, l'une un peu en arrière de l'autre, elles se montrent à peu près vis-à-vis du point où les replis médullaires se sont soudés pour la première fois lors de la formation du tube neural. Les lignes longitudinales commencent à peu près au même point et se dirigent d'avant en arrière, parallèlement à la notocorde, aussi loin que s'étend la soudure du canal médullaire. Dans la suite, d'autres lignes transversales, parallèles aux deux premières, apparaissent derrière elles.

La surface de chaque lame vertébrale se trouve ainsi divisée en une série de petits îlots carrés, limités par des lignes transparentes. Chacun de ces carrés représente la surface supérieure d'une masse cubique correspondante (fig. 13, P v; fig. 20, P v). Les deux premières masses cubiques ainsi formées, placées de chaque côté de la notocorde, au-dessous et un peu en dehors des replis médullaires, constituent la première paire de *protovertèbres*. Derrière cette première paire, mais disposées du reste de la même manière, une

deuxième et une troisième paires se constituent pendant la durée du premier jour.

La lame vertébrale continue avec la lame latérale (la distinction entre les deux lames n'est indiquée que par la division en couches de la lame latérale) est formée de plusieurs couches de cellules; mais une seule de ces couches, la supérieure, placée immédiatement au-dessous de l'épiblaste, semble se continuer dans la somatopleure; tout le reste, y compris les cellules qui formeront plus tard ce qu'on appelle le noyau des protovertèbres, semble passer directement dans la splanchnopleure.

Tous ces changements, à l'exception toutefois de la formation de la cavité pleuropéritonéale, peuvent être observés en examinant par leur face supérieure des préparations fraîches



COUPE TRANSVERSALE DE LA RÉGION DORSALE D'UN EMBRYON  
AU SECOND JOUR.

(Figure empruntée à His et destinée à montrer la formation des protovertèbres et la division du mésoblaste.)

Les protovertèbres sont irrégulièrement quadrilatérales, elles seraient plus carrées sur une coupe faite pendant le premier jour, avant l'apparition de l'aorte primitive et des rudiments des canaux de Wolff. (Voy. fig. 20.)  
M, canal médullaire; Pr, protovertèbre; ic, rudiment du canal de Wolff; A, épiblaste; C, hypoblaste; Ch, notocorde; Ao, aorte; BC, splanchnopleure.

transparentes; mais la nature de tous ces phénomènes se reconnaît bien mieux sur les coupes.

12. Depuis le commencement de l'incubation, l'aire opaque n'a point cessé de s'étendre à la surface du jaune; à la fin du premier jour, son diamètre est à peu près celui d'une pièce de cinquante centimes. Cette zone paraît plus ou moins marbrée dans la plus grande partie de son étendue, mais surtout

dans la partie qui avoisine l'aire transparente. Cette différence d'aspect est telle qu'elle suffit pour faire distinguer du reste la partie de l'aire opaque qui entoure immédiatement l'aire transparente.

De la 20<sup>e</sup> à la 24<sup>e</sup> heure, un nombre de plus en plus grand de cellules formatives se porte de la cavité de segmentation vers les bords de l'aire opaque, et là, immédiatement au-dessous de l'épiblaste, elles se transforment rapidement et constituent un réseau épais et quelque peu irrégulier de cellules mésoblastiques. L'aspect marbré de l'anneau interne, dont il a été question plus haut, est dû aux changements qui s'opèrent dans ces masses de mésoblaste, changements qui auront bientôt pour résultat la formation de ce qu'on appelle l'aire vasculaire, dont le bord extérieur marque la limite extrême du mésoblaste.

Pendant toute cette période, le sillon médullaire s'est accru rapidement d'avant en arrière, de sorte qu'il semble repousser de plus en plus dans cette direction le sillon primitif, qui devient en même temps et plus petit et moins apparent. A la fin du premier jour, le repli amniotique est très-facile à distinguer.

13. Les changements qui s'opèrent durant le premier jour peuvent être brièvement résumés de la manière suivante :

1<sup>o</sup> L'*hypoblaste* et le *mésoblaste* se forment aux dépens des sphères de segmentation, de sorte que, de la 6<sup>e</sup> à la 8<sup>e</sup> heure, les trois feuillets du germe : l'*épiblaste*, le *mésoblaste* et l'*hypoblaste*, sont définitivement établis.

2<sup>o</sup> La *ligne primitive* se forme par épaissement du mésoblaste.

3<sup>o</sup> Le *sillon primitif* se forme sur la partie médiane de la ligne primitive.

4<sup>o</sup> L'*aire transparente* acquiert un contour pyriforme, dont la grosse extrémité correspond à ce qui sera la tête de l'embryon et dont le grand axe est perpendiculaire au grand axe de l'œuf.

5° Le *sillon médullaire* paraît en avant du sillon primitif, et, au-dessous, la notocorde se forme aux dépens des cellules du mésoblaste.

6° Par suite du développement du *repli céphalique*, la tête se montre d'une manière bien nette pour la première fois.

7° Les *replis médullaires* s'élèvent, se soudent dans la région du cou pour former le tube neural; la ligne et le sillon primitifs disparaissent.

8° Une ou plusieurs paires de protovertèbres se constituent.

9° Par suite de la division du mésoblaste, la *somatopleure* se sépare de la *splanchnopleure*.

10° Les premières traces de l'*amnios* se montrent en avant du repli céphalique.

11° L'*aire vasculaire* commence à pouvoir être distinguée du reste de l'aire opaque.

Il peut être bon de faire remarquer, avant de passer au second jour, que ce que nous avons nommé les protovertèbres forme non-seulement les vertèbres permanentes, mais encore les muscles superficiels du dos et quelques autres, ainsi que les nerfs spinaux; que la paire de protovertèbres qui paraît la première, correspond, non pas à la première vertèbre cervicale du poulet adulte, mais à la troisième ou même à la quatrième, car bien que la plupart des protovertèbres se forment en succession régulière derrière la première paire, deux ou même trois paires peuvent se constituer en avant d'elle; et enfin, que, dans la partie de l'embryon qui forme la tête, le mésoblaste ne se divise jamais en protovertèbres pas plus qu'il n'y subit la séparation en somatopleure et en splanchnopleure.

---

## CHAPITRE IV.

### Changements qui s'opèrent pendant le second jour.

1. *Première partie du second jour.* En essayant d'enlever le blastoderme d'un œuf qui a subi de 30 à 36 heures d'incubation, l'observateur ne peut manquer de constater un changement marqué dans la consistance des productions blastodermiques. La délicatesse extrême et la mollesse des tissus qui rendaient l'extraction d'un blastoderme de 18 à 20 heures si difficile, ont été remplacées par une fermeté notable; les contours de l'embryon et de ses appendices sont beaucoup plus accusés, bien plus nets, et le blastoderme peut être enlevé en entier avec une plus grande facilité qu'auparavant.

Dans l'embryon lui-même, vu par sa face supérieure, ce qui tout d'abord attire l'attention, c'est le progrès du repli céphalique (fig. 15). La branche supérieure du repli qui sera la tête est devenue de plus en plus proéminente, tandis que le sillon placé au-dessous est non-seulement plus profond par rapport à ce qu'il était précédemment, mais, de plus, il se trouve entraîné en arrière, au-dessous du corps de l'embryon (chap. II, § 5).

2. Les replis médullaires se referment rapidement. Dans la région de la tête ils sont déjà complètement soudés; une légère encoche sur la ligne médiane à l'extrémité antérieure indique pendant quelque temps leur ligne de jonction. Le sillon médullaire ouvert du premier jour, s'est ainsi trans-

formé en un tube, ou *canal neural* fermé en avant, mais encore ouvert en arrière. Pendant une courte période, le calibre de ce tube est uniforme dans toute sa longueur: mais bientôt l'extrémité antérieure se dilate en un petit bulbe, dont la cavité demeure continue avec le reste du canal neural, et dont les parois, ainsi que celles du tube, sont

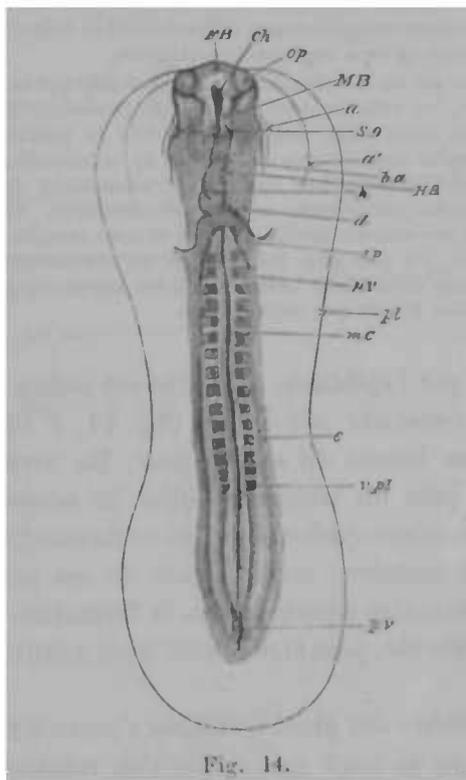


Fig. 14.

EMBRYON DE POULET DE PREMIER JOUR (APRÈS 36 HEURES ENVIRON D'INCUBATION), FACE INFÉRIEURE VUE À LA LUMIÈRE TRANSMISE.

*pl*, contour de l'aire transparente.

*FB*, première vésicule cérébrale, sur les côtés de laquelle on voit les vésicules optiques *op*, en saillie, la tête est maintenant délimitée et constituée. La limite du pli de la somatopleure est indiquée par la ligne *S'o*. Autour de la tête on aperçoit les deux parties du repli amniotique antérieur: l'une, vrai amnios, *α*, enveloppe immédiatement la tête, l'autre le faux amnios, *α'*, en est à quelque distance. On voit la tête dépasser la limite antérieure de l'aire transparente.

Le repli de la splanchnopleure s'étend en arrière jusqu'en *sp*. Sur ses branches divergences, on voit nettement les racines veineuses, ou veines omphalo-mésentériques, s'unir pour former le cœur *h*, continu en avant avec le bulbe artériel *ba*, qui se perd dans la tête en avant du pli de la somatopleure.

Au-dessous du cœur, dans cette position de l'embryon, on voit le pré-intestin, *d*, dont la vaste ouverture en forme de croissant est très-évidente à la limite postérieure du pli de la splanchnopleure. Au-dessous du pré-intestin on aperçoit vaguement la vésicule cérébrale postérieure HB, plus haut, la vésicule moyenne MB, un peu plus distincte. Ces parties ne sont pas encore complètement différenciées et leurs limites, par conséquent, ne peuvent qu'être vaguement indiquées.

En arrière du pli de la splanchnopleure, qui marque la limite postérieure du pré-intestin, on voit les deux rangées de protovertèbres; la ligne sombre *mc*, placée entre elles, indique à la fois la position de la ligne de jonction des replis médullaires et celle de la notocorde. L'extrémité antérieure de ce dernier organe se voit en *ch*, au-dessous de la vésicule cérébrale; l'extrémité postérieure en est peu distincte. Vers la queue, les protovertèbres deviennent moins visibles et sont remplacés par les lames vertébrales *vpl*. Un peu plus loin encore, au commencement de la queue, toutes les parties deviennent indistinctes, les restes du sillon primitif *pr*, sont aussi faciles à voir que tout le reste.

constituées par l'épiblaste. Ce bulbe est connu sous le nom de *première vésicule cérébrale* (fig. 14, F B), et paraît dès les premières heures du second jour. En arrière, on trouve un second, puis un troisième bulbe, la *seconde* et la *troisième vésicules cérébrales*, qui se forment successivement de la même manière; mais l'étude de ces parties, qui commencent à paraître aussitôt après la formation de la première vésicule cérébrale, peut être remise avec avantage à une autre période.

3. Le nombre des protovertèbres s'accroît rapidement. Au lieu d'une ou de deux paires que l'on rencontre à la fin du premier jour, on en voit, à la fin du second, cinq, huit et même davantage (fig. 14, 15, *pv.*) : chacune d'elles se forme de la même façon que la première. Ainsi qu'il a été dit plus haut, leur nombre s'augmente successivement d'avant en arrière, les nouvelles protovertèbres paraissant derrière les anciennes; cependant une paire au moins se forme en avant de celle qui a paru la première.

Dans les premières heures de ce deuxième jour la forma-

tion des nouvelles protovertèbres marche de pair avec la fermeture des replis médullaires, en sorte que la partie fermée du canal est toujours accompagnée de protovertèbres; mais plus tard, la formation des protovertèbres se trouve retardée, en sorte que, à quelque distance de l'extrémité postérieure, le

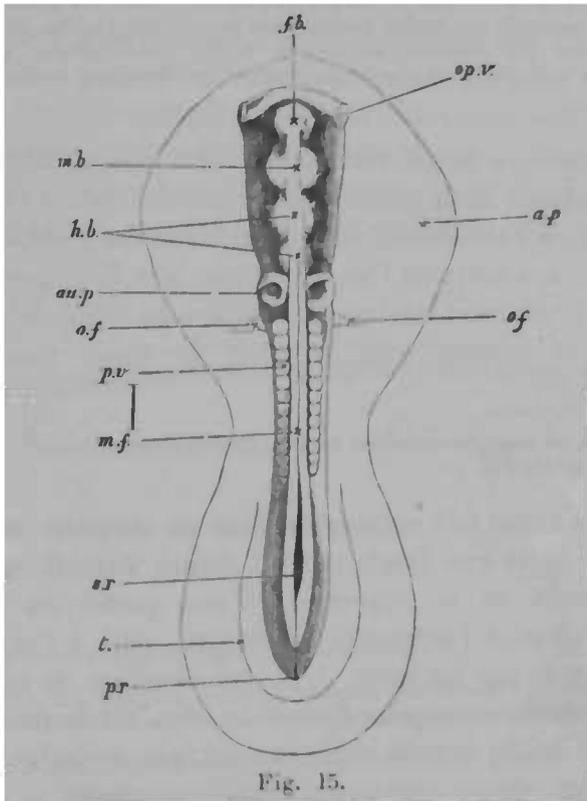


Fig. 15.

EMBRYON DE POULET APRÈS 36 HEURES D'INCUBATION, FACE SUPÉRIEURE  
VUE A LA LUMIÈRE DIRECTE.

(Préparation par l'acide chromique.)

*fb*, vésicule cérébrale antérieure; *mb*, vésicule moyenne; *hb*, vésicule postérieure; *op.v.*, vésicule optique; *au.p.*, vésicule auditive; *of*, veine omphalo-mésentérique; *p.v.*, protovertèbre; *m.f.*, ligne de soudure des replis médullaires; *sr*, sinus rhomboïdal; *t.*, repli caudal; *pr*, restes du sillon primitif; *ap*, aire transparente.

La ligne verticale placée à côté de la figure, entre les indications *p.v.* et *m.f.*, représente la longueur totale de l'embryon.

Le contour de la figure indique les limites de l'air transparent. La tête, qui s'étend jusqu'en *of*, est très-nettement indiquée; mais ni les replis de la somatopleure, ni ceux de la splanchnopleure ne sont représentés ici; ces derniers divergent au niveau de *of*, les premiers, beaucoup plus près du sommet, quelque part entre les indications *mb* et *hb*. Les vésicules optiques font saillie sous l'épiblaste. Le cœur, placé à la face inférieure du corps, ne peut être vu. Le repli caudal, *t*, est à peine indiqué; les replis latéraux ne sont pas encore visibles, d'une façon distincte, vers le milieu de la région qui s'étend de la tête à la queue. En *mf*, la ligne de soudure des replis médullaires est encore visible, elle se perd en avant sous les vésicules cérébrales, tandis qu'en arrière les replis divergent et délimitent le sinus rhomboïdal, *sr*, destiné à devenir de plus en plus étroit.

canal médullaire fermé, reste privé, dans une certaine partie de sa longueur, de la protection des protovertèbres (fig. 15). Tout à fait à l'extrémité, les plis médullaires s'abaissent de plus en plus, s'écartent l'un de l'autre, puis se réunissent de nouveau, produisant ainsi une dépression en forme de losange, ouverte, et connue sous le nom de sinus rhomboïdal (fig. 15, *sr*).

En arrière du sinus rhomboïdal on voit généralement un faible reste du sillon primitif (fig. 15, *pr*).

4. Nous avons fait remarquer dans un chapitre précédent (chap. II, § 5) que l'embryon est formé virtuellement par le plissement ou la dépression d'une partie du blastoderme, d'abord à l'extrémité antérieure, puis à l'extrémité postérieure et sur les côtés. L'un des résultats de ce plissement du blastoderme pour former la tête, est la formation, au-dessous de l'extrémité antérieure du tube médullaire, d'un canal court, fermé en avant, mais largement ouvert en arrière (fig. 16, D), un véritable cul-de-sac, tapissé par l'hypoblaste, allant de l'extrémité antérieure de l'embryon jusqu'au point où le feuillet splanchnopleural du repli céphalique se recourbe sur lui-même (fig. 16, F. Sp). Ce cul-de-sac, qui devient de plus en plus long, à mesure que le repli céphalique se porte en arrière est le rudiment de la partie antérieure du canal alimentaire, qu'on pourrait appeler le pré-intestin. Dans les coupes transversales, ce cul de sac paraît

aplati de haut en bas et courbé de manière à ce que sa convexité regarde en bas (fig. 18, *al*). Au début, l'extrémité antérieure est complètement close, la bouche n'existant pas encore : la formation de cette cavité n'a lieu qu'à une date ultérieure et sera décrite plus tard.

A la fin de la première moitié du second jour, le repli céphalique n'a pas encore été entraîné bien loin en arrière, et les limites peuvent en être facilement aperçues, sur un embryon frais, de quelque côté qu'on l'examine, soit par la face supérieure, soit par la face inférieure.

5. C'est dans le repli céphalique que naît le cœur, son origine est en rapport avec la division du mésoblaste et la

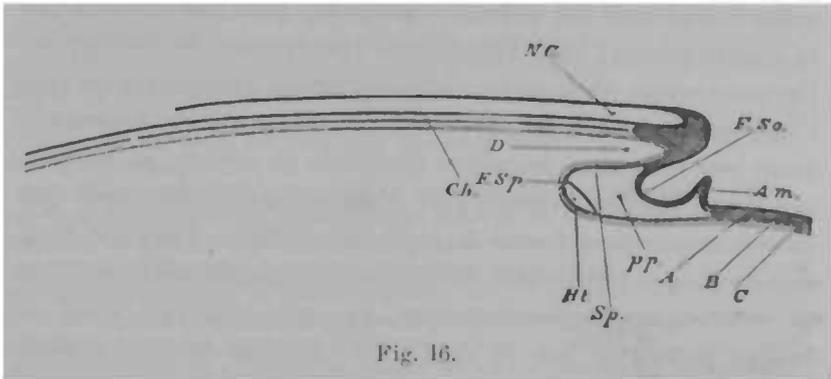


Fig. 16.

COUPE LONGITUDINALE DU BLASTODERME SUIVANT L'AXE DE L'EMBRYON.

(La coupe est supposée faite au moment où le repli céphalique a commencé à se former, mais où le repli caudal n'a pas encore paru.)

NC, canal neural, fermé en avant, encore ouvert en arrière. Ch, notocorde, elle n'atteint pas encore l'extrémité antérieure, elle n'est pas non plus complètement formée en arrière. La coupe ayant été faite sur la ligne médiane ne peut montrer les protovertèbres. En avant de la notocorde on voit une masse appartenant au mésoblaste et n'ayant pas subi la division horizontale comme le reste de ce feuillet, elle formera plus tard le crâne; D, partie antérieure du canal alimentaire; FSo, somatopleure soulevée dans sa portion périphérique pour former le repli amniotique Am; Sp, splanchnopleure; en Sp, elle forme la paroi inférieure de l'intestin, en FSp, elle se retourne pour se diriger en avant et, précisément au point où se fait ce changement de direction, la cavité du cœur, Ht, se développe dans le mésoblaste de la splanchnopleure; pp, cavité pleuropéritoneale. A, épiblaste; B, mésoblaste; C, hypoblaste; indiqués dans la figure par des différences de teinte. Le mésoblaste n'a encore subi aucune division dans les points auxquels se rapportent ces trois dernières indications.

formation de la splanchnopleure et de la somatopleure, dont il a déjà été question plus haut.

A l'extrémité même de l'embryon (fig. 16), au point où le blastoderme commence à se retourner en arrière, le mésoblaste ne se divise jamais : il n'existe, par conséquent, en cet endroit, ni somatopleure, ni splanchnopleure ; mais un peu plus en arrière, tout près de l'extrémité antérieure encore fermée de l'intestin, la division du mésoblaste commence à l'époque dont nous parlons, et la somatopleure (F, So), ainsi que la splanchnopleure (F, Sp) s'écartent l'une de l'autre. Elles comprennent entre elles une cavité (pp), qui s'accroît rapidement en arrière par suite de ce fait que le pli splanchnopleural est entraîné beaucoup plus rapidement que le somatopleural vers l'extrémité postérieure de l'embryon. Ces deux replis, après s'être dirigés pendant quelque temps vers l'extrémité postérieure, se retournent bientôt et, reprenant alors leur direction primitive d'arrière en avant, se portent sur le sac vitellin. Après s'être ainsi retournés (et après que la somatopleure a formé le repli amiotique Am) ces deux membranes se confondent de nouveau et constituent ensemble le revêtement blastodermique du sac vitellin. Ainsi se trouve fermée en bas la cavité qui résulte de leur écartement.

D'après ce mode de formation, le lecteur reconnaîtra aisément que cette cavité fait partie de la cavité générale pleuropéritonéale (à cette époque, elle en constitue même la plus grande partie) : c'est dans cette cavité que se forme le cœur.

Le cœur apparaît à la face inférieure et à l'extrémité postérieure du pré-intestin, précisément au point où la splanchnopleure se retourne pour reprendre sa direction primitive d'arrière en avant (fig. 16, Ht). A la fin de la première moitié du second jour (fig. 14, h), il a pris à peu près la forme d'une fiole un peu courbée à droite. A son extrémité antérieure, une légère dilatation signale le futur *bulbe artériel* et un faible bombement en arrière indique la position

des oreillettes. Le cœur est creux et dans sa cavité, en bas et en arrière, s'ouvrent deux vaisseaux, appelés veines *omphalo-mésentériques* (fig. 14, 15, *of*), qui passent de dedans en dehors dans les plis de la splanchnopleure, en faisant presque un angle droit avec l'axe de l'embryon. L'extrémité antérieure du cœur est unie aux deux aortes.

Dans le poulet (comme dans tous les vertébrés chez lesquels ce point a été étudié à fond) la partie musculaire des parois du cœur dérive du mésoblaste de la splanchnopleure.

Bien que l'on puisse affirmer avec quelque certitude que ce fait est vrai pour tous les vertébrés, il n'en est pas moins certain, d'après nos connaissances actuelles, que le mode réel de développement se trouve être fort différent suivant les cas, et il semble probable que ces différences sont dues en partie à des variations dans le mode de formation du canal alimentaire ou dans l'époque où ce canal se ferme.

Chez le poulet, les recherches sur les premières périodes du développement du cœur sont entourées de difficultés considérables, il en est résulté que les différents investigateurs sont arrivés à des résultats très-divergents, la plupart d'entre eux cependant s'accordent à admettre que le cœur se forme aux dépens du mésoblaste splanchnopleural. Quant à ce qui est de l'épithélium du cœur, on peut dire que toute information exacte nous fait défaut à ce sujet.

Von Baer a décrit le cœur comme constitué, dans sa première période, par deux agglomérations de cellules du mésoblaste splanchnopleural, convergeant en avant l'une vers l'autre et lâchement unies entre elles, à l'extrémité du pré-intestin, par une bande mince, mais divergeant en arrière en suivant les feuillettes de la splanchnopleure. Quand le pré-intestin s'allonge, les deux masses se soudent de plus en plus en avant jusqu'à ce que la masse toute entière prenne un aspect fusiforme, cette masse demeure attachée à la paroi inférieure du pré-intestin, envoie des prolongements qui s'écartent à la manière des branches d'un Y renversé,  $\chi$ , et se continuent de chaque côté dans les plis de la splanchnopleure. Solide et pleine tout d'abord, dans toute son étendue, la masse en  $\chi$  se creuse un peu plus tard d'une cavité et se remplit de liquide, par suite de la transformation de ses cellules centrales.

La description de Remak (*Entwickelung der Wirbelthiere*, 1855) est à peu près semblable à la précédente.

Suivant His, le cœur est formé par une lamelle de la splanchnopleure qui se détache de ce feuillet, puis s'unit à une lamelle semblable de la somatopleure. Il serait creux dès le début. Dès le début également la cavité du cœur se continue avec les canaux aortiques, et avec les veines omphalo-mésentériques, dont les racines sont formées exactement de la même manière.

C'est par ces canaux que les éléments épithéliaux (endothéliaux) dérivés du vitellus blanc trouvent accès dans le cœur, où ils constituent le revêtement épithélial (endothélial) des parois.

Suivant Minassieff (*Bull. Acad. Saint-Petersbourg.*, tom. XIII, 1869, pp. 321-335), le cœur est formé par une couche épaisse du mésoblaste splanchnopleural qui se détache longitudinalement de la paroi inférieure du pré-intestin. De chaque côté, la partie du mésoblaste détachée est si considérable qu'une seule couche de cellules reste unie à l'hypoblaste pour former la

paroi intestinale (sur une coupe transversale de l'embryon les cellules de la couche restante présentent un aspect fusiforme). Sur la ligne médiane la séparation n'est pas complète, la couche de mésoblaste détachée reste unie par quelques cellules à la paroi de l'intestin. A son tour, la couche simple de cellules fusiformes restée adhérente se détache de la paroi, de chaque côté de la ligne médiane, mais reste adhérente le long de cette même ligne. Nous avons donc ainsi, sur une coupe transversale, une couche mince et une couche épaisse de mésoblaste suspendues en double feston à la paroi inférieure (hypoblastique) de l'intestin. Ces deux couches se séparent de plus en plus de l'intestin et font saillie dans l'espace pleuropéritonéal, formant ainsi conjointement avec l'intestin une cavité, double d'abord, mais qui, dans la suite, devient simple par la disparition des cellules placées sur la ligne médiane : c'est la cavité du cœur; la couche épaisse correspond aux parois musculaires, la couche mince au revêtement épithélial. Les deux extrémités sont ouvertes et communiquent l'une, en arrière, avec les veines omphalo-mésentériques, l'autre, en avant, avec les aortes. Au début, le cœur n'est pas un tube à parois spéciales complètes, c'est plutôt une cavité comprise entre des parois mésoblastiques en bas et sur les côtés et couverte en haut par la paroi inférieure du pré-intestin réduite à l'hypoblaste. Bientôt cependant les parois latérales se rapprochent en haut l'une de l'autre, et, par cette sorte de pincement, constituent en s'unissant, un tube complet et distinct : c'est le cœur. Ce tube se détache ensuite de l'intestin dans la plus grande partie de sa longueur sans cesser toutefois d'y être fixé par ses extrémités veineuses et artérielles.

Klein (*Wien. Sitzungsbericht.*, LXIII, II, 1871) estime que le cœur, formé par les cellules du mésoblaste de la splanchnopleure, est d'abord une masse pleine qui, plus tard, se creuse d'une cavité par la transformation de ces cellules centrales en globules sanguins. Les cellules de la couche en contact immédiat avec les globules sanguins, forment le revêtement épithélial qui se continue plus tard avec celui qui tapisse les gros vaisseaux.

Les idées exprimées plus loin, que nos observations personnelles nous ont conduits à adopter, s'accordent avec celles de Klein, quant à ce qui est de la formation du cœur par l'épaississement du mésoblaste de la splanchnopleure, mais leur concordance avec les idées de Von Baer est beaucoup plus complète.

Pour comprendre la formation du cœur, il faut avoir bien présent à l'esprit ce fait que, dans la région où le cœur va paraître, la splanchnopleure, de chaque côté, se replie sur elle-même d'un mouvement continu et que les replis latéraux qui en résultent, à mesure qu'ils se trouvent formés, se rapprochent graduellement l'un de l'autre et s'unissent sur la ligne médiane pour former la paroi inférieure du pré-intestin (qui, chez le poulet adulte, formera la paroi antérieure d'une portion du canal alimentaire). (Comparez chap. II, § 5). A un moment donné, ces replis se trouvent réunis, sur la ligne médiane, dans une certaine étendue, à partir du point où la division du mésoblaste a commencé (c'est-à-dire du point où commence la séparation de la somatopleure et de la splanchnopleure), jusqu'à un point situé plus en arrière.

En ce dernier point, les replis se rencontrent sans être cependant encore réunis (fig. 17, A). Un peu plus loin en arrière, ils ne se sont pas encore rencontrés, mais ils inclinent sensiblement l'un vers l'autre (fig. 17, B). Ou bien encore, en sens inverse, à partir de leur point d'union, on voit ces replis s'écarter l'un de l'autre, et dans leur divergence ils ne ten-

dent pas seulement à s'éloigner de la ligne médiane, mais, de plus, tous deux se retournent pour se diriger d'arrière en avant, revenir à la surface du jaune et se continuer avec la somatopleure (fig. 16). Sur une coupe transversale, en arrière de ce point de réunion ou de divergence, comme on voudra l'appeler, si l'on suit la splanchnopleure de haut en bas à partir de l'axe embryonnaire, on la voit se recourber vers la partie médiane pour rejoindre sa congénère, puis s'écarter rapidement de dedans en dehors (fig. 17, B). Une coupe longitudinale, à la même époque, montre qu'elle se porte aussi d'arrière en avant (fig. 16). Une coupe faite au point même de divergence montre les deux replis au contact sur la ligne médiane puis se séparant ensuite de manière à former une sorte d'X dont les branches supérieures et inférieures divergent également. Sur une coupe faite en avant du point de divergence (fig. 18), les branches divergentes inférieures de l'X ont absolument disparu; il ne reste plus que les branches supérieures qui, réunies, sur la ligne médiane, constituent la paroi inférieure du pré-intestin.

A mesure que le développement fait des progrès, le point que nous avons appelé « point de divergence » est incessamment reporté de plus en plus loin en arrière, en sorte que la distance qui le sépare du point où la somatopleure s'écarte de la splanchnopleure, c'est-à-dire la longueur totale du pré-intestin, s'accroît de plus en plus.

Lorsque le cœur est sur le point de se former, on observe dans le mésoblaste de la splanchnopleure, le long des replis divergents, c'est-à-dire des branches inférieures de l'X, en arrière du point de divergence, des épaisissements qui sont unis l'un avec l'autre par l'intermédiaire d'un épaisissement mésoblastique semblable siégeant au point de divergence même.

Tout d'abord il n'y a aucun épaisissement du mésoblaste en avant du point de divergence, c'est-à-dire sur la paroi inférieure du pré-intestin. Mais comme, dans la suite, le point de divergence est reporté en arrière et quoique la partie inférieure des replis (les branches inférieures de l'X) disparaissent, l'épaisissement produit en ce point persiste et s'augmente même plus tard. Bientôt, par conséquent, nous trouvons sur la paroi inférieure du pré-intestin, immédiatement en avant du point de divergence, un épaisissement du mésoblaste continu avec les épaisissements signalés dans les replis divergents, en arrière du point de divergence. Tout cet ensemble affecte la forme d'un X (Y renversé).

Cet épaisissement en forme de X devient creux par suite de la transformation de ses cellules centrales, la cavité simple de la partie antérieure est la cavité du cœur et les deux cavités divergentes en arrière, avec lesquelles la première se continue, sont les veines omphalo-mésentériques.

A mesure que le développement se poursuit et que le point de divergence se reporte de plus en plus loin en arrière, le cœur augmente peu à peu de longueur aux dépens des veines omphalo-mésentériques qui s'unissent et se sondent entre elles à cet effet.

La soudure des épaisissements du mésoblaste qui constituent les parois des veines omphalo-mésentériques précède la réunion de leurs cavités, de sorte que les coupes faites en certains points présentent deux cavités enfermées dans une seule paroi. C'est là sans doute ce qui a été vu par les observateurs qui ont décrit le cœur comme formé par un tube double qui devient simple plus tard.

L'extrémité antérieure du cœur se continue avec des canaux formés de la même manière que les précédents au sein du mésoblaste du pré-intestin et

devenus creux par la transformation de certaines de leurs cellules. Ce sont les canaux aortiques.

Au début, la substance du cœur est adhérente, dans toute sa longueur, à la paroi inférieure de l'intestin dont, à vrai dire, elle fait alors partie. Plus tard, elle devient libre dans sa partie moyenne, les extrémités veineuses et aortiques seules restent adhérentes.

Le cœur commence à battre aussitôt après sa formation; ses pulsations, d'abord lentes et rares, commencent à l'extrémité veineuse et finissent à l'extrémité artérielle. Il est intéressant de noter que cette activité fonctionnelle commence longtemps avant que les cellules dont l'organe est composé ne laissent apercevoir entre elles aucune différenciation distincte en éléments nerveux ou musculaires.

6. Le liquide, poussé par les contractions du cœur, trouve passage dans un système de tubes, établi dans le mésoblaste de l'embryon et dans celui de l'aire vasculaire et de l'aire transparente.

En avant, le tube simple qui constitue alors le cœur se bifurque et donne naissance à deux *aortes primitives*, qui contournent l'extrémité antérieure du pré-intestin, pour se porter de la face inférieure à la face supérieure de cet organe, formant ensemble une sorte de collier artériel incomplet, enseveli dans le mésoblaste de l'intestin. Arrivées à la face supérieure de l'intestin, les deux aortes se recourbent brusquement et se dirigent séparément, mais parallèlement l'une à l'autre, d'avant en arrière, vers la queue de l'embryon; elles sont enveloppées dans le mésoblaste, de chaque côté de la notocorde, immédiatement au-dessous des protovertèbres (fig. 18, A o, 20, A o). Vers la moitié de la distance qui sépare leur origine de l'extrémité caudale de l'embryon chacune de ces deux aortes fournit une grosse branche, qui se sépare à angle droit et se dirige de dedans en dehors pour aller se distribuer dans l'aire vasculaire et dans l'aire transparente : ce sont les *artères omphalo-mésentériques* (fig. 23, O f A). Après la séparation de ces deux gros vaisseaux, le calibre de chacune des deux aortes se trouve considérablement amoindri

et les deux troncs poursuivent leur cours vers la queue où ils se perdent tous les deux.

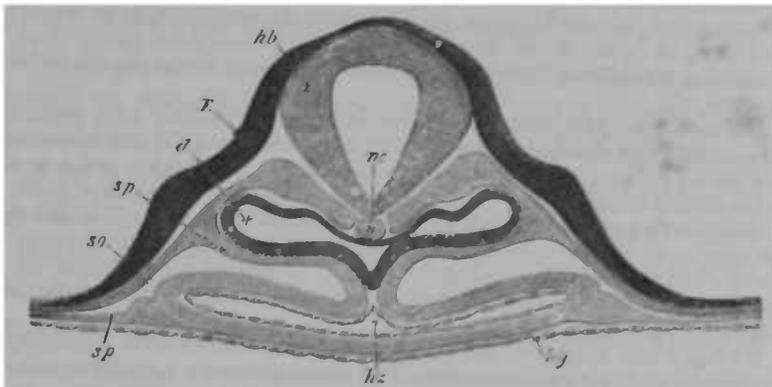


Fig. 17, A.

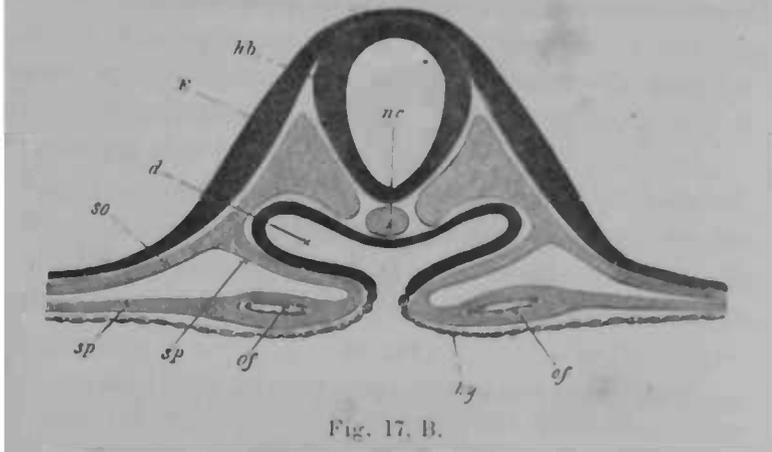


Fig. 17, B.

DEUX COUPES CONSÉCUTIVES FAITES SUR UN EMBRYON DE 36 HEURES,  
POUR MONTRER LA FORMATION DU CŒUR.

(La coupe A est faite en avant de la coupe B.)

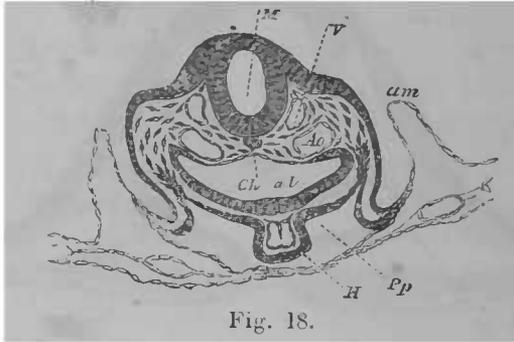
*hb*, vésicule cérébrale postérieure; *nc*, notocorde; *E*, épiblaste; *so*, somatopleure; *sp*, splanchnopleure; *d*, canal alimentaire; *hy*, hypoblaste; *hz* (dans A), cœur; *of*, veine omphalo-mésenterique.

D'après ces coupes, on voit que le cœur est formé par le mésoblaste de la splanchnopleure; il n'est point constitué toutefois par une portion détachée du mésoblaste qui forme la paroi musculaire du canal alimentaire, mais le mésoblaste, au moment même où il se retourne pour se porter sur le sac vitellin, s'épaissit : chacun de ces épaissements (un de chaque côté) se

creuse d'une cavité qui, immédiatement en arrière du cœur, forme les veines omphalo-mésentériques (coupe B, *of*). Mais à mesure que les replis de la splanchnopleure se complètent et que le canal digestif se ferme, au lieu de demeurer ouvert en partie, comme il l'est sur la coupe B, ces deux cavités s'unissent : il se produit alors quelque chose de semblable à ce que l'on voit dans la figure A, où le cœur ne possède qu'une seule cavité (*h.z*). A l'intérieur du cœur on aperçoit un revêtement interne formé par des cellules aplaties.

Les teintes données dans les figures aux divers feuilletts sont purement schématiques. L'épiblaste présente une même teinte qu'il soit superficiel comme en E, ou inclus dans le canal neural. Le mésoblaste présente une autre teinte, mais toujours la même, qu'il soit indivis ou partagé entre la somatopleure et la splanchnopleure. Pour l'hypoblaste, on a fait une distinction entre les portions épaissies qui couvrent le canal alimentaire, et les portions minces qui appartiennent à la partie périphérique de la splanchnopleure : ces portions sont d'abord continues comme en B, puis séparées comme en A.

On comprend aisément que les deux figures, bien qu'elles représentent réellement deux coupes consécutives d'un même embryon, peuvent cependant être considérées comme représentant aussi deux phases différentes de la formation du cœur. B, par suite de la marche du développement devient A, et A se trouvait à l'état de B, quelque temps auparavant.



COUPE TRANSVERSALE D'UN EMBRYON FAITE SUR LA RÉGION  
DU BULBE ARTÉRIEL A LA FIN DU SECOND JOUR.

(Figure empruntée à His.)

M, canal médullaire dans la région de la vésicule cérébrale postérieure; V, veine cardinale antérieure ou vertébrale supérieure; Ao, aorte; Ch, notocorde; al, canal alimentaire; H, cœur (bulbe artériel); Pp, cavité pleuropéritonéale; am, amnios.

En comparant cette figure à la figure 17, on voit que la paroi mésoblastique (musculaire) du cœur, s'est complètement séparée du reste du mésoblaste de la splanchnopleure, qui forme, dans la coupe, une ligne indépendante au-dessous du cœur; la coupe de diverses branches des veines omphalo-mésentériques se voit de chaque côté. La ligne de mésoblaste, unissant la splanchnopleure et la somatopleure, représentée dans la figure, a été décrite par His, mais nous ne l'avons jamais observée nous-mêmes.

La formation des canaux vasculaires dans l'aire vasculaire et dans l'aire transparente, ainsi que leur différenciation consécutive en artères, capillaires et veines, se poursuivent l'une et l'autre avec rapidité. Les globules sanguins se forment aussi en nombre considérable. L'aire vasculaire jaune, tachetée, se couvre de plaques rouges constituées par des amas de globules sanguins souvent appelés « ilots sanguins. »

Près du bord extérieur de l'aire vasculaire on voit une ligne rouge, fine, qui entoure presque entièrement cette zone, c'est le « *sinus terminalis* » ou *sinus terminal* (fig. 23, ST). Ce vaisseau croîtra bientôt en volume et en importance.

Plusieurs des gros canaux provenant de l'aire vasculaire et de l'aire transparente s'unissent et forment deux gros troncs, un de chaque côté, qui suivent les replis de la splanchnopleure, en formant presque un angle droit avec l'axe de l'embryon, s'unissent au « point de divergence » pour se confondre avec l'extrémité veineuse du cœur. Ce sont les veines omphalo-mésentériques (fig. 14, *of*; 23, *of*), dont il a été question plus haut.

Vaisseaux et globules sont tous produits aux dépens des cellules du mésoblaste; dans les régions où le mésoblaste est déjà divisé, on ne voit d'abord de vaisseaux que dans la splanchnopleure exclusivement; mais finalement on en rencontre partout.

Le mode de formation des vaisseaux sanguins et des globules a été longtemps discuté. Les observations de l'un de nous, nous portent à croire que la description suivante répond à la réalité des faits.

C'est dans l'aire transparente que la formation des vaisseaux peut être le plus facilement observée: on voit un grand nombre de cellules du mésoblaste émettre des prolongements qui s'unissent les uns aux autres, et forment par leur union une sorte de réseau de protoplasma, présentant des noyaux aux points où les prolongements ont commencé. Ces noyaux qui, pour la plupart, sont très-allongés et contiennent de gros nucléoles ovales, se multiplient avec rapidité par division et forment ainsi, aux points que l'on pourrait appeler les nœuds du réseau, des groupes de noyaux. On peut voir aussi plusieurs de ces noyaux disséminés çà et là sur les prolongements eux-mêmes. Le réseau étant ainsi complète, ces groupes, par suite de la division des noyaux qui se continue, augmentent de volume; la plus grande partie des noyaux qui les constituent prennent une couleur rouge et se transforment en globules sanguins (fig. 19, *bc*); mais quelques-uns, en ge-

néral ceux qui sont au pourtour du groupe, ne subissent aucun changement (fig. 19, a). Le protoplasma au sein duquel sont englobés les noyaux centraux devenus rouges, se liquéfie; tandis que le protoplasma qui entoure le groupe, ainsi que celui qui constitue les prolongements, reste granuleux tout en augmentant de volume et forme une enveloppe aux noyaux non modifiés qui y sont inclus.

Chaque point nodal se transforme ainsi en une masse plus ou moins arrondie, constituée par des globules sanguins flottant dans le plasma, enveloppée d'une couche de protoplasma granuleux. Tous ces groupes sont réunis par des cordons de protoplasma parsemé de noyaux. Ces cordons s'épaississent rapidement, de nouveaux prolongements se forment incessamment, et

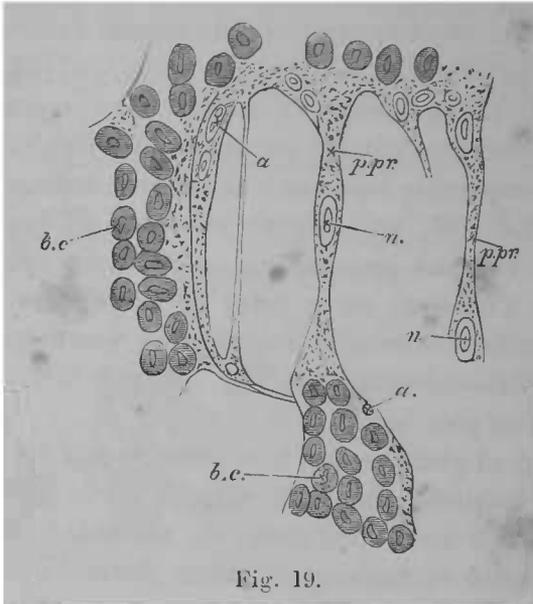


Fig. 19.

VUE DE LA FACE INFÉRIEURE D'UNE PETITE PORTION DE L'EXTREMITÉ POSTÉRIEURE DE L'AIRE TRANSPARENTE D'UN POULET DE 36 HEURES.

(Figure destinée à montrer la formation des capillaires et des globules sanguins. Grossissement : 400 diamètres.)

*bc*, globules sanguins, en un point nodal, commençant à prendre la couleur rouge. Ils sont inclus dans des masses de protoplasma dont la couche externe renferme des noyaux, *a*, dont quelques-uns présentent deux nucléoles. Les groupes nodaux sont unis par des prolongements protoplasmiques (*ppr*), contenant aussi des noyaux munis de gros nucléoles (*n*). Ces noyaux se multiplient par division et se transforment, les uns, en noyaux des cellules qui constituent les parois des vaisseaux, les autres en globules sanguins.

le réseau demeure ainsi toujours épais et serré pendant que l'aire augmente de volume.

Une transformation semblable à celle qui a eu lieu dans les nœuds du

réseau, s'opère dans les noyaux des prolongements et y fait apparaître des globules sanguins; les portions centrales des prolongements eux-mêmes se liquéfient. Les noyaux non colorés, situés dans l'enveloppe des groupes nodaux, ainsi que ceux qui se trouvent à l'extérieur des prolongements, s'entourent d'une certaine quantité de protoplasma granuleux et se transforment en cellules fusiformes. Chaque groupe nodal, chaque prolongement acquiert ainsi une paroi distincte formée de cellules à noyaux. Par suite de l'élargissement progressif des prolongements, de la liquéfaction de leur portion centrale, et par l'augmentation correspondante du nombre des cellules à noyaux qui les enveloppent, le réseau de protoplasma se trouve transformé en un système de tubes anastomosés, dont les canaux contiennent à la fois des globules sanguins et du plasma, et dont les parois sont constituées par des cellules fusiformes pourvues de noyaux.

Les globules sanguins passent librement des points nodaux dans les cavités des prolongements, et le réseau de protoplasma se trouve ainsi transformé en un réseau vasculaire, dont les globules et les noyaux des parois dérivent, par diverses voies de développement, des noyaux du protoplasma primitif.

La formation des globules ne se fait, ni avec la même rapidité, ni avec la même abondance, dans toutes les parties du blastoderme. La très-grande majorité se forme dans l'aire vasculaire, quelques-uns cependant naissent de l'aire transparente et surtout de la partie postérieure de cette zone. Dans la partie antérieure de l'aire transparente, les prolongements sont plus longs et le réseau qu'ils forment est, par conséquent, beaucoup plus lâche: en outre, les globules n'y apparaissent que plus tard et y sont moins nombreux une fois formés.

Les artères, les veines omphalo-mésentériques et le sinus terminal qui, dès le début, est pourvu d'une paroi distincte, semblent avoir une origine tout à fait analogue à celle des autres vaisseaux, et la description de la formation du cœur, donnée plus haut, montre que le cœur lui-même n'est rien autre chose qu'un gigantesque point nodal.

Si l'on admet l'exactitude de la description ci-dessus, il devient évident que les vaisseaux sanguins du poulet ne se montrent pas à l'état d'espaces libres, de canaux séparant des cellules adjacentes du mésoblaste, mais qu'ils sont creusés dans la substance même du protoplasma des cellules. Il est également utile de faire remarquer que les globules rouges du sang ne sont point des cellules, mais des noyaux.

Les globules rouges du sang, extraits des vaisseaux, sont animés d'énergiques mouvements amoéboïdes. A ce moment, ils paraissent se multiplier surtout par division.

Telles sont les vues qui résultent de nos propres observations. Voici un résumé sommaire de l'histoire de la question.

Von Baer et les premiers embryologistes regardaient les vaisseaux sanguins comme formés d'abord par de simples lacunes, ou espaces libres, creusés, pour ainsi dire, entre les éléments cellulaires du mésoblaste, par le courant sanguin poussé par le cœur. Les premiers progrès dans une meilleure direction sont dus à Remak et à Kolliker, qui décrivent la formation de cordons pleins ou de cylindres composés de cellules et disposés en un réseau serré. Ces cordons, devenus creux par suite de la liquéfaction de leur contenu et la conversion en globules sanguins de leurs cellules centrales, revêtent peu à peu les caractères des vaisseaux sanguins et les amas de globules rouges, produits en divers points par des arrêts de circulation, donnent lieu aux flots sanguins de Wolff et de Pander.

Selon Afanassieff (*Wien, Sitz. Bericht*, Bd. 53, 1866), des vésicules de différentes tailles, formées d'un contenu protoplasmique enfermé dans une enveloppe de même nature, apparaissent dans le sein du mésoblaste. Ces vésicules, d'abord claires et homogènes, sont traversées plus tard par des cordons formés de protoplasma contenant des noyaux, qui constituent souvent dans la vésicule un réseau très-serré. L'espace compris entre les nombreuses vésicules est subdivisé en un réseau de canaux par des prolongements protoplasmiques étendus d'une vésicule à l'autre. Ces canaux sont les rudiments des vaisseaux sanguins. Du pourtour des vésicules, qui forment la paroi interne des vaisseaux adjacents, naissent par bourgeonnement des masses de protoplasma munies de noyaux, qui ne sont autre chose que les globules sanguins et qui tombent dans le torrent de la circulation.

His (*op. cit.*), poursuivant sa théorie particulière du développement, fait dériver le sang et les vaisseaux qui le contiennent du vitellus blanc ou parablaste. Suivant lui, certaines masses de vitellus blanc se convertissent en amas de cellules, qui prennent une couleur jaune et forment les flots sanguins que l'on voit à la surface; d'autres masses de vitellus blanc, transformées en cellules polyédriques, forment un réseau de lignes qui pénètrent dans la masse des véritables cellules blastodermiques (archiblastiques) du mésoblaste. Ces lignes, d'abord pleines, deviennent creuses plus tard. Le réseau de canaux ou vaisseaux sanguins rudimentaires, ainsi développés dans l'aire vasculaire d'abord, puis dans l'air transparent, et s'étendant de là jusqu'à l'embryon, ne contient pendant un certain temps qu'un liquide clair, les flots sanguins étant inclus dans les parois du canal ou attachés à ces parois et environnés d'enveloppes protoplasmiques, en sorte que les globules sont maintenus en dehors des cavités vasculaires. Mais un peu plus tard, les enveloppes se brisent et les globules sanguins, sortant des flots où ils étaient retenus, tombent dans le torrent de la circulation.

His regarde les globules sanguins comme étant formés, en grande partie du moins, en dehors des vaisseaux, en sorte que leur entrée dans les cavités vasculaires serait un phénomène consécutif. Dans ses idées, les cellules parablásticas (dérivées du vitellus blanc) ne donnent naissance qu'à l'épithélium (endothélium) et aux éléments de tissu conjonctif des vaisseaux sanguins, les éléments musculaires dérivent des cellules mêmes du mésoblaste (blastoderme).

Klein (*Wien, Sitz. Bericht*, LXIII, 1871) décrit les vaisseaux sanguins comme prenant leur origine dans certaines cellules du mésoblaste, dans chacune desquelles paraît une vacuole, qui s'agrandit rapidement, repousse le noyau d'un côté et ne laisse qu'une faible couche de protoplasma au pourtour de la cellule. Dans cette couche paraissent des noyaux, qui se multiplient, forment un revêtement complet à la vacuole, laquelle pendant tout ce temps n'a cessé de s'accroître. De la paroi interne de ce revêtement protoplasmique, bourgeonnent des cellules, qui tombent dans la cavité de la vacuole. Elles y acquièrent bientôt la couleur rouge et se transforment en globules sanguins. De la paroi externe de ces cellules creusées de vacuoles naissent des prolongements pourvus de noyaux, dont les extrémités sont libres ou réunies à celles de prolongements semblables nés d'autres cellules. Ainsi se trouve constitué un réseau protoplasmique, dont les lignes présentent d'abord des vacuoles, puis deviennent creuses, et finissent par communiquer avec les vacuoles centrales primitives remplies de globules. Ainsi s'établit un système de tubes communiquant les uns avec les autres. Klein mentionne aussi deux autres formes de cellules un peu dif-

férentes de celles qui viennent d'être décrites, mais qui prennent également part à la formation des vaisseaux sanguins. L'une d'elles s'observe surtout dans l'aire vasculaire, et Klein pense que ce sont tout simplement les cellules formatives dont nous avons déjà si souvent parlé.

On voit par là que les idées de Klein, qui diffèrent des nôtres surtout au point de vue du mode de formation des vacuoles, sont un retour, avec quelques modifications et quelques développements, aux idées anciennes de Remak, et que les descriptions d'Asanassieff et de His, qui s'accordent en beaucoup de points, se trouvent être des déviations peu justifiées de la voie tracée par les anciens observateurs.

Plus récemment encore, Goette (*Archiv. für Mikr. Anat.*, vol. X, 1873, pp. 145-199) a donné une description absolument différente de l'origine des vaisseaux et des globules sanguins dans l'aire vasculaire. Il pense que dans la masse épaisse des cellules qui se trouvent immédiatement en dehors de l'aire transparente (voy. chap. III, § 12), s'accumule une quantité de liquide qui force les cellules à s'écarter, de manière à former un réseau à larges mailles remplies de liquide. Dans ces espaces arrivent les cellules formatives : elles y subissent une sorte de prolifération par endogénèse et forment des amas de globules sanguins, flots sanguins des anciens auteurs. Cette idée, comme on le voit, est bien différente de toutes les autres et revient à celle de von Baer, en ce que les vaisseaux sanguins ne sont primitivement rien autre chose que de simples vides entre les éléments cellulaires. Dans de telles recherches, l'étude des coupes (que Goette semble avoir exclusivement mis en usage) mérite peu de confiance.

7. Les cellules de l'épiblaste et celles de l'hypoblaste subissent, comme celles du mésoblaste, des changements considérables entre la 24<sup>e</sup> et la 36<sup>e</sup> heure.

Jusqu'à la 24<sup>e</sup> heure, les cellules de ces deux feuilletts, mais surtout celles de l'hypoblaste, étaient remplies de fines granulations et contenaient aussi de nombreuses sphérules très-réfringentes.

A la 36<sup>e</sup> heure, elles sont devenues beaucoup plus transparentes. Chaque cellule présente maintenant un protoplasma transparent, n'ayant pour ainsi dire ni sphérules, ni granulations, et dans lequel on distingue aisément un gros noyau ovale et une ou plusieurs vacuoles.

Les cellules de l'hypoblaste se confondent encore insensiblement avec les cellules du vitellus blanc, et c'est toujours par transformation du vitellus blanc en hypoblaste que s'opère l'accroissement périphérique de ce dernier feuillet.

Les cellules de l'hypoblaste situées au-dessous et sur les côtés de l'embryon sont sensiblement plus petites que celles de la périphérie de l'aire transparente.

Les cellules de l'épiblaste présentent une grande variété de forme dans les diverses parties de l'embryon, mais toutes sont beaucoup plus petites et beaucoup plus cylindriques que les cellules périphériques de l'aire transparente. Les plus grosses cellules de l'épiblaste se trouvent dans la région de l'aire vasculaire, mais elles y sont très-aplaties. Au bord de l'aire opaque, les cellules sont redevenues plus petites et contrastent à cet égard d'une manière sensible avec l'état dans lequel elles se trouvaient pendant le cours de la phase précédente.

8. Vers cette période les coupes transversales de l'embryon,

faites sur la région des protovertèbres, permettent de voir un groupe de cellules (fig. 20, *W. d.*) qui s'élève de chaque côté de la partie non divisée du mésoblaste, en dehors des protovertèbres, et qui fait saillie dans l'espace à peu près triangulaire compris entre l'épiblaste en haut, l'angle supérieur et externe des protovertèbres en dedans, et le mésoblaste en dehors.

Ce groupe de cellules est la coupe d'une saillie longitudinale, rudiment du *canal de Wolff*. Nous allons y revenir immédiatement.

9. Les changements les plus importants qui ont lieu durant la première moitié du second jour, sont : l'occlusion du canal neural par la soudure des replis médullaires, surtout dans la partie antérieure de l'embryon ; la dilatation du canal ainsi constitué, et, par suite, la formation de la première vésicule cérébrale ; l'élévation de la tête au-dessus du plan du blastoderme ; la formation d'un cœur tubulaire et des gros vaisseaux sanguins ; l'apparition du rudiment du canal de *Wolff*. Il est important de rappeler que l'embryon dont nous parlons actuellement n'est qu'une faible partie de la membrane germinative entière, qui s'étend progressivement à la surface du jaune. Il est également important de ne pas oublier que toute la partie de l'embryon, située en avant de la première protovertèbre, correspond à la future tête, le reste de l'embryon correspond à la fois au cou, au corps et à la queue. Pendant cette période, la tête occupe près du tiers de la longueur totale de l'embryon.

10. *Changements qui s'opèrent de la 36<sup>e</sup> à la 45<sup>e</sup> heure.* Ces changements constituent la seconde période du second jour ; il est plus avantageux de reporter dans le troisième jour les changements qui s'opèrent dans les dernières heures du second.

Un trait caractéristique important de cette période, c'est le rapide accroissement des replis qui limitent le corps de l'embryon, en le soulevant au-dessus du plan du germe et sa transformation subséquente en une cavité tubulaire distincte.

Au début de ce jour, la tête seule s'élevait au-dessus du niveau du germe, le reste de l'embryon faisait alors simplement partie du plan du blastoderme, depuis la protovertèbre antérieure jusqu'au bord postérieur de l'aire transparente. Mais à l'époque actuelle, le *repli caudal* (fig. 21, *t.*) apparaît et relève la queue au-dessus du niveau général du blastoderme, de la même manière qu'après l'apparition du repli céphalique, la tête elle-même s'est élevée au-dessus du plan du germe. Les *replis latéraux*, un de chaque côté, ne tardent pas non plus à devenir très-évidents. Les progrès de ces derniers replis, la marche rapide en arrière du repli céphalique, la marche un peu plus lente en avant du repli caudal, soulèvent l'embryon, le rendent de plus en plus distinct et l'isolent du reste du blastoderme.

11. Le canal médullaire se ferme avec rapidité. Le sinus rhomboïdal, tout à l'heure largement ouvert, se transforme en un espace fusiforme, étroit (fig. 21, *s.r.*), et, à la fin de cette période, il est entièrement recouvert. Ainsi se trouve complétée la transformation en un tube fermé du sillon médullaire observé au début.

12. Dans la région céphalique s'accomplissent maintenant des changements très-importants. Nous avons vu qu'au début de ce jour l'extrémité antérieure du canal médullaire s'est dilatée en un bulbe, ou première vésicule cérébrale. Ce bulbe, d'abord plus large que long, s'accroît encore en largeur, de manière à donner à cette partie de l'embryon une forme analogue à celle d'un marteau. Les parties latérales continuant à s'agrandir, se séparent, au bout de quelque temps, de la portion centrale par des étranglements. La vésicule unique se trouve ainsi transformée en trois vésicules, l'une médiane, unie par de courts pédicules creux à des vésicules latérales disposées une de chaque côté. Les vésicules latérales sont les *vésicules optiques* (fig. 21, *op. v.*; fig. 22, *a*), elles formeront plus tard certaines parties des yeux; la vésicule médiane conserve le nom de première vésicule cérébrale. L'étranglement a lieu surtout de haut en bas, de sorte que les vésicules optiques

semblent bientôt être nées des parties inférieures de la vésicule cérébrale.

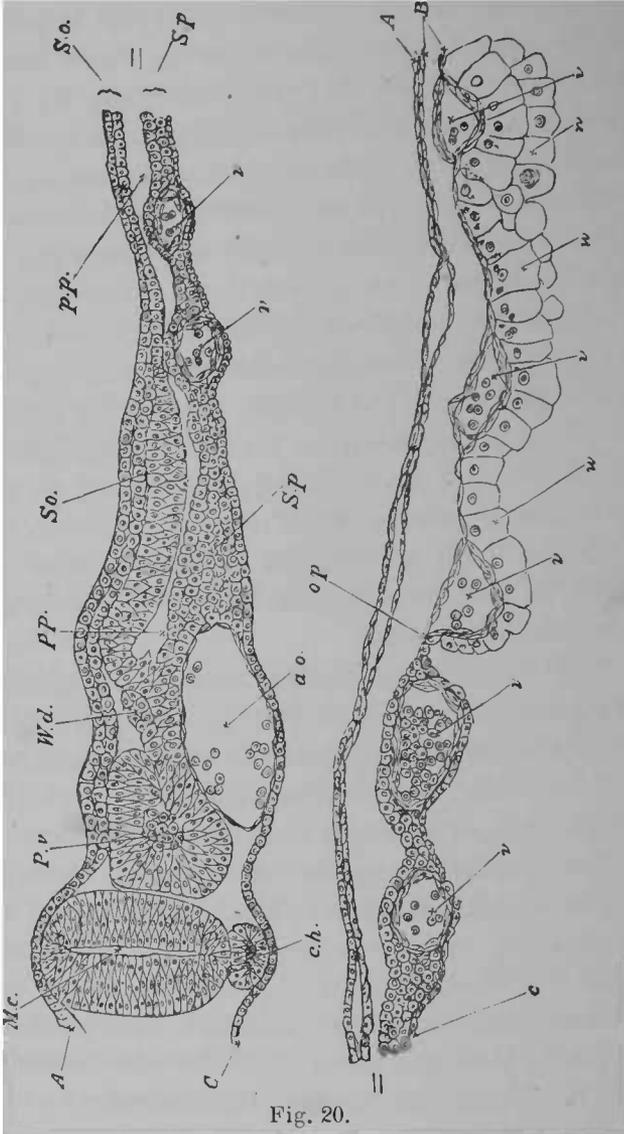


Fig. 20.

COUPE TRANSVERSALE FAITE SUR LA RÉGION DORSALE D'UN EMRRYON DE 45 HEURES.

A, épiblaste; B, mésoblaste; C, hypoblaste, formé d'une seule rangée de cellules aplaties; M.c., canal médullaire; P.v., protovertèbre; W.d., canal de

Wolf; *So*, somatopleure; *Sp*, splanchnopleure; *pp*, cavité pleuropéritonéale; *ch*, notocorde; *ao*, aorte dorsale; *v*, vaisseaux sanguins du sac vitellin; *op*, ligne de séparation de l'aire opaque et de l'aire transparente; en ce point, on voit les cellules de l'hypoblaste se confondre sans aucune ligne de démarcation avec les sphères du vitellus blanc; *w*, sphères du vitellus blanc : quelques-unes d'entre elles, placées près du bord de l'aire transparente, contiennent un corps très-analogue à un noyau.

La figure 20 ne représente qu'une moitié de la coupe du blastoderme; la coupe complète serait symétrique par rapport à une ligne verticale passant par le centre du canal médullaire; *s.r.*, sinus rhomboïdal; *t.*, repli caudal; *p.r.*, restes du sillon primitif; *a.p.*, aire transparente.

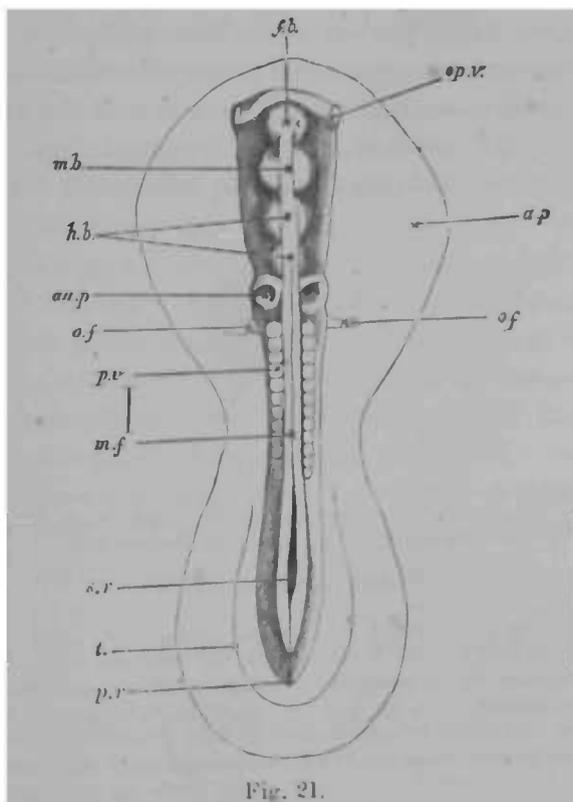


Fig. 21.

EMBRYON DU POULET APRÈS 36 HEURES D'INCUBATION; FACE SUPÉRIEURE EXAMINÉE A LA LUMIÈRE DIRECTE.

(Préparation par l'acide chromique.)

*f.b.*, vésicule cérébrale antérieure; *m.b.*, vésicule cérébrale moyenne; *h.b.*, vésicule cérébrale postérieure; *au.p.*, vésicule auditive; *of*, veine omphalomesentérique; *p.v.*, protovertèbre; *m.f.*, ligne de jonction des replis médullaires au-dessus du canal; *s.r.*, sinus rhomboïdal; *t.*, repli caudal; *p.r.*, reste du sillon primitif; *a.p.*, aire transparente.

La vésicule primitive étant originairement produite par une dépression de l'épiblaste, les parois des trois vésicules sont formées de tissus épiblastiques; de même, ces trois vésicules sont recouvertes par le revêtement épiblastique commun destiné à devenir plus tard l'épiderme de la peau de la tête. Entre cet épiblaste de la surface et celui de l'intérieur des vésicules, il existe une certaine quantité de mésoblaste, qui fournira la substance d'où dérivent: le derme de la peau du crâne, le crâne et quelques autres parties de la tête. A l'époque actuelle, le mésoblaste se trouve accumulé principalement au-dessous des diverses vésicules. Sur les coupes, on en voit une petite masse de chaque côté, mais au sommet, l'épiblaste épidermique est en contact immédiat avec l'épiblaste interne des vésicules céré-

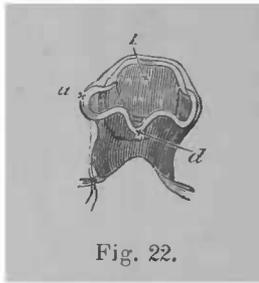


Fig. 22.  
TÊTE D'UN POULET A LA FIN DU SECOND JOUR; FACE INFÉRIEURE  
EXAMINÉE A LA LUMIÈRE TRANSMISE.

(Figure empruntée à Huxley.)

l, première vésicule cérébrale; a, vésicule optique; d, infundibulum.  
Cette préparation montre la formation des vésicules optiques (a) à l'état de bourgeons de la première vésicule cérébrale ou vésicule du troisième ventricule, de sorte que les vésicules optiques et la vésicule du troisième ventricule communiquent d'abord librement l'une avec l'autre. La figure montre, en outre, le développement de la paroi inférieure de la vésicule du troisième ventricule, laquelle forme un prolongement qui deviendra l'infundibulum (d).

brale et optiques, ou séparé de lui seulement par du liquide, car il n'y a pas encore dans cette région, entre ces deux feuillets, d'éléments cellulaires représentant le mésoblaste.

Les étranglements qui délimitent les vésicules optiques se produisent au-dessous du revêtement épiblastique qui, lui-même,

n'y prend aucune part. Comme conséquence, ces étranglements, faciles à voir sur l'embryon frais et transparent (fig. 22), ne sont que très-peu marqués sur les préparations durcies (fig. 21). On les aperçoit, au contraire, très-distinctement sur les coupes.

13. Lorsqu'on examine à la lumière transmise un embryon de la première moitié du second jour, la portion du canal médullaire qui se trouve immédiatement en arrière de la première vésicule cérébrale se présente sous la forme d'un cône, dont les parois présentent un grand nombre de rides. Ces rides sont d'aspect variable et changent même de temps en temps ; mais, un peu plus tard, avant la fin du second jour, après la formation des vésicules optiques, elles deviennent fixes et constituent deux étranglements, l'un qui sépare la première vésicule cérébrale de la partie du canal médullaire située immédiatement derrière elle, et l'autre qui sépare cette seconde partie d'une troisième. Ainsi donc, au lieu d'une seule vésicule cérébrale, comme au début du second jour, il existe maintenant, en outre des vésicules optiques, une série de trois vésicules placées l'une derrière l'autre : une *seconde* et une *troisième vésicules cérébrales* étant venues s'ajouter à la première (fig. 21, *m.b.*, *h.b.*). On pourrait également donner à ces vésicules les noms de « cerveau antérieur », « cerveau moyen » et « cerveau postérieur », puisqu'elles donneront lieu plus tard à la formation de ces diverses parties de l'encéphale.

14. Vers la fin de ce second jour, les vésicules optiques, placées au-dessous de l'épiblaste, sont repoussées sur les côtés de la première vésicule cérébrale, un peu en arrière et en bas ; un allongement de leur pédicule permet à ce mouvement de s'accomplir. La tête toute entière devient par suite un peu plus épaisse et plus ronde.

15. Avant la fin de ce second jour, la vésicule cérébrale antérieure, par un processus semblable à celui qui a donné naissance aux vésicules optiques, c'est-à-dire par excroissance suivie d'étranglement, commence à former deux bour-

geons qui donnent naissance à deux petites vésicules antérieures : ce sont les *vésicules des hémisphères cérébraux* qui deviendront plus tard les parties les plus apparentes du cerveau, mais qui, jusqu'à la fin du second jour, sont encore petites et peu marquées.

16. La notocorde, dont l'origine a été décrite pendant le premier jour (chap. III, § 5) est très-apparente pendant toute la durée du second jour. On la voit, sous la forme d'une tige transparente de section elliptique (voyez fig. 20, *ch*), immédiatement au-dessous du canal médullaire, dans la plus grande partie de sa longueur : elle arrive en avant au niveau du centre de la seconde vésicule cérébrale, où elle se termine en pointe (Remak), ou par une protubérance arrondie (Baer. Dürsy, *Entwickelungsgeschichte des Kopfes*). Les rapports exacts de cette extrémité seront discutés plus tard.

Le canal médullaire qui, jusqu'à ce moment, était demeuré rectiligne, commence vers la fin de ce second jour à s'enrouler autour de l'extrémité antérieure de la notocorde. La partie antérieure de ce canal, c'est-à-dire la vésicule cérébrale antérieure, les vésicules des hémisphères et les vésicules optiques, se recourbe légèrement de haut en bas, de manière à former avec le reste de l'embryon un angle obtus, arrondi à son sommet. C'est le commencement de ce que l'on a appelé la *flexion crânienne*.

17. Enfin, pour terminer ce qui se rapporte à la tête, le rudiment de l'oreille paraît vers ce moment sur la face dorsale, sous la forme d'une petite dépression de l'épiblaste, de chaque côté de la vésicule cérébrale postérieure (fig. 21, *au.p.*).

18. Nous avons laissé le cœur à l'état de corps fusiforme légèrement recourbé à droite, attaché à la paroi inférieure du pré-intestin par l'aorte et par son extrémité postérieure ou veineuse, la portion intermédiaire restant entièrement libre. La courbure s'accroît alors tellement que le cœur prend à peu près la forme d'un  $\omega$  : la portion veineuse remonte vers la tête, de manière à se placer un peu au-dessus et en arrière

de la portion artérielle. (Il serait peut-être plus exact de dire que la portion intermédiaire libre, se recourbe en bas, en arrière, et un peu à droite, en raison même de son développement, pendant que la racine veineuse du cœur s'allonge incessamment par suite de la marche en arrière, de ce « point de divergence » des plis de la splanchnopleure, qui marque le point d'union en un seul tronc des veines omphalo-mésentériques.) Le cœur présente donc à ce moment deux courbures, l'une veineuse, qui correspond à la branche droite, ou sinus droit, de l' $\infty$  l'autre artérielle qui répond à la branche gauche, ou sinus gauche, de l' $\infty$ . La courbure veineuse, placée, ainsi que nous l'avons dit, au-dessus et un peu en arrière de la courbure artérielle, présente bientôt deux dilatations, une de chaque côté. Ce sont les rudiments des *oreillettes* ou plutôt des *auricules*. La branche ascendante de la courbure artérielle constitue bientôt le bulbe artériel, tandis que le sommet arrondi de la courbure elle-même formera, en se développant plus tard, la masse des deux ventricules.

19. Les vaisseaux sanguins, dont l'origine, durant la première moitié du second jour, a déjà été décrite, s'unissent entre eux pendant la seconde partie de ce jour, de manière à former un système complet dans lequel s'établit alors pour la première fois (par conséquent, peu de temps après le début des pulsations du cœur) une circulation régulière du sang.

Les deux *aortes primitives* ont déjà été décrites, on les a vues entourant le pré-intestin et longeant ensuite le corps de l'embryon au-dessous des protovertèbres, de chaque côté de la notocorde. La figure 20 en montre la coupe, *ao*, sous la forme de deux vastes espaces arrondis tapissés de cellules fusiformes. Ces deux vaisseaux suivent, tout d'abord, à l'état de canaux distincts, toute la longueur de l'embryon, mais, au bout de peu de temps, ils s'unissent, à une petite distance en arrière de la tête, en un seul tronc placé sur la ligne médiane du corps, immédiatement au-dessous de la notocorde (fig. 39). Plus bas, en se rapprochant de la queue, ce tronc primitif

unique se divise de nouveau en deux aortes qui deviennent de plus en plus petites et se perdent dans les petits vaisseaux de l'extrémité caudale. A ce moment, il existe donc *deux arcs aortiques* nés du bulbe artériel, ils s'unissent au-dessus du canal alimentaire pour former une aorte dorsale unique qui se dirige d'avant en arrière, en suivant la ligne médiane, et se divise près de la queue en deux branches principales. De chacune des deux aortes primitives, ou bien, de chacune des deux branches nées de la division du tronc unique qu'elles constituent, naît de chaque côté une grosse branche; ces deux derniers vaisseaux sont ceux dont nous avons déjà parlé sous le nom d'*artères omphalo-mésentériques*. Elles sont si considérables à ce moment que la plus grande partie de la masse du sang y trouve passage, et qu'un faible reste seul continue sa marche dans les prolongements de l'aorte destinés à la queue.

Chacune des artères omphalo-mésentériques se sépare de l'aorte perpendiculairement à la direction générale de ce vaisseau (elles naissent toutes deux au niveau d'un point situé à quelque distance en arrière de la limite postérieure du pli de la splanchnopleure qui forme le canal alimentaire); elles se portent de dedans en dehors au-dessous des protovertèbres dans la partie inférieure du mésoblaste, tout près de l'hypoblaste. Par suite, lorsque, dans leur marche de dedans en dehors, elles arrivent au point où le mésoblaste se divise en deux lames pour former la splanchnopleure et la somatopleure, elles suivent naturellement la première. Dans cette membrane, elles se subdivisent bientôt, atteignent l'aire vasculaire et se perdent finalement dans le lacis de petits vaisseaux qui occupe cette zone, (ainsi que dans les petits vaisseaux analogues de l'aire transparente).

Les branches terminales des artères omphalo-mésentériques dans l'aire vasculaire et dans l'aire transparente, communiquent en outre avec le cœur de deux manières différentes. Du réseau capillaire qu'elles constituent naissent de

nombreuses veines, qui s'unissent finalement en deux troncs principaux, les *veines omphalo-mésentériques*. Elles ont été déjà décrites dans les replis de la splanchnopleure qu'elles traversent pour aller former la racine veineuse du cœur. Leur direction est donc plus ou moins parallèle à celle des artères omphalo-mésentériques, mais ces veines se trouvent toujours placées plus près de la tête. puisque les artères se trouvent dans la partie de la splanchnopleure qui ne s'est pas encore repliée pour former le canal alimentaire. Les extrémités terminales des artères omphalo-mésentériques ne forment pas seulement les branches d'origine des veines omphalo-mésentériques, mais elles s'unissent en outre, dans l'aire vasculaire, avec le *sinus terminal*, dont il a été question plus haut, lequel circonscrit presque entièrement l'aire vasculaire et en indique la limite extrême. Ce sinus terminal peut être décrit plus exactement comme formé de deux canaux semi-circulaires, qui se rapprochent l'un de l'autre en des points situés, l'un vis-à-vis de la tête, l'autre vis-à-vis de la queue, et qui entourent ainsi presque complètement l'aire vasculaire. Du côté de la tête, l'extrémité de chaque demi-cercle est unie à des vaisseaux (fig. 23) qui courent directement vers le cœur en suivant les plis de la splanchnopleure et s'unissent, à droite et à gauche, avec les veines omphalo-mésentériques. Du côté de la queue il n'existe alors aucune connexion bien définie. A mi-chemin de l'extrémité céphalique et de l'extrémité caudale, de chaque côté, les deux demi-cercles sont en communication spéciale avec les artères omphalo-mésentériques.

La circulation, durant la seconde partie du second jour, peut donc être décrite de la manière suivante : le sang, apporté par les veines omphalo-mésentériques, tombe dans la cavité tordue du cœur, en est chassé à travers le bulbe artériel et les arcs aortiques, jusque dans le tronc de l'aorte. La plus grande partie de la masse du sang de ce vaisseau s'écoule dans les artères omphalo-mésentériques, un faible reste passe

seul dans les branches terminales de l'extrémité caudale. Du réseau capillaire de l'aire vasculaire et de l'aire opaque, dans lequel les artères omphalo-mésentériques déversent leur contenu, une partie du sang se trouve reprise d'abord par les troncs latéraux ou directs des veines omphalo-mésentériques; une autre partie arrive à la partie moyenne de chaque moitié latérale du sinus terminal et s'y divise, de chaque côté, en deux courants, l'un, le plus fort, se porte d'arrière en avant jusqu'au niveau d'un point situé vis-à-vis de la tête et revient directement, par les veines décrites plus haut, dans les troncs veineux omphalo-mésentériques; l'autre se dirige d'avant en arrière et se perd vers le point situé vis-à-vis de la queue. Tel est l'état des choses durant le second jour; il éprouve des modifications considérables pendant le cours du jour suivant.

Au moment où commencent les battements du cœur le système capillaire de l'aire vasculaire et celui de l'aire transparente ne sont pas encore complets; le liquide qui y est d'abord poussé par le cœur ne contient encore, d'après la plupart des observateurs, que très-peu de globules.

20. A la fin du second jour, les deux arcs aortiques, nés du bulbe artériel, sont accompagnées d'une *deuxième* paire d'arcs aortiques, formée de la même façon que la première, et placée un peu en arrière de celle-ci : quelquefois même une troisième paire s'ajoute aux deux premières. Nous aurons à parler plus loin de ces divers arcs aortiques.

21. Dans les derniers moments de ce jour, la saillie longitudinale, dont nous avons déjà parlé comme rudiment du canal de Wolff, s'est très-manifestement creusée : ce n'est plus une saillie, c'est un canal. Les coupes y font voir, non plus un groupe irrégulier de cellules mésoblastiques ordinaires, mais une petite cavité entourée d'une paroi, dont les cellules commencent à revêtir une forme de plus en plus cylindrique et affectent autour de la cavité centrale une disposition rayonnée. Le canal ou conduit ainsi formé présente une extrémité

terminale antérieure close et une postérieure qui n'est pas encore aussi complètement fermée, il s'étend à peu près de la cinquième paire de protovertèbres jusque vers l'extrémité postérieure de l'embryon. La transformation de cette crête en un canal paraît se produire de la manière suivante : les cellules acquièrent une disposition rayonnée, un petit trou paraît au centre, il s'accroît rapidement jusqu'à ce qu'il ait atteint les dimensions définitives de la cavité du conduit.

Le mode exact de développement du canal de Wolff est encore l'objet de quelque doute, bien que son origine ait été étudiée par beaucoup d'embryologistes.

D'après Remak et Kölliker, ce conduit tire son origine du mésoblaste de la somatopleure; il apparaît, vers le milieu du second jour, sur le bord externe des protovertèbres, immédiatement au-dessous de l'épiblaste, sous la forme d'un cordon plein, qui plus tard deviendra creux.

Dursy (*Zeitschrift f. Rat. Med.*, 1865) a donné une description analogue; mais il considère le cordon comme né de la substance même des protovertèbres et non de la somatopleure.

Hensen (*Archiv f. mikrosk. Anat.*, Bd. III, 1867) et His, pendant quelque temps, ont pensé que le conduit prend naissance, par suite d'une invagination longitudinale de l'épiblaste, entre les protovertèbres et le mésoblaste latéral, sous la forme d'un sillon, qui plus tard se referme et se sépare de l'épiblaste superficiel d'une manière très-analogue à celle dont se forme le cristallin.

Plus tard, His a repris l'idée de l'origine protovertébrale : les cellules centrales de ces organes viendraient, d'après lui, faire saillie à l'angle supérieur et externe. Il assure qu'au début on peut voir une conuexion distincte entre le canal de Wolff et les cellules centrales des protovertèbres.

Waldeyer (*Eierstock u. Ei*, 1870) a donné une description tout à fait différente. Entre le bord externe des protovertèbres et le point où le mésoblaste se divise en somatopleure et en splanchnopleure, se trouve une agglomération de cellules, dont nous aurons occasion de parler plus tard, et que nous désignerons sous le nom de *masse cellulaire intermédiaire*. Selon Waldeyer, la face supérieure de cette masse se soulève en une saillie longitudinale étroite, qui affecte, sur les coupes, l'apparence d'un prolongement linguiforme, s'élevant dans l'espace libre (c'est-à-dire où l'on ne trouve que du liquide) qui existe au-dessous de l'épiblaste en ce point. Plus tard, cet appendice linguiforme s'incline en dehors et se recourbe en crochet; la pointe de ce crochet s'unit ensuite à un prolongement analogue, mais plus petit, procédant des portions les plus externes de la même masse de cellules. La petite cavité que l'on voit ainsi se former par l'union de deux appendices, l'un plus grand, l'autre plus petit, est évidemment la coupe d'un conduit, forme lui-même de l'union de deux arêtes, l'une plus grande, l'autre plus petite. Ce canal est le conduit de Wolff. Waldeyer pense, en outre, que les cellules qui constituent les parois du conduit sont primitivement d'origine épiblastique; elles ont été séparées de l'épiblaste à l'époque de la fusion apparente de l'épiblaste et du mésoblaste, dans la région de la ligne primitive ou de la corde axiale de His. Cette idée, évidemment suggérée par des

considérations théoriques, peut être regardée comme insoutenable, puisque la ligne primitive n'a rien à faire avec le corps même de l'embryon.

Tout récemment, Romiti (*Archiv. f. mikrosk. Anat.*, X, 1874) a décrit le canal de Wolff comme formé par une invagination de l'épithélium de la cavité pleuropéritonéale, qui constituerait un sillon longitudinal, creusé dans les parties supérieures de la masse cellulaire intermédiaire et dont la communication avec la cavité pleuropéritonéale est rapidement oblitérée. Un tel mode d'origine se recommande à l'embryologiste, car c'est certainement de cette manière, ainsi que nous le verrons, que le conduit de Wolff se forme chez les amphibiés et les poissons osseux. Mais pour cette raison même, cette idée ne doit être admise qu'avec prudence, d'autant plus que les coupes représentées par Romiti et décrites par lui-même à l'appui de ses vues, appartiennent évidemment à une époque beaucoup plus avancée de l'évolution que celle où le conduit de Wolff apparaît pour la première fois d'une manière distincte. Nous espérons pouvoir démontrer, dans la seconde partie de cet ouvrage, que le mode de développement décrit plus haut, et que nous croyons être le vrai, n'est pas en réalité aussi anormal qu'on pourrait le supposer à première vue.

22. L'amnios, et surtout son repli antérieur ou céphalique, se développe très-rapidement durant le second jour et à la fin de ce jour couvre complètement la tête et le cou de l'embryon; il faut même alors le déchirer ou l'enlever pour examiner la tête sur les pièces durcies et devenues opaques. Les replis latéraux et le repli caudal de l'amnios, bien qu'en voie de progrès, sont très en retard par rapport au repli céphalique.

23. Les faits principaux qui s'accomplissent durant la seconde moitié du second jour sont donc les suivants :

1° La seconde et la troisième vésicules cérébrales apparaissent en arrière de la première ;

2° Les vésicules optiques poussent à la manière de bourgeons, creusés d'une cavité, des parties latérales de la première vésicule cérébrale, et les vésicules des hémisphères cérébraux naissent d'une manière analogue des portions antérieures de cette même vésicule ;

3° Les premiers rudiments de l'oreille se forment par invagination de l'épiblaste, sur les côtés de la troisième vésicule cérébrale ;

4° Les premières indications de la flexion crânienne deviennent visibles ;

5° Le repli céphalique et surtout sa partie splanchnopleu-

ale se portent rapidement en arrière; la tête de l'embryon est par suite plus nettement définie. Le repli caudal devient aussi plus distinct;

6<sup>o</sup> La courbure du cœur augmente, les premiers rudiments des oreillettes apparaissent;

7<sup>o</sup> La circulation du sac vitellin se complète;

8<sup>o</sup> L'amnios croît rapidement.

---

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Farmacia •  
Odontologia  
BIBLIOTÉCA

## V.

### Changements qui s'opèrent pendant le troisième jour.

1. De tous les jours compris dans l'histoire de l'œuf du poulet, celui auquel nous sommes arrivés est peut-être le plus fertile en événements; tant est grand le nombre des organes importants dont les rudiments font leur première apparition ce jour-là.

Lorsqu'on ouvre un œuf au troisième jour, la première chose qui attire l'attention, c'est la diminution du blanc. Il semble que ce soit l'une des conséquences de l'activité fonctionnelle qui vient de s'établir dans l'aire vasculaire, dont les vaisseaux servent, soit à l'absorption directe du blanc, soit, ce qui est beaucoup plus probable, à l'absorption du jaune, qui lui-même, à son tour, se renouvelle aux dépens du blanc. L'absorption, une fois commencée, se poursuit avec tant d'activité que, vers la fin de ce jour, la diminution du blanc est un fait des plus frappants.

2. Le blastoderme, continuant à s'étendre à la surface du vitellus, en couvre maintenant près de la moitié; le bord extrême de l'aire opaque arrive à peu près à mi-distance du pôle du vitellus qu'occupe l'embryon à celui du pôle opposé.

L'aire vasculaire, bien qu'en voie continue d'accroissement, est restée beaucoup plus petite que l'aire opaque; dans un œuf de taille moyenne, elle présente à peu près le diamètre d'un florin<sup>1</sup>. L'aire transparente, au centre de laquelle se

<sup>1</sup> Pièce d'argent qui vaut à peu près 2 fr. 50 de notre monnaie.

trouve l'embryon en voie d'accroissement rapide, est beaucoup plus petite encore que l'aire vasculaire.

3. Durant le troisième jour, l'aire vasculaire ne sert pas

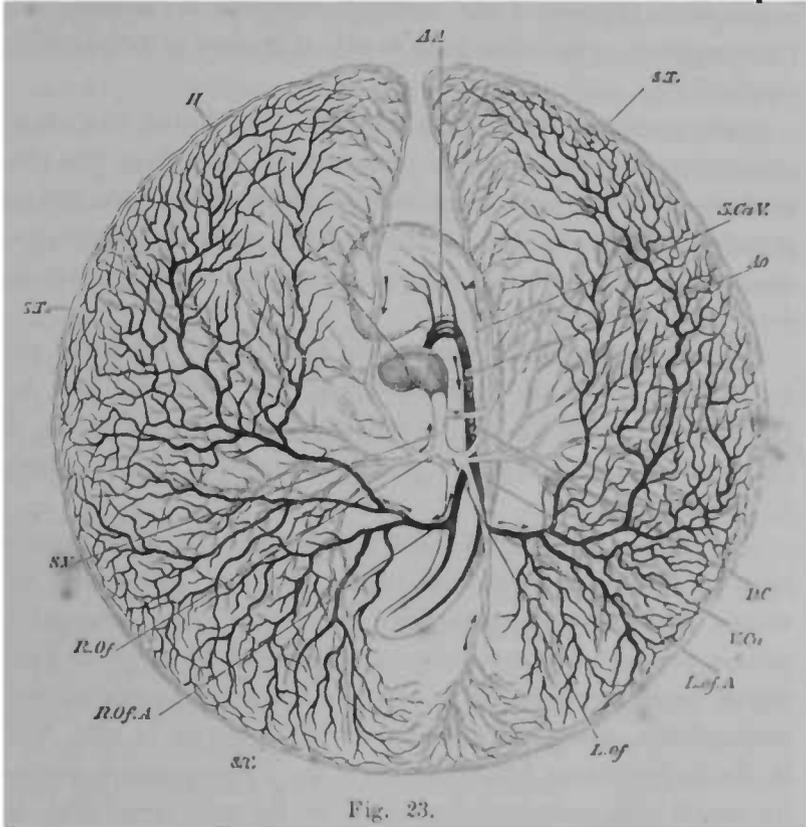


Fig. 23.

SCHEMA DE LA CIRCULATION DU SAC VITELLIN A LA FIN DU TROISIEME JOUR DE L'INCUBATION.

H, cœur; A.A., second, troisième et quatrième arc aortique; le premier s'est oblitéré dans sa partie moyenne, mais il se continue, par sa partie cardiaque, avec la carotide externe, et, par le tronçon périphérique, avec la carotide interne; A.O., aorte dorsale; L.Of.A., artère omphalo-mésentérique gauche; R.Of.A., artère omphalo-mésentérique droite; S.T., sinus terminal; L.Of., veine omphalo-mésentérique gauche; R.Of., veine omphalo-mésentérique droite; S.V., sinus veineux; D.C., canal de Cuvier; S.Ca.V., veine cardinale supérieure; V.Ca., veine cardinale inférieure. Les veines sont représentées ici par un double contour, les artères en noir. Le blastoderme a été séparé de l'œuf et est supposé vu par sa face inférieure: d'où il suit que ce qui est à droite de la figure est à gauche dans l'embryon et le blastoderme réels, et vice-versa.

seulement à pourvoir l'embryon des éléments nutritifs provenant du jaune, mais, de plus, considérablement rapprochée de la coquille, par suite de la diminution du blanc, et par conséquent exposée d'une manière complète à l'influence de l'atmosphère, cette zone joue le rôle d'organe principal de la respiration.

C'est vraiment dans cette période, que l'aire vasculaire atteint son développement le plus complet, car, bien que plus tard elle devienne plus vaste, elle est alors moins bien définie et moins importante. Nous pouvons donc, avant de poursuivre, ajouter quelques mots à la description que nous en avons donnée dans le chapitre précédent.

Le sang, en quittant le corps de l'embryon, est porté par les artères omphalo-mésentériques (fig. 23, R. *Of.* A., L. *Of.* A.) dans les petits vaisseaux et les capillaires de l'aire vasculaire, une faible portion seulement étant destinée à l'aire transparente.

Une partie du sang revient directement de l'aire vasculaire au cœur en suivant les troncs latéraux principaux des veines omphalo-mésentériques, R. *Of.*, L. *Of.* Durant le second jour, ces troncs veineux rejoignent le corps de l'embryon beaucoup plus en avant que les troncs artériels correspondants, c'est-à-dire beaucoup plus près de la tête. Vers la fin du troisième jour, par suite de l'allongement continu du cœur, non-seulement les veines et les artères suivent des directions parallèles, mais, de plus, elles se trouvent presque au même niveau : les points où les unes rejoignent le corps et ceux où les autres s'en écartent étant à peu près à égale distance de la tête. Selon Von Baer et d'autres observateurs, les veines sont situées, dans l'aire vasculaire, plus près de la surface que ne le sont les artères. Tout près du corps c'est l'inverse qui se produit, il y a donc croisement entre ces deux ordres de vaisseaux, à peu de distance du corps.

Le reste du sang apporté par les artères mésentériques continue sa route dans les portions latérales du sinus termi-

nal, S.T., et s'y partage de chaque côté en deux courants inverses. L'un de ces courants se porte en arrière et, arrivé en un point situé vis-à-vis de la queue de l'embryon, s'unit à son congénère au côté opposé; le sang de ces deux courants est repris par une veine spéciale, dirigée d'arrière en avant parallèlement à l'axe de l'embryon, qui déverse son contenu dans la veine omphalo-mésentérique gauche. Les deux autres courants se portent en avant, arrivent aux extrémités antérieures du sinus terminal, séparées l'une de l'autre par un intervalle qui fait face à la tête, et se déversent, soit dans une seule veine, soit, en quelques cas, dans deux veines, qui se dirigent directement d'avant en arrière, parallèlement à l'axe de l'embryon, et qui atteignent ainsi les racines du cœur: quand il n'existe qu'une seule veine, elle s'unit au tronc veineux omphalo-mésentérique droit; quand il en existe deux, elles s'unissent respectivement, l'une au tronc omphalo-mésentérique droit, l'autre au tronc gauche. La veine de gauche est toujours beaucoup plus considérable que celle de droite, et cette dernière, quand elle existe, ne tarde pas à diminuer pour disparaître ensuite rapidement.

Les différences principales que l'on observe entre la circulation du second jour et celle du troisième sont donc dues à l'importance plus grande du sinus terminal et à des dispositions plus complètes pour faciliter le retour du sang au cœur. A partir de ce troisième jour, l'aire vasculaire va en augmentant d'étendue, jusqu'à ce qu'enfin elle enveloppe presque tout le jaune; mais la prédominance du sinus terminal sera de moins en moins grande, à mesure que la fonction respiratoire de l'aire vasculaire passera peu à peu à l'allantoïde, et que l'action de cette zone sera limitée à l'absorption de la substance nutritive provenant du vitellus.

4. Les replis qui constituent l'embryon font de grands progrès pendant ce jour. La tête et la queue sont devenues toutes deux plus distinctes et les replis latéraux, qui doivent former les parois latérales, se sont avancés avec tant de rapi-

dité que l'embryon est maintenant devenu un véritable sac tubulaire, uni au reste du vitellus par un large pédicule. Ainsi que cela a été exposé dans le chapitre II, ce pédicule est double et consiste en un pédicule splanchnique interne, continu avec le canal alimentaire qui constitue aujourd'hui un tube fermé aux deux extrémités, ouvert, dans son tiers moyen seulement, pour communiquer avec ce pédicule, et un pédicule somatique externe, continu avec les parois du corps de l'embryon, qui ne se sont pas encore refermées au même degré que celles du canal alimentaire (comparez, fig. 8, les diagrammes A et B qui peuvent être considérés comme les représentations schématiques de coupes longitudinales et transversales d'un embryon de cette période).

5. L'embryon est presque entièrement recouvert par l'amnios. — Avant la fin de ce jour, les divers replis amniotiques se rencontreront suivant une ligne située sur le dos de l'embryon. Leur soudure complète et l'effacement de leur ligne de réunion ne s'effectueront toutefois que pendant le cours du jour suivant.

6. Durant ce même jour, un changement des plus remarquables s'opère dans la position de l'embryon. Jusqu'à ce moment, l'embryon reposait symétriquement sur le jaune, la partie où se formera plus tard la bouche tournée directement en bas. Aujourd'hui l'embryon se retourne et se couche sur le côté gauche.

Cet important changement de position s'accomplit, d'une manière presque invariable, pendant la durée du troisième jour. En même temps, la veine omphalo-mésentérique gauche, celle, par conséquent, qui se trouve du côté sur lequel s'est couché l'embryon, s'accroît et devient beaucoup plus volumineuse que la droite; celle-ci, au contraire, à partir de ce moment, diminue progressivement et finit par disparaître.

7. En même temps que s'opère le changement de position, l'embryon commence à se courber sur lui-même. Cette cour-

bure du corps (fig. 46) deviendra beaucoup plus prononcée encore pendant le quatrième jour.

8. La tête subit de très-importants changements, parmi lesquels il faut compter la *flexion crânienne*. (fig. 24, 25).

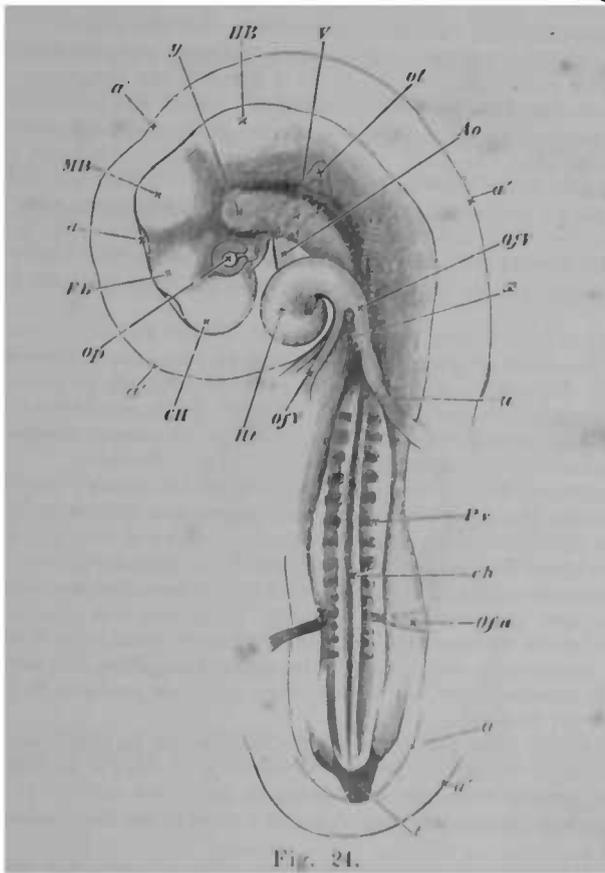


Fig. 24.

EMBRYON DE POULET DU TROISIÈME JOUR (54 HEURES), FACE INFÉRIEURE VUE À LA LUMIÈRE TRANSMISE.

*a'*, repli amniotique externe ou faux amnios : il est très-apparent autour de la tête et peut être vu également à la queue.

*a*, vrai amnios, enveloppant très-exactement la tête, on ne le voit distinctement ici qu'entre les saillies des vésicules cérébrales. On peut le voir aussi à la queue, *t*.

Sur l'embryon d'après lequel cette figure a été faite, le repli céphalique de l'amnios arrivait un peu plus loin en arrière que l'indication *a*, mais les limites n'en pouvaient pas être vues bien distinctement au travers du corps de l'embryon. La proéminence du faux amnios à la tête est de nature

à embarrasser l'élève; mais s'il a bien présent à l'esprit ce fait (impossible à bien montrer dans la figure 8) que le repli amniotique tout entier, la partie vraie comme la partie fausse, est entraîné au-dessous de la tête, les choses, à la réflexion, deviendront faciles à comprendre.

C. H., hémisphère cérébral; F. B., vésicule cérébrale antérieure ou du troisième ventricule; M. B., vésicule cérébrale moyenne; H. B., vésicule cérébrale postérieure; Op., vésicule optique; Ot., vésicule otique.

Of. V., veine omphalo-mésentérique formant la racine veineuse du cœur. Le tronc que l'on voit à droite (c'est le tronc gauche, sur l'embryon vu par la face supérieure, dans sa position normale) reçoit une grosse branche, (indiquée par des lignes ponctuées) qui vient de la portion antérieure du sinus terminal; Ht., le cœur, aujourd'hui complètement tordu sur lui-même; A o., le bulbe artériel; on aperçoit obscurément les trois arcs aortiques qui en sortent en croisant le cou, et qui s'unissent pour former l'aorte, que l'on voit encore moins distinctement, sous la forme d'une ligne courbe sombre dirigée suivant la longueur du corps. L'autre ligne courbe sombre, qui se trouve près d'elle et qui finit en *y*, est la notocorde, *ch*.

Au niveau de *x*, ou à peu près, l'aorte se divise en deux troncs qui suivent la direction longitudinale du corps, en longeant la ligne quelque peu opaque des protovertèbres, et qui, par conséquent, ne peuvent être vus d'une manière distincte. Mais les branches qu'ils fournissent, c'est-à-dire les artères omphalo-mésentériques, *Ofa*, sont très-apparences et on les voit contourner les replis qui commencent à se former.

P v., protovertèbres. Un peu au-dessous de l'origine des artères omphalo-mésentériques, les lames vertébrales ne sont encore que très-imparfaitement divisées en protovertèbres, plus bas encore, elles ne le sont pas du tout.

*x* indique le « point de divergence » des replis de la splanchnopleure. Le pré-intestin commence ici et s'étend jusqu'en *y*; la transparence relative de l'espace indiqué par cette lettre est due, en partie, à la présence en ce point de la cavité du canal alimentaire. *x* marque donc, pour le moment, la limite postérieure des replis de la splanchnopleure. Les limites des replis de la somatopleure, ne peuvent être aperçues par suite de la transparence de ces feuilletts.

On comprend du reste que toute la partie du corps de l'embryon, située au-dessus du point *x*, est vue par transparence, à travers la portion du sac vitellin (aire vasculaire et aire transparente), qui a été enlevée et séparée de l'œuf, en même temps que l'embryon, et à travers les deux lames du pli amniotique.

Nous devons répéter encore que l'embryon, étant vu par la face inférieure, tout ce qui est à droite de l'observateur, sur la figure, est à gauche sur l'embryon placé dans sa position naturelle, et *vice versa*.

Cette modification, qui ne doit pas être confondue avec la courbure du corps dont il vient d'être question, a commencé, ainsi que nous l'avons vu, dans le cours du second jour, la tête s'infléchit de haut en bas, et ce mouvement s'exécute autour d'un point qui peut être considéré comme coïncidant avec l'extrémité, soit de la notocorde, soit du canal alimentaire.

La flexion fait de rapides progrès, la vésicule cérébrale antérieure s'infléchit de plus en plus de haut en bas: à la fin du troisième jour, ce n'est plus la première vésicule, mais la seconde, qui occupe l'extrémité antérieure de l'axe longitudinal de l'embryon. Une ligne droite dirigée suivant l'axe longitudinal de l'embryon passerait maintenant par la vésicule médiane, au lieu de passer, comme au début du second jour, par la vésicule antérieure, tant est prononcé déjà l'enroulement du canal neural autour de l'extrémité de la notocorde. Cette flexion crânienne, à son début, donne à tout le corps de l'embryon du troisième jour, à peu près l'aspect d'une cornue, la tête de l'embryon correspondant à la partie renflée.

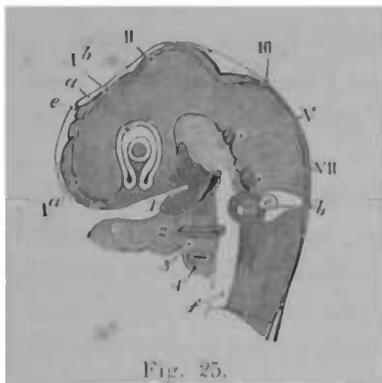


Fig. 25.

TÊTE D'UN POULET DU TROISIÈME JOUR, VUE PAR L'UNE DE SES FACES LATÉRALES, EXAMINÉE À LA LUMIÈRE TRANSMISE (PAR TRANSPARENCE).

(Huxley.)

Ia, vésicule de l'hémisphère cérébral. Ib, vésicule du troisième ventricule, (vésicule cérébrale antérieure), au sommet on aperçoit la saillie de la glande pinéale c.

Au-dessous de cette portion du cerveau on voit, sur la coupe optique, la vésicule optique a, déjà formée par invagination et présentant une paroi interne épaisse et une paroi externe mince (la lettre a se trouve à la jonction des deux parois, la cavité primitive étant presque complètement oblitérée). Au centre de la vésicule est placé le cristallin, la partie centrale teintée (un peu trop grande sur la figure) en indique la cavité. Au-dessous du cristallin, entre les deux branches du fer à cheval, se trouve la fente choroïdienne.

II, vésicule cérébrale moyenne, placée maintenant, par suite de la flexion crânienne, en face de l'extrémité du canal alimentaire; III, vésicule cérébrale postérieure; V, rudiments de la cinquième paire de nerfs crâniens; VII, rudiments de la septième; au-dessous de la septième paire, on voit la

vésicule auditive *b*. La tête ayant été comprimée, la vésicule paraît un peu déformée, comme si elle avait été chassée par pression hors de la position qu'elle occupait. L'orifice n'est pas encore fermé.

1, bourgeon maxillaire inférieur du premier arc viscéral. Au-dessous et à droite, on voit la première fente viscérale; au-dessous de celle-ci, le second arc viscéral (2), et, plus bas encore, le troisième (3), puis le quatrième (4). En avant des arcs viscéraux, c'est-à-dire à gauche de la figure, on voit l'extrémité artérielle du cœur, les arcs aortiques étant contenus dans leurs arcs viscéraux respectifs.

*f* se trouve à la partie inférieure du canal alimentaire vu par transparence à travers le corps de l'embryon; à la partie supérieure, au-dessous du cerveau, il est difficile de distinguer entre la transparence due à la présence de la cavité du canal alimentaire et celle qui résulte de la nature particulière du mésoblaste de la base du crâne et qui, formé de cellules radiées, séparées par de larges espaces clairs ou vacuoles, se laisse aisément traverser par la lumière. Près de l'extrémité supérieure du canal, au-dessous de la vésicule cérébrale moyenne, on voit un petit prolongement conique : c'est le commencement de l'infundibulum.

Le quatrième jour, la flexion est encore plus prononcée, mais le cinquième et les jours suivants elle cesse d'être aussi apparente par suite du développement des diverses parties du crâne.

9. Les deux vésicules des hémisphères cérébraux qui naissent, le second jour, de la partie antérieure de la vésicule antérieure s'accroissent rapidement pendant le troisième, à ce point que, vers la fin de ce jour, chacune d'elles (fig. 24, CH; fig. 25, I *a*) est aussi grosse que la vésicule antérieure primitive qui lui a donné naissance : elles forment ensemble une portion importante du cerveau. Dans leur développement, elles rejettent sur les côtés les vésicules optiques et contribuent puissamment ainsi à donner à la tête la forme ronde qu'elle est en train d'acquérir. Chaque vésicule possède une cavité, qui sera connue plus tard sous le nom de *ventricule latéral*, et ces deux cavités, bien que tout à fait séparées l'une de l'autre, n'en communiquent pas moins, toutes les deux, avec la cavité de la vésicule cérébrale antérieure.

Par suite du développement des hémisphères cérébraux, la vésicule cérébrale antérieure primitive ne conserve pas la situation qu'elle occupait à l'extrémité antérieure de l'embryon (fig. 24, FB, fig. 25, I *b*), et cesse d'être aussi apparente que

par le passé. Comme ses parois donnent plus tard naissance aux parties qui entourent ce qu'on appelle le troisième ventricule du cerveau, nous l'appellerons désormais *vésicule du troisième ventricule*<sup>1</sup>.

Au sommet de cette vésicule on voit en ce moment un petit prolongement cône; c'est le rudiment de la *glande pinéale* (fig. 25, e), la partie centrale du fond de la cavité se prolonge en bas en forme d'entonnoir, c'est l'*infundibulum* (fig. 22, d), qui se dirige vers l'extrémité terminale du canal alimentaire et rejoint le *corps pituitaire*.

Le développement du corps pituitaire ou hypophyse du cerveau a été l'objet de très longues discussions entre les embryologistes. Von Baer (*loc. cit.*) et Schmidt (*Zeitschrift für Wissenschaft. Zoologie*, 1862, B. XI, p. 43) croyaient que la base de la vésicule du troisième ventricule se prolonge en un bourgeon dirigé en bas, l'*infundibulum*, qui, plus tard, par dilatation de son extrémité, constitue le corps pituitaire.

Rathke (*Archiv. für Anatomie und Physiologie*, 1838, Bd. V) assure que, de très-bonne heure, un diverticulum, né de l'extrémité supérieure du canal alimentaire, se porte en arrière et rencontre le prolongement cérébral appelé *infundibulum*. Un peu plus tard, ce diverticulum perd toute connexion avec l'épithélium du canal digestif et forme le corps pituitaire, en s'unissant à l'*infundibulum*.

Dursy (*Entwickelungsgeschichte des Kopfes*, Tübingen, 1869) assure que l'extrémité de la notocorde et l'épithélium du canal alimentaire prennent part tous deux à la formation du corps pituitaire. Ce qui semble être un diverticulum du canal alimentaire est bien plutôt une partie du canal lui-même, séparée du reste par un étranglement résultant de la flexion crânienne.

Reichert (*Entwickelungsleben im Wirbelthierreich*, Berlin, 1846) dit que le corps pituitaire est formé par les restes de l'extrémité antérieure de la notocorde.

Plus tard cependant (*Der Bau des menschlichen Gehirns*) il supposa que ce corps est formé par la pie-mère.

Rathke, plus tard également, (*Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere*, Leipzig, 1861) abandonna ses premières idées. Il pensa que le diverticulum du canal alimentaire disparaît, et que le corps pituitaire est formé par le mésoblaste que l'on trouve en avant du processus clinofide.

Wilhelm Müller (*Ueber die Entwicklung und Bau der Hypophysis und des Processus infundibuli cerebri*, *Jenaische Zeitschrift*, Bd. VI, 1871) a publié tout récemment un travail approfondi sur le développement et l'anatomie du corps pituitaire et de l'*infundibulum*, dans tous les ordres de vertébrés; voici un résumé de ce mémoire.

<sup>1</sup> Les auteurs appellent encore cette vésicule « *tacca brain* » (littéralement : *entre-cerveau*), parce qu'elle ne tarde pas à venir se placer entre les extrémités postérieures élargies des hémisphères cérébraux.

Pour comprendre la formation du diverticulum du canal alimentaire qui forme le corps pituitaire, il est nécessaire de se rappeler que, tout d'abord, l'hypoblaste du cou sous-jacent à la notocorde, est très-rapproché de cet organe et qu'au delà de l'extrémité supérieure de la notocorde, l'hypoblaste est presque en contact avec la base de la vésicule du troisième ventricule. Lorsque la flexion crânienne se produit, (et ce mouvement s'accomplit, on s'en souvient, autour d'un axe passant par l'extrémité antérieure de la notocorde), l'hypoblaste, intimement appliqué à la base de la vésicule, se recourbe en même temps ; lorsque l'angle de flexion est devenu aigu, un espace cunéiforme, tapissé d'hypoblaste, se trouve, pour ainsi dire, complètement séparé du canal alimentaire. C'est ainsi que se forme un diverticulum de l'hypoblaste, dirigé d'arrière en avant, étendu du canal alimentaire à la base de la vésicule du troisième ventricule, et ce diverticulum n'est point le résultat d'un bourgeonnement antérieur du canal alimentaire, il est uniquement dû à la flexion crânienne qui amène, par étranglement, la séparation d'une portion du canal alimentaire. C'est ce que nous pouvons appeler le diverticulum pituitaire. Quand la flexion crânienne commence, l'extrémité de la notocorde s'infléchit en bas, se termine par un renflement assez marqué et vient se mettre en contact avec la terminaison du diverticulum pituitaire. Le mésoblaste, réuni en avant et autour de l'extrémité de la notocorde, augmente de volume, se développe, en avant de la notocorde, ainsi qu'en arrière de la vésicule du troisième ventricule et donne naissance au processus clinéoïde postérieur. En même temps, la base de la vésicule du troisième ventricule se développe inférieurement, en se portant vers le diverticulum pituitaire et forme ce que l'on appelle l'infundibulum. Cet état de choses peut être observé pendant le troisième jour. Le quatrième jour, le tissu mésoblastique, réuni autour de la corde dorsale, augmente encore de volume et l'extrémité de la notocorde, sans cesser d'être courbée en bas, s'éloigne un peu de l'extrémité du diverticulum pituitaire, lequel est encore à l'état d'espace triangulaire largement ouvert dans le canal alimentaire.

Le cinquième jour, l'ouverture du diverticulum pituitaire dans le canal alimentaire s'est rétrécie, et, tout autour du diverticulum, a commencé la formation de cellules mésoblastiques. En arrière, le processus clinéoïde est devenu cartilagineux, tandis qu'en avant et sur les côtés le diverticulum est entouré par les trabécules. A ce moment, nous voyons donc, réellement, un diverticulum du canal alimentaire traverser la base du crâne pour gagner l'infundibulum. L'extrémité de la notocorde s'est atrophiée, en sorte qu'elle se trouve séparée du corps pituitaire par un intervalle considérable.

Le septième jour, le mésoblaste qui entoure le diverticulum pituitaire lui forme un revêtement complet de cellules fusiformes, et l'ouverture de communication entre la cavité du diverticulum et celle du pharynx s'est encore rétrécie. Le diverticulum est presque absolument transformé en une vésicule et ses parois hypoblastiques ont commencé à envoyer dans le revêtement mésoblastique des prolongements pleins qui sont les premiers éléments du véritable corps pituitaire. L'infundibulum paraît alors sous l'aspect d'un prolongement étroit de la base de la vésicule du troisième ventricule, qui se rapproche de la vésicule pituitaire, sans cependant s'unir à elle. Cette vésicule se trouve placée dans l'espace compris entre le basi-sphénoïde et le pré-sphénoïde, elle est entourée d'un anneau cartilagineux complet. Les cellules mésoblastiques qui l'environnent ne présentent toutefois aucun signe de transformation cartilagineuse.

Vers le dixième jour, l'ouverture de communication entre la vésicule pituitaire et le pharynx est presque entièrement oblitérée et la cavité de la vésicule est notablement diminuée. Le corps, lui-même, est constitué par des cordons de cellules hypoblastiques anastomosés, et le mésoblaste, qui les sépare, a déjà commencé à devenir vasculaire. Ces cordons, ou amas de cellules hypoblastiques, sont entourés d'une membrane propre très-délicate et quelques-uns d'entre eux possèdent une petite cavité. L'infundibulum a augmenté de longueur.

Le douzième jour, la communication entre la vésicule pituitaire et le pharynx est complètement oblitérée, mais un cordon de cellules réunit encore les deux organes. Les vaisseaux de la pie-mère de la vésicule du troisième ventricule se sont mis en communication avec ceux du corps pituitaire et l'infundibulum s'accroît en bas par son bord postérieur.

Dans des phases plus avancées, toute connexion se trouve supprimée entre le corps pituitaire et le pharynx, et le premier s'unit avec le prolongement de l'infundibulum « *processus infundibuli* ».

Telle est la description de Wilhelm Müller. Goette, cependant (*Archiv. für Mikr. Anat.*, IX, p. 397), a exposé tout récemment les raisons qui permettent de penser que le diverticulum pituitaire naît, non pas du pré-intestin, tapissé par l'hypoblaste, mais bien de la cavité buccale, tapissée par l'épiblaste. Il dit que, dès les premières phases du développement de cet organe, on peut voir le diverticulum naître du côté buccal de la cloison qui, pendant quelque temps, sépare le pré-intestin primitivement formé, de la cavité buccale formée ultérieurement, ce diverticulum appartient donc à cette dernière cavité et ne peut être, par suite, considéré comme la terminaison antérieure naturelle de la première.

Sauf une augmentation de volume, qui lui est commune avec toutes les autres parties de l'embryon, et le changement de position dont nous avons déjà parlé, la vésicule cérébrale moyenne ne subit que peu de modifications pendant le troisième jour. La paroi supérieure ou plafond formera, en se développant plus tard, les *corps bijumeaux* (*corpora bigemina*) ou lobes optiques (tubercules quadrijumeaux des mammifères), la paroi inférieure ou plancher formera les pédoncules cérébraux (*crura cerebri*), et la cavité sera réduite à un étroit canal connu sous le nom d'aqueduc Sylvius (*iter a tertio ad quartum ventriculum*).

Dans la troisième vésicule cérébrale, la partie la plus voisine de la vésicule moyenne se sépare du reste par un léger étranglement, pendant le cours du troisième jour. Cette séparation, qui devient, plus tard, beaucoup plus évidente, par suite de l'épaississement des parois latérales et du plafond de la portion antérieure, subdivise la troisième vésicule en deux par-

ties : le cervelet (*cerebellum*), en avant, la moelle allongée (*medulla oblongata*), en arrière. Tandis que toutes les parois, sans exception, de la portion antérieure de la troisième vésicule, (correspondant au cervelet), s'épaississent de toutes parts, le plafond de la portion postérieure, ou moelle allongée, s'amincit au contraire et se réduit à une très-fine membrane, formant à la cavité de la vésicule un couvercle très-délicat (fig. 26, IV); la cavité elle-même, élargie, peu profonde, et dont les parois latérales ainsi que la paroi inférieure se sont notablement épaissies, est connue sous le nom de *quatrième ventricule*, elle sera recouverte, dans la suite, par la portion postérieure du cervelet considérablement développée.

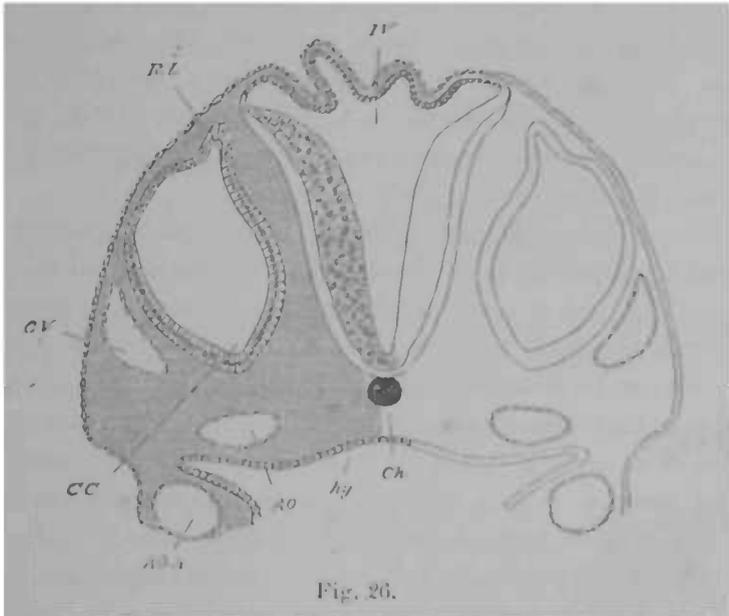
Le troisième jour établit donc la différenciation du cerveau en ses parties fondamentales; les hémisphères cérébraux, les masses centrales disposées autour du troisième ventricule, les tubercules bijumeaux, le cervelet et la moelle allongée. A la même époque, la division temporaire de la cavité primitive du canal neural, en trois cavités simples, cède la place à une disposition définitive en une série de ventricules, reliés les uns aux autres, savoir : les ventricules latéraux, le troisième ventricule, l'aqueduc de Sylvius (avec un prolongement dans le lobe optique de chaque côté), et le quatrième ventricule.

10. Au moment où la forme extérieure du cerveau se trouve ainsi arrêtée, des changements internes, que l'on peut voir surtout sur les coupes, se produisent dans toute l'étendue du canal neural.

Au début du développement la section de la cavité du canal neural est circulaire ou à peu près.

Mais vers ce moment, l'épiblaste, qui tapisse toute la longueur du cordon spinal, devient très-épais sur les côtés, tandis qu'il n'augmente que très-peu sur la ligne médiane, soit en haut, soit en bas. Il en résulte que, sur les coupes, la section de la cavité, au lieu d'être circulaire, se présente maintenant à l'état de fente verticale étroite (fig. 44), la cavité s'étant presque remplie sur les deux côtés.

Dans la région correspondant au cerveau l'épaississement du revêtement épiblastique interne suit une marche un peu différente. Tandis que presque partout ailleurs les parois latérales et le plancher du canal se sont notablement épaissis, le plafond devient extrêmement mince dans la région des divers ventricules, non pas seulement dans le quatrième, mais aussi dans tous les autres, de manière à former une membrane réduite à peu près à une seule couche de cellules. (fig. 26. IV.)



SECTION TRANSVERSALE DE LA VÉSICULE CÉRÉBRALE POSTÉRIEURE D'UN POULET A LA FIN DU TROISIÈME JOUR DE L'INCUBATION.

IV. Quatrième ventricule. La coupe montre le plafond mince et les parois latérales épaisses du ventricule.

Ch. Noto-orda (teinte schématique).

CV. Veine cardinale antérieure.

CC. Vésicule auditive invaginée.

La ligne CC indique le point où se formera le canal du limaçon; RL, aqueduc du vestibule (*recessus labyrinthi*); hy, hypoblaste tapissant le canal alimentaire. Ces lettres indicatives se trouvent elles-mêmes placées dans la cavité du canal alimentaire, et dans cette partie qui, plus tard, deviendra le pharynx. La paroi inférieure (antérieure) du canal n'est pas représentée dans la coupe, mais, de chaque côté, on peut voir des portions d'une paire d'arcs viscéraux. Dans chacun de ces arcs, on voit la coupe de l'arc aortique qui lui appartient. Le vaisseau lui-même, dont la coupe est représentée

ici, se dirige vers la tête, il est sur le point de s'unir à l'aorte dorsale A O. Si la coupe avait été faite plus près de la tête et suivant le plan au niveau duquel l'arc aortique se recourbe et contourne le canal alimentaire pour atteindre le mésoblaste placé au-dessus, A O A, et A O, auraient donné sur la coupe un seul espace continu courbe. Dans les coupes faites plus bas, les deux aortes, A O, que l'on voit ici, une de chaque côté, seraient confondues en un seul tronc médian.

La teinte donnée au mésoblaste dans la figure est purement schématique; en ce point, c'est une masse uniforme constituée par des cellules fusiformes, car, dans cette région, il n'existe aucune trace de différenciation en proto-vertèbres.

11. Dans le chapitre précédent, nous avons vu que la première vésicule cérébrale, donne naissance aux vésicules optiques sous la forme de bourgeonnements latéraux suivis d'étranglements: Ces dernières vésicules et les parties qui les entourent subissent le troisième jour des changements d'où résulte la formation du *globe de l'œil*.

Lors de leur première apparition les vésicules optiques forment à peu près un angle droit avec l'axe longitudinal de l'embryon (fig. 15), et les pédicules qui les unissent à la première vésicule cérébrale sont larges et courts. Nous avons déjà dit (p. 85) que les étranglements qui donnent naissance à ces pédicules se font principalement de haut en bas, et un peu en dedans et en arrière. Aussi dès le début, les vésicules semblent-elles naître de la face inférieure de la vésicule antérieure.

Par suite de leur développement rapide, dans la région antérieure et inférieure de la première vésicule cérébrale, les vésicules des hémisphères semblent écarter l'une de l'autre et rejeter sur les côtés les vésicules optiques.

Celles-ci, donc, au lieu de se trouver à l'extrémité antérieure, viennent se placer sur les côtés de la tête; leurs pédicules, qui, par suite de ce changement, se sont allongés et rétrécis, se dirigent obliquement en bas et en dedans, à partir des vésicules, et viennent s'ouvrir dans la cavité du cerveau, à sa base. Leurs ouvertures sont d'abord situées tout près l'une de l'autre, à l'union des hémisphères cérébraux avec le reste de la vésicule antérieure (appelée maintenant vésicule du troisième ventricule), en sorte que l'on

peut dire que les cavités des deux vésicules optiques communiquent directement l'une avec l'autre, et toutes deux, avec les cavités des hémisphères cérébraux. La première de ces deux communications toutefois est bientôt supprimée, les pédicules des vésicules optiques s'ouvrent alors exclusivement dans le troisième ventricule. Dans le même temps, pendant que s'opère la flexion crânienne, le plancher du troisième ventricule s'abaisse et sépare les ouvertures des deux pédicules optiques. Plus tard, les pédicules changent de position, se portent en arrière, et se mettent en rapport principalement avec la base de la vésicule cérébrale moyenne.

Pendant que ces changements s'opèrent dans les pédicules optiques, le développement fait aussi des progrès dans la région des vésicules elles-mêmes et donne naissance aux rudiments de la rétine, du cristallin, de l'humeur vitrée et des autres parties de l'œil.

Les changements à la suite desquels tous ces organes se forment sont de nature assez compliquée et bien des points qui s'y rapportent sont encore douteux.

Vers la fin du second jour, l'épiblaste externe ou superficiel qui couvre les parties les plus saillantes de la vésicule optique et qui se trouve presque en contact avec elles, devient plus épais. Cette partie épaissie se déprime et prend la forme d'une petite fossette peu profonde, entourée de parois latérales épaisses (fig. 27, A..c); elle repousse devant elle la paroi antérieure (r) de la vésicule optique. Cette invagination de l'épiblaste superficiel est assez considérable pour refouler la paroi antérieure de la vésicule optique jusqu'au contact de la paroi postérieure, et pour que la cavité de la vésicule s'en trouve presque oblitérée (fig. 27, B).

Le bulbe de la vésicule optique se trouve donc transformé en une cupule à doubles parois, contenant dans sa cavité la portion de l'épiblaste qui a subi l'invagination décrite plus haut. Cette cupule est ordinairement appelée *la vésicule optique secondaire* afin de la distinguer de la vésicule op-

tique primitive. Pour plus de brièveté, nous pouvons l'appeler la *cupule optique*, car, en réalité, ce n'est jamais une vésicule close, elle demeure toujours largement ouverte en avant. De ses doubles parois, l'une, interne ou antérieure (fig. 27, B, *r*), est formée par la partie antérieure de la paroi de la vésicule optique primitive, l'autre, externe ou postérieure, par la partie postérieure de la paroi de la même vésicule (fig. 27, B, *u*). L'interne ou antérieure (*r*), qui devient bientôt plus épaisse que l'autre, constituera la rétine; l'externe ou postérieure (*u*), qui reste mince, reçoit plus tard un dépôt de pigment et finit par former la couche pigmentaire, en mosaïque, de la choroïde.

Par l'occlusion de son ouverture, la petite dépression de

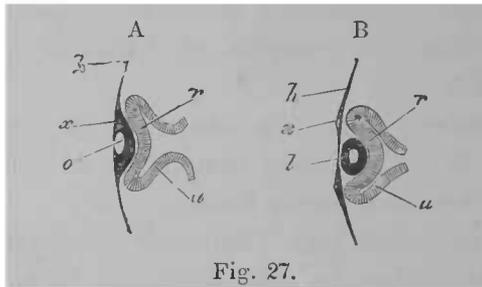


Fig. 27.

COUPES SCHÉMATIQUES DESTINÉES À MONTRER LA FORMATION DE L'ŒIL.  
(D'après Remak.)

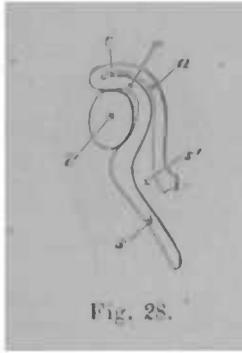
En A, l'épiblaste superficiel mince, *h*, s'épaissit en *x*, en avant de la vésicule optique, se déprime et forme la petite fossette *o*, dont l'ouverture a déjà commencé à se fermer. Par suite de cette invagination, qui forme le rudiment du cristallin, la vésicule optique se replie sur elle-même, la partie antérieure, *r*, est repoussée sur la partie postérieure, *u*, et la cavité de la vésicule se trouve ainsi diminuée. On voit que le pédicule de la vésicule est encore large.

En B, la vésicule optique, encore plus repliée sur elle-même, forme une cupule à double paroi, l'une, postérieure, *u*; l'autre, antérieure, *r*. Dans la cavité de la cupule repose le cristallin, *l*, complètement détaché maintenant de l'épiblaste superficiel, *x, h*. La cavité existe encore. La cavité du pédicule de la vésicule optique s'est déjà fort rétrécie.

l'épiblaste devient un sac fermé de toutes parts, pourvu de parois épaisses et d'une petite cavité centrale (fig. 27, B, *l*). En même temps, ce sac perd toute connexion avec l'épiblaste

externe, qui forme en avant de lui une couche continue, où l'on ne retrouve aucune trace de l'ouverture primitive. Il ne reste donc, dans la cupule de la vésicule optique secondaire, qu'une petite masse d'épiblaste de forme elliptique et complètement isolée. C'est le rudiment du cristallin. La petite cavité intérieure diminue très-rapidement par suite de l'épaississement de ses parois et surtout de la paroi postérieure.

Lors de sa première apparition le cristallin est en contact immédiat avec la paroi antérieure de la vésicule optique secondaire (fig. 27, B); mais, au bout de peu de temps, on le voit reposer sur les lèvres de la cupule (fig. 30, D); un espace, *r h*, occupé plus tard par l'humeur vitrée, commence à paraître entre la lentille et la paroi antérieure de la vésicule.



COUPE SCHÉMATIQUE DE L'ŒIL ET DU NERF OPTIQUE, AUX PREMIERS TEMPS DE LEUR FORMATION. (D'après Lieberkühn.)

Cette figure est destinée à montrer le cristallin, *l*, au moment où il remplit toute la cavité de la cupule optique, la direction oblique du pédicule, *s*, par rapport à la cupule et la continuité de la cavité du pédicule, *s*, avec celle de la vésicule primitive *e*; *r*, paroi antérieure de la cupule optique; *a*, paroi postérieure.

Pour comprendre comment se développe cet espace libre, il est nécessaire d'avoir bien présent à l'esprit la position de la vésicule optique et les rapports de son pédicule.

La vésicule est placée sur les côtés de la tête et son pédicule est dirigé en bas, en dedans et en arrière : il s'écarte donc obliquement de la vésicule. D'où il suit, que lors de l'in-

vagination qui donne naissance au cristallin, la direction suivant laquelle la paroi antérieure est repoussée en dedans n'est point la même que celle de l'axe du pédicule, ainsi que, pour plus de simplicité, nous l'avons représenté sur la figure 27; mais elle forme avec cet axe un angle obtus, comme cela est indiqué dans la figure 28, où  $s'$  représente la cavité du pédicule au point où elle se sépare de la cavité presque oblitérée de la vésicule primitive.

La figure 28 représente la première période, dans laquelle le cristallin remplit toute la cupule de la vésicule secondaire. L'état de choses qui suit est amené par le développement des

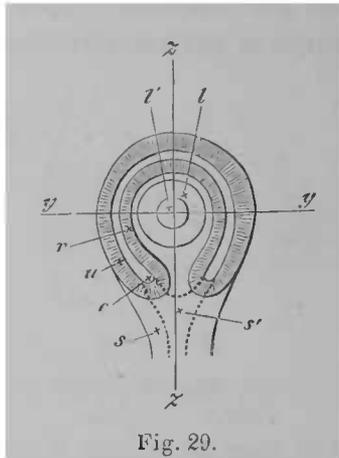


SCHÉMA DE L'ŒIL DU POULET, VERS LE TROISIÈME JOUR, SUPPOSÉ VU TEL QU'IL SE PRÉSENTE LORSQU'ON OBSERVE LA FACE INFÉRIEURE DE LA TÊTE A LA LUMIÈRE TRANSMISE.

- $l$ , cristallin;  $l'$ , cavité du cristallin, la lentille reposant dans la cavité de la cupule optique.  
 $r$ , paroi antérieure de la cupule optique;  $u$ , paroi postérieure;  $c$ , cavité de la vésicule optique primitive presque complètement oblitérée. C'est par inadvertance que dans la figure la paroi postérieure,  $u$ , a été représentée en certains points plus épaisse que  $r$ , elle est en réalité plus mince dans toute son étendue.  
 $s$ , pédicule de la cupule optique;  $s'$ , sa cavité, ces parties, situées dans un plan inférieur à celui de la cupule elle-même, ne sont pas au foyer, la ligne de points indique la continuité de la cavité du pédicule avec celle de la vésicule primitive.

La ligne,  $z z$ , suivant laquelle la coupe représentée dans la figure 30, F, est supposée faite, passe par la fente choroïdienne.

parois de la cupule, lequel s'opère avec plus de rapidité que celui de la lentille ; il résulte, en d'autres termes, de la dilatation de la cavité de la cupule. Mais ce développement ou cette dilatation ne se produit pas également dans toutes les parties de la cupule. Les parois de cette cupule s'élèvent de toutes parts, sauf en cette partie du pourtour qui correspond à la partie médiane du pédicule. Tandis que partout ailleurs les parois s'accroissent rapidement en hauteur et emportent, pour ainsi dire, le cristallin avec elles ; en ce point particulier, qui, dans la position naturelle de l'œil, se trouve à sa surface inférieure. le développement s'arrête : ici la paroi demeure incomplète et il reste un espace libre.

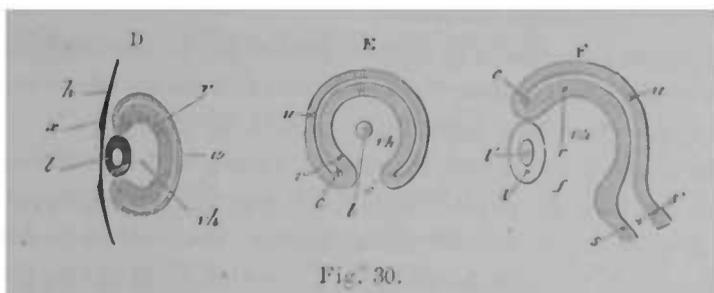


Fig. 30.

- D. Coupe schématique de l'œil représenté dans la figure 29, suivant la ligne *yy*, et perpendiculairement au plan du papier. Le pédicule ne peut être vu parce que la coupe a été faite tout à fait en dehors de la région qu'il occupe ; *ch*, cavité de la cupule optique remplie par l'humeur vitrée. Les indications sont les mêmes que dans la figure 27, B.
- E. Coupe du même œil, mais supposée parallèle au plan du papier, assez loin de la face antérieure de l'œil pour emporter une petite portion de la face postérieure du cristallin, *t*, mais pas assez cependant pour intéresser le pédicule. Les lettres se rapportent aux mêmes indications que ci-dessus ; *f*, fente choroïdienne.
- F. Coupe de l'œil (fig. 29), suivant la ligne *zz*, et perpendiculairement au plan du papier, pour montrer la fente choroïdienne *f*, et la continuité de la cavité du pédicule optique avec celle de la vésicule optique primitive. Si la coupe avait été faite un peu à droite ou à gauche de la ligne *zz*, les parois de la cupule optique se seraient étendues en bas comme en haut jusqu'à la lentille. Mêmes indications que dans les autres figures.

Cet espace, qui recevra plus tard le nom de *fente choroïdienne*, ouvre au tissu mésoblastique, qui entoure la

vésicule optique et le pédicule, la voie qui lui permettra de pénétrer dans l'intérieur de la cavité de la cupule.

D'après son mode de formation, la fissure ou fente choroïdienne est évidemment placée dans la direction de l'axe du pédicule optique et, pour l'apercevoir, il faut la chercher à la face inférieure de la vésicule optique. Dans cette position elle est facile à reconnaître sur l'embryon transparent du troisième jour (fig. 25 et 29).

Ayant bien présents à l'esprit ces rapports de la fente avec le pédicule optique, le lecteur comprendra facilement pourquoi les coupes de la vésicule optique, faites à ce moment, présentent des aspects très-différents, selon le plan suivant lequel ces coupes ont été faites.

Lorsque l'on étudie la tête du poulet par la face inférieure, à la lumière transmise, l'œil présente à très-peu près l'aspect que l'on a cherché à reproduire dans la figure 29.

La coupe d'un tel œil, suivant la ligne  $y$  et perpendiculairement au plan du papier, donnerait une figure correspondant au diagramme D, fig. 30. Le cristallin, la cavité et la double paroi de la vésicule secondaire, les restes de la cavité primitive seraient tous représentés (l'épiblaste superficiel de la tête le serait aussi); mais on ne verrait rien, ni du pédicule, ni de la fente. Si, d'autre part, la coupe était faite parallèlement au plan du papier, à quelque distance au-dessus du pédicule, on aurait une figure à peu près semblable à E, fig. 30. Ici, la fente,  $f$ , est évidente et la communication de la cavité  $vh$  de la vésicule secondaire avec l'extérieur de l'œil n'est pas moins visible; mais la coupe n'atteint pas l'épiblaste superficiel. Enfin, une coupe perpendiculaire au plan du papier, suivant la ligne  $z$ , c'est-à-dire passant par la fente même, présenterait l'aspect de F, fig. 30, où la paroi de la vésicule fait défaut dans la région de la fissure, dont la position est indiquée sur la figure par la lettre  $f$ .

La fente que nous venons de décrire n'a qu'une existence de courte durée. Ses lèvres se mettent en contact et s'unis-

sent (directement dans le voisinage du cristallin, par l'entremise d'un organe spécial que nous décrirons bientôt, dans le voisinage du pédicule); ainsi se trouve entourée d'une paroi close de toutes parts la cavité cupuliforme de la vésicule optique secondaire. L'intérieur de la cavité est rempli par l'humeur vitrée, liquide clair dans lequel sont disséminées quelques-cellules en petit nombre.

Dans la description qui précède de la formation de la vésicule optique secondaire et de la fente choroïdienne, considérées comme les résultats d'une irrégularité de développement, nous avons suivi les idées de Lieberkühn (*Ueber das Auge des Wirbelthierembryos, Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Mainz*, Bd. 10, 1872). Leur origine est plus généralement décrite comme résultant de ce que la vésicule primitive se replie sur elle-même de bas en haut, du côté où se trouve la fente, au moment même où le cristallin pénètre en avant. Chez les mammifères, ce changement s'étendrait, dit-on, au pédicule optique, qui s'aplatit (dont la cavité s'oblitére par conséquent), et se replie sur lui-même, de manière à circonscrire une nouvelle cavité centrale continue avec la cavité destinée à contenir l'humeur vitrée.

Suivant Lieberkühn, le pédicule optique ne se replie jamais ainsi chez les oiseaux, la transformation qu'il subit pour devenir le nerf optique, consiste dans l'oblitération progressive de sa cavité centrale primitive, par l'épaississement de plus en plus marqué de ses parois. Le nerf optique de l'oiseau, d'ailleurs, ne contient pas l'artère centrale de la rétine, et l'on supposait que l'invagination subie par le pédicule optique pour former le nerf avait pour but d'introduire une certaine quantité de mésoblaste dans l'intérieur du nerf pour y servir à la formation de l'artère.

Selon Romak et la plupart des observateurs venus après lui, il n'existe pas trace de mésoblaste entre l'épiblaste externe et la vésicule optique, au point où l'épiblaste se déprime pour former le cristallin, d'où il suit que, dans son invagination, la lentille ne saurait entraîner de mésoblaste après elle, pour former, soit l'humeur vitrée, soit la capsule du cristallin. Tous ces auteurs décrivent l'humeur vitrée comme formée tout entière aux dépens du mésoblaste extérieur introduit dans l'œil par la fente choroïdienne, et Kölliker considère la capsule du cristallin comme une sorte d'excrétion cuticulaire de la surface de la lentille elle-même. Lieberkühn, d'autre part, dit que, peu après le commencement de l'invagination cristallinienne, on peut trouver déjà une mince couche de mésoblaste interposée entre cet organe et la vésicule optique. Cette couche est entraînée en dedans lors de l'invagination et c'est d'elle que l'humeur vitrée et la capsule du cristallin tirent leur origine. Chez les oiseaux, il est fort difficile de s'assurer de l'existence de cette couche, quoique Lieberkühn assure qu'elle est très-apparente chez les mammifères; mais lors même que l'on en admet l'existence, il reste cependant encore du doute sur la question de savoir si cette couche donne naissance à l'humeur vitrée tout entière ou seulement à la capsule du cristallin; cette dernière idée est la plus probable de toutes.

Pendant que s'accomplissent, dans la vésicule optique, les

changements qui viennent d'être décrits, le mésoblaste environnant prend le caractère d'un revêtement distinct qui arrête d'une manière définitive la forme du globe de l'œil. Les portions internes de ce revêtement, c'est-à-dire les plus rapprochées de la rétine, constituent la *choroïde* (la couche *chorio-capillaire* et la *lamina fusca* : l'épithélium pigmentaire, ainsi que nous l'avons vu, ayant été formé aux dépens de la cupule optique qui appartient elle-même à l'épiblaste); le pigment s'y déposera plus tard. Les parties externes restantes du revêtement mésoblastique constituent la *sclérotique*.

La différenciation complète de ces deux enveloppes de l'œil n'a lieu réellement qu'à une période plus avancée. Sur la ligne de soudure de la fissure choroïdienne le pigment fait défaut. Par suite, sur les embryons assez âgés pour que le pigment se soit déposé sur toute la choroïde, on aperçoit un trait pâle et très-apparent, qui indique la position de la fente choroïdienne.

En avant de la cupule optique, le revêtement mésoblastique, en se développant, se porte entre le cristallin et l'épiblaste superficiel et donne ainsi naissance à la substance de la cornée, l'épiblaste ne fournit que la couche épithéliale antérieure.

L'espace compris entre le cristallin et l'épiblaste superficiel est, d'abord, occupé par du mésoblaste qui n'a subi aucune différenciation; mais le sixième jour, une couche d'épithélium apparaît au milieu de la masse et la divise en deux parties, l'une antérieure et l'autre postérieure. La partie antérieure, en se condensant, forme la cornée et demeure continue avec la sclérotique; la couche d'épithélium, dont il vient d'être question, persiste et constitue la couche épithéliale postérieure de la membrane de Descemet. La partie postérieure se réduit à une simple membrane, formant, d'après Lieberkühn, la partie antérieure de la capsule (ainsi que le ligament suspenseur); l'espace compris entre cette membrane et la cornée se remplit d'humeur aqueuse.

Nous avons laissé la cavité de la vésicule optique primitive à peu près oblitérée entre les deux parois de la cupule optique. A la fin du troisième jour, l'oblitération est complète et les deux parois sont en contact immédiat.

La paroi interne ou antérieure est, dès l'abord, plus épaisse que l'externe ou postérieure; dans la plus grande partie de la cupule, cette différence s'accroît à mesure que le développement de l'œil se poursuit, la paroi antérieure devenant notablement plus épaisse et subissant des changements dont nous aurons bientôt à parler (fig. 31).

Dans la partie antérieure, sur les lèvres, pour ainsi dire, de la cupule, en ayant d'une ligne qui deviendra plus tard l'*ora serrata*, non-seulement les deux couches cessent de prendre part à l'épaississement progressif, accompagné de changements histologiques particuliers, que subit le reste de la cupule, mais elles s'unissent et se soudent complètement l'une à l'autre, formant ainsi une partie antérieure, séparée de la rétine proprement dite, laquelle est constituée par la partie postérieure de la cupule.

La portion antérieure, accompagnée de la choroïde qui la recouvre immédiatement, forme, en arrière du cristallin, des replis appelés procès ciliaires; un peu plus en avant, elle se recourbe et se porte entre le cristallin et la cornée, pour former l'iris. L'ouverture de la cupule optique, primitivement très-large, se trouve donc rétrécie et transformée en un petit orifice, la pupille, et le cristallin, qui se trouvait d'abord sur les lèvres de la cavité, s'y trouve maintenant inclus. Et tandis que, dans la partie postérieure de la cupule, ou rétine proprement dite, aucun dépôt de pigment noir n'a lieu dans la couche formée par la paroi antérieure ou interne de la vésicule, dans la portion antérieure dont nous venons de parler, au contraire, il se fait un abondant dépôt de pigment dans les deux couches, en sorte que, plus tard, cette portion semble n'être rien autre chose que le prolongement antérieur de l'épithélium pigmentaire de la choroïde.

Ainsi, pendant que la moitié postérieure de la cupule optique forme la rétine proprement dite, y compris le pigment choroïdien dans lequel sont plongés les bâtonnets et les cônes, la moitié antérieure constitue la portion ciliaire de la rétine qui recouvre les procès ciliaires, ainsi que l'uvée de

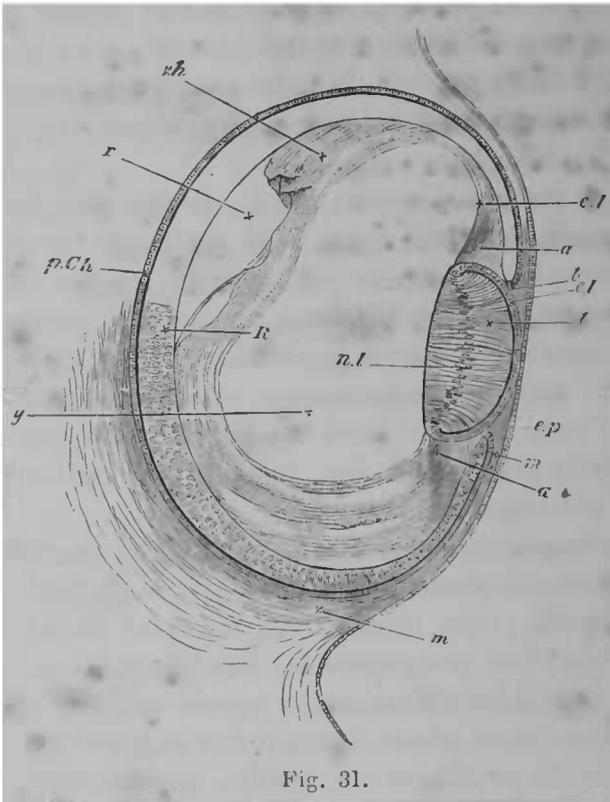


Fig. 31.

## COUPE DE L'ŒIL DU POULET AU QUATRIÈME JOUR.

*ep.*, épiblaste superficiel de la face latérale de la tête.

*R*, rétine proprement dite, paroi antérieure de la cupule optique; *p.Ch.* épithélium pigmentaire de la choroïde; paroi postérieure de la cupule optique; *b*, indique le bord extrême de la lèvre de la cupule, ce qui sera le bord de la pupille.

*l.* cristallin. La paroi postérieure (les noyaux de ses cellules allongées se voient en *nl*), forme maintenant presque toute la masse de la lentille, la paroi antérieure est réduite à une couche de cellules aplaties *el*.

*m.* mésoblaste entourant la cupule optique et sur le point de former la choroïde et sclérotique. On voit le mésoblaste passer en avant, entre la lèvre de la cupule et l'épiblaste superficiel,

On voit aussi une masse hyaline, *τ h*, qui remplit une grande partie de la cavité de la cupule, c'est sans doute le rudiment de l'humeur vitrée. Cette masse s'est détachée de la rétine en *x*, elle manque aussi (accidentellement, à ce qu'il semble) en *y*. Dans le voisinage du cristallin, le mésoblaste paraît continu, en *cl*, par exemple, avec le tissu, *a*, qui, à son tour, est continu avec le mésoblaste, *m*, et qui paraît être le rudiment de la capsule et du ligament suspenseur.

**l'iris.** Les procès ciliaires eux-mêmes et la substance de l'iris, leurs vaisseaux, muscles, tissu conjonctif et pigment ramifié, dérivent de la choroïde qui procède elle-même du mésoblaste. Le bord de la pupille marque la limite extrême de la vésicule optique, c'est là que la paroi externe ou postérieure se renverse et se continue avec la paroi interne ou antérieure.

Il nous reste à parler de la fente choroïdienne. Chez les mammifères, cette fissure ne reste ouverte que pendant très-peu de temps. Après la formation de l'humeur vitrée dans la cupule, les bords de la fissure se développent en même temps, s'unissent l'un à l'autre et toute trace de leur soudure disparaît. Chez les oiseaux la marche des choses est un peu différente.

En outre de la portion de mésoblaste qui passe par la fissure pour former l'humeur vitrée, deux autres prolongements mésoblastiques y pénètrent, l'un au voisinage du pédicule optique, dans la région de la rétine, l'autre, qui devient rapidement très-vasculaire, dans la partie de la fente qui correspond à la partie ciliaire de la rétine. Le premier de ces prolongements persiste et constitue le *peigne*, organe si caractéristique de l'œil de l'oiseau, le second sert à porter le sang au peigne.

Au douzième jour, la fissure se referme d'une manière complète et disparaît entre ces deux prolongements, ainsi qu'en avant du prolongement vasculaire; mais ce dernier prolongement lui-même, ainsi que le peigne, restent saillants dans l'intérieur de l'œil. Voilà pourquoi, chez l'adulte, le peigne semble perforer la rétine tout près de l'entrée du nerf optique, les fibres nerveuses de la rétine s'étendent en rayonnant autour de lui.

Ce pédicule optique, qui, comme nous l'avons dit, devient le nerf optique par l'oblitération de son canal central, est d'abord continu avec la paroi interne comme avec la paroi externe de la rétine. Il en doit être nécessairement ainsi, puisque l'intervalle qui existe primitivement entre ces deux parois est continu avec la cavité du pédicule (voyez fig. 28 et 30, F, s'). Mais, lorsque les fibres commencent à se montrer dans le nerf, on trouve qu'elles ne s'unissent qu'à la paroi interne, c'est-à-dire à la rétine proprement dite.

L'état histologique de l'œil dans les premières phases est très-simple. L'épiblaste, qui forme les parois de la vésicule optique, et la couche superficielle qui s'épaissit pour donner naissance au cristallin, sont constitués tous deux par plusieurs couches de cellules cylindriques. Le mésoblaste environnant est formé de cellules dont le protoplasma est plus ou moins ramifié et irrégulier. Ces éléments simples se modifient et produisent les tissus compliqués de l'œil adulte, les changements qu'ils subissent sont surtout marqués dans la rétine, le nerf optique, le cristallin et ses dépendances.

*La rétine.* Tout d'abord les deux parois de la cupule optique ne diffèrent pas beaucoup d'épaisseur. Le troisième jour, la paroi externe ou postérieure devient beaucoup plus mince que l'interne ou antérieure, et, vers le milieu du quatrième jour, elle est réduite à une seule couche de cellules aplaties (fig. 31, p.Ch.). Vers la quatre-vingtième heure, ces cellules commencent à recevoir un dépôt de pigment et bientôt elles forment ce qu'on appelle l'épithélium pigmentaire de la choroïde; aucune partie de la rétine proprement dite ou, (si l'on admet que la couche de pigment en question appartient plutôt à la rétine qu'à la choroïde), aucune autre partie de la rétine ne dérive de ces cellules. Le quatrième jour, la paroi interne (antérieure) de la cupule optique (fig. 31, R) présente une structure tout à fait régulière, et se compose de cellules allongées, à peu près fusiformes, et pourvues de noyaux distincts. Une membrane cuticulaire spéciale, la *membrane limitante*

*externe*, paraît de bonne heure sur sa face externe (postérieure).

A mesure que la paroi augmente d'épaisseur, ces cellules se multiplient avec rapidité, en sorte que cette paroi présente bientôt dans son épaisseur plusieurs couches de cellules.

Les premières traces d'une division en deux couches se remarquent le septième jour; le huitième, une couche formée de *granulations* est devenue très-évidente. Ces granulations, qui paraissent être des noyaux de cellules, se disposent, le dixième jour sur deux rangées, l'une interne et l'autre externe; vers le même moment, de petits prolongements, qui semblent être des bourgeons de la couche granuleuse interne, apparaissent à la face externe de la membrane limitante externe. Ces prolongements sont les rudiments des cônes et des bâtonnets.

Dès les premiers moments, on peut les diviser, d'une manière approximative, en deux catégories, suivant leurs diamètres, les gros et les petits. Les uns et les autres se développent rapidement et présentent bientôt à leurs sommets de petits globules fortement réfringents. Les plus minces sont les cônes, les plus épais, les bâtonnets. Longtemps, les cônes restent plus minces que les bâtonnets, mais, peu de temps avant l'éclosion, ils augmentent rapidement de diamètre et, bientôt après, l'on trouve qu'ils dépassent en épaisseur les bâtonnets. Le 18<sup>e</sup> jour, quelques-uns des globules contenus dans les cônes deviennent rouges, le 19<sup>e</sup>, d'autres deviennent jaunes, et bientôt tous les globules des cônes acquièrent une couleur distincte. Les globules des bâtonnets restent incolores. Les bâtonnets et les cônes sont donc des bourgeonnements de la paroi interne de la cupule optique, ou rétine, qui traversent la membrane limitante externe et vont atteindre la paroi externe ou épithélium pigmentaire de la choroidé.

Remak et quelques autres investigateurs pensaient que la paroi externe de la cupule optique donne naissance aux bâtonnets et aux cônes ainsi qu'à l'épithélium pigmentaire. Mais les observations de Max Schultz (*Archiv. Mikr. Anat.* IV, p. 239), appuyées de celles de Babuchin (*Hörz. Natur. Zeitschrift*, IV, 1863, p. 71) et autres, ont démontré clairement que les idées de Remak étaient erronées.

Le troisième jour, la couche granuleuse et la couche ganglionnaire sont faciles à distinguer. De très-bonne heure, certaines cellules prennent l'aspect de fibres disposées verticalement, c'est-à-dire rayonnant de la face interne ou antérieure de la rétine vers la membrane limitante externe. Ce sont les rudiments des fibres de Müller.

Ainsi donc, parmi les cellules de la paroi interne de la cupule, les unes se transforment en cellules ganglionnaires, les autres en fibres de Müller, tandis que les noyaux de certaines autres persistent et constituent les granulations internes et externes. Les bâtonnets et les cônes sont les bourgeonnements des cellules auxquelles appartiennent les granulations externes. Toutes les parties de la rétine, qu'elles soient de nature nerveuse ou qu'elles appartiennent au tissu conjonctif, semblent donc dériver des cellules épiblastiques.

Les changements qui viennent d'être décrits sont limités à la partie de la rétine située en arrière de l'*ora serrata*. En avant, les deux parois de la cupule s'unissent, ainsi que nous l'avons dit, pour former la couche de cellules où se fait le dépôt du pigment.

*Le nerf optique.* Les changements histologiques peuvent être observés pour la première fois dans le pédicule optique, vers le temps où la cavité perd toute connexion avec l'hémisphère cérébral et ne s'ouvre plus que dans le troisième ventricule. C'est alors que des fibres apparaissent pour la première fois dans les parois du pédicule, où les noyaux sont encore très-abondants; quoique très-allongé, le pédicule reste cependant encore creux et, sur une coupe, la cavité présente encore une section circulaire. Suivant Lieberkühn, il ne subit, à aucun moment (chez l'oiseau), aucune invagination tendant à en oblitérer la cavité.

Bientôt après la formation du dépôt de pigment dans la paroi externe de la cupule optique, pendant que les pédicules sont encore creux, apparaissent les rudiments du chiasma. Les fibres de l'un des pédicules pénètrent, en se développant, jusqu'au point d'attache de l'autre. Vers le même temps, au col de la cupule optique, les fibres se développent, se portent en avant, s'unissent à la rétine et s'étendent sur sa face interne. Le point où le nerf optique pénètre dans le globe de l'œil est en rapport intime avec celui où pénètre le peigne, les fibres du premier pénètrent à l'extrémité inférieure de ce dernier corps, en sui-

vent les parois jusqu'à l'extrémité supérieure et rayonnent de ce point comme d'un centre vers toutes les parties de la rétine.

Avant l'éclosion, le nerf optique cesse d'être creux, sa cavité centrale se remplit graduellement.

*Le cristallin*, au moment où il commence à se former, présente une section à peu près elliptique et une petite cavité centrale de forme analogue, les parois antérieure et postérieure sont d'épaisseur presque égale, chacune d'elles étant constituée par une seule couche de cellules cylindriques allongées.

Pendant le développement consécutif du cristallin, l'accroissement de la paroi postérieure présente une marche absolument inverse de celle qu'affecte la paroi antérieure. La paroi postérieure devient beaucoup plus épaisse et tend à oblitérer la cavité centrale en prenant une forme convexe à sa face antérieure. En même temps, ses cellules, sans cesser de former une seule couche, s'allongent et prennent la forme de fibres. La paroi antérieure, au contraire, devient de plus en plus mince et les cellules qui la constituent, de plus en plus aplaties et pavimenteuses.

Ces deux modes inverses de développement se continuent jusqu'à la fin du quatrième jour, ainsi que le montre la figure 31. La paroi postérieure, *l*, occupe alors toute la cavité centrale et se trouve en contact immédiat avec la paroi antérieure, *el*; la cavité se trouve ainsi oblitérée. Les cellules de la paroi postérieure sont devenues, à ce moment, de véritables fibres, qui, sur une coupe, paraissent disposées parallèlement à l'axe optique et dont les noyaux se voient sur une seule rangée, suivant une ligne qui passe à peu près par le milieu de chaque fibre. La paroi antérieure, un peu épaissie de chaque côté où elle se continue avec la paroi postérieure, est formée maintenant d'une seule couche de cellules aplaties, séparant la paroi postérieure du cristallin, ou plutôt, ainsi que nous pouvons désormais l'appeler, le cristallin lui-même, de la partie antérieure de la capsule dont elle devient l'épithélium.

Les changements ultérieurs consistent principalement dans l'allongement continu, la multiplication des fibres du cristallin et la disparition partielle de leurs noyaux.

Dans le cours de leur multiplication les fibres prennent la disposition si caractéristique qu'elles affectent dans le cristallin de l'adulte.

*La capsule du cristallin et ses parties accessoires.*— Malgré les nombreuses recherches qui ont été faites sur le développement de la capsule du cristallin, on ne peut dire que le mode de formation de cet organe soit connu d'une manière certaine. Remak avait été conduit par l'analogie à considérer la capsule comme dérivée du mésoblaste, mais il ne put réussir à donner de ce fait une démonstration satisfaisante. Kölliker la regardait comme une membrane cuticulaire produite par les cellules superficielles du cristallin et ses idées ont été très-généralement adoptées.

Lieberkühn en a décrit l'origine d'une manière bien différente. Suivant cet auteur, le cristallin, comme nous l'avons déjà dit, entraîne avec lui, dans son invagination, une couche très-fine de mésoblaste. Cette couche demeure continue avec le mésoblaste qui entoure le globe de l'œil, en sorte que plus tard le mésoblaste, en se développant en avant de la lentille, lui fournit un revêtement mésoblastique complet.

Une très-mince couche de ce mésoblaste, à la face postérieure et à la face antérieure de la lentille, s'isole du reste et forme la capsule du cristallin ainsi que le ligament suspenseur. Le reste du mésoblaste, en arrière de la lentille, donne naissance à l'humeur vitrée; la couche qui se trouve en contact immédiat avec la rétine donne naissance à la membrane hyaloïde. Il n'est pas douteux que cette dernière membrane ne soit réellement un produit du mésoblaste et non des cellules épiblastiques de la rétine; cela résulte de ce fait que la membrane hyaloïde est continue et recouvre le peigne sur lequel la rétine manque forcément. Lors de sa première apparition, l'humeur vitrée se présente sous l'aspect d'un amas de cel-

lules étoilées; mais pendant que cette masse se développe avec rapidité, pour remplir la cupule optique, qui s'agrandit elle-même, une grande partie en devient liquide et les éléments cellulaires sont de plus en plus refoulés dans le voisinage immédiat de la face postérieure de la lentille, où l'on peut retrouver même chez l'adulte, un petit nombre de cellules étoilées:

Bref, pour nous résumer, l'œil commence par être un bourgeon latéral de la première vésicule cérébrale, et se présente alors sous la forme d'une vésicule pédiculée. Le pédicule se retrécit, devient massif et plein, et forme le nerf optique.

Une dépression de l'épiblaste superficiel se produit sur la face antérieure de la vésicule optique; c'est d'abord une fossette, puis un sac clos, à parois épaisses, et enfin une masse pleine et arrondie (la petite cavité centrale étant entièrement oblitérée par l'épaississement de la paroi postérieure); telle est l'origine du cristallin. Par suite de cette invagination du cristallin, la vésicule optique se replie sur elle-même et sa cavité s'oblitére: ainsi se trouve formée une vésicule optique secondaire, ou cupule optique, pourvue d'une paroi antérieure épaisse et d'une paroi postérieure mince. L'une des conséquences de la manière dont la vésicule se replie, ou du mode de développement qu'elle subit ensuite, est celui-ci: la cupule de la vésicule optique secondaire est d'abord incomplète à sa face inférieure, où une fissure, la fente choroïdienne, existe pendant quelque temps, mais se referme ensuite.

Le mésoblaste dans lequel l'œil est plongé se rassemble autour de la cupule et lui forme un revêtement distinct dont les couches internes constituent la choroïde et les externes la sclérotique. Un bourgeonnement interne de ce revêtement, passant entre la face antérieure du cristallin et l'épiblaste superficiel, fournit la cornée, dont l'épiblaste lui-même forme la couche épithéliale antérieure.

Une partie du mésoblaste, entraînée par le cristallin dans son invagination, donne naissance à la capsule du cristallin

ainsi qu'au ligament suspenseur, tandis qu'une autre portion du mésoblaste, pénétrant à la face inférieure par la fissure choroïdienne, forme le peigne (chez les oiseaux) et contribue probablement aussi à la formation de l'humeur vitrée.

Quant aux parois de la cupule optique, l'externe (postérieure) mince, devient, en arrière de l'*ora serrata*, l'épithélium pigmentaire de la choroïde, l'interne (antérieure), épaisse, fournit tous les éléments de la rétine, y compris les bâtonnets

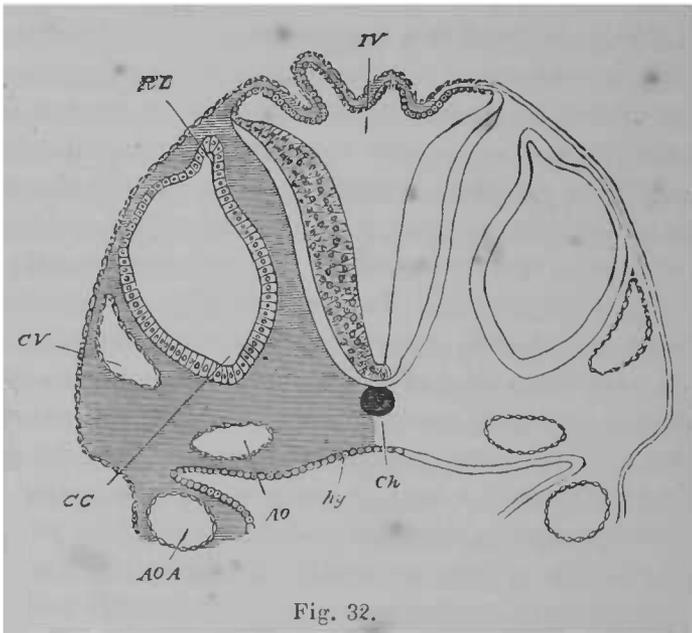


Fig. 32.

COUPE TRANSVERSALE DE LA VÉSICULE CÉRÉBRALE POSTÉRIEURE D'UN POULET  
A LA FIN DU TROISIÈME JOUR DE L'INCUBATION.

IV. Quatrième ventricule; la coupe montre le plafond mince et les parois latérales épaisses du ventricule.

Ch. Notocorde (la teinte est schématisique).

CV. Veine cardinale antérieure.

CC. Vésicule auditive formée par invagination. CC indique l'extrémité qui formera le canal cochléaire. RL, aqueduc du vestibule (*recessus labyrinthi*); hy, hypoblaste tapissant le canal alimentaire; AO, AOA, aorte et arcs aortiques.

et les cônes, qui, nés de cette paroi, pénètrent jusque dans l'épithélium pigmentaire.

En avant de la ligne de l'*ora serrata*, les deux parois de la cupule optique, très-minces et confondues l'une avec l'autre, donnent naissance à l'épithélium pigmentaire des procès ciliaires et de l'iris, le corps de chacun de ces deux organes est formé par le revêtement mésoblastique.

12. Pendant le second jour, l'*oreille* apparaît pour la première fois de chaque côté de la vésicule cérébrale postérieure, sous la forme d'une invagination de l'épiblaste externe, qui pénètre dans la masse du mésoblaste et se développe rapidement entre l'épiblaste de la peau et celui du canal neural (fig. 15, *au. p.*). Elle a, en ce moment, la forme d'une fossette peu profonde et largement ouverte. Avant la fin du second jour, l'ouverture se referme sans laisser de traces. La fossette s'est donc transformée en une vésicule close tapissée d'épiblaste et environnée de mésoblaste. Cette vésicule est la *vésicule otique*, dont la cavité s'accroît rapidement, pendant que les parois s'épaississent (fig. 32, CC).

Les changements par lesquels passe cette simple vésicule otique pour se transformer en un système compliqué d'organes réunis sous le nom d'oreille interne, ont été beaucoup plus étudiés chez les mammifères que chez les oiseaux. Nous en réserverons donc la description pour une autre partie de cet ouvrage. Cependant un court exposé de la marche générale des transformations, chez le poulet, pouvant être utile, nous croyons avantageux de le placer ici, bien que, pour faire cette description, nous ayons à constater des changements qui ne se produisent que longtemps après le troisième jour.

L'oreille interne consiste essentiellement en un *labyrinthe membraneux* interne, librement contenu dans un *labyrinthe osseux* extérieur auquel le premier est en partie fixé.

Le labyrinthe membraneux (fig. 33) est formé de deux parties : 1<sup>o</sup> le *vestibule*, auquel sont unis trois canaux demi-circulaires, *pag'*, *fr'*, *hor'*, et un long prolongement creux, l'*aqueduc* ou *recessus vestibuli*; 2<sup>o</sup> le *canal cochléen*, *ductus cochlearis*, qui, chez les oiseaux, est une cavité en

forme d'ampoule, légèrement recourbée sur elle-même. Les diverses parties de chacune de ces cavités communiquent librement entre elles et toutes deux sont réunies par un étroit canal, le « canalis reuniens », *cr*.

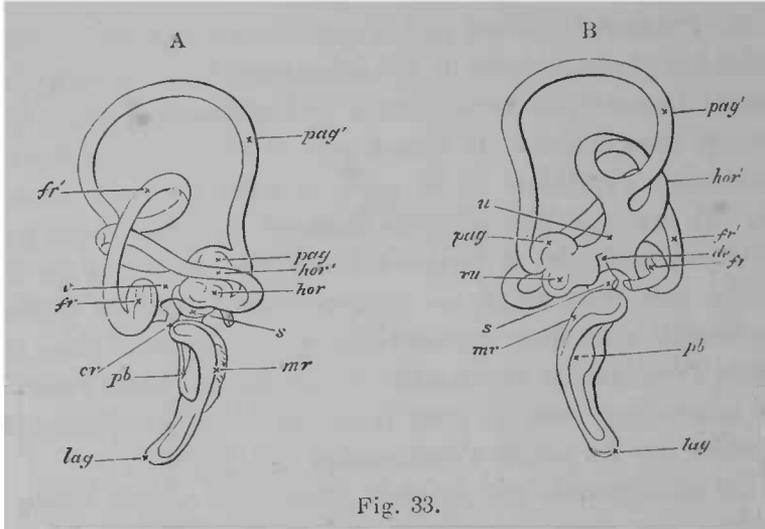


Fig. 33.

DEUX VUES DU LABYRINTHE MEMBRANEUX DU PIGEON DOMESTIQUE  
(COLUMBA DOMESTICA), (empruntées à Hasse).

A, vu du côté externe; B, vu du côté interne.

*hor'*, canal demi-circulaire horizontal; *hor*, ampoule de ce canal; *pag'*, canal demi-circulaire vertical postérieur; *pag*, ampoule de ce canal; *fr'*, canal demi-circulaire vertical antérieur; *fr*, ampoule de ce canal; *u*, utricle; *ru*, *recessus utriculi*; *v*, tube réunissant l'ampoule du canal demi-circulaire vertical antérieur et l'utricle; *de*, *ductus endolymphaticus* (*recessus vestibuli*), *aqueduc du vestibule*; *s*, *sacculus hemisphericus*, *sacculé* (cet organe est plus petit chez les oiseaux que chez les autres vertébrés); *cr*, *canalis reuniens*; *lag*, *lagena*, extrémité dilatée du limaçon; *mr*, membrane de Reissner, formant la limite entre la rampe moyenne et la rampe du vestibule; *pb*, membrane basilaire, formant la limite entre la rampe moyenne et la rampe tympanique.

Le limaçon de l'oiseau est composé : 1° d'une rampe vestibulaire de très-petit calibre, qui communique d'un côté avec la cavité périlymphatique du vestibule et de l'autre avec la « *lagena* » (extrémité dilatée du limaçon correspondant à la coupole du limaçon des mammifères); 2° d'une rampe tympanique, s'ouvrant aussi, d'une part, dans la lagena et de l'autre à la fenêtre ronde; 3° d'une rampe moyenne, fermée à l'une de ses extrémités mais, communiquant, par l'autre, avec le vestibule membraneux par le « *canalis reuniens* » membraneux (*cr*).

Le labyrinthe osseux présente une forme correspondante, et peut être pareillement divisé en deux parties : un vesti-

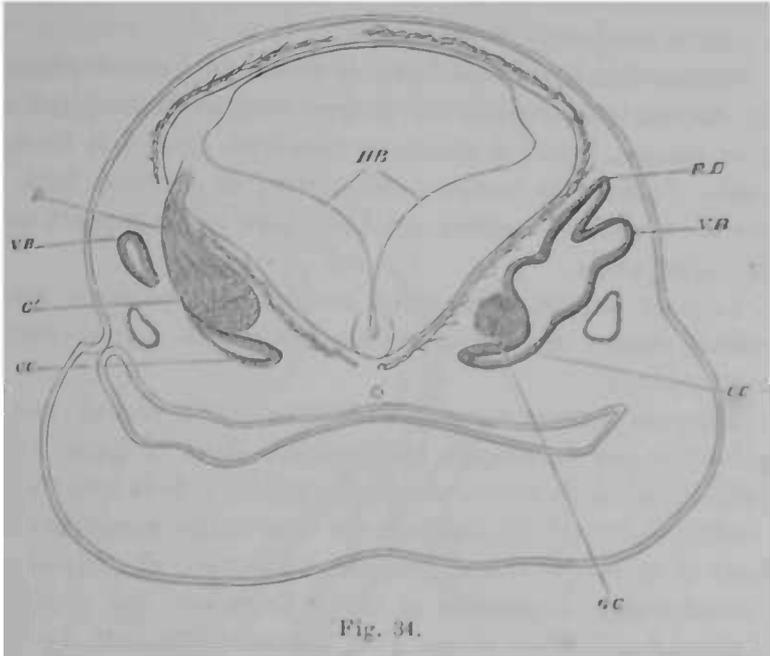


Fig. 34.

COUPE TRANSVERSALE DE LA TÊTE D'UN FŒTUS DE MOUTON (DE 16<sup>cm</sup> DE LONGUEUR) FAITE SUR LA RÉGION DE LA VÉSICULE CÉRÉBRALE POSTÉRIEURE.

(D'après Böttcher, *Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths.*)

Cette figure ainsi que les deux suivantes, sont données ici, bien qu'elles représentent des coupes faites sur des mammifères, dans le but d'éclairer la description contenue dans le texte.

H. B. vésicule cérébrale postérieure, les deux lignes indicatives partent des parois latérales fortement épaissies.

La coupe a été faite un peu obliquement, d'où il suit qu'à droite les rapports de l'aqueduc du vestibule, R. L., et ceux du canal demi-circulaire vertical V. B., qui commence à se montrer, ainsi que ceux du limacon *ductus cochlearis* C. C., avec la cavité de la vésicule otique primitive sont faciles à voir ; à gauche, au contraire, l'extrémité du canal cochléen, *ductus cochlearis*, C. C. et celle du canal demi-circulaire V. B. sont seules représentées. De même par suite de l'obliquité de la coupe, le pharynx semble beaucoup plus étendu d'un côté que de l'autre.

Près du côté interne de la vésicule otique, on voit le ganglion cochléen G. C. ; à gauche le nerf auditif G et son union N avec la vésicule cérébrale postérieure, sont également indiqués.

Au dessous de la vésicule otique et, de chaque côté, l'on voit la veine cardinale.

bule osseux, avec ses canaux demi-circulaires et l'aqueduc du vestibule, et un limaçon osseux; mais le canal qui réunit le limaçon et le vestibule osseux est beaucoup plus large que le « canalis reuniens » membraneux.

Comme chez les mammifères, la cavité du limaçon osseux, ou *ductus cochlearis*, est divisée suivant la longueur en deux rampes, l'une, la rampe tympanique, finit à la fenêtre ronde, l'autre, la rampe vestibulaire, se termine dans la cavité du vestibule osseux qui à son tour est en rapport avec la fenêtre ovale.

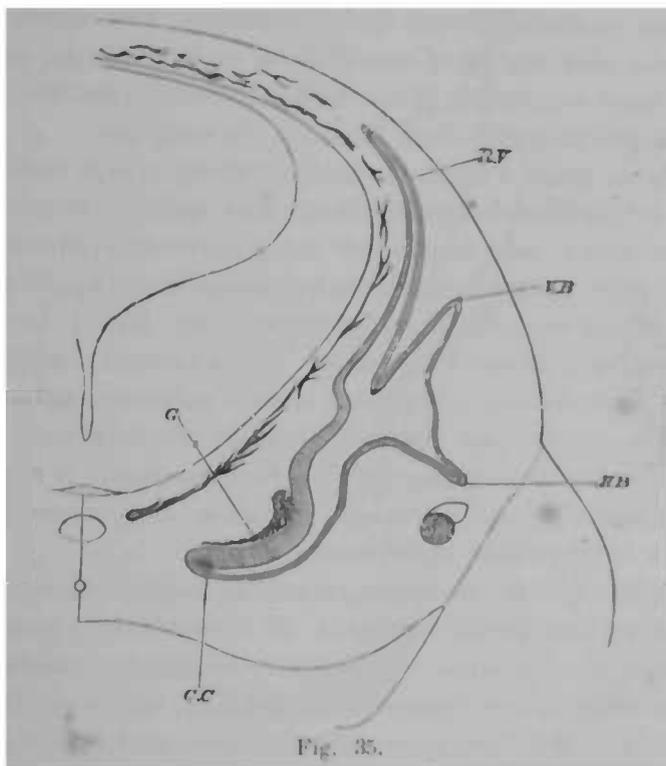
Le nerf auditif, traversant en plusieurs points le labyrinthe osseux se distribue dans les parois du labyrinthe membraneux.

Tous ces organes compliqués dérivent de la vésicule otique primitive par de simples changements dans la forme et la différenciation de ses parois. Tout l'épiblaste de la vésicule est destiné à former l'épithélium du labyrinthe membraneux, dont la cavité, si singulièrement contournée et remplie par l'endolymphe, représente la cavité primitive, qui s'ouvrait d'abord à la surface et qui s'est refermée plus tard. Le chorion du labyrinthe membraneux et tous les tissus du labyrinthe osseux sont formés aux dépens du mésoblaste qui enveloppe la vésicule; l'espace libre entre le labyrinthe osseux et le labyrinthe membraneux (espace périlymphatique) est creusé dans le mésoblaste et rempli de périlymphe au moment même où il est formé. Les phases principales sont les suivantes :

D'ovale qu'elle était d'abord, la section de la vésicule devient à peu près triangulaire, sur les coupes transversales, et le sommet en est dirigé en bas (c'est-à-dire vers la face ventrale de l'embryon).

Ce sommet continue à se développer de manière à constituer une sorte de prolongement assez effilé, dirigé de dehors en dedans (fig. 34, CC), et placé un peu plus en avant (plus près de la face) que le reste de la vésicule, dont il est bientôt nettement

séparé, par un étranglement; ce prolongement est destiné à former le *ductus cochlearis* (canal cochléen (fig. 35, CC), le reste de la vésicule forme le vestibule et ses dépendances. Vers le temps où le canal cochléen se développe, l'angle supérieur et externe de la vésicule s'accroît en haut et en arrière et constitue un long prolongement creux, le *recessus testi-*



COUPE D'UNE TÊTE DE FŒTUS DU MOUTON (DE 20<sup>mm</sup>).

(D'après Boettcher.)

R.V., aqueduc du vestibule; V.B., canal demi-circulaire vertical; H.B., canal demi-circulaire horizontal; C.C., canal cochléen; G., ganglion cochléen.

*buli* ou aqueduc du vestibule (fig. 35, R.V.; 36, R.V.) présentant, au point où il se sépare du vestibule, un étranglement plus ou moins marqué. L'extrémité supérieure de ce prolongement est le reste de l'ouverture primitive de l'invagination auditive.

Sur le reste de la surface du vestibule on voit deux protubérances creuses (fig. 34, V.B.), qui sont les rudiments des deux canaux demi-circulaires verticaux. Au-dessous de ceux-ci, un léger gonflement se produit un peu plus tard, et forme le canal demi-circulaire horizontal (fig. 35, H.B.). Chacune des protubérances se développe, s'aplatit, et, tout en restant attachée au vestibule par ses deux extrémités, s'en sépare dans sa partie moyenne et se convertit en un tube simple, ouvert à ses deux extrémités (l'une d'elles se dilate plus tard pour former une ampoule) dans la cavité du vestibule.

Près du point d'union du canal cochléen avec le vestibule, deux étranglements circonscrivent une saillie intermédiaire connue sous le nom de *sacculé* (*sacculus hemisphericus*). Cette partie, très-apparente chez les mammifères, (fig. 36, S.R.) est très-peu marquée chez les oiseaux (fig. 33, s). Le reste du vestibule forme l'*utricule*. L'étranglement progressif de la base du canal cochléen donne naissance au canalis reuniens. Ainsi, par des inégalités de développement d'où résultent ces protubérances et ces étranglements, le sac ovaire primitif se trouve modelé, pour ainsi dire, de manière à former le labyrinthe membraneux.

Pendant que la vésicule augmente de taille et change ainsi de forme, une grande quantité de mésoblaste s'accumule autour d'elle. La partie externe de ce revêtement mésoblastique se condense, se convertit en cartilage, tandis que la partie interne demeure sans différenciation particulière. Plus tard, les couches internes de ce tissu forment la tunique membraneuse (chorion) sur laquelle repose l'épithélium du labyrinthe membraneux ; le reste se liquéfie alors, ou se résorbe, pendant que l'enveloppe cartilagineuse s'ossifie et donne naissance à la cavité du labyrinthe osseux ainsi qu'au liquide (périlymphe) qui y est contenu. Dans la région du limaçon, l'excavation du mésoblaste se produit suivant deux directions bien définies, d'où l'établissement des deux rampes ; mais, dans la région du vestibule et de ses dépen-

dances, cette excavation se produit d'une manière plus irrégulière et amène la formation d'une cavité commune, inter-

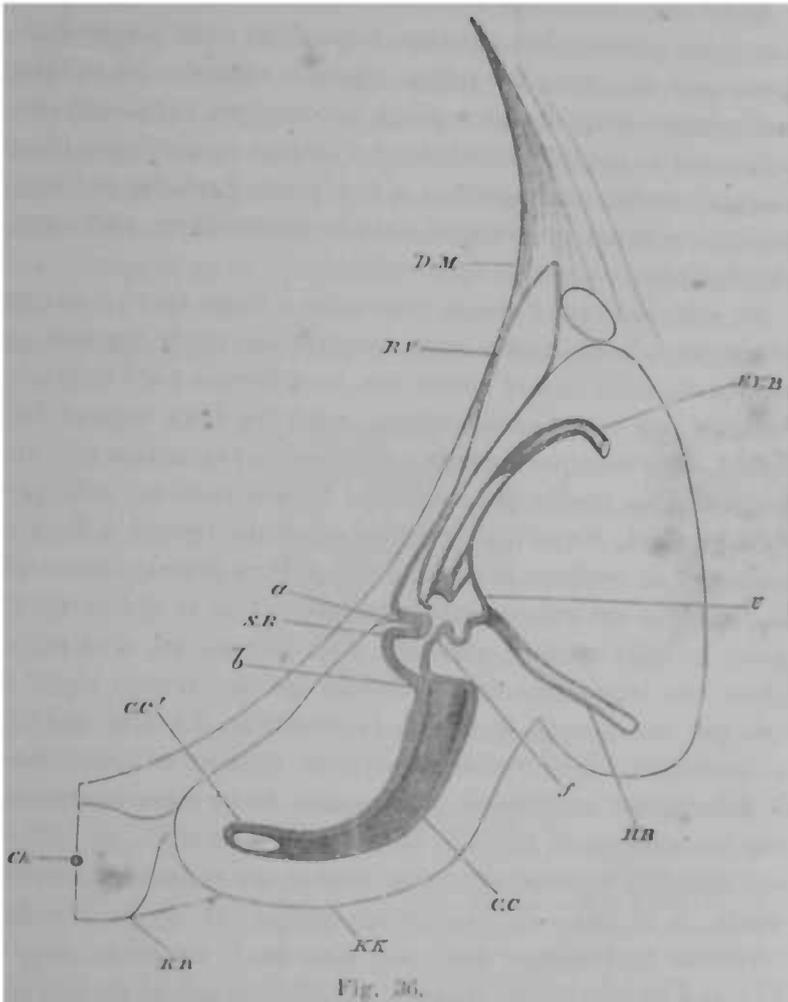


Fig. 36.

COUPE DE L'OREILLE INTERNE D'UN EMBRYON DE MOUTON (28<sup>mm</sup> DE LONG.  
(D'après Boettcher.)

D.M., dure-mère; R.V., aqueduc du vestibule (*recessus vestibuli*); H.V., canal demi-circulaire vertical postérieur; U., utricule; H.B., canal demi-circulaire horizontal; *b*, *canalis reuniens*; *a*, étranglement par l'intermédiaire auquel se forme le saccule S.R.; *f*, ouverture de communication entre le saccule et l'utricule; C.C., limaçon. C.C', cavité du limaçon; K.K., capule cartilagineuse du limaçon; K.B., masse d'investissement; CA., notocorde.

rompue en divers points par des brides de tissu conjonctif qui vont du labyrinthe osseux au labyrinthe membraneux.

Nous croyons devoir réserver de plus longs détails pour une autre partie de cet ouvrage. Cependant nous devons faire remarquer que tous les petits organes auditifs, les cellules fusiformes et leurs diverses pièces accessoires, paraissent être nettement de nature épithéliale et d'origine épiblastique. Chez l'oiseau, comme on le sait, il n'y a point d'arcades de Corti, mais ces organes eux-mêmes, chez les mammifères, paraissent être également d'origine épiblastique.

On voit donc que l'oreille ressemble à l'œil, en ce sens que les organes particuliers dans lesquels les nerfs sensitifs se terminent, dans l'un et l'autre cas, sont formés par l'épiblaste entraîné par voie d'invagination, mais ces deux organes diffèrent, en ce sens que l'oreille naît d'une invagination spéciale de l'épiblaste, tandis que l'œil n'est qu'une portion, isolée par étranglement, d'une invagination générale destiné à donner naissance au système nerveux central. Plus grande encore est la différence qui existe entre les nerfs de l'un et de l'autre organe. Le nerf optique, ainsi que nous l'avons vu, n'est autre chose que le pédicule de la vésicule optique devenu plein, il est, par conséquent, d'origine épiblastique. Le nerf auditif, au contraire, comme nous le verrons, naît et se forme dans le mésoblaste, aux dépens de la masse de ce tissu accumulée sur les côtés de la vésicule otique; sur les coupes, ce nerf et son ganglion peuvent être bien facilement reconnus indépendants, à la fois, de la vésicule otique et de la vésicule cérébrale postérieure, bien que, plus tard, ils soient unis à l'un et à l'autre de ces organes. Le développement du nerf auditif et son entrée dans le cerveau sont représentés dans la figure 34, N; l'union des fibres nerveuses et des productions épithéliales du labyrinthe membraneux ne s'accomplit qu'à une date ultérieure.

13. A la face inférieure de chacune des vésicules des hémisphères cérébraux paraît, vers la fin du troisième jour,

une petite vésicule un peu allongée, la *vésicule olfactive*, qui est le rudiment du nerf ou bulbe olfactif. Sur chacune de ces vésicules olfactives l'épiblaste externe qui les recouvre se développe, de manière à former une dépression peu profonde à bords épais. Ces dépressions sont les *fosses nasales* (fig. 37, N). Ainsi que le cristallin et le labyrinthe de l'oreille, les fosses nasales naissent de l'épiblaste externe; mais contrairement à ce qui se passe pour ces deux autres organes, elles ne se referment jamais. Au début, elles n'ont aucune connexion distincte avec les vésicules olfactives du même côté, leurs ouvertures sont indépendantes et séparées, la bouche n'existant pas encore pour les unir l'une avec l'autre.

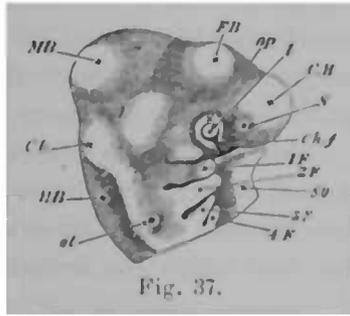


Fig. 37.

TÊTE D'UN EMBRYON DE POULET DU TROISIÈME JOUR, VUE PAR SA FACE LATÉRALE, A LA LUMIÈRE RÉFLÉCHIE. (Préparation dans l'acide chromique.)

C.H., hémisphères cérébraux; F.B., vésicule du troisième ventricule; M.B., vésicule moyenne; Cb, cervelet; H.B., moelle allongée.

N., fosse nasale; ol, vésicule otique à l'état de fossette, de dépression, l'ouverture n'en est pas encore fermée; op, vésicule optique, avec le cristallin. l, et la fente choroidienne ch.f; le petit point au centre de la lentille représente le vestige de l'ouverture extérieure primitive. l'épiblaste superficiel se moule sur la vésicule optique et la lentille, c'est pourquoi la fente choroidienne, bien que formée au-dessous de l'épiblaste, n'en est pas moins très-visible au travers.

1 F, premier arc viscéral; on voit au-dessus le bourgeon maxillaire supérieur faiblement indiqué. 2, 3, 4, F, second, troisième et quatrième arc viscéral, séparés l'un de l'autre par les fentes viscérales.

SO, portion de la somatopleure s'élevant entre les extrémités des arcs viscéraux.

14. Il faut se rappeler que, surtout pendant les premières périodes du développement, et par suite de la croissance iné-

gale des différentes parties, les divers organes changent incessamment de positions relatives. C'est ce que l'on voit très-bien dans le cas du cœur. A sa première apparition, le cœur est logé immédiatement au-dessous de l'extrémité antérieure du canal alimentaire, assez en avant pour être recouvert par la portion du canal médullaire qui formera le cerveau. A ce moment, en réalité, il fait partie de la tête. Il s'écarte de plus en plus de cette position primitive et se porte progressivement en arrière jusqu'à ce que, à la fin du troisième jour, un intervalle considérable existe entre le cœur et la tête. En d'autres termes, il s'est formé un cou très-distinct dans lequel vont se produire de très-importants changements.

Le cou se distingue du tronc, qui renferme désormais le cœur, par ce caractère important que l'on n'y trouve pas le mésoblaste dédoublé en splanchnopleure et somatopleure et qu'il n'existe point, par conséquent, à ce niveau, de cavité pleuropéritonéale. Pour pénétrer de l'extérieur du corps jusqu'au canal alimentaire, on traverse successivement les trois feuillets du blastoderme sans découvrir entre eux aucune solution de continuité, sauf celles que forment les cavités vasculaires. Dans le cou ainsi constitué, apparaissent, au troisième jour, certaines fissures ou fentes, dites *fentes viscérales* ou *branchiales*. Ce sont de véritables fentes, intéressant toute l'épaisseur des parois du cou ou du pharynx, disposées en série de chaque côté, et croisant l'axe du canal alimentaire, non pas à angle droit et parallèlement l'une à l'autre, mais de manière à converger toutes en avant, vers la partie moyenne du cou (fig. 37). A l'extérieur, sur un embryon frais ou sur des préparations conservées, elles ne se présentent pas à l'état de fentes bien distinctes, mais si on les examine de l'intérieur, après avoir ouvert le pharynx, on reconnaît aisément tous les caractères de ces fentes ovales et allongées.

Elles sont au nombre de quatre de chaque côté, l'antérieure se forme la première, les autres paraissent successivement : la formation a lieu de dedans en dehors. L'hypoblaste et le

mésoblaste se résorbent d'abord dans la direction de la fente future, puis l'épiblaste se déchire et l'hypoblaste, entraîné au dehors pour revêtir les lèvres de la fente, s'unit à l'épiblaste à l'extérieur du cou.

Dès qu'une fente se trouve constituée, son bord supérieur (c'est-à-dire le bord le plus rapproché de la tête), s'élève en une sorte de lèvre épaisse, l'*arc viscéral* ou *branchial*. A chaque fente correspond un arc qui en occupe le bord supérieur, et, de plus, le bord inférieur de la quatrième fente donne naissance à une lèvre semblable aux quatre premières. Il y a donc *cinq* arcs viscéraux et *quatre* fentes viscérales (fig. 37). Les deux derniers arcs, toutefois, mais surtout le dernier, sont loin d'être aussi épais et aussi saillants que les trois autres, le second est le plus considérable et le plus apparent de tous. Le premier arc rejoint son congénère, en avant, sur la ligne médiane, mais le second n'atteint pas à ce niveau, le troisième, le quatrième et le cinquième en sont de plus en plus éloignés. Il en résulte, sur la face antérieure du cou, un espace triangulaire libre, compris entre les extrémités des divers arcs viscéraux, et dont le sommet est dirigé vers la tête.

La cavité pleuropéritonéale s'étend jusque dans cet espace, la somatopleure s'écarte de la splanchnopleure au niveau des extrémités des arcs; c'est ici que l'aorte s'enfonce dans le mésoblaste du corps de l'embryon.

L'histoire de ces arcs viscéraux, dont l'importance est si grande, sera donnée plus tard avec détails, mais, en attendant, nous pouvons dire que, chez le poulet et les vertébrés supérieurs, les trois premières paires sont celles qui méritent le plus d'attention.

Le premier arc de chaque côté augmente rapidement de volume et devient plus saillant, mais il ne reste pas simple comme les autres arcs; pendant le troisième jour, il donne naissance, par son bord supérieur, à une branche ou bourgeon. Cette branche, née près de l'origine externe de l'arc, s'

porte en avant et en haut, pour rencontrer la branche correspondante de l'arc supérieur de l'autre côté, en un point situé sur la ligne médiane, au-dessus du point de jonction des deux arcs eux-mêmes, c'est-à-dire plus près du sommet de la tête. Les deux branches ne se rencontrent pas tout à fait, elles sont séparées l'une de l'autre par un prolongement médian qui naît de la partie antérieure de la tête et se porte en bas, et contre lequel toutes deux viennent butter. Entre les arcs principaux, dirigés un peu de haut en bas, et leurs branches, dirigées obliquement de bas en haut, se développe un espace lozangique qui devient de plus en plus profond à mesure que les arcs deviennent plus saillants. Les arcs principaux sont les rudiments des *maxillaires inférieurs*, les branches, ceux des *maxillaires supérieurs*, la cavité lozangique qu'ils délimitent est la bouche, et le prolongement descendant qui contribue à compléter le bord supérieur de cette cavité est appelé, d'après les organes qu'il est destiné à former, le *bourgeon fronto-nasal*.

Déjà, pendant le second jour, la paroi inférieure de l'extrémité antérieure du canal alimentaire commençait à s'amincir, tandis que l'épiblaste placé au-dessus tendait à se déprimer. Les arcs maxillaires transforment cette dépression en une fosse profonde, dont le fond n'est pas encore perforé et qui ne s'ouvre même qu'un peu plus tard dans le canal alimentaire.

Les deux paires suivantes d'arcs viscéraux se transforment en organes dont il est préférable d'étudier le développement en même temps que celui du crâne. Les deux derniers, chez le poulet, disparaissent sans donner lieu à aucun organe permanent.

La première fente viscérale reste toujours ouverte, mais par suite du développement des parties environnantes, elle se trouve transformée en un long tube divisé plus tard en deux parties : le conduit auditif et la trompe d'Eustache. Les autres fentes viscérales sont destinées à s'oblitérer.

15. Vers la fin du second jour, trois paires d'arcs aortiques se sont établies et mises en rapport avec le cœur. Lorsque les fentes et les arcs viscéraux sont formés, on observe

toujours entre eux et les arcs aortiques une relation bien définie. La première fente viscérale se produit entre le premier et le second arc aortique : par suite, le premier arc aortique se trouve compris dans le premier arc viscéral, et le second arc aortique dans le second arc viscéral. De même, la seconde fente viscérale se place entre le second et le troisième arc aortique : le troisième arc aortique est donc contenu dans le troisième arc viscéral. Chacun des arcs aortiques est enveloppé dans le mésoblaste épaisi de l'arc viscéral correspondant.

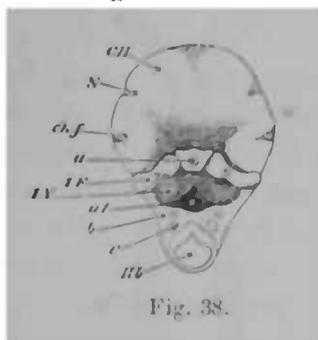


Fig. 38.

TÊTE DU MÊME EMBRYON QUE CELUI DE LA FIGURE 37, FACE ANTÉRIEURE.

Le col a été coupé en travers, entre le premier et le second arc viscéral, l'instrument a donc suivi la première fente viscérale. Sur la surface de section, *b*, on voit la coupe de la vésicule cérébrale *IIb* et celles des vaisseaux sanguins.

*I.F.*, premier arc viscéral ; entre les extrémités de l'arc, on voit la somatopleure sectionnée à sa limite antérieure, l'aorte se voit sur la coupe en *a*. Au-dessous des arcs, on aperçoit la cavité du pharynx *al* ; en *IV* se trouve la première fente viscérale.

*C.H.*, hémisphères cérébraux ; *N*, fosses nasales ; *ch.f.*, sillon indiquant la fente choroïdienne.

Arrivés à la face supérieure du canal alimentaire, ces arcs s'unissent à angle aigu pour former un tronc commun, l'aorte dorsale (fig. 39, A.A.O), qui longe la région dorsale de l'embryon, immédiatement au-dessous de la notocorde. La longueur de ce tronc commun unique n'est pas grande, il se divise bientôt en deux branches principales (les futures iliaques primitives). Chacune d'elles, après avoir fourni une

volumineuse artère omphalo-mésentérique, *O.f. A.*; présente un calibre bien amoindri et continue à se diriger vers la queue, où elle se perd dans les capillaires de cette partie.

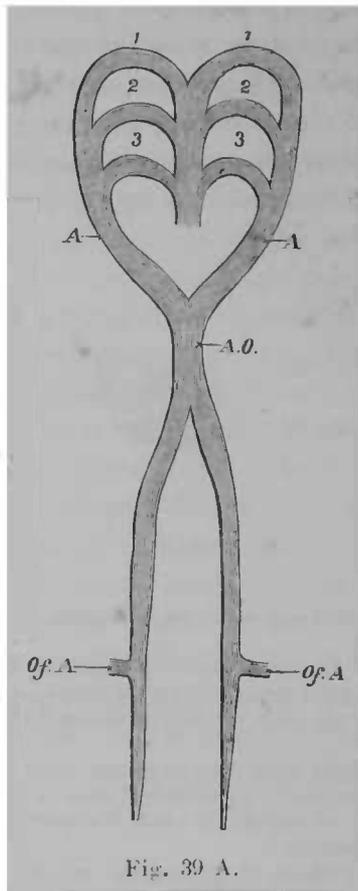


Fig. 39 A.

SCHÉMA DE LA CIRCULATION ARTÉRIELLE DU TROISIÈME JOUR.

1, 2, 3, les trois paires d'arcs aortiques; A, vaisseau formé par la réunion des trois arcs aortiques de chaque côté; A.O., aorte dorsale formée par la réunion des deux vaisseaux A, elle se divise bientôt encore en deux branches qui se portent en bas de chaque côté de la notocorde. De chacune de ces deux branches, non loin de sa terminaison, se sépare une grosse branche *O.f. A.*, l'artère omphalo-mésentérique.

16. Le cœur est maintenant complètement replié sur lui-

même. Sa courbure est en apparence assez compliquée. A partir du point de jonction des veines omphalo-mésentériques (fig. 24. H), il présente d'abord une légère courbure à gauche, suivie d'un retour à droite, puis il se recourbe complètement sur lui-même et se dirige alors directement d'arrière en avant (sauf peut-être une légère inclinaison vers la gauche) vers le point où naissent les arcs aortiques. De cette façon, l'extrémité du bulbe artériel se trouve placée précisément au-dessous (ou en avant, selon la position de l'embryon) de la partie où quelques dilatations latérales ont déjà marqué la place de la portion auriculaire.

La partie du cœur qui est tournée à droite, y compris le point où l'organe se recourbe, constitue la portion ventriculaire, elle est, même à cette période, séparée par un col de la portion auriculaire. Cet étranglement externe correspond à un rétrécissement interne du calibre du cœur et indique la position du futur *canalis auricularis*.

D'autre part, la portion ventriculaire est aussi séparée du prolongement antérieur du cœur, appelé bulbe artériel, par un étranglement moins prononcé. Le sommet saillant du pli que forme le cœur en se recourbant est à ce moment tout à fait arrondi, nous verrons plus tard cet angle devenir plus aigu et former la pointe du cœur.

Toute la portion veineuse du cœur (si l'on peut ainsi dire, bien que, dans cette période, le sang qui passe dans les diverses parties du canal cardiaque soit d'une seule et même qualité) se trouve sur un plan plus rapproché de la région dorsale que la portion artérielle. Le point où les racines veineuses du cœur, c'est-à-dire les deux troncs omphalo-mésentériques, s'unissent en un seul canal est entraîné, pendant ce jour, de plus en plus loin du cœur. A la fin du jour, il y a une distance assez considérable entre la portion auriculaire du cœur et le point où les racines veineuses se séparent pour poursuivre, chacune de son côté, sa marche dans les replis de la splanchnopleure. Cet espace est occupé par

un tronc veineux unique dont la portion voisine des oreillettes porte le nom de *sinus veineux*, (*sinus venosus*) et la plus éloignée de *canal veineux*, (*ductus venosus*). Nous donnerons au tronc tout entier le nom dont se sont servi les premiers observateurs, celui de *canal veineux*, (*meatus venosus*).

L'aorte et ses branches fournissent maintenant de petites artères aux diverses parties du corps. Les capillaires dans lesquels se terminent ces derniers vaisseaux, se réunissent pour

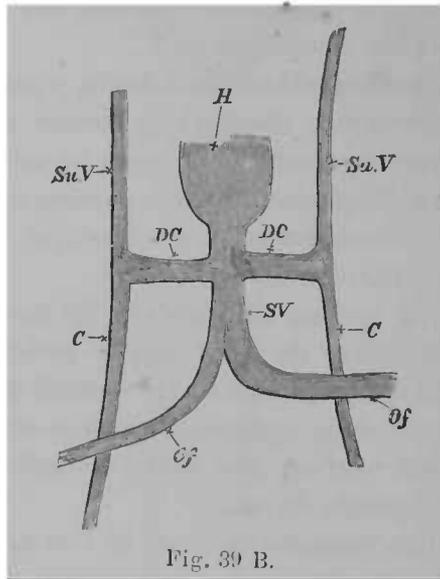


Fig. 39 B.

SCHÉMA DE LA CIRCULATION VEINEUSE AU TROISIÈME JOUR.

H., cœur; D.C., canal de Cuvier; S.V., canal veineux (*meatus venosus*); Su.V., veine cardinale antérieure ou jugulaire; C., veine cardinale postérieure ou inférieure; of., veine omphalo-mésentérique.

donner naissance à des troncs veineux qui s'unissent eux-mêmes pour former de chaque côté deux troncs principaux, les *veines cardinales*, l'une antérieure, l'autre postérieure, (fig. 23; fig. 39 B, Su. V. et C), dirigées parallèlement à l'axe longitudinal du corps et situées dans la partie supérieure du mésoblaste, un peu en dehors des protovertèbres. Ces veines

qui, le troisième jour, n'ont pas encore acquis une bien grande importance, s'unissent au niveau du cœur, de chaque côté, en un tronc commun très-court, affectant une direction perpendiculaire à celle des vaisseaux qui lui donnent naissance. Les deux troncs ainsi formés, et qui portent le nom de canaux de Cuvier, (*ductus Cuvieri*), (fig. 23; fig. 39 B, D. C.) se dirigent transversalement de dehors en dedans, vers la ligne médiane, où ils tombent dans le sinus veineux.

Les vaisseaux sanguins du corps de l'embryon prennent leur origine dans le mésoblaste exclusivement et leur mode de formation est sans doute exactement semblable à celui des vaisseaux de l'aire vasculaire: des branches naissent de l'aorte, d'autres viennent s'unir aux veines omphalo-mésentériques, absolument de la même manière que les branches, dont nous avons décrit la formation, qui naissent des premiers canaux vasculaires ou qui viennent s'unir avec eux.

Ilia, poursuivant les idées auxquelles nous avons déjà fait allusion, pense que les éléments parablasiques, en se développant, suivent les troncs omphalo-mésentériques, le cœur dans toute sa longueur, puis l'aorte et toutes ses branches, jusqu'à ce toute la charpente archiblastique de l'embryon soit pénétrée d'un réseau de parablaste. Il estime que de ces éléments parablasiques naissent, non-seulement les épithéliums (endothélium) des vaisseaux sanguins et des cavités ou espaces lymphatiques, mais encore tous les éléments du tissu conjonctif du corps, l'archiblaste n'étant représenté dans les vaisseaux de l'adulte que par les fibres musculaires seules.

17. Ainsi que nous l'avons dit plus haut (p. 101), l'enroulement de la splanchnopleure destiné à former le canal alimentaire s'accomplit avec une grande rapidité, le repli caudal et le repli céphalique contribuent largement à ce résultat.

La formation du repli caudal est tout à fait analogue à celle du repli céphalique. A l'extrémité postérieure de l'embryon, c'est-à-dire à la pointe de la queue (fig. 40, *t.*), il n'y a pas de dédoublement du mésoblaste et, par conséquent, ni splanchnopleure, ni somatopleure. La queue est un cône de mésoblaste, un peu recourbé, plein, revêtu d'une manière immédiate par l'épiblaste superficiel, sauf à la face supérieure (face dorsale de l'embryon) où se trouve l'extrémité effilée du tube neural. A une petite distance en avant, en allant vers la tête, commence la division du mésoblaste, la somatopleure s'écarte de la splanchnopleure, cette dernière formant

un pli plus prononcé que la première, comme dans le repli céphalique. Sauf l'absence de la dilatation céphalique du tube neural, la présence de protovertèbres jusqu'à l'extrémité même de la queue, et certains caractères dépendant du développement de l'allantoïde, dont nous parlerons bientôt, la queue est l'exacte contre-partie de la tête.

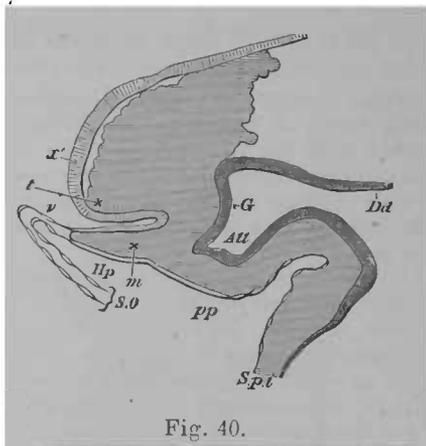


Fig. 40.

COUPE DE L'EXTRÉMITÉ CAUDALE D'UN EMBRYON (POULET) DU TROISIÈME JOUR.

(D'après Dobrynin.)

*t*, queue; *So*, somatopleure; *SpL*, splanchnopleure; *pp*, cavité ou espace pleuropéritonéal. Les lettres *G* et *Dd* sont placées à l'intérieur du canal alimentaire. Une explication plus détaillée accompagne la figure 50.

La splanchnopleure se referme avec tant de rapidité, en avant et en arrière, que, dès ce jour, les deux ou trois parties, suivant lesquelles on peut diviser le tube digestif arrivent à l'état de tubes complets.

La première partie, étendue de la bouche au duodénum, est complètement fermée à la fin de ce jour, ainsi que la troisième, qui comprend le gros intestin et le cloaque. La partie moyenne, au contraire, correspondant à ce qui sera l'intestin grêle, reste encore ouverte et communique avec le sac vitellin placé au-dessous.

Le canal alimentaire nouvellement formé est tout d'abord

attaché au reste du corps par une large surface; une couche mince de mésoblaste sépare seule l'hypoblaste appartenant au canal alimentaire, des protovertèbres et de la notocorde, encore cette couche même peut-elle manquer au-dessous de ce dernier organe. Mais, pendant le troisième jour, les attaches mésoblastiques des parties du canal qui ont été régulièrement recouvertes, c'est-à-dire celles de la partie postérieure,

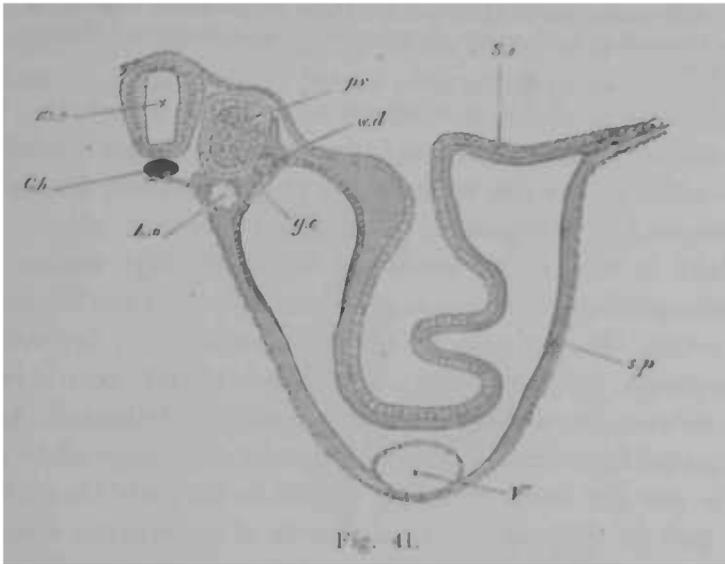


Fig. 41.

COTTE TRANSVERSALE DE LA RÉGION DORSALE D'UN EMBRYON AU COMMENCEMENT DU TROISIÈME JOUR.

M.C., canal médullaire; Ch., notocorde; p.v., protovertèbre composée d'une couche de cellules cylindriques, enveloppant un noyau central formé de cellules arrondies; w.d., canal de Wolff, ayant commencé à s'éloigner, en descendant, de la surface dorsale du mésoblaste; A.O., aorte dorsale du côté droit; g.c., epithelium germinatif, c'est un epithelium formé de cellules cylindriques, tapissant la partie supérieure de la cavité pleuropéritoneale, en rapport avec la formation du canal de Müller et de l'ovaire; S.o., somatopleure; s.p., splanchnopleure.

Le splanchnopleure est peu replié en dedans, parce que, dans cette région moyenne, le sac embryonnaire est encore très-ouvert en bas. La somatopleure, au contraire, présente un pli profond. Un peu en dedans de la protovertèbre, on voit une saillie formée par le mésoblaste épaissi, c'est l'émminence de Wolff, indiquant la ligne où se développeront les membres. Au delà de cette saillie, la somatopleure descend brusquement pour former la paroi latérale

nale) du corps de l'embryon, puis elle remonte et, après un repli, dû sans doute à l'action de l'acide chromique, forme un prolongement angulaire à la hauteur des protovertèbres. Ce diverticulum est le repli amniotique latéral, la coupe ayant été faite précisément au point où l'amnios est le moins développé le troisième jour.

Au delà du pli amniotique, la somatopleure et la splanchnopleure se juxtaposent, et deviennent même complètement coalescentes un peu plus loin. On remarquera que l'espace pleuropéritonéal arrive déjà, sur les côtés, bien au delà des limites de l'embryon lui-même.

Dans la splanchnopleure, en V, on voit la coupe d'une grosse branche du tronc omphalo-mésentérique.

La teinte donnée sur la figure au mésoblaste est purement schématique.

Les dimensions de la cavité du tube neural sont exceptionnellement développées.

et celles de la moitié postérieure de la partie antérieure, se rétrécissent, s'allongent (dans le sens vertical), le canal semble être attiré en bas (ou en avant suivant la position donnée à l'embryon) et s'éloigner de la colonne vertébrale.

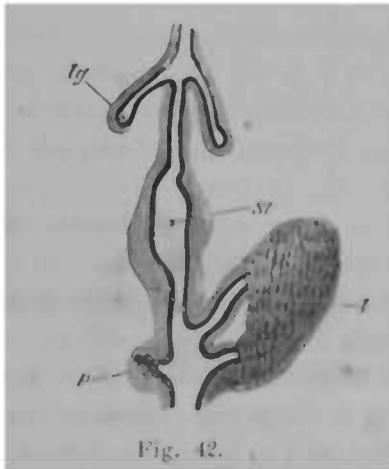
Dans la région qui peut être considérée déjà comme la portion pleurale de la cavité générale, dite pleuropéritonéale, au niveau de la partie du canal alimentaire qui deviendra l'œsophage, cet écartement n'est pas bien grand, mais il est, au contraire, très-marqué dans la portion péritonéale. Là, les parties déjà formées du canal digestif sont suspendues au corps par une bande étroite et aplatie de tissu mésoblastique, qui part du voisinage de la notocorde et se continue avec le revêtement mésoblastique qui enveloppe l'hypoblaste du canal. Cette bande aplatie est le *mésentère*, représenté à son début dans la figure 44, et beaucoup plus avancé dans la fig. 47, M. Elle est recouverte, de chaque côté, d'une couche de cellules plates, tandis qu'à l'intérieur elle n'est formée que de tissu indistinct.

La partie antérieure du tube digestif se subdivise en trois parties. L'antérieure, ou *œsophage*, encore fermée en avant, arrive, en arrière, jusqu'au niveau de l'extrémité postérieure du cœur. Sur une coupe transversale, la section de cette partie présente à peu près, jusqu'à la fin du second jour, la forme d'un croissant à convexité inférieure; mais, à partir du troisième jour, elle devient de plus en plus circulaire. Les

poumons (fig. 42, *lg.*), dont nous exposerons bientôt la formation, prennent leur origine tout près de la limite postérieure de cette première partie.

La partie du canal digestif qui suit l'œsophage se dilate un peu vers la fin du troisième jour (fig. 42, *St.*); la région de l'*estomac* se trouve ainsi indiquée.

L'extrémité postérieure ou pylorique de l'estomac est séparée par un très-court intervalle du point où le canal alimentaire est encore ouvert et où les replis de la splanchnopleure s'écartent l'un de l'autre pour se porter sur le jaune.



SCHEMA D'UNE PORTION DU CANAL DIGESTIF D'UN POULET DU QUATRIEME JOUR.

(D'après Gotte.)

Le trait noir intérieur représente l'hypoblaste, la partie externe moins sombre, le mesoblaste; *lg.*, diverticulum pulmonaire, présentant une extrémité terminale renflée qui forme la vesicule pulmonaire primitive; *St.*, estomac; *l.*, deux diverticulum hepatices, dont les extrémités terminales sont réunies par des rangées non interrompues de cellules hypoblastiques; *p.*, diverticulum pancréatique et diverticulum vésiculaires qui en naissent.

Cette portion si courte est cependant nettement caractérisée déjà comme l'origine du duodénum par le fait, sur lequel nous insisterons bientôt, que les rudiments des conduits hé-

patiques et pancréatiques commencent à s'y montrer. C'est la troisième partie de la portion antérieure du canal alimentaire.

La portion postérieure, qui correspond au gros intestin et au cloaque, présente, dès le début de la formation, une section à peu près circulaire et un calibre plus fort que celui de l'œsophage. Jusqu'à la fin de ce jour l'extrémité postérieure demeure parfaitement close ; elle est cependant un peu renflée dans la partie où se formera le cloaque.

18. Les poumons, dans l'origine, sont essentiellement des bourgeons ou des prolongements de l'œsophage primitif.

Si l'on isole par dissection, et que l'on ouvre le canal alimentaire d'un poulet à la fin du troisième jour on trouve de chaque côté de l'extrémité postérieure de l'œsophage, une petite poche, ou diverticulum, enveloppée dans une masse de mésoblaste (fig. 42, *lg.* ; dans la figure, ces deux diverticulum sont arrivés à un état de développement un peu plus avancé, les pièces appartenant à un embryon du quatrième jour). Ces petites poches sont les premiers rudiments des poumons. Leur mode d'origine est le suivant :

En un point situé immédiatement en arrière du cœur (ou au-dessus, lorsque l'embryon repose sur sa face antérieure), le canal alimentaire s'aplatit latéralement ; en même temps, un étranglement marqué se produit vers la partie moyenne, en sorte que, sur une coupe, la section du canal présente la forme d'un sablier offrant, par conséquent, une chambre supérieure et une chambre inférieure réunies par un col étroit et court. La chambre inférieure devient alors plus large que haute (fig. 43, 2), sa paroi inférieure se soulève et forme un repli médian qui la divise incomplètement en deux parties latérales (fig. 43, 3). Par suite de la formation de ce repli, le tube unique primitif se trouve partagé en trois rainures ou tubes incomplets, dont les cavités communiquent entre elles au centre du canal primitif ; le tube supérieur est le véritable œsophage, chacun des tubes inférieurs est le rudiment

de l'un des deux poumons. On peut, par des coupes faites à différents niveaux, constater la présence de ces trois tubes incomplets dans une certaine longueur du canal digestif, mais un peu plus loin on ne les retrouve plus, le canal revient alors à l'état de tube simple.

Le repli médian, en forme de cloison, qui s'est ainsi formé, continue à s'élever de manière à séparer complètement l'une de l'autre les trois cavités (fig. 13, 4). La séparation commence en arrière et se continue ensuite en avant, mais elle n'atteint

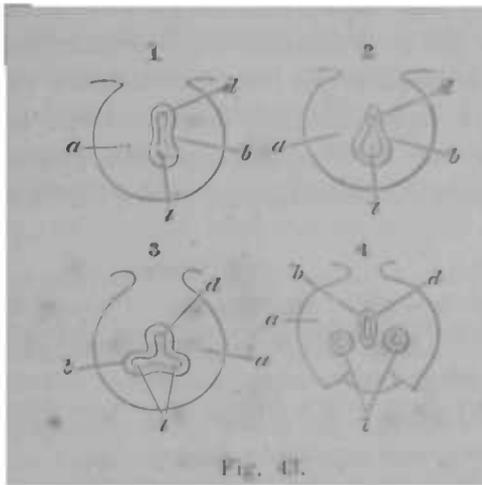


Fig. 41.

QUATRE SCHEMAS DESTINES A MONTRER LA FORMATION DES POUMONS.

(D'après Götte.)

*a*, méso-blaste; *b*, hypo-blaste; *d*, cavité du canal digestif; *l*, cavité du diverticulum pulmonaire.

En 1, le canal digestif a subi un étranglement qui l'a séparé en deux canaux, l'un supérieur, l'autre inférieur, le premier étant le véritable canal alimentaire, le second, le tube pulmonaire, ils sont en communication l'un avec l'autre.

En 2, le tube inférieur (pulmonaire) s'est élargi.

En 3, la portion élargie s'est étranglée de manière à former encore deux tubes qui communiquent l'un avec l'autre, et, tous deux, avec le canal digestif.

En 4, ils se sont complètement séparés l'un de l'autre ainsi que du tube digestif, le méso-blaste a commencé également à présenter les signes de changements extérieurs correspondant aux changements internes qui se sont produits.

jamais le point où commencent les trois cavités. Il en résulte que les tubes inférieurs ou pulmonaires fermés en arrière, restent ouverts dans l'œsophage en avant. En d'autres termes, l'étranglement et le pli médian que nous avons décrits donnent lieu au développement, à la face inférieure (ou antérieure) de l'œsophage, de deux petits sacs ou diverticulum pulmonaires.

A leur origine, ces deux diverticulum et le canal alimentaire lui-même sont enveloppés dans une même masse ronde de mésoblaste, dont le pourtour ne présente aucune trace des changements qui se produisent à l'intérieur. Bientôt après, cependant, à mesure que les diverticulum s'écartent, en arrière, de la ligne médiane, ils entraînent le mésoblaste avec eux (fig. 43, 4). C'est alors, pour la première fois, que ces changements deviennent manifestes à l'intérieur.

L'histoire ultérieure de ces diverticulum peut être, avec avantage, brièvement résumée ici.

D'abord les deux diverticulum possèdent chacun une ouverture distincte dans l'œsophage, mais le point où ils s'ouvrent dans ce canal étant de plus en plus entraîné en avant (ou plutôt les deux diverticulum étant de plus en plus reportés en arrière, en raison même du développement) ils s'unissent près de leur base pour former un tube commun qui s'ouvre à la face inférieure de l'œsophage. Ce tube est la *trachée*.

A l'extrémité de chacun de ces diverticulum primitifs se trouve une petite vésicule que l'on peut appeler la vésicule pulmonaire primitive. Elle paraît former, en dernier lieu le sac à air abdominal.

Le mésoblaste prend une grande épaisseur autour de la vésicule primitive. Des diverticulum secondaires, toujours tapissés d'hypoblaste, y pénètrent, ils donnent naissance à des branches de troisième ordre, et les canaux bronchiques se trouvent ainsi constitués. Les branches ramifiées si caractéristiques des poumons de l'oiseau se détachent à angle droit des plus fins de ces tubes. Tout l'édifice pulmonaire est donc le résultat du développement, par bourgeonnement, d'un système de tubes hypoblastiques ramifiés, au sein d'une masse de tissu mésoblastique; les éléments hypoblastiques donnent naissance à l'épithélium des tubes, et le mésoblaste fournit les tissus élastique, musculaire, cartilagineux, conjonctif et autres des parois de la trachée et des bronches.

Les sacs à air sont primitivement les extrémités dilatées des diverticules primitifs ou de leurs branches principales. Il y a d'abord trois sacs à air de chaque côté; l'un, abdominal, (extrémité du diverticule primitif), le second, thoracique, le troisième, extra-thoracique. Puis apparaissent, plus tard, un sac thoracique et un sac extra-thoracique additionnels: en tout cinq sacs de chaque côté.

Les vaisseaux sanguins des poumons pénètrent dans le mésoblaste et entourent les canaux bronchiques vers le 12<sup>e</sup> jour.

19. Des appendices chylopoïétiques du canal digestif, le foie est le premier formé, il naît, entre la 55<sup>e</sup> et la 60<sup>e</sup> heure, sous la forme d'un couple de diverticulum disposés de chaque côté du duodénum, immédiatement en arrière de l'estomac (fig. 42, 7). Ces diverticulum, bien que composés à la fois d'hypoblaste et de mésoblaste, sont d'abord pleins, selon Götte, et ne deviennent creux qu'un peu plus tard. Dans tous les cas, le droit est, dès les premiers moments, plus long mais aussi moins volumineux que le gauche. Situés un peu en arrière du cœur, ils embrassent entre eux le canal veineux ou tronc commun des veines omphalo-mésentériques, qui, en passant en ce point, présente de petites dilatations assez nombreuses. Pour le moment, les veines et les diverticulum, bien qu'en contact intime, ne sont cependant pas encore unis entre eux.

Vers la fin du troisième jour on peut observer, dans le revêtement mésoblastique fortement épaissi de chaque diverticulum, un certain nombre d'amas cylindriques de cellules, unis à l'hypoblaste du diverticulum dont ils paraissent être des bourgeonnements. Ces cylindres augmentent rapidement de nombre, par division à ce qu'il semble; leurs extrémités périphériques un peu dilatées se mettent en contact et s'unissent. Ainsi, vers la quatre-vingt-dixième heure, une sorte de réseau, constitué par des cordons épais et solides formés de cellules hypoblastiques, se trouve établi; le mésoblaste, enfermé dans les mailles de ce réseau, se transforme en même temps en un tissu richement vascularisé. En outre de ce réseau de cylindres hypoblastiques pleins, les diverticules envoient des prolongements creux tapissés d'hypoblaste. Chaque diverticulum se trouve, par suite, entouré d'une masse épaisse, composée en partie de cylindres pleins et, en moins grand nombre, de prolongements creusés d'une cavité, continus d'une part avec les cylindres et, d'autre part, avec les diverticulum

principaux ; tout cela s'enchevêtre avec les vaisseaux sanguins, qui commencent à paraître, et avec la partie du tissu mésoblastique restée sans changement. Entre les deux masses, passe le canal veineux, aux dilatations duquel s'unissent les vaisseaux sanguins de chacune d'elles.

Dans les premières heures du quatrième jour, chacune des deux masses envoie, par dessous le canal veineux, à la masse du côté opposé, un prolongement formé de cylindres hypoblastiques : celui de gauche est beaucoup plus long que l'autre. Ces deux prolongements s'unissent et forment une masse allongée cunéiforme, allant obliquement de haut en bas, de la masse droite à la masse gauche (ou de la supérieure à l'inférieure, si l'on suppose l'embryon couché sur le côté gauche). Dans cette nouvelle masse on peut observer la même disposition que dans le reste du foie, c'est-à-dire un réseau formé de cylindres hypoblastiques et dont les mailles sont remplies de mésoblaste vasculaire. Les deux diverticulum primitifs et le massif qui les enveloppe représentent respectivement, l'un, le lobe droit, et l'autre, le lobe gauche du foie, et le pont cunéiforme qui les unit est le lobe moyen.

Pendant le quatrième et le cinquième jour l'accroissement du foie ainsi formé, est très-considérable : les cylindres hypoblastiques se multiplient rapidement et le réseau qu'ils forment devient très-serré, les mailles ne contiennent plus guère que des vaisseaux. Les prolongements creux ou diverticulum se ramifient largement, chaque branche étant constituée par une couche interne d'hypoblaste enveloppée d'un revêtement de cellules mésoblastiques fusiformes. Les vaisseaux sanguins sont en communication directe avec le canal veineux (en réalité, ils en sont devenus les branches). On remarque bientôt que dans les vaisseaux en communication avec la partie postérieure du foie (fig. 53), le courant sanguin marche du canal veineux vers le réseau hépatique. Dans les vaisseaux communiquant avec la partie antérieure du foie, le cas est inverse : ici, le sang coule du foie vers le canal vei-

neux. Le réseau serré, formé par les cylindres pleins, représente le parenchyme hépatique du foie adulte, tandis que les prolongements creux des diverticulum sont les rudiments des conduits biliaires.

La signification morphologique exacte de ces cylindres anastomosés et la manière dont ils se transforment définitivement, pour arriver à constituer le tissu hépatique, ne sont pas encore connues d'une manière tout à fait claire. En supposant que chaque cylindre plein représente un conduit dont la cavité est presque entièrement, sinon complètement, oblitérée, nous arrivons à une idée qui s'accorde presque absolument avec celles que Hering a mises en avant au sujet de la structure du foie adulte.

Pendant le cinquième jour un sac particulier se développe sur le diverticule primitif droit. Ce sac formé d'une couche interne d'hypoblaste et d'une couche externe de mésoblaste, est le rudiment de la vésicule biliaire.

20. Vers le milieu du troisième jour, le *pancréas* (fig. 42, p.) apparaît également, mais le mode exact de cette origine est encore quelque peu douteux.

Suivant Götze (*Beitr. z. Entwick. des Darmcanals des Hühnchens*) il commence par l'épaississement de l'hypoblaste et du mésoblaste d'une portion de la paroi du canal digestif, au niveau du diverticule gauche du foie. Au centre de cet épaississement l'hypoblaste se creuse, formant ainsi une cavité qui communique par une ouverture étroite avec l'intérieur du tube digestif. Autour de cette cavité on voit, pendant le 4<sup>e</sup> jour, l'hypoblaste envoyer des prolongements dans le mésoblaste environnant. Ces prolongements, d'abord pleins, puis creusés d'une cavité, et enfin, ramifiés, sont, au début, si complètement enveloppés dans le mésoblaste qu'il n'est pas possible de les apercevoir de l'extérieur. La cavité primitive s'allonge et constitue le conduit dont les prolongements creux forment les branches. Le sixième jour, un nouveau bourgeonnement semblable se produit entre le précédent et l'estomac. Ce dernier, qui s'unit finalement avec celui qui l'a précédé, donne naissance au second conduit et forme une partie considérable du pancréas adulte. Le troisième conduit se forme beaucoup plus tard. D'après ces idées, qui se trouvent d'accord au fond avec celles qu'ont émises Remak et Kolliker, les cellules dites «*secrétantes*» du pancréas et le revêtement épithélial des conduits seraient dérivés de l'hypoblaste. Schenk (*Die Bauchspeicheldrüse des Embryos, Anat. u. Physiol. Unterruch.*, Wien, S. 1) estime toutefois que les premières doivent leur origine à une transformation du mésoblaste, l'hypoblaste ne donnant lieu qu'à l'épithélium des conduits seulement.

Peu de temps après la première apparition du pancréas, la rate elle-même apparaît sous la forme d'un épaississement

du mésentère de l'estomac (*mesogastricum*), c'est donc une formation purement mésoblastique.

Le développement de cet organe a été récemment étudié par Peremeschko (*Sitz. der K. Akad. in Wien*, Bd. 56, 1867) et par W. Müller (*Stricker's Histology*).

D'après ces deux investigateurs, la masse de mésoblaste qui forme la rate se sépare de bonne heure par un sillon, d'une part, du pancréas, et de l'autre, du mésentère. Quelques-unes des cellules s'allongent et envoient des prolongements qui, en s'unissant avec des prolongements semblables émis par d'autres cellules, forment le système trabéculaire. Du reste de ce tissu dérivent les cellules de la pulpe splénique, qui contiennent souvent plus d'un noyau. Des agglomérations particulières de pareilles cellules se produisent plus tard et forment ce que l'on appelle les corpuscules de Malpighi.

21. Le *corps thyroïde* se forme aussi vers la fin du troisième jour, en connexion avec le canal alimentaire.

D'après Müller (*Ueber die Entwicklung der Schilddrüse, Jenaische Zeitschrift*, 1871) qui a, tout récemment, étudié avec beaucoup de soin le développement de cette glande, le corps thyroïde naît le troisième jour, sous la forme d'une invagination de l'hypoblaste du cou qui se produit vis-à-vis du point d'origine du second arc artériel. Le quatrième jour, cette invagination constitue une masse cellulaire, sans cavité; le cinquième, elle cesse d'être unie à l'épithélium du pharynx et en même temps se sépare en deux lobes. Le septième jour, elle s'est portée un peu en arrière et les deux lobes se sont complètement séparés l'un de l'autre. Le neuvième jour, l'organe tout entier s'enveloppe d'une capsule de tissu conjonctif qui envoie à l'intérieur de la glande des cloisons qui la partagent en un certain nombre de lobes ou masses de cellules, et le seizième jour, c'est un corps formé de deux parties symétriques constituées par un certain nombre de follicules, munis chacun d'une membrane propre et séparés les uns des autres par des cloisons de tissu conjonctif, absolument comme chez l'adulte.

22. Pendant le temps où apparaissent, dans les replis plus ou moins modifiés de la splanchnopleure, les divers rudiments de ces organes importants, le tronc de l'embryon subit lui-même des changements marqués.

Si nous comparons une coupe transversale faite, par exemple, sur la partie moyenne du tronc, à la fin du troisième jour (fig. 44), avec une coupe semblable faite pendant le second jour (fig. 20), ou même au commencement du troisième (fig. 41), nous serons frappés de l'accroissement énorme de l'épaisseur de l'embryon (mesurée de la face dorsale à la face ventrale) proportionnellement à la largeur.

Cela est dû sans doute, en partie, à ce que l'inclinaison des parois latérales du corps est devenue moins grande, résultat direct de la marche rapide de la formation de l'embryon et de sa séparation du sac vitellin. Mais cela résulte aussi des grands changements de forme et de structure qui se sont produits dans les protovertèbres, ainsi que du développement d'une masse particulière de tissu située entre la notocorde et l'hypoblaste du canal alimentaire.

23. Le second jour, les protovertèbres, vues sur une coupe transversale (fig. 20, P.v.), présentent une section quadrangulaire un peu plus large que haute. Chacun de ces organes en ce moment est constitué par une couche corticale assez épaisse, formée de cellules cylindriques assez granuleuses, affectant une disposition rayonnée autour d'un petit noyau, formé lui-même de cellules sphériques plus transparentes que les premières.

Remak et, après lui, Kölliker ont décrit le centre des protovertèbres comme occupé par une substance liquide, sans éléments figurés. Ils a démenti ce fait d'une manière positive, en ce qui concerne les protovertèbres du cou, et il paraît probable que, dans tous les cas, le centre est occupé, en réalité, par des cellules sphériques transparentes.

Vers la fin du second jour et le commencement du troisième, les cellules du centre augmentent en nombre avec rapidité (fig. 41); vers la fin de ce dernier jour (fig. 44), elles soulèvent et repoussent en dehors, pour ainsi dire, la partie supérieure et la partie externe de la couche corticale. De cette façon, les cellules cylindriques qui formaient le bord supérieur et le bord externe de la protovertèbre se séparent du reste de la couche corticale; en même temps, les cellules cylindriques de cette dernière partie perdent leurs caractères distinctifs et ne peuvent plus être distinguées des cellules du centre. Il en résulte que la protovertèbre tout entière, augmentant de largeur hors de toute proportion avec sa hauteur, se trouve séparée en deux portions placées l'une au-dessus de l'autre: la supérieure, qui, dès le premier instant, est la plus aplatie et la plus longue, suit la courbure de la paroi

du corps, et d'horizontale, ou à peu près, qu'elle était tout à l'heure, se trouve maintenant inclinée sous un angle considérable; elle reçoit alors le nom de *plaque* ou *lame musculaire* (fig. 44, *m.p.*). Les changements ultérieurs qu'elle subit seront exposés dans un autre chapitre.

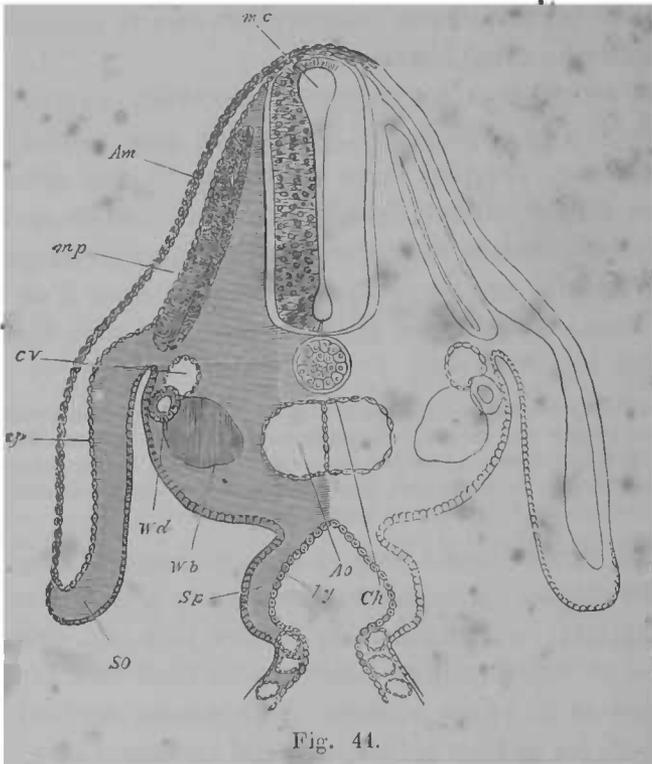


Fig. 44.

COUPE TRANSVERSALE DE LA RÉGION DORSALE D'UN EMBRYON  
A LA FIN DU TROISIÈME JOUR.

*Am*, amnios; *m.p.*, plaque musculaire; *C.V.*, veine cardinale; *A.o.*, aorte dorsale; la coupe passe précisément par le point où l'aorte dorsale commence à se diviser en deux branches; *Ch.*, notocorde; *W.d.*, conduit de Wolf; *W.b.*, corps de Wolf; *ep.*, épiblaste; *So*, somatopleure *Sp.*, splanchnopleure; *hy.*, hypoblaste. La coupe passe par le point où le tube digestif communique avec le sac vitellin et où il est, par conséquent, encore ouvert en bas.

Cette coupe doit être comparée à celle de la figure 41, faite sur la région dorsale d'un embryon au commencement du troisième jour. Les différences principales qu'on remarque entre elles résultent de l'accroissement considé-

nable de l'espace compris entre l'hypoblaste et la notocorde (lequel est maintenant rempli de mésoblaste). Nous trouvons, en outre, dans la dernière coupe, l'amnios complètement formé, la plaque musculaire séparée de la protovertèbre, le corps de Wolff constitué, etc.

Le mésoblaste, renfermant le corps de Wolff, et la plaque musculaire (*m.p.*) sont représentés ici d'une manière purement schématique. L'amnios, dont le feuillet interne, ou vrai amnios, est seul indiqué dans la figure, est composé d'épithélie et d'une couche de mésoblaste : bien qu'en contact avec le corps, au-dessus du canal médullaire, l'amnios ne s'y soude jamais, comme on pourrait être tenté de le croire d'après la figure.

La portion restante de la protovertèbre primitive garde le nom de protovertèbre et commence à s'étendre de dehors en dedans au-dessus du canal neural et de haut en bas vers la notocorde.

21. Pendant ce temps, la largeur ou plutôt la profondeur du tronc s'est également accrue par le développement de cellules mésoblastiques entre la notocorde et l'hypoblaste.

Sur une coupe transversale d'un embryon de 45 heures, on peut voir, entre la protovertèbre et le point où commence la divergence de la splanchnopleure et de la somatopleure, une masse considérable de cellules réunies (fig. 20, immédiatement au-dessous de *W. d.*, et fig. 41, la partie teinte schématiquement, entre *p.v.* et *g.c.*). Cette masse de cellules que nous pouvons appeler la *masse cellulaire intermédiaire*, se confond maintenant, sans aucune ligne de démarcation bien tranchée, avec la protovertèbre elle-même ; à mesure que les parois latérales se recourbent davantage pour se porter en dedans, cette masse augmente de volume et, en se développant, se porte entre la notocorde et l'hypoblaste, mais elle ne s'y accumule pas cependant en assez grande quantité pour créer une large séparation entre les deux organes, du moins jusqu'à la fin du troisième et au commencement du quatrième jour.

La fusion entre la masse cellulaire intermédiaire et les portions externes et inférieures des protovertèbres, après les modifications décrites plus haut, devient si complète le troisième jour, qu'il est presque impossible de dire, parmi toutes les cellules situées au voisinage de la notocorde, quelles sont

celles qui dérivent des protovertèbres ou celles qui proviennent de la masse cellulaire intermédiaire. Il paraît probable, cependant, que les cellules qui forment le revêtement immédiat de la notocorde appartiennent en réalité aux protovertèbres.

Schenck (*Wien, Sitz. Bericht*, 1868) décrit toutes les cellules qui recouvrent l'hypoblaste du tube digestif comme dérivant primitivement des protovertèbres, à l'exception toutefois de l'épithélium péritonéal, qui seul, d'après lui, représente le mésoblaste primitif de la splanchnopleure. D'après cette idée, les muscles des parois du canal alimentaire et les muscles hyposquelettiques (*hypaxial*) dériveraient également des protovertèbres, tout aussi bien que les muscles qui naissent de la plaque musculaire. En l'absence de tout moyen de distinguer les cellules de la masse intermédiaire de celles des protovertèbres, ces idées de Schenck doivent être regardées tout au moins comme très-douteuses.

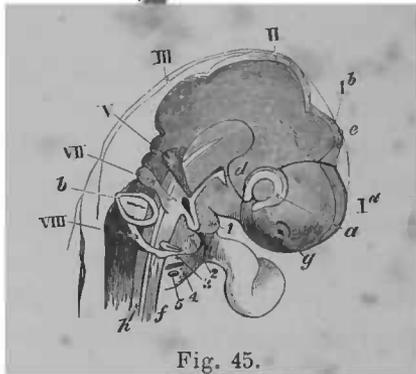


Fig. 45.

TÊTE D'UN EMBRYON DE POULET DU TROISIÈME JOUR (75 HEURES), VUE DE PROFIL A LA LUMIÈRE TRANSMISE.

(D'après Huxley.)

Ia, hémisphères cérébraux ; Ib, vésicule du troisième ventricule ; II, vésicule cérébrale moyenne ; III, vésicule cérébrale postérieure ; g, fosse nasale ; a, vésicule optique ; b, vésicule otique ; d, infundibulum ; e, glande pinéale ; h, notocorde ; V, cinquième paire ; VII, septième paire ; VIII, nerfs pneumogastriques et glosso-pharyngiens réunis ; 1, 2, 3, 4, 5, les cinq arcs viscéraux.

L'état représenté dans cette figure correspond à une période un peu plus avancée que dans la fig. 25, à laquelle celle-ci doit être comparée.

25. Au sein du mésoblaste situé à côté de la vésicule cérébrale postérieure et qui, bien que non divisé en protovertèbres, est le prolongement en avant de la colonne de méso-

blaste aux dépens de laquelle se forment les protovertèbres, dans toute la longueur du tronc, apparaît de chaque côté, dans le cours du troisième jour, une série de quatre petites masses à peu près pyriformes, dont les pédicules s'éloignent de la ligne médiane. Ce sont les rudiments de quatre *nerfs crâniens*, dont deux situés en avant et deux en arrière de la vésicule auditive.

L'antérieure est le rudiment de la cinquième paire (fig. 25, V; fig. 45, V). Sa portion externe rétrécie ou pédicule, se partage en deux rubans, ou nerfs, dont l'un se porte vers l'œil et se termine, pour le moment, dans le voisinage immédiat de cet organe (comparez la figure 46); l'autre est le rudiment de la branche maxillaire inférieure de la cinquième paire, il se distribue au premier arc viscéral (fig. 46).

La seconde (fig. 25, VII; fig. 45, VII) est le rudiment de la septième paire ou nerf facial. C'est le nerf du second arc viscéral.

Les deux masses situées en arrière de la vésicule auditive représentent les nerfs glosso-pharyngiens et pneumo-gastriques (fig. 45, VIII; fig. 46, G, Ph. et P<sub>g</sub>). Réunis d'abord, les deux nerfs ne tardent pas à se séparer. le glosso-pharyngien fournit au troisième arc et le pneumo-gastrique au quatrième.

Ces quatre masses, représentant quatre paires importantes de nerfs crâniens mixtes, semblent dériver du mesoblaste qui entoure la vésicule cérébrale postérieure. Il est à remarquer que ce sont des nerfs mixtes, c'est-à-dire sensitifs et moteurs; (car, si restreintes qu' soient les fonctions sensitives de la septième paire et les fonctions motrices du pneumo-gastrique, chez le mammifère adulte, l'étude de la physiologie comparée de ces nerfs ne laisse aucun doute sur la nature essentiellement mixte de chacun d'eux). Il est également à remarquer que la troisième, la quatrième et la sixième paires ne présentent jamais de pareils rudiments, et il y a des raisons de croire qu'elles sont en réalité les branches intra-crâniennes, la troisième et la quatrième, de la cinquième paire, et la sixième, de la septième. Le nerf auditif, nerf purement sensitif ou plutôt nerf de sensibilité spéciale, paraît avoir une origine toute différente, bien qu'on puisse peut-être le considérer comme une branche dorsale de la septième paire; le nerf hypoglosse paraît être un véritable nerf spinal.

Nous nous expliquerons avec plus de détails, dans la seconde partie de cet ouvrage, sur ces intéressantes relations des nerfs crâniens et des arcs

viscéraux, lorsque nous décrivons les formes primitives des vertèbres inférieurs.

Au moment où ces ganglions apparaissent, ou même un peu plus tôt, vers le commencement du troisième jour ou la fin du second, on peut voir dans la région de la vésicule cérébrale postérieure, des lignes qui semblent partager le mésoblaste de chaque côté en plusieurs masses qui ressemblent assez aux protovertèbres : il y en a quatre ou cinq de chaque côté : en général, trois en avant de la vésicule optique et deux en arrière. Remak les observa le premier, on les distingue aisément des rudiments des nerfs crâniens; à première vue ces petites masses font naître l'idée d'un commencement de segmentation transitoire du mésoblaste crânien en protovertèbres. Il est possible que ce ne soit en réalité rien autre chose que des apparences produites, à ce moment, par une série de rides transversales, très-accentuées, des parois de la vésicule cérébrale postérieure, qui, disparaissant plus tard d'une manière complète, lorsque les parois augmentent d'épaisseur, peuvent être considérées comme les vestiges d'une segmentation avortée de la vésicule cérébrale postérieure en une série de vésicules secondaires. La véritable nature de ces masses carrées est encore très-problématique.

26. Au second jour, le conduit de Wolff nouvellement formé, s'étend dans la plus grande partie de la longueur de l'embryon; c'est un tube reposant sur la masse de cellules que nous avons désignée déjà sous le nom de masse cellulaire intermédiaire.

Le troisième jour, par suite de la marche des replis de la somatopleure, et surtout de ceux de la splanchnopleure, ainsi que des changements en voie d'accomplissement dans les protovertèbres, le canal de Wolff subit un changement de position fort remarquable. Au lieu de demeurer, comme le second jour, immédiatement au-dessous de l'épiblaste (fig. 20, *W. d.*), il semble descendre au centre de la masse cellulaire intermédiaire (fig. 41, *w. d.*). A la fin du troisième jour, il occupe une position plus inférieure encore et vient même faire une saillie peu marquée dans la cavité pleuropéritonéale. (fig. 44, *W. d.*).

Vers la fin du troisième jour, les rudiments des corps de Wolff (fig. 44, *W. b.*) commencent à paraître, unis aux conduits; mais l'étude de ces organes peut être reportée, avec avantage, au chapitre suivant.

27. Les faits principaux du troisième jour sont donc les suivants :

1° Le retournement de l'embryon, qui repose maintenant sur le côté gauche.

2° La flexion crânienne, qui s'opère autour de l'extrémité antérieure de la notocorde.

3° L'achèvement de la circulation du sac vitellin, l'accroissement de la courbure du cœur et la séparation de ses diverses parties; l'apparition de nouveaux arcs aortiques et des veines cardinales.

4° La formation des quatre fentes viscérales et des cinq arcs viscéraux.

5° L'invagination destinée à former le cristallin et la formation de la vésicule optique secondaire.

6° L'occlusion de la vésicule optique.

7° La formation des fosses nasales.

8° L'apparition des vésicules des hémisphères cérébraux, la subdivision de la vésicule cérébrale postérieure en cervelet et moelle allongée.

9° L'achèvement du pré-intestin et de l'arrière-intestin, la subdivision du premier en œsophage, estomac et duodénum, celle du second, en gros intestin et cloaque.

10° La formation des poumons sous la forme de deux diverticulum du canal alimentaire, immédiatement en avant de l'estomac.

11° La formation du foie et du pancréas, le premier sous la forme de deux diverticulum du duodénum, qui, plus tard, s'unissent par l'intermédiaire de masses pleines développées entre eux; le second, sous la forme d'un diverticulum unique de ce même duodénum.

12° Les changements qui se produisent dans les protovertèbres et l'apparition des plaques musculaires.

13° L'apparition des nerfs crâniens dans le mésoblaste adjacent à la vésicule cérébrale postérieure.

14° Le changement de position du canal de Wolff.

## CHAPITRE VI.

### Changements qui s'opèrent pendant le quatrième jour.

1. En ouvrant un œuf, au milieu ou vers la fin du quatrième jour, on constate immédiatement les progrès accomplis depuis le jour précédent. En premier lieu, le développement général du corps a été si rapide que le volume de l'embryon est devenu beaucoup plus considérable. En second lieu, le blanc de l'œuf a encore diminué de volume et l'embryon se trouve, par suite, en contact presque immédiat avec la membrane coquillière.

Le disque germinatif couvre plus de la moitié du jaune, et l'aire vasculaire présente à peu près le diamètre d'une pièce de cinq centimes.

A l'accroissement de taille de l'embryon correspond une augmentation considérable de la quantité de sang qui circule dans l'aire vasculaire, bien que le sinus transversal soit déjà devenu moins distinct.

2. L'amnios devient de plus en plus apparent. Il se montre aujourd'hui à l'état d'enveloppe distincte, voilant, dans une certaine mesure, le corps du poulet qu'il recouvre, et toute trace de la soudure de ses divers replis a déjà disparu. Il n'y a encore, pour le moment, que fort peu de liquide dans le sac amniotique, le vrai amnios s'applique donc presque immédiatement sur le corps de l'embryon.

3. La séparation de l'embryon et du sac vitellin a fait de grands progrès. Le pédicule splanchnique, qui, le troisième

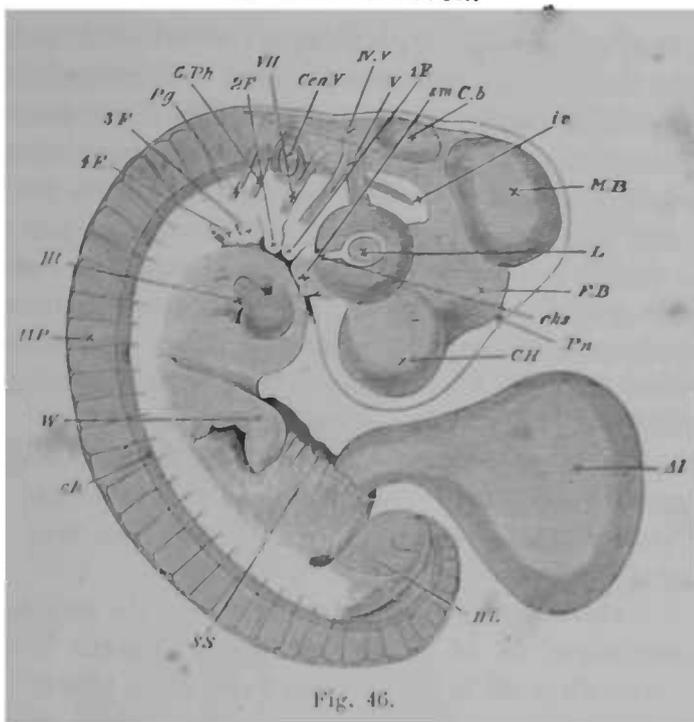


Fig. 46.

EMBRYON DE LA FIN DU 4<sup>e</sup> JOUR, VU A LA LUMIERE TRANSMISE.

L'annios a été complètement enlevé, l'extrémité coupée du pédicule somatique se voit en S.S., on en voit sortir l'allantoïde AI.

C.H., hémisphères cérébraux; F.B., vésicule du troisième ventricule, et Pn., glande pinéale faisant saillie au sommet; M.B., vésicule cérébrale moyenne; C.b., cervelet; IV.V., quatrième ventricule; L., cristallin; ch.s., fente choroi-dienne. Par suite du développement de la cupule optique, les deux couches dont elle est composée ne peuvent plus être vues de l'extérieur et la face postérieure de la couche choroi-dienne est seule visible. Cen.V., vésicule auditive; s.m., bourgeon maxillaire supérieur; 1F., 2F., etc. premier, second, troisième, quatrième arc visceral; V., cinquième paire des nerfs crâniens envoyant une branche à l'œil, la branche ophthalmique, et une autre au premier arc visceral; G.Ph., nerf glosso-pharyngien, traversant le troisième arc visceral; P.g., nerf pneumogastrique traversant le quatrième arc visceral, m., masse de mésoblaste enveloppant l'extrémité antérieure de la notocorde. On n'a pas essayé d'indiquer sur cette figure, la position de la paroi dorsale du pharynx, qui ne peut être facilement distinguée sur l'embryon vivant; ch., notocorde: l'extrémité antérieure de cet organe ne peut être vue sur l'embryon pendant la vie; mais la notocorde ne se termine point comme l'indique la figure, elle se recourbe brusquement en bas et se termine en points. H.L., le cœur, vu au travers des parois thoraciques; M.P., plaques musculaires; W., aile; H.L., membre inférieur: au-dessous on aperçoit la queue recourbée.

jour, était encore assez large, puisque l'ouverture de communication entre le sac vitellin et le canal alimentaire n'occupait pas moins du tiers de la longueur de ce canal, se rétrécit graduellement aujourd'hui par suite du rapprochement progressif des replis de la splanchnopleure, en sorte que l'on peut déjà dire que le tube digestif ne communique plus avec le sac vitellin que par un col extrêmement étroit. Ce reste du pédicule splanchnique, nous pouvons le nommer maintenant *le conduit ombilical*; étroit mais toujours perméable, il maintient encore la libre communication entre l'intérieur du sac vitellin et la cavité du canal alimentaire.

Le pédicule somatique se rétrécit également, mais il demeure beaucoup plus large que le pédicule splanchnique : il existe donc entre eux un espace annulaire libre assez considérable.

4. Un autre caractère remarquable de cette période est l'augmentation de la flexion crânienne. Durant le troisième jour l'axe de la partie antérieure de la tête et l'axe longitudinal du corps se coupaient presque à angle droit et tout l'embryon affectait à peu près la forme d'une cornue. Mais, le quatrième jour, la flexion s'est tellement prononcée que ces deux axes forment entre eux un angle aigu et que la bouche fait face au thorax.

Le repli caudal, qui a commencé à paraître pendant le troisième jour, s'est considérablement développé et la queue, légèrement recourbée (fig. 46), est aujourd'hui l'un des points de l'embryon les plus faciles à voir. La courbure générale du corps s'est également accrue peu à peu et, par suite de ces diverses flexions et courbures, l'embryon tout entier semble s'être enroulé sur lui-même (fig. 46).

5. On peut compter parmi les événements les plus importants du quatrième jour l'apparition des membres à l'état d'organes distincts.

L'accroissement en profondeur continuant à marcher plus vite que le développement en largeur, il en résulte que, sur

une coupe transversale (fig. 47), le corps de l'embryon paraît plus haut et relativement plus étroit le quatrième jour que le troisième, et les plaques musculaires, au lieu de

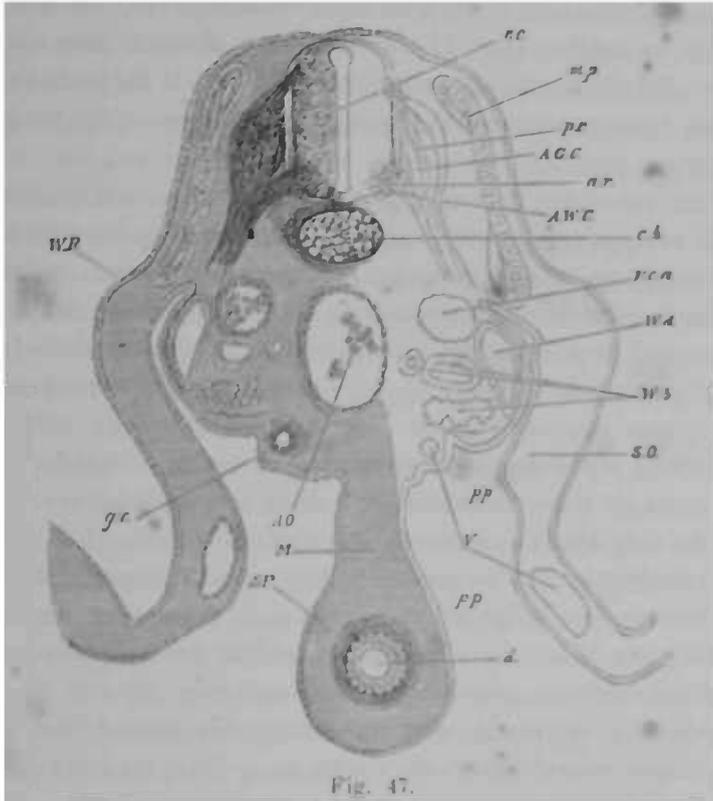


Fig. 47.

COUPE TRANSVERSALE DE LA RÉGION LOMBAIRE D'UN EMBRYON A LA FIN DU 4<sup>e</sup> JOUR.

*n.c.*, canal neural; *p.r.*, racine postérieure d'un nerf rachidien et son ganglion; *A.G.C.*, colonne grise antérieure; *A.W.C.*, cordon blanc antérieur de la moelle commençant à se former, encore peu marqué sur la figure; *m.p.*, plaque musculaire; *ch.*, notocorde; *W.R.*, éminence de Wolff; *A.O.*, aorte dorsale; *V.c.a.*, veine cardinale postérieure; *W.d.*, canal de Wolff, la section n'est pas circulaire parce qu'elle est faite sur un point où le canal reçoit un des canalicules; *W.b.*, corps de Wolff, constitué par des canalicules et des corpuscules de Malpighi. On en a représenté un de chaque côté, celui du gauche a son glomérule entièrement rempli de globules sanguins; *g.c.*, épithélium germinatif; *M.d.*, commencement de l'invagination de l'épithélium germinatif destinée à former le conduit de Müller; *a.*, canal alimentaire; *M.*, mésentère; *S.o.*, somatopleure; *S.p.*, splanchnopleure; *V.*, vaisseaux sanguins; *pp.*, cavité pleuro-péritoneale.

demeurer obliques en bas et en dehors, deviennent presque verticales. Non loin de la ligne qui suit les extrémités inférieures de ces plaques, et presque immédiatement après que la splanchnopleure s'est séparée de la somatopleure, ce dernier feuillet se soulève (fig. 47, W. R.) pour former une saillie longitudinale, arrondie, peu élevée, qui suit le corps de l'embryon dans presque toute sa longueur, depuis le col jusqu'à la queue.

C'est sur ce cordon saillant, connu sous le nom d'éminence de Wolff, qu'apparaissent pour la première fois les membres de l'embryon, sous la forme de bourgeons coniques, aplatis, saillants en dehors, qui semblent être les résultats du développement de points particuliers de cette éminence, dont tout le reste devient de moins en moins saillant à mesure que ces bourgeons augmentent de volume. Chacun d'eux présente une coupe à peu près triangulaire et se montre constitué par un amas de tissu mésoblastique assez serré, recouvert d'une couche d'épiblaste épaissie en une sorte de calotte. Les membres antérieurs, ou les ailes (fig. 46), naissent immédiatement au-dessous d'un point situé au niveau du cœur, les membres postérieurs, dans le voisinage immédiat de la queue. Les premières traces peuvent en être aperçues vers la fin du troisième jour, mais ces organes ne deviennent bien distincts que le quatrième ; vers la fin de ce jour, les deux paires peuvent déjà être aisément distinguées l'une de l'autre, grâce à la différence de leurs formes. Les membres antérieurs sont plus étroits et plus longs, les postérieurs, relativement plus courts et plus gros : tous sont aplatis de haut en bas et le deviennent encore davantage à mesure que leur développement fait des progrès.

6. Les vésicules des hémisphères cérébraux s'accroissent rapidement, débordent de toutes parts les vésicules olfactives, situées en avant et encore insignifiantes, du moins par leur volume, et empiètent sur le troisième ventricule placé derrière elles. La vésicule moyenne du cerveau est en ce

moment plus volumineuse qu'à aucune autre époque par rapport aux autres parties du cerveau: un sillon médian, peu distinct encore sur la face supérieure, en indique déjà la division en deux moitiés latérales. L'accroissement considérable du contenu mésoblastique de la vésicule optique secondaire, fait saillir fortement les deux globes oculaires de chaque côté de la tête (fig. 48, *Op.*). La masse mésoblastique qui enveloppe les diverses parties du cerveau s'accroît rapidement en bas et sur les côtés, mais elle présente, en outre, en divers points, des développements partiels d'où résulte la formation du crâne primitif et dont nous parlerons avec détails dans un chapitre particulier. Tous ces changements, joints à la flexion crânienne décrite plus haut, donnent à l'extrémité antérieure de l'embryon une forme qu'il est de plus en plus facile de reconnaître pour celle de la tête.

7. Pendant ce temps, la face se modifie également. Le troisième jour, les fosses nasales n'étaient rien autre chose que deux dépressions peu profondes, entourées chacune d'un bord épais. Ces fossettes deviennent de plus en plus profondes, le quatrième jour, par suite du développement et de la surélévation de leurs bords, puis on observe une brèche, ou sillon (fig. 48, *N*), dirigée obliquement de haut en bas vers la cavité buccale. Le bourgeon fronto-nasal, (fig. 48, *nf*) qui, dès le troisième jour, s'est élevé entre les saillies formées par les extrémités antérieures des vésicules des hémisphères cérébraux, devient de plus en plus proéminent, le quatrième jour, sépare les deux sillons l'un de l'autre et contribue à former la paroi interne de chacun d'eux. Les extrémités des bourgeons maxillaires supérieurs du premier arc viscéral (fig. 48 *B*, *sm*), qui, comme le bourgeon fronto-nasal, ont augmenté de volume, viennent se placer près du bord externe de chaque sillon dont ils contribuent ainsi à former la paroi externe. Par suite de ce développement continu, le sillon devient de plus en plus profond, il fait communiquer chacune des fossettes nasales avec la cavité

buccale : il n'y a donc aucune difficulté à reconnaître en ce sillon le rudiment de l'ouverture postérieure des fosses nasales.

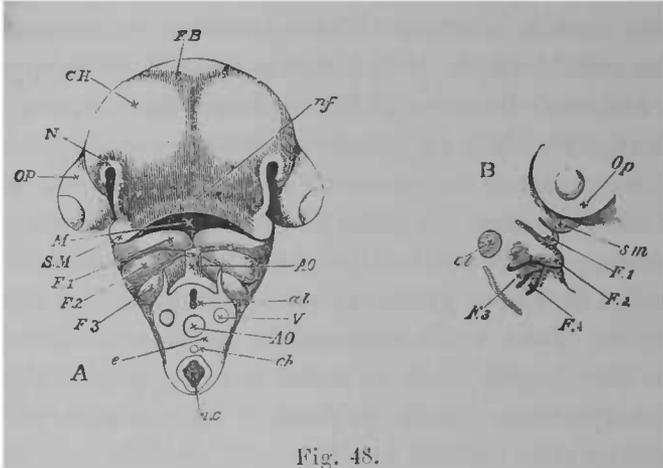


Fig. 48.

A. — TÊTE D'UN EMBRYON DE POULET AU QUATRIÈME JOUR, VUE PAR LA FACE INFÉRIEURE A LA LUMIÈRE DIRECTE.

(Préparation par l'acide chromique.)

CH., hémisphères cérébraux; FB., vésicule du troisième ventricule; Op., globe de l'œil; *nf.*, bourgeon fronto-nasal; M., cavité buccale; S.M., bourgeon maxillaire supérieur, né de F.1., premier arc viscéral (bourgeon maxillaire inférieur); F.2., F.3., second et troisième arc viscéral; N, fosse nasale.

Pour obtenir la préparation représentée dans cette figure, on a coupé le col en travers entre le troisième et le quatrième arc viscéral. Sur la coupe ainsi obtenue on voit le canal alimentaire *al*, dont les parois sont affaissées sur elles-mêmes, le canal neural, *n.c.*, la notocorde, *ch.*; l'aorte dorsale, *Ao.*, et les veines vertébrales, *V.*

L'incision a été faite immédiatement au-dessous de la limite supérieure de la cavité pleuropéritonéale: par suite, une portion de la somatopleure est restée dans l'angle formé par les troisièmes arcs viscéraux. L'extrémité du bulbe artériel, *Ao.*, se montre dans le même espace, presque entièrement enveloppée par ce qui reste de la somatopleure.

Le sillon nasal a été un peu exagéré dans le dessin. D'un autre côté, la partie inférieure de ce sillon, comprise entre le bourgeon fronto-nasal et le bourgeon maxillaire supérieur, S.M., était, chez l'embryon d'après lequel la figure a été faite, très-peu profonde et même à peine visible. D'où il suit que l'extrémité du bourgeon maxillaire supérieur semble s'unir au bord interne du sillon nasal, et non à l'externe comme l'indique la description donnée dans le texte. Quelques heures plus tard, la séparation des deux bourgeons eut été beaucoup plus facile à voir.

B. — Même embryon, vu de profil pour montrer les arcs viscéraux. Mêmes lettres.

8. Pendant la seconde moitié du quatrième jour, on voit paraître au fond de la cavité lozangique profonde qui constitue la bouche, sur la paroi très-mince qui sépare encore cette cavité de celle du canal alimentaire, une fente longitudinale, verticale d'après Götte, qui se transforme bientôt en une large ouverture établissant ainsi une communication complète entre ces deux cavités.

La cavité buccale, formée, comme on se le rappelle, partie par dépression, partie par suite du développement des arcs viscéraux voisins, est tapissée par l'épiblaste dans toute son étendue, et c'est de ce feuillet que dérive l'épithélium de sa surface ainsi que celui de ses diverses glandes. Sous ce rapport, ainsi que Remak l'a fait remarquer, la bouche diffère de tout le reste du canal alimentaire, dont l'épithélium tout entier procède de l'hypoblaste.

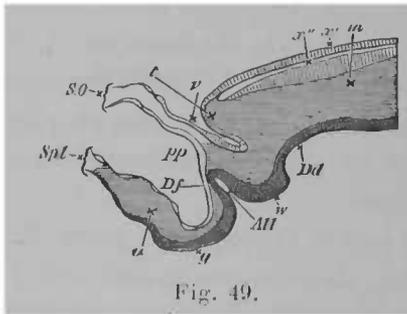
9. Sur le côté de la vésicule cérébrale postérieure, dans laquelle le cervelet devient de plus en plus distinct de la moelle allongée, par suite de l'épaississement progressif de ses parois supérieures, en avant et en arrière de la vésicule auditive, où les rudiments du limaçon et de l'aqueduc du vestibule sont déjà visibles, les nerfs crâniens et leurs ganglions deviennent eux-mêmes de plus en plus volumineux et distincts. On peut les voir très-nettement en comprimant une tête d'embryon frais.

En avant, l'on trouve la cinquième paire (fig. 46, V.) avec le ganglion de Gasser, placée un peu en arrière de l'extrémité antérieure de la notocorde, immédiatement au-dessous du cervelet. Puis vient la septième paire (fig. 46, VII.), qui commence immédiatement en avant de la vésicule auditive et qui se porte en bas vers le second arc viscéral. Les deux nerfs placés en arrière de la vésicule auditive sont maintenant séparés l'un de l'autre d'une manière très-évidente, l'anterior est le glosso-pharyngien (fig. 46, G. Ph.), et le postérieur présente déjà des caractères qui font reconnaître le pneumogastrique (fig. 46, P<sub>7</sub>.)

10. Indépendamment des changements survenus dans le

canal alimentaire et les organes voisins, décrits dans le chapitre précédent, et de l'occlusion de la partie moyenne de l'intestin destinée à prendre part à la formation du conduit ombilical, dont nous avons également parlé déjà, un appendice nouveau et fort important du tube digestif, la vésicule *allantoïde*, commence à attirer l'attention pendant le quatrième jour, bien que dès le troisième les premiers rudiments en soient apparus.

Dès les premiers moments de sa formation, l'allantoïde se reconnaît aisément; elle se présente sous l'aspect d'une vésicule pyriforme, placée dans la partie postérieure de l'espace pleuropéritonéal. Elle est unie à la face inférieure du cloaque par un long pédicule creux qui établit une communication entre la cavité de la vésicule et celle du canal alimentaire. Le pédicule et la vésicule elle-même possèdent une tunique externe dérivée du mésoblaste et une tunique interne qui paraît provenir de l'hypoblaste. C'est ce que tout observateur peut facilement vérifier lui-même, mais quelques embryolo-



COUPE LONGITUDINALE DE L'EXTRÉMITÉ CAUDALE D'UN EMBRYON DE POULET  
AU COMMENCEMENT DU TROISIÈME JOUR.

(Dobrynin.)

*t*, queue; *m*, mésoblaste accumulé au tour de l'axe du corps, sur le point de donner naissance aux protovertèbres; *a'*, paroi supérieure de *a''*, canal neural; *Da*, extrémité postérieure de la portion postérieure de l'intestin; *SO*, somatopleure; *Spl*, splanchnopleure; *w*, mésoblaste de la splanchnopleure contenant les vaisseaux destinés au sac vitellin; *pp*, cavité pleuropéritonéale; *Df*, épithélium qui tapisse la cavité pleuropéritonéale; *All*, allantoïde au début; *w* et *y*, hypoblaste épaissi et débordant de chaque côté l'orifice de l'allantoïde.

gistes ont décrit de manières très-différentes les premières périodes du développement de l'organe dont nous nous occupons.

Von Baer pensait que très-peu de temps après sa formation par dilatation de l'extrémité postérieure du canal alimentaire, le cloaque donnait naissance à l'allantoïde. D'après cet auteur, cet organe se présente d'abord sous la forme d'un diverticulum sphérique, généralement visible vers le milieu du troisième jour, et à la formation duquel prennent part les deux tuniques du canal alimentaire. Ce diverticulum sphérique s'allonge graduellement et revêt l'aspect d'une vésicule pyriforme, unie au cloaque par un pédicule creux qui se rétrécit et s'allonge rapidement, jusqu'à ce qu'enfin l'allantoïde devienne un corps indépendant, creusé d'une cavité, constitué par une tunique externe formée de mésoblaste, tapissée intérieurement d'une couche d'hypoblaste, et communiquant avec le cloaque par l'intermédiaire d'un canal étroit de même composition.

Reichert (*Entwickelungsgeschichte*, p. 186) affirma d'autre part que l'allantoïde est formée par deux bourgeonnements du mésoblaste de la somatopleure d'abord séparés et pleins, puis réunis l'un avec l'autre et creusés d'une cavité; mais il croyait que ce corps était originairement uni aux canaux de Wolff et non pas au cloaque.

Suivant Remak (*Entwickelung*, § 57, 58) l'allantoïde est formée par deux bourgeons vasculaires pleins, nés du mésoblaste de la paroi du corps, de chaque côté de la ligne médiane, et faisant saillie dans la cavité pleuro-

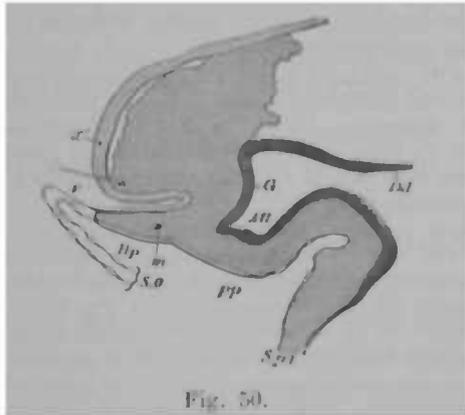


Fig. 50.

COUPE LONGITUDINALE DE L'EXTRÉMITÉ CAUDALE D'UN EMBRYON DE POULET AU MILIEU DU TROISIÈME JOUR.

(Dobrynin.)

t, queue; la ligne t se termine sur le mésoblaste axial de la queue; x, épiblaste; So, somatopleure; m, mésoblaste formant la paroi du corps; V, repli amniotique au début de sa formation; Hp, espace compris entre le vrai et le faux amnios; pp, cavité pleuroperitoneale; Sp, splanchnopleure; C, dilatation cloacale du canal alimentaire; Dd, paroi dorsale du canal alimentaire; Al, vésicule allantoïde largement ouverte dans le canal alimentaire.

péritonéale tout près du cloaque. Ces deux bourgeons se soudent l'un à l'autre et continuent de se développer; arrivés au contact de la paroi du cloaque, ils s'y attachent et constituent ensemble un corps de forme sphérique, plein, présentant à l'extérieur un sillon médian, indice de son mode de formation. Un diverticulum hypoblastique étroit pénètre dans cette masse, y creuse une cavité, très-petite au début et reproduisant la forme extérieure du corps lui-même, c'est-à-dire subdivisée en deux cavités. Ce diverticulum hypoblastique s'accroît avec rapidité, tandis que l'enveloppe mésoblastique restant stationnaire se trouve bientôt réduite à l'état d'une mince tunique enveloppant l'hypoblaste.

His (*op. cit.*) a fourni une description assez étudiée et compliquée du développement de l'allantoïde que Waldeyer (*Eierstock und Ei*) et Bornhaupt (*Untersuchung über die Entwicklung des Urino-genitalsystems beim Hühnchen*, Riga, 1867) ont adoptée.

Cette description nous paraît à peu près identique à celle qu'à donnée Dobrynin (*Ueber die erste Anlage der Allantois*, in *Sitz. der k. Akad. Wien*, Bd 64, 1871); cette dernière est la plus complète, en voici le résumé.

Au moment où le repli caudal commence à se former, immédiatement au delà du point où l'hypoblaste se retourne pour prendre sa direction normale sur le sac vitellin, un pli spécial de la splanchnopleure forme un diverticulum étroit dirigé d'avant en arrière et un peu de bas en haut. L'extrémité ouverte de ce diverticulum, (fig. 49, A II), regarde en avant vers la large ouverture qui fait communiquer le tube digestif avec le sac vitellin; l'extrémité close est dirigée vers la cavité pleuropéritonéale. Ce diverticulum n'est autre chose que le premier rudiment de l'allantoïde, il est tapissé intérieurement par l'hypoblaste et sa surface extérieure est formée par le mésoblaste de la splanchnopleure.

A mesure que les replis qui forment le tube digestif se prononcent davantage, le diverticulum change de position et devient parallèle au canal alimentaire en voie de formation. La cavité dont ce diverticulum est creusé est séparée de celle du tube digestif par une saillie du mésoblaste recouverte par l'hypoblaste, mais toutes deux s'ouvrent largement en avant dans le pédicule splanchnique.

Dans la période suivante, le diverticulum change encore de position et forme (fig. 50) une vésicule assez volumineuse, placée immédiatement au-dessous de l'extrémité postérieure du canal digestif avec lequel elle communique librement par une ouverture encore très-large; l'extrémité close est devenue libre dans la cavité pleuropéritonéale située au-dessous. C'est à cet état sans doute que von Baer la vit pour la première fois.

Le moment où ces changements s'opèrent est celui où la somatopleure se replie vers l'intérieur du corps pour en constituer les parois; les plis qu'elle forme ainsi se portent progressivement d'arrière en avant à partir de l'extrémité même de la queue; vus de l'intérieur du corps ou sur une coupe, ils se présentent sous la forme de deux crêtes saillantes dirigées vers les parois latérales de l'allantoïde. Arrivées au contact de cet organe, ces deux saillies se soudent à ses parois et convertissent ainsi la partie de la cavité pleuropéritonéale située immédiatement au dessous de l'allantoïde en un espace fort étroit, qui, sur les coupes, n'est représenté que par une simple fente. Remak paraît avoir pris ces replis de la somatopleure et les saillies qu'ils forment dans la cavité pleuropéritonéale pour les premiers vestiges de la formation de l'allantoïde, mais, en réalité, ils n'ont que peu ou point de relation avec cet organe.

Nous pouvons donc considérer l'allantoïde comme formée probablement par une portion du cloaque, qui se développe d'arrière en avant et constitue une vésicule indépendante, tout en restant unie avec l'intestin par un étroit canal qui en forme le col ou pédicule. L'allantoïde s'ouvre sur la face inférieure du cloaque. Le col et la vésicule sont tous les deux tapissés à l'intérieur par l'hypoblaste; leur tunique externe est une dépendance du mésoblaste de la splanchnopleure. Dès le début de sa formation, l'allantoïde se trouve placée dans la cavité pleuropéritonéale, elle se développe dans cette cavité, se porte en avant jusqu'à ce qu'elle atteigne la limite antérieure de la portion postérieure de l'intestin, point où la splanchnopleure se retourne pour se porter sur le sac vitellin. Le troisième jour l'allantoïde ne s'étend pas plus loin; mais, le quatrième, elle commence à sortir de la cavité du corps du poulet, elle suit l'espace assez large encore qui sépare le pédicule splanchnique du pédicule somatique, pour se porter dans l'espace compris entre le feuillet interne et le feuillet externe de l'amnios, dont la cavité, ainsi qu'on se le rappelle, est à ce moment encore continue avec la cavité pleuropéritonéale, (fig. 8. K). L'allantoïde s'étendra plus tard dans cet espace, de manière à entourer d'une manière complète le corps du poulet. Dans la première moitié du quatrième jour, la vésicule est encore très-petite et son développement n'est pas très-rapide. La paroi mésoblastique est encore très-épaisse. Dans la seconde moitié du même jour, le développement s'accélère et l'allantoïde est alors l'un des organes les plus apparents (fig. 46. Al.). En même temps, ses vaisseaux sanguins prennent de l'importance; nous y reviendrons bientôt.

11. Les protovertèbres, dont le nombre a été porté progressivement à 30 ou 40, par suite de la différenciation du mésoblaste axial qui s'est propagée successivement de l'extrémité céphalique vers l'extrémité caudale de l'embryon, subissent d'importants changements pendant ce quatrième

jour. Or ces changements étant intimement liés au développement ultérieur de la colonne vertébrale, il sera sans doute plus avantageux de décrire brièvement ici toute la suite des incidents à la faveur desquels s'opère la transformation des protovertèbres en une série d'organes permanents auxquels elles sont appelées à donner naissance, bien qu'un grand nombre de ces modifications ne se produisent qu'à une époque plus avancée et fort éloignée du quatrième jour.

Après la séparation des plaques musculaires (chap. V. § 23), ce qui reste de chaque protovertèbre se présente sous l'aspect d'une masse à peu près triangulaire comprise entre le canal neural et la notocorde, en dedans, la plaque musculaire et la masse cellulaire intermédiaire, en dehors (fig. 44).<sup>24</sup> Dès le troisième jour, l'angle supérieur de ce triangle s'accroît et se porte en haut entre la plaque musculaire et le canal neural, et, rencontrant sur la ligne médiane son congénère du côté opposé, se confond avec lui pour former au canal neural une paroi supérieure, composée de mésoblaste, qui le sépare de l'épiblaste superficiel. Vers la même date, l'angle inférieur et interne du triangle se développe également et se porte en dedans vers la notocorde, puis, passant à la fois au-dessous (entre l'aorte et la notocorde) et au-dessus (entre la notocorde et le canal neural) de cet organe, rencontre son congénère du côté opposé et forme avec lui une enveloppe mésoblastique complète, plus épaisse en bas qu'en haut, qui investit de toutes parts la notocorde (fig. 47).

Pendant que la portion interne de chaque protovertèbre s'étend ainsi en dedans et entoure à la fois la notocorde et le canal neural, la portion externe subit elle-même une modification des plus remarquables. Elle se subdivise en deux segments, l'un antérieur ou pré-axial, l'autre postérieur ou post-axial. L'antérieur, qui est le plus volumineux et le plus transparent, est le rudiment du nerf rachidien et de son ganglion, et le postérieur, qui demeure plus spécialement en rapport avec les portions environnant la notocorde et le canal

neural, va contribuer à former une partie de la vertèbre définitive.

De cette façon, chaque protovertèbre, après avoir donné naissance à une plaque musculaire, se partage en outre en deux parties, dont l'une est le rudiment du ganglion rachidien et l'autre une masse à laquelle nous pouvons donner le nom de vertèbre « primitive », puisqu'elle consiste en un corps enveloppant la notocorde, d'où s'élève une arcade qui couvre le canal neural.

L'ensemble qui résulte de la réunion du corps et de l'arc qui viennent d'être décrits n'est constitué, à ce moment, que par un tissu mésoblastique ayant à peine subi un commencement de différenciation; en outre, l'arcade ne doit pas seulement son origine au segment postérieur de la protovertèbre, elle procède aussi, dans une certaine mesure, du segment antérieur ou ganglionnaire, bien que cette arcade, comme le montre la figure 47, soit beaucoup moins apparente au niveau du second que du premier. Le canal neural et la notocorde acquièrent donc, de cette façon, une enveloppe mésoblastique complète, de la tête à la queue, enveloppe qui présente encore cependant les lignes transparentes indiquant les limites antérieure et postérieure de chacune des protovertèbres. C'est cet ensemble que l'on a parfois désigné sous le nom de colonne vertébrale « membraneuse ».

Le rudiment ganglionnaire est placé en avant de la vertèbre primitive à laquelle il correspond, il est constitué principalement par une masse elliptique assez volumineuse, c'est le ganglion de la racine postérieure (fig. 47, *pr.*). Un peu au-delà de son ganglion, la racine postérieure reçoit la racine antérieure (*ar.*), et toutes deux réunies constituent le tronc commun du nerf, d'abord très-court. Comparé soit au tronc commun, soit à l'une ou à l'autre des racines, le volume de ce ganglion paraît considérable et tout à fait disproportionné. Au début, ni l'une ni l'autre des deux racines ne se trouve unie à l'épiblaste interne du canal neural. Bientôt cependant

elles s'unissent toutes deux à cette partie du tube neural qui donne naissance, ainsi que nous l'expliquerons tout à l'heure, à la substance grise de la moelle. Il est néanmoins plus facile de suivre dans la moelle les fibres de la racine antérieure que celles de la racine postérieure; on peut aussi suivre les premières beaucoup plus loin que les secondes.

Le quatrième jour, les nerfs sont composés de cellules dont le protoplasma commence à se transformer en fibres parmi lesquelles se trouvent disséminés un grand nombre de noyaux munis d'un nucléole très-distinct. Le sixième jour, et plus encore, le septième, la structure fibrillaire des nerfs devient beaucoup plus évidente et les noyaux beaucoup moins nombreux.

Le quatrième jour, les ganglions sont constitués par de nombreux noyaux entourés de protoplasma, au milieu desquels passent les fibres nerveuses. Une couche de mésoblaste (dérivant aussi du tissu de la protovertèbre) couvre cette masse de cellules et, le sixième jour, forme autour d'elles une sorte de gaine.

Les cellules des ganglions renferment, du quatrième au sixième jour, des noyaux granuleux arrondis, pourvus de nucléoles distincts, très-analogues à ceux des cellules mésoblastiques ordinaires. Les limites du protoplasma de chacune de ces cellules ne sont pas en général faciles à voir, cependant on peut avec quelque soin arriver à les distinguer; toutefois, la quantité de protoplasma qui entoure chaque noyau paraît être très-petite.

Les fibres nerveuses peuvent être aisément suivies dans le ganglion. Sur une coupe, elles paraissent affecter une direction onduleuse, elles s'entrelacent les unes les autres, et partagent le ganglion en un grand nombre d'espaces allongés, dans chacun desquels on trouve une rangée de noyaux. Sur les coupes du sixième jour, il n'est pas encore possible de trouver de connexion entre les fibres nerveuses et les cellules. C'est aux extrémités inférieures des ganglions que les noyaux sont le plus nombreux.

Le septième jour, les noyaux sont devenus plus volumineux et, partout où l'on peut distinguer nettement le contour d'une cellule, on le trouve, en général, un peu anguleux; sur les coupes, il est encore impossible, le septième jour, de trouver une connexion entre les cellules et les fibres nerveuses.

Remak (*op. cit.*) parle des ganglions comme formés de sphères sans noyaux et Lockhart Clarke (*Philosophical Transactions*, 1862) décrit aussi les cellules des ganglions comme « des cellules ou noyaux » qui ne sont d'abord que de simples masses rondes de protoplasma et qui n'acquiescent un noyau qu'à une époque ultérieure. D'après nos propres observations, ces deux assertions ne sont pas exactes.

Suivant la description de Lockhart Clarke (*loc. cit.*), dans les phases plus avancées du développement, les cellules des ganglions émettent des prolongements qui s'anastomosent entre eux et constituent un réseau à mailles serrées. Ces cellules s'unissent également avec les fibres nerveuses, que l'on voit aussi parfois se subdiviser dans le ganglion en un pinceau de fibrilles. A ce moment les cellules possèdent un noyau et un nucléole très-distincts. Ces changements, suivant le même auteur, seraient achevés le neuvième jour de l'incubation.

His croit que les nerfs rachidiens dérivent de l'épiblaste superficiel par l'intermédiaire des prolongements de ce feuillet, qui pénètrent de haut en

bas dans les intervalles des protovertèbres. Ces idées n'ont été confirmées depuis par aucun autre observateur.

12. Les portions restantes des protovertèbres constituent les vertèbres primitives, ou la colonne vertébrale membraneuse dont nous avons parlé dans le paragraphe précédent. elles se transforment ensuite et deviennent plus tard les vertèbres permanentes; mais cette transformation se complique d'une nouvelle et très-remarquable segmentation secondaire de la colonne vertébrale tout entière.

Le quatrième jour, les lignes transparentes qui indiquent les limites antérieures et postérieures des protovertèbres sont encore très-visibles, mais elles disparaissent le cinquième jour, en sorte que la colonne vertébrale tout entière se fond en une masse homogène, dont la division en vertèbres n'est indiquée que par la série des ganglions. Cette fusion, qui ne s'étend pas aux plaques musculaires, entre lesquelles les anciennes lignes de séparation demeurent toujours visibles, est bientôt suivie d'une nouvelle segmentation et les segments qui en résultent sont les rudiments des vertèbres permanentes. Mais cette nouvelle segmentation ne suit point les lignes du fractionnement primitif, elle se fait entre la portion ganglionnaire et la portion vertébrale, c'est-à-dire sur le milieu même de chaque protovertèbre. Par suite, chaque ganglion rachidien avec le nerf correspondant cesse de constituer la portion antérieure de la vertèbre primitive née de la même protovertèbre que lui-même, et se rattache à la partie postérieure de la vertèbre permanente qui le précède immédiatement.

De même, le rudiment de chaque arc vertébral embrassant le canal neural cesse d'avoir son origine dans la partie postérieure de la protovertèbre à laquelle il doit sa formation. il va former la partie antérieure de la vertèbre permanente à laquelle il appartiendra désormais. Les ganglions sont cependant à ce moment encore la partie la plus apparente de chaque segment.

Ces modifications ont pour résultat la formation de chacune des vertèbres permanentes au moyen des fragments de deux protovertèbres consécutives. Ainsi, par exemple, la dixième vertèbre permanente est formée de la portion postérieure de la dixième protovertèbre et de la portion antérieure de la onzième, et l'arc vertébral attaché désormais à la partie antérieure de la dixième vertèbre était fixé naguère à la partie postérieure de la dixième protovertèbre.

Des changements histologiques accompagnent cette nouvelle segmentation, ou plutôt en sont la cause. Au moment où s'opère la fusion, le mésoblaste, qui entoure la notocorde sous la forme de prolongements nés des protovertèbres, n'a pas seulement augmenté de volume, mais il est devenu en outre cartilagineux, de sorte que, ainsi que Gegenbaur (*Untersuchung zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien*. Leipzig, 1862) le fait observer, nous trouvons, pendant une courte période, le cinquième jour, la notocorde enveloppée d'un revêtement cartilagineux complet et continu, sans aucune trace de segmentation.

Ce tube cartilagineux ne demeure pas longtemps uniforme ; en une série de points aussi nombreux que les protovertèbres primitives, il s'unit à une série d'arcs qui apparaissent au sein du revêtement protovertébral du canal neural. Ces arcs, qui forment voûte au-dessus du canal neural et qui naissent au niveau de la portion vertébrale de chacune des protovertèbres, sont les rudiments cartilagineux des arcs vertébraux osseux. Nous voyons en outre que les portions du tube cartilagineux d'où naissent les arcs commencent à se différencier histologiquement des portions placées entre elles et sans rapport avec les arcs, elles deviennent plus transparentes et leurs cellules affectent une disposition moins serrée. Il n'existe cependant encore à ce moment aucune segmentation distincte du tube cartilagineux : on n'observe qu'un simple défaut d'uniformité dans la composition.

Les parties claires, d'où naissent les arcs, forment les *corps des vertèbres*, et les segments compris entre ces parties les *segments intervertébraux* de la colonne vertébrale.

W. Schwarck (*Beiträge zur Entwicklung der Wirbelsäule bei den Vögeln. Anatomische Studien. D. Hasse, III. Heft. 1872*) assure que, dans les segments vertébraux et intervertébraux, le cartilage est partagé en deux couches, l'une *interne* centrale et l'autre *externe* ou périphérique. Cette division est moins marquée dans le segment intervertébral que dans le segment vertébral.

Il regarde la couche cartilagineuse interne du segment vertébral comme la partie du corps de la vertèbre appartenant à la notocorde et la couche externe comme la couche destinée à former le squelette.

Le cinquième jour, chacun des segments *interrébraux* se subdivise en deux parties inégales dont la plus importante appartient à la vertèbre antérieure et la plus petite à la postérieure. Les ganglions rachidiens demeurent fixés à la première, et c'est ainsi que s'effectue pour eux le changement de position par rapport aux vertèbres dont nous avons déjà parlé. Cette nouvelle segmentation n'est pas très-marquée dans la région sacrée, si tant est qu'elle s'y produise.

Chaque arc à son début correspond à peu près à la partie moyenne de la portion vertébrale d'une protovertèbre, mais, après la segmentation secondaire, la portion de chaque vertèbre postérieure à l'arc s'accroît avec plus de rapidité que la portion antérieure : aussi, au bout de quelque temps, les arcs semblent-ils naître de la partie antérieure plutôt que de la partie moyenne des segments vertébraux.

En résumé, les protovertèbres primitives disposées de chaque côté de la notocorde, après avoir fourni les plaques musculaires et s'être divisées longitudinalement en deux parties, l'une vertébrale et l'autre ganglionnaire, se développent de manière à entourer, en se soudant complètement entre elles, le canal neural et la notocorde, d'un revêtement complet formé de mésoblaste d'origine protovertébrale.

Ce revêtement, dont les corps primitifs des protovertèbres semblent, en raison du développement plus considérable qu'il subit, n'être plus que des appendices, devient cartilagineux.

Cette transformation s'opère de telle manière que, d'une part, la notocorde se trouve entourée d'un tube cartilagineux épais, sans aucune trace de segmentation, mais à l'extérieur duquel sont placés de distance en distance les ganglions rachidiens ; et, d'autre part, le canal neural est recouvert par une série d'arcs cartilagineux, unis simplement l'un à l'autre par du tissu mésoblastique ordinaire, mais confondus à leurs bases avec le tube cartilagineux qui entoure la notocorde.

Ce tube cartilagineux se subdivise, par différenciation histologique, en parties vertébrales et parties intervertébrales : les premières correspondant aux arcs qui couvrent le canal neural. De nouvelles lignes de segmentation apparaissent ensuite dans les portions intervertébrales, suivant des directions telles que chaque ganglion se trouve alors plus intimement uni à la portion vertébrale qui le précède qu'à celle qui le suit, bien que cette dernière portion provienne, en partie du moins, de la même protovertèbre que lui.

13. Pendant ce temps, c'est-à-dire du quatrième au sixième jour, d'importants changements se manifestent dans la notocorde elle-même.

Au début, la notocorde était constituée, comme nous l'avons dit, par des cellules mésoblastiques, affectant une disposition rayonnée assez régulière, mais du reste parfaitement conformes au type des cellules de ce feuillet.

Le troisième jour, quelques-unes des cellules centrales présentent des vacuoles, les cellules périphériques restant sans changement. Les cellules ainsi modifiées sont constituées par une couche périphérique de protoplasma granuleux, dans laquelle se trouve compris le noyau, et qui environne la vacuole, dont la cavité est elle-même occupée par une substance parfaitement claire et transparente, probablement liquide, tant qu'elle n'a subi aucune modification. Vers la fin de ce jour, la notocorde s'enveloppe d'une gaine amorphe très-délicate, qui sans doute est un produit des cellules périphériques de cet organe.

D'après His, il y aurait, le troisième jour, une cavité au centre de la notocorde. Nous ne l'avons jamais vue, elle est niée par Müller (*Ueber den Bau der Chorda dorsalis*, *Jenaische Zeitschrift*, Bd. VI, 1871).

Le quatrième jour, toutes les cellules à l'exception d'une seule couche de cellules aplaties occupant la périphérie, sont pourvues de vacuoles, et ces vacuoles elles-mêmes sont devenues beaucoup plus grandes. Au point où se trouve le noyau, il y a, en général, plus de protoplasma que dans le reste de la cellule.

Le sixième jour, toutes les cellules présentent des vacuoles et, dans chacune d'elles, ces vacuoles se sont tellement agrandies aux dépens du protoplasma qu'il ne reste plus qu'une couche très-mince de cette substance au pourtour de la cellule : dans le point où la quantité de protoplasma est un peu plus considérable que partout ailleurs, l'on parvient à distinguer les restes d'un noyau.

Müller (*loc. cit.*) admet que ces cellules sont pourvues d'une membrane c'est sans doute la couche externe du protoplasma qui s'est épaissie et colorée sous l'influence des réactifs.

Dursy (*Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere*) pense que ce que nous décrivons comme des vacuoles creusées dans les cellules sont en réalité des espaces intercellulaires. D'après cette manière de voir, la notocorde serait composée de cellules étoilées, séparées par de larges espaces intercellulaires remplis de substance transparente. Un examen superficiel d'une coupe de la notocorde au sixième jour pourrait, en effet, faire supposer une telle structure, mais l'étude du développement et l'examen attentif de la structure de la notocorde démontrent l'inexactitude de cette description.

D'après les mensurations de Müller (*loc. cit.*) le diamètre de la notocorde le troisième jour est 0,09 de millimètre, et celui des cellules centrales de 0,012 à 0,018. Le quatrième jour, le diamètre de la notocorde s'est porté à 0,16, et les cellules qui la constituent sont devenues elles-mêmes plus volumineuses. Le sixième jour, le diamètre de la notocorde atteint son maximum et mesure 0,2 de millimètre; celui des cellules centrales est alors de 0,02 de millimètre.

D'après ces mensurations, on voit que la formation des vacuoles dans les cellules de la notocorde est accompagnée de l'accroissement rapide des dimensions des cellules et du diamètre de l'organe lui-même.

14. La notocorde arrive à son maximum de développement le sixième jour, les changements qu'elle subit à partir de cette époque sont de nature régressive.

A partir du septième jour, le revêtement de la notocorde empiète en divers points sur l'organe lui-même. Des étranglements se produisent : les premiers apparaissent dans les régions intervertébrales de la région sacrée. Dans la région cervicale, selon Gegenbaur, les portions intervertébrales ne présentent de tels étranglements que le neuvième jour, bien que dès le septième on puisse en constater sur les portions vertébrales des vertèbres cervicales inférieures. Mais, le neuvième et le dixième jour, toutes les portions intervertébrales se sont manifestement étranglées et les portions vertébrales elles-mêmes présentent, en même temps, deux étranglements qui donnent lieu à trois dilatations par vertèbre, l'une centrale et les deux autres terminales. Dans l'espace qui correspond à chaque vertèbre et à la portion intervertébrale correspondante, il existe donc en tout quatre étranglements et trois dilatations.

Le douzième jour, l'ossification des corps vertébraux commence. A cette époque, d'après Schwarck (*loc. cit.*), les corps cartilagineux des vertèbres sont composés d'une couche interne, dans laquelle les cellules forment des lignes disposées en rayons autour de la notocorde, et une couche externe très-nettement séparée de la première. C'est dans la couche interne, autour de la notocorde, que l'ossification commence.

Gegenbaur (*loc. cit.*, p. 67) estime que cette couche où commence l'ossification correspond au corps vertébral primordial des amphibiens. Schwarck se demande s'il ne correspondrait pas à la couche interne qu'il a distinguée dans le cartilage de la première période.

Dans quelques cas très-rares l'ossification débute par un dépôt osseux à l'extérieur des vertèbres.

La première vertèbre qui s'ossifie est la seconde ou la troisième cervicale, puis l'ossification se propage successivement d'avant en arrière, de vertèbre en vertèbre. Elle ne commence dans les arcs vertébraux qu'un peu après avoir commencé dans les corps. Il y a deux centres d'ossification pour chaque arc vertébral, un de chaque côté.

Nous devons rappeler au lecteur que, chez l'oiseau adulte, on trouve, entre les vertèbres cervicales et dorsales, un disque cartilagineux — ou ménisque — percé d'une ouverture centrale. Ces disques, épais à leur circonférence, s'amincissent progressivement de dehors en dedans de manière à ne présenter qu'une arête mince autour du trou central. Par suite de l'existence de ces disques et de la forme qu'ils affectent, il existe donc, entre deux vertèbres consécutives, deux cavités qui ne communiquent entre elles que par l'ouverture centrale du ménisque; par cette même ouverture passe un ruban qui unit les deux vertèbres et que l'on appelle ligament suspenseur (*ligamentum suspensorium*).

Dans la queue, les ménisques sont remplacés par des corps désignés sous le nom d'anneaux fibreux (*annuli fibrosi*), qui ressemblent beaucoup aux corps dénommés ainsi chez les mammifères. Ils diffèrent des ménisques en ce qu'ils sont fixés par toute leur surface aux faces terminales des corps vertébraux, en sorte que les cavités qui existent ailleurs entre le ménisque et chacune des vertèbres entre lesquelles il se trouve compris, ne peuvent exister ici. Toutefois, ces anneaux fibreux sont traversés par un corps qui correspond au ligament suspenseur et qui est connu sous le nom de noyau pulpeux (*nucleus pulposus*).

La notocorde disparaît entièrement dans les régions intervertébrales, très-peu de temps après le début de l'ossification. Le cartilage qui l'entoure devient, dans les régions cervicale et dorsale, le ligament suspenseur qui réunit les deux vertèbres entre lesquelles il se trouve placé.

A la queue, ce cartilage devient le noyau qui correspond au ligament suspenseur des régions dorsale et cervicale.

Peu après la formation du ligament suspenseur, le reste du cartilage des segments intervertébraux devient, dans la région cervicale et dans la région dorsale, le ménisque qui sépare les vertèbres; dans la queue, il constitue l'anneau fibreux; tous deux font défaut dans le sacrum. Tous ces détails, ainsi que l'anatomie de ces régions chez l'oiseau adulte, ont été bien étudiés pour la première fois par Jäger (*Wirbelkörpergeleak der Vögel*, in *Sitz. der k. Akad. Wien*, vol. XXXIII, 1859).

La notocorde ne disparaît pas complètement dans les corps vertébraux comme dans les régions intervertébrales, mais, suivant Gegenbaur, elle finit par se transformer directement en cartilage. Le contour de la gaine cesse d'être distinct; les cellules, par suite de l'accumulation de la substance fondamentale autour d'elles, prennent la forme de cellules de cartilage, de sorte que, au moment de l'éclosion, les limites de la notocorde transformée et du cartilage d'origine protovertébrale ne peuvent être reconnues qu'avec beaucoup de peine.

15. Lorsque la masse principale d'une protovertèbre, après avoir donnée naissance à une plaque musculaire et à un ganglion nerveux, se transforme pour arriver à constituer le corps et l'arc de la vertèbre permanente, ainsi que tous leurs appendices, une petite portion externe se développe, se porte en bas et constitue le rudiment d'une côte. La formation de ces organes spéciaux est naturellement limitée à la région dorsale. Le sixième jour, les côtes se présentent sous l'aspect

de tiges cartilagineuses dont les cellules sont disposées en lignes horizontales. A cette époque, elles sont tout à fait séparées des corps des vertèbres avec les arcs desquels elles alternent sur les coupes transversales. Ainsi, par exemple, si sur une coupe on voit nettement l'arc vertébral, il n'y a pas trace de la côte; au contraire, sur la coupe suivante, c'est la côte qui sera visible et l'arc vertébral qui fera défaut.

16. Nous terminerons ce que nous avons à dire des protovertèbres par l'exposé des changements subis sur les plaques musculaires.

Ils sont un peu compliqués chez le poulet et n'ont pas été élucidés d'une manière complète.

Le troisième jour, les plaques musculaires se terminent en face du point où le mésoblaste se partage en somatopleure et splanchnopleure. Mais le quatrième jour (fig. 47, *mp.*) elles occupent déjà une certaine étendue dans les parois du corps, au delà du point de séparation de la splanchnopleure et de la somatopleure.

Quels muscles du tronc résultent de la transformation de ces plaques? c'est là une question assez discutée. Il n'est pas douteux que ce ne soient seulement les muscles épisquelettiques (*episkeletal*), pour employer une expression du professeur Huxley (*Vertebrates*, p. 46). Quelques embryologistes ont affirmé que ces plaques ne donnaient naissance qu'aux muscles du dos. Nous ne doutons point, cependant, que tous les muscles épisquelettiques n'y prennent leur origine, c'est aussi l'idée qu'ont adoptée les professeurs Huxley et Kölliker.

Suivant Kölliker les plaques musculaires donnent naissance : 1° aux muscles profonds du dos, tels que le « *semispiralis multifidus* »; 2° aux muscles viscéraux, tels que les muscles de l'abdomen, du thorax, les muscles superficiels du cou, ceux des mâchoires et de la face.

Les muscles dorso-latéraux antérieurs (hyposquelettiques) dériveraient, selon Kölliker, d'une plaque musculaire antérieure (ventrale), très-peu étendue chez le poulet, formée de la partie ventrale de la protovertèbre. Ces muscles comprennent : le long du cou, les droits antérieurs, le « *quadratus* ».

Ces vues diffèrent de celles de Huxley, surtout en ce que Kölliker ne regarde comme hyposquelettiques que les muscles ventraux et dorsaux et

non les muscles viscéraux internes. Huxley pense que tous les muscles episquelettiques dérivent des plaques musculaires, mais il ne s'explique pas sur les cellules de l'embryon d'où les muscles hyposquelettiques tirent leur origine.

Ils voit les choses d'une manière toute différente, il estime que les muscles du dos dérivent seuls des plaques musculaires, et que les muscles latéraux, ainsi que ceux des parois abdominales, se forment aux dépens du mésoblaste de la somatopleure.

Il n'est guère douteux que les muscles intrinsèques des membres ne se forment d'une manière indépendante au sein des tissus d'origine mésoblastique qui constituent les membres, ils ne dérivent donc pas des plaques musculaires.

L'origine des muscles extrinsèques n'est point connue d'une manière aussi certaine.

Les muscles de la peau dérivent évidemment du mésoblaste primitif de la splanchnopleure.

Il paraît probable (bien que ce point n'ait pas été suffisamment étudié) que les muscles volontaires hyposquelettiques, placés au-dessous de la colonne vertébrale, dérivent de la masse cellulaire intermédiaire, située dans l'origine au côté externe des protovertèbres, et qui n'est pas atteinte par le dédoublement du mésoblaste.

Dans le principe, ainsi que le prouve évidemment leur mode d'origine, le nombre des plaques musculaires correspond à celui des protovertèbres et cet état de choses se maintient d'une manière permanente chez les vertèbres inférieurs tels que les poissons, chez lesquels nous voyons les muscles latéraux subdivisés par des cloisons en une série de segments dont le nombre correspond à celui des vertèbres.

17. De tous les incidents du quatrième jour, il n'en est pas de plus importants que ceux qui amènent la formation des rudiments des organes génito-urinaires, sous la dépendance du corps et du conduit de Wolff qui jusqu'alors représentaient seuls les deux appareils.

Nous avons vu que le conduit de Wolff naît le second jour sous la forme d'un cordon plein, qui se transforme plus tard en un tube placé immédiatement au-dessous de l'épiblaste, au-dessus de la masse cellulaire intermédiaire, tout près de l'angle supérieur et externe des protovertèbres, et qui s'étend, à partir d'un point situé à peu près au niveau de la cinquième protovertèbre, jusqu'à l'extrémité postérieure de l'embryon.

Le mode précis suivant lequel apparaît cet organe est encore en litige, et, dans ce que nous avons dit des incidents du second jour, nous avons exposé les idées de la plupart des

embryologistes qui ont écrit sur ce sujet. On peut du moins considérer comme certain que le canal de Wolff se forme aux dépens des cellules mésoblastiques; il est fort probable que le cordon est primitivement formé par une simple accumulation de cellules et qu'il se transforme en un tube, par suite de la disposition rayonnée qu'affectent ses cellules moyennes autour d'une petite cavité centrale dont les dimensions s'accroissent rapidement. De quelque manière qu'ait lieu cette formation, toujours est-il que, bien avant la fin du second jour, l'on trouve, au lieu et place du cordon, un conduit dont l'ouverture étroite est pourtant très-distincte. Waldeyer et quelques autres observateurs ont prétendu à tort que cette ouverture ne se forme qu'un peu plus tard.

Le conduit est placé tout d'abord immédiatement au-dessous de l'épiblaste superficiel, mais bientôt le développement des protovertèbres et les changements qui s'effectuent dans la masse cellulaire intermédiaire, ainsi que le rapprochement de plus en plus prononcé des replis qui forment les parois du corps, déterminent un changement dans la portion de ce tube et l'obligent à descendre (chap. V. § 26). Pendant que ce déplacement s'opère, les cellules qui tapissent l'extrémité supérieure de la cavité pleuropéritonéale (représentée, sur une coupe, par l'angle que forment en divergeant la somatopleure et la splanchnopleure) deviennent cylindriques et constituent une couche épithéliale distincte. Cet épithélium que l'on voit très-nettement sur la figure 41, *g.e.*, et qui se trouve également indiqué sur la figure 44, est souvent appelé l'*épithélium germinatif*, parce que plusieurs de ses cellules prendront part dans la suite à la formation de l'ovaire. Peu de temps après son apparition, la masse cellulaire intermédiaire s'accroît et commence à s'avancer dans la cavité pleuropéritonéale, sous la forme d'une saillie arrondie, dont la face supérieure regarde la somatopleure et dont la face inférieure se dirige vers la splanchnopleure, mais elle demeure, d'un côté comme de l'autre, séparée de ces deux membranes

par un espace étroit en forme de fente. Le canal de Wolff (fig. 44, W. d.; 47, W. d.) continue à descendre et finit, avant la fin du troisième jour, par se trouver placé immédiatement au-dessus de cette masse saillante, près de la face qui regarde la somatopleure.

Le quatrième jour, ou même avant cette date, pendant que le conduit occupe cette nouvelle position, le corps de Wolff commence à se former au sein de la masse cellulaire intermédiaire.

La structure du corps de Wolff complètement développé est au fond semblable à celle des reins permanents et consiste essentiellement en une série de tubes contournés, commençant aux glomérules vasculaires des corpuscules de Malpighi et venant s'ouvrir dans le canal de Wolff. Le mode de formation est le suivant :

De la partie antérieure de chaque conduit et de son côté interne naissent à angles droits des diverticulum qui s'allongent peu à peu, se tordent et forment des tubes. Les glomérules eux-mêmes semblent dériver des cellules de la masse intermédiaire, qui donne aussi naissance aux réseaux vasculaires entourant les tubes.

Ces tubes, qui, par suite de leur direction sinueuse, sont sectionnés sous divers angles (fig. 47 et 51) lorsqu'on pratique les coupes destinées à les étudier, possèdent un épithélium plus épais que celui du canal de Wolff. Par suite de cette différence, il est en général facile de distinguer les coupes des tubes de celles du conduit. Dans les coupes faites sur des embryons durcis, les glomérules de Malpighi se montrent ordinairement remplis de globules sanguins.

Dans l'exposé qui précède nous avons suivi Waldeyer (*Eierstock und Ei*), mais il est nécessaire de rappeler que la plupart des anciens observateurs ont cru que les tubes naissaient d'une manière indépendante dans le mésoblaste, et ne s'unissent au canal de Wolff qu'à une époque plus avancée. Les coupes que Waldeyer a représentées semblent toutefois appuyer fortement les idées que cet auteur a émises; nos propres coupes les confirment également et nous avons remarqué que même avant la formation des tubes, le canal de Wolff présente de grandes variations dans son diamètre, les

sections de ce conduit affectant tantôt la forme d'un croissant, tantôt celle d'un cercle, ce qui semble indiquer nettement l'existence de diverticulum. De plus, les observations de Waldeyer ont été confirmées depuis par plusieurs autres observateurs.

Le corps de Wolff, indépendamment de son conduit, s'étend de la cinquième protovertèbre jusqu'au delà des membres postérieurs, mais le canal lui-même va plus loin encore en arrière.

Vers l'extrémité postérieure de l'embryon, le relief formé par la masse cellulaire intermédiaire va en diminuant de plus en plus, et, par suite, le canal de Wolff se rapproche de la splanchnopleure : dans la région où se trouve la partie postérieure de l'intestin, ce conduit vient se placer sur la paroi même du canal alimentaire. Le quatrième jour, les deux canaux des corps de Wolff rencontrent deux prolongements ou cornes, que forment à ce moment les parois latérales du cloaque tout récemment constitué, et chacun d'eux s'ouvre dans le prolongement cloacal qui lui correspond de chaque côté.

Les conduits des reins permanents et le conduit de Müller s'ouvrent également dans ces deux cornes du cloaque, ainsi que nous le verrons plus tard.

Les corps de Wolff ainsi constitués font l'office des reins pendant la plus grande partie de la vie embryonnaire. Chez le poulet, ils disparaissent avant la naissance, mais, chez la plupart des Ichthyopsidés, ils constituent les reins permanents pendant toute la durée de la vie.

18. Vers la fin du quatrième jour, il se forme, par invagination de l'épithélium germinatif, un sillon qui occupe la face externe du cordon saillant dû au corps de Wolff et situé directement au-dessous du conduit de ce corps. Ce sillon, qui se voit en *M. d* sur la figure 47 devient de plus en plus profond. Ses parois se recourbent l'une vers l'autre et s'unissent : ainsi se trouve constitué un tube qui s'isole de l'épithélium germinatif de la même façon que le tube neural s'est isolé de l'épiblaste externe. C'est le *conduit* ou *canal de Müller*, ses fonctions seront exposées plus loin.

Cette description de la formation du canal de Müller est due à Waldeyer (*loc. cit.*) ; ses observations ont été confirmées depuis par de nouveaux investigateurs. L'étude de nos propres coupes nous conduit aux mêmes conclusions.

Le docteur Sernoff (*Centralblatt für Med. Wiss.*, 27 juin 1874) et Bornhaupt (*Untersuchung über die Entwicklung des Urino-genitalsystems beim Hühnchen*) s'accordent à considérer le conduit de Müller comme formé par simple invagination d'une petite portion de la cavité pleuropéritonéale, qui s'accroît en se portant de haut en bas dans le mésoblaste entre le canal de Wolff et l'épithélium germinatif; le premier de ces deux auteurs pense que Waldeyer est dans l'erreur en admettant que l'invagination se fait sous la forme d'un sillon allongé. Cette divergence d'opinion est presque insignifiante si l'on tient compte de l'importance du point sur lequel les deux observateurs sont d'accord, c'est-à-dire la formation du canal de Müller par invagination de l'épithélium germinatif, lequel fait partie de la cavité pleuropéritonéale.

La formation du conduit de Müller s'effectue d'avant en arrière, mais auprès de l'extrémité postérieure de l'embryon, au point où l'épithélium germinatif fait défaut, le sillon qui doit constituer le canal se transforme par invagination en un cordon d'abord plein, puis creux qui se fraie un chemin dans le mésoblaste, et qui, le septième jour, paraît enfin s'unir au canal de Wolff tout près du point où celui-ci s'ouvre dans le cloaque. Plus tard, cet état de choses se modifie : le conduit de Müller s'ouvre directement dans le cloaque, sans s'unir préalablement au canal de Wolff, son orifice se trouve alors placé un peu au-dessus de celui de ce dernier conduit, entre celui-ci et l'ouverture dans le cloaque du véritable canal urinaire dont nous parlerons bientôt.

L'extrémité antérieure du conduit de Müller, qui se trouve à peu près au niveau de la cinquième protovertèbre, ne se ferme jamais. Là, le sillon originaire reste ouvert et présente un orifice infundibuliforme qui fait communiquer le tube avec la cavité pleuropéritonéale. Sur les coupes du sixième jour, le conduit de Müller se trouve placé entre la cavité pleuropéritonéale et le canal de Wolff. Son diamètre est en général moindre que celui de ce dernier conduit.

19. Entre la 80<sup>e</sup> et la 100<sup>e</sup> heure de l'incubation, les reins permanents commencent à paraître, et, comme pour le corps de Wolff, c'est leur conduit qui se montre le premier. Le ca-

nal de Wolff se dilate près de son extrémité postérieure, un diverticulum se forme par l'étranglement d'une portion de cette extrémité dilatée; sur une coupe transversale, on aperçoit ce diverticulum au-dessus du conduit primitif, son extrémité close étant dirigée en avant, c'est-à-dire vers la tête du poulet. C'est le conduit du rein permanent ou l'*uretère*. Le canal de Wolff et l'*uretère* s'ouvrent d'abord par un tronc commun dans le cloaque, mais cet état de choses ne dure que peu de temps et le sixième jour les deux conduits ont des orifices séparés.

Le premier de ces deux états échappa à Remak, dont la description de l'origine des conduits rénaux est par conséquent inexacte.

Kupffer (*Untersuchung über die Entwicklung des Harn- und Geschlechts-Systems*, in *Archiv. für Mikroskop. Anat.* Vol. II, 1866) donna le premier une description exacte du développement du conduit du rein permanent chez le poulet. Ses observations ont été confirmées depuis lors par un grand nombre d'investigateurs, parmi lesquels on compte Waldeyer.

Sur les coupes d'une période un peu plus avancée, on peut voir l'*uretère* au-dessus du conduit de Wolff (c'est-à-dire plus près du dos de l'embryon), et plus loin de ce conduit que celui de Müller.

La formation des reins eux-mêmes est très-analogue à celle des corps de Wolff.

L'extrémité supérieure de l'*uretère* envoie, dans la masse cellulaire intermédiaire, des diverticulum qui se détachent perpendiculairement à la direction de ce conduit; ils s'allongent, s'entrelacent et forment les *tubuli uriniferi* (canalicules urinaires), le mésoblaste qui entoure leurs extrémités se transforme directement en corpuscules de Malpighi et constitue en même temps le réseau capillaire des reins. Les reins et les corps de Wolff affectent entre eux la même situation relative que leurs conduits: les premiers sont placés au-dessus des seconds. A sa première apparition le rein est un corps ovale, placé à la partie supérieure de la masse cellulaire intermédiaire entre la colonne vertébrale et le corps de Wolff, un peu plus près toutefois de la ligne médiane que ce dernier organe.

La formation des reins a lieu avant la fin du septième jour, mais ces organes ne prennent d'importance au point de vue fonctionnel qu'à une époque beaucoup plus éloignée.

D'après leur mode de formation, il est clair que les reins permanents et les corps de Wolff ne sont que les parties distinctes d'un même système et que leur séparation est une circonstance d'importance purement secondaire.

20. Avant d'exposer ce qu'il advient des conduits de Wolff et de Müller, il est nécessaire de faire connaître le mode de formation des véritables glandes sexuelles, les ovaires et les testicules.

A la première apparition du prolongement de la masse cellulaire intermédiaire que nous pouvons désigner maintenant sous le nom d'*éminence génitale*, on voit les cellules de la couche qui revêt cette saillie dans toute sa longueur changer de caractère et prendre la forme cylindrique; ce même changement se produit non-seulement sur la saillie elle-même, mais encore à quelque distance de chaque côté, dans les cellules qui couvrent les portions médianes de la splanchnopleure et de la somatopleure. En suivant ces feuillettes, on voit les cellules cylindriques céder peu à peu la place aux cellules plates de l'épithélium pavimenteux. L'éminence continuant à s'accroître et à s'élever, la forme cylindrique reste limitée aux cellules qui la couvrent et y devient en même temps de plus en plus prononcée. Sur le côté externe de cette saillie, c'est-à-dire sur le côté qui regarde la somatopleure, l'épithélium subit, ainsi que nous l'avons vu, une invagination destinée à former le canal de Müller, les cellules voisines de ce conduit, gardent pour quelque temps leur forme cylindrique, mais pour la perdre un peu plus tard (fig. 51, a').

La portion médiane de l'éminence est occupée par la saillie du corps de Wolff, et les cellules épithéliales ne tardent pas à y devenir de plus en plus plates.

Cependant, du côté interne de la saillie, c'est-à-dire du côté qui regarde la splanchnopleure, les cellules épithéliales

conservent leur forme cylindrique, se disposent en plusieurs couches (fig. 51, *a*), et, de plus, le mésoblaste (E) placé au-dessous devient en même temps plus épais. De cette façon, par l'épaississement graduel de l'épithélium, d'une part, et par l'accumulation du mésoblaste, d'autre part, il se forme une saillie, qui vue d'en haut, après que l'on a ouvert la cavité abdominale, apparaît, à la lumière directe, comme une tache

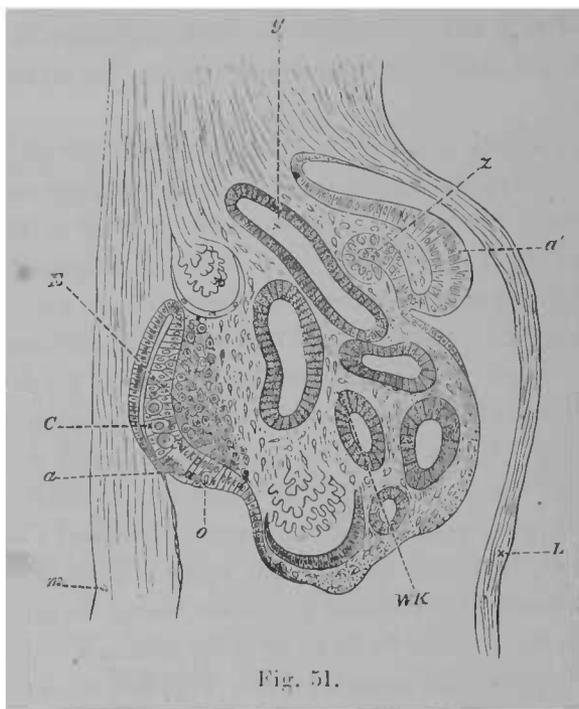


Fig. 51.

COUPE DE LA MASSE CELLULAIRE INTERMÉDIAIRE, LE QUATRIÈME JOUR.

(D'après Waldeyer.) (Grossissement 160 diamètres.)

*m.*, mésentère; *L.*, somatopleure; *a'*, partie de l'épithélium germinatif où se fait l'invagination qui constitue le conduit de Müller (*x*); *a*, portion de l'épithélium germinatif dans lequel se trouvent les ovules primitifs *C*, et *o*; *E*, mésoblaste modifié, destiné à former le stroma de l'ovaire; *WK.*, corps de Wolff; *y*, canal de Wolff.

ou une bande blanche fusiforme, qui, dans les premiers temps, s'étend sur toute la surface du corps de Wolff et de l'éminence

génitale, mais qui se réduit plus tard à sa portion antérieure seulement. Cet aspect, dans de telles conditions d'observation, a été bien décrit par von Baer.

Cette « éminence sexuelle » existe dès les premières phases du développement chez les embryons des deux sexes. Dans les uns comme dans les autres, l'épithélium est formé de plusieurs couches de cellules cylindriques de peu de hauteur, dont quelques-unes sont remarquables par leur taille ainsi que par la présence d'un noyau considérable et fortement réfringent; le mésoblaste épaissi qui supporte cet épithélium est constitué par des cellules fusiformes, ainsi d'ailleurs que tout le reste du mésoblaste à cette époque de la vie embryonnaire.

Les plus grosses de ces cellules épithéliales si remarquables paraissent avoir la même origine que toutes les autres, dont elles semblent du reste provenir par différenciation directe. Elles existent d'abord aussi bien chez les embryons mâles que chez les femelles : ce sont les *ovules primitifs* (fig. 51, o). Il est donc impossible, dans les premières périodes du développement, de distinguer un sexe de l'autre; mais, vers la 80<sup>e</sup> ou la 100<sup>e</sup> heure, un caractère distinctif commence à paraître.

Chez les mâles, l'épithélium et le mésoblaste sous-jacent cessent de se développer, les ovules primitifs ne s'accroissent ni ne se multiplient; au contraire, ils tendent à disparaître, et l'éminence sexuelle s'efface tout entière.

Chez les femelles, les ovules primitifs s'accroissent, deviennent plus nombreux, et l'épithélium tout entier devient à la fois plus épais et plus proéminent. Les cellules fusiformes du mésoblaste sous-jacent s'accroissent également avec rapidité et constituent le stroma de l'ovaire. Le développement de ce stroma et celui de l'épithélium sont, un peu plus tard, dans un rapport tel que les ovules primitifs semblent s'enfoncer dans le stroma, et chaque ovule, à mesure qu'il descend, semble entraîner à sa suite un certain nombre de cellules épithéliales ordinaires qui se disposent en couche distincte autour de lui. De cette manière, chaque ovule se trouve enveloppé d'une

capsule de tissu conjonctif vasculaire, tapissée à l'intérieur d'une couche épithéliale, et le tout ensemble constitue une *vésicule de de Graaf*. Le noyau volumineux de l'ovule primitif devient la vésicule germinative tandis que l'ovule lui-même constitue l'œuf réel ; il s'augmente ensuite, par l'addition d'une certaine quantité de jaune, lequel dérive de l'épithélium qui tapisse l'intérieur du follicule.

Pfuger (*Die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen*, Leipzig, 1863) a décrit les ovules des mammifères comme dérivés de l'épithélium de glandes en tubes : plusieurs ovules, formant une sorte de chaîne, se trouvent réunis dans un même tube qui se subdivise ensuite par des étranglements en autant de fragments qu'il y a de cellules. Mais, d'après Waldeyer, dont nous avons suivi la description, les ovules apparaissent sous la forme de cellules épithéliales ayant subi une différenciation spéciale sans qu'il y ait préformation de glandes en tubes, et les capsules des vésicules de de Graaf sont des formations consécutives. Les idées de Waldeyer ont été d'ailleurs généralement adoptées (Léopold. *Untersuch. über das Epithel. des Ovariums*. Inaug. Diss. Leipzig, 1873. Romiti, *Max Schultze's Archiv*, 1873. Bd. X). Cependant elles ont été combattues par Kapff (*Reichert und Du Bois Reymond's Archiv*, 1872), et plus récemment par Sernoff (*loc. cit.*).

On trouve les premières traces des testicules sur le côté dorsal interne de la masse cellulaire intermédiaire, elles se montrent le sixième jour. Dès le premier instant, ces organes diffèrent des ovaires rudimentaires par la position qu'ils affectent, en se plaçant en contact presque immédiat avec les corps de Wolff, mais ils ont à peu près les mêmes limites antérieures et postérieures que les ovaires. Le mésoblaste qui occupe la position que nous avons indiquée commence à se modifier quelque peu, et le huitième jour se trouve subdivisé, par des cloisons de tissu conjonctif, en un certain nombre de groupes de cellules, qui sont l'origine des tubes séminifères. Le seizième jour les cellules de ces tubes sont devenues plus grosses et ont acquis tous les caractères des cellules épithéliales.

Waldeyer pense que les tubes du corps de Wolff pénètrent dans le tissu au sein duquel se forme le testicule et que, lorsqu'en se subdivisant ils sont devenus extrêmement fins, ils arrivent à constituer les tubes séminifères. Sans parler des difficultés qu'elle soulève, nous dirons que cette description de Waldeyer n'a été vérifiée par aucun des observateurs qui ont suivi cet auteur.

Sernoff l'a nettement contredite, (*loc. cit.*) et il ajoute que les testicules se forment intégralement aux dépens du mésoblaste de la masse cellulaire intermédiaire, et que les rudiments de ces organes n'ont aucune connexion, ni avec l'épithélium germinatif, ni avec les tubes du corps de Wolff.

Nous venons de faire connaître l'origine de toutes les parties qui constituent les appareils urinaire et sexuel de l'embryon et de l'adulte. Il nous reste à parler brièvement des modifications qui s'accomplissent dans les organes décrits pour arriver à la forme adulte.

Le corps de Wolff, d'après Waldeyer, peut être considéré comme formé d'une portion sexuelle et d'une portion urinaire que l'on peut aisément distinguer, suivant lui, chez le poulet qui vient de sortir de l'œuf. La partie sexuelle forme chez le coq les arrière-testicules ou *coni vasculosa*, elle est formée de tubes qui se perdent d'une part dans les tubes séminifères et qui, d'autre part, servent probablement à former chez les oiseaux la totalité de ce que l'on peut appeler l'épididyme. Chez la poule cette même partie forme une portion du « parovarium » de His, elle est constituée par des tubes bien développés, dépourvus de pigment. La partie urinaire forme, dans les deux sexes, un petit rudiment constitué par des tubes fermés, contenant un pigment jaune, mais elle est surtout visible chez la poule.

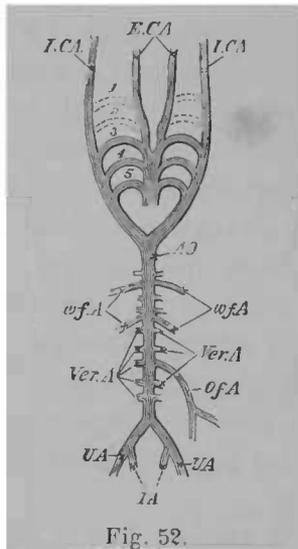
Le canal de Wolff persiste chez le mâle et forme le canal déférent, il s'atrophie et disparaît presque entièrement chez la femelle.

Le conduit de Müller, du moins celui de droite, (puisque celui de gauche disparaît généralement avec l'ovaire correspondant) persiste chez la femelle et constitue l'oviducte. Chez le mâle il s'oblitére presque complètement des deux côtés.

21. Nous pouvons revenir maintenant aux changements qui s'accomplissent dans l'état de la circulation.

Le quatrième jour, le point où l'aorte dorsale se divise en deux branches, que nous pouvons appeler maintenant les artères *iliaques*, se reporte plus loin encore en arrière, et se rapproche de la queue.

A peu de distance du point de bifurcation, chacune des iliaques fournit une branche destinée à l'allantoïde récemment formée. Ce n'est pourtant que pendant la seconde moitié du quatrième jour, au moment où l'allantoïde croît avec rapidité, que ces branches allantoïdiennes, que nous pouvons appeler aussi ombilicales, commencent à acquérir une certaine importance, si tant est qu'elles existent avant cette époque. Par suite du développement de l'allantoïde, elles prennent rapide-



ÉTAT DE LA CIRCULATION ARTÉRIELLE LE CINQUIÈME OU LE SIXIÈME JOUR.

E. CA., carotide externe; I. CA., carotide interne; AO., aorte dorsale; *wf. A.*, artères des corps de Wolff; *Ver. A.*, artères fournies entre chaque paire de vertèbres; *Of. A.*, artère omphalo-mésentérique; UA., artère ombilicale; IA., artère iliaque.

ment un tel volume que les troncs iliaques qui les fournissent semblent n'en être que les branches.

Les artères omphalo-mésentériques sont fournies par l'aorte commune, et, avant la fin du jour, on les voit naître par un tronc unique qui ne tarde pas à se bifurquer et dont la branche gauche est beaucoup plus considérable que la droite.

Pendant le troisième jour, nous avons vu le premier arc.

artériel, contenu dans le premier arc viscéral, s'oblitérer, et cette oblitération s'accompagner de la formation d'un nouvel arc aortique (le quatrième) compris dans le quatrième arc viscéral de chaque côté.

Durant le quatrième jour la seconde paire d'arcs artériels s'oblitére aussi, sinon tout à fait, du moins presque entièrement; une nouvelle paire d'arcs artériels se forme dans le cinquième et dernier arc viscéral, en arrière de la dernière fente viscérale, en sorte qu'il existe encore à ce moment trois paires d'arcs artériels, mais aujourd'hui ils sont compris dans les troisième, quatrième et cinquième arcs viscéraux. Ce dernier est encore très-petit, et, en comptant ce qui reste de la seconde paire, nous pouvons dire qu'il existe en tout à ce moment quatre paires d'arcs artériels. Lorsque le premier et le second arcs s'oblitérent, la portion centrale de chacun des arcs de chaque côté disparaît seule d'une manière complète. La portion ventrale, unie au bulbe artériel, et la portion dorsale, unie à l'aorte dorsale, demeurent, et toutes deux se portent directement en avant vers la tête. Les portions ventrales des premiers et seconds arcs s'unissent de chaque côté pour former une branche, la carotide externe (fig. 52, E. CA), qui se porte directement du bulbe artériel à la tête.

De même, en se réunissant, les portions dorsales forment une branche, la carotide interne, qui a pour origine l'extrémité dorsale du troisième arc artériel.

22. D'importants changements s'opèrent également dans le système veineux.

Lors de sa formation, le foie entoure le tronc commun des veines omphalo-mésentériques, ou canal veineux (*meatus venosus*); on peut dire qu'il partage ce vaisseau en deux parties: l'une, plus rapprochée du cœur, que l'on appelle *sinus veineux* (*sinus venosus*) (fig. 53, S.V.), l'autre, entourée par le foie et nommée *canal veineux* (*ductus venosus*). Au delà, c'est-à-dire derrière le foie, le canal veineux se continue directement avec les veines ou plutôt la veine om-

phalo-mésentérique, puisque le tronc du côté droit est devenu si petit qu'il semble n'être plus qu'une branche de l'autre tronc (fig. 53, *Of*).

Nous avons vu que, le troisième jour, le canal veineux, dans son trajet à travers le foie, présente de nombreuses dilatations qui sont les traces de branches en voie de forma-

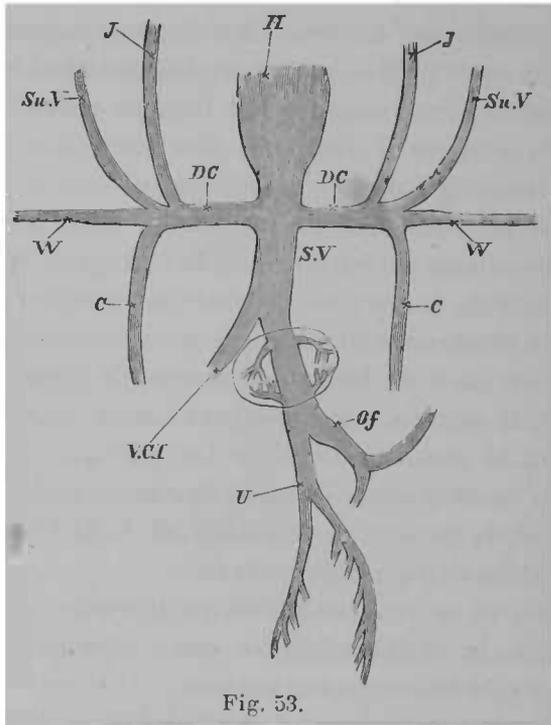


Fig. 53.

DIAGRAMME DE LA CIRCULATION VEINEUSE AU COMMENCEMENT DU 5<sup>e</sup> JOUR.

*II.*, cœur ; *D.C.*, canal de Cuvier ; dans ce canal tombent de chaque côté : *J.*, la veine jugulaire ou veine cardinale supérieure ; *Su. V.*, la veine vertébrale supérieure ; *W.*, les veines de l'aile et *C.*, la veine cardinale inférieure ; *S.V.*, sinus veineux ; *Of.*, veine omphalo-mésentérique ; *U.*, veine ombilicale, qui à ce moment fournit des veines aux parois du corps.

tion. Le quatrième jour ces branches sont formées elles s'unissent au réseau capillaire qui s'est développé simultanément dans la substance hépatique. Cette réunion s'effectue de telle manière que les branches nées du canal veineux, aus-

sitôt après son entrée dans les lobes du foie, *apportent* le sang à la substance hépatique, tandis que celles qui rejoignent le canal veineux un peu avant qu'il ne *quitte* le foie *emportent* le sang de la substance hépatique et le versent dans le canal veineux. Les premières sont appelées *veines afférentes*, les secondes *veines efférentes*. Le résultat de cette disposition est le suivant : le sang peut, pour ainsi dire, choisir entre deux routes pour passer du canal dans le sinus veineux, il peut en effet suivre le réseau capillaire du foie où le conduisent les veines afférentes et d'où l'emportent les veines efférentes, ou bien il peut suivre directement le canal veineux sans passer par la substance du foie.

Le canal alimentaire continue à se refermer et, le quatrième jour, se trouve de plus en plus séparé du sac vitellin; il acquiert peu à peu des veines propres, les *veines mésentériques*, qui apparaissent d'abord sous la forme de petites branches naissant des veines omphalo-mésentériques, bien que, plus tard, par suite des changements qui surviennent dans l'importance et les dimensions relatives de l'intestin et du sac vitellin, ces dernières artères semblent n'être plus que les branches des premières.

Les veines cardinales supérieures (fig. 53, J.) deviennent plus grosses et plus importantes, leur calibre est toujours en rapport avec l'accroissement de volume de la tête; elles reçoivent la veine vertébrale supérieure (S.u.V.) et les veines de l'aile (W). Comme on l'a vu précédemment, elles forment le canal de Cuvier (D.C.) en s'unissant aux veines cardinales inférieures (C.).

Ces dernières sont en ce moment largement développées. elles paraissent avoir leur origine dans les corps de Wolff; leur calibre et leur importance sont en rapport avec le volume de ces corps. On pourrait les appeler les veines des corps de Wolff.

Lorsque les reins commencent à se former, une nouvelle

veine, médiane, impaire, apparaît, se porte d'arrière en avant au-dessous de la colonne vertébrale et tombe dans le sinus veineux (fig. 53, V.C. 1). C'est la *veine cave inférieure*.

De même lorsque les poumons se forment, les veines pulmonaires apparaissent et se mettent en rapport avec le côté gauche de la portion auriculaire du cœur.

Le sang porté à l'allantoïde par les artères ombilicales est ramené par deux veines qui, peu de temps après leur apparition, s'unissent, tout près de l'allantoïde, en un seul tronc, la *veine ombilicale*. Ce tronc, contenu dans la splanchnopleure, tombe dans la veine omphalo-mésentérique (fig. 53, U).

23. Pendant ce temps le cœur subit des modifications nombreuses et importantes. Bien que l'organe tout entier présente encore une courbure marquée à droite, la portion ventriculaire se porte plus manifestement en bas, formant ainsi un cône dont le sommet arrondi en ce moment deviendra plus tard la pointe du cœur chez l'adulte.

Les parois concaves (ou dorsales) des ventricules deviennent plus épaisses, comme les parois convexes ou ventrales l'ont fait déjà le troisième jour.

Des étranglements bien marqués séparent aujourd'hui les ventricules du bulbe artériel, d'une part, et des oreillettes, de l'autre. Ce dernier étranglement est fort distinct et reçoit quelquefois le nom de *canal auriculaire* (*canalis auricularis*) (fig. 54, C.A.); le premier, appelé quelquefois *fretum Halleri*, est beaucoup moins apparent.

Le fait le plus important peut-être est la formation de la *cloison ventriculaire*, qui a commencé à paraître dès le troisième jour, à l'état de saillie en forme de croissant, sur la paroi convexe ou ventrale de la portion ventriculaire du cœur; elle s'accroît rapidement en se portant, à travers la cavité ventriculaire, vers la paroi concave ou dorsale. Ainsi se forme une cloison longitudinale complète qui s'étend du canal auriculaire à l'origine du bulbe artériel et qui partage

la cavité ventriculaire, tordue sur elle-même, en deux canaux légèrement recourbés, l'un à gauche et en haut, l'autre à droite et en bas. Ces deux cavités communiquent largement l'une avec l'autre par-dessus le bord libre de la cloison dans toute la longueur de ce bout.

Au-dehors, la portion ventriculaire du cœur ne présente encore aucune trace de cette division intérieure en deux parties.

Le bulbe artériel (fig. 54, *b*) a augmenté de volume, il est maintenant très-apparent.

L'extrémité veineuse du cœur se trouve un peu à gauche

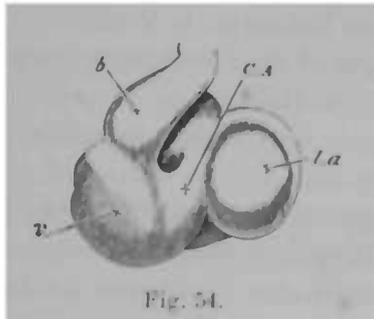


Fig. 54.

CŒUR D'UN POULET AU 4<sup>e</sup> JOUR DE L'INCUBATION, VU PAR LA FACE VENTRALE.

*a.*, auricule gauche; *C.A.*, canal auriculaire; *V.*, ventricule; *b.*, bulbe artériel.

et au-dessus de l'extrémité artérielle; les parois commencent à devenir plus épaisses.

Les oreillettes sont placées presque (sinon tout à fait) sur le même plan antérieur que les ventricules, les auricules (fig. 54, *l.a.*) qui étaient visibles dès le troisième jour sont devenues extrêmement saillantes, elles donnent extérieurement à la portion auriculaire du cœur l'aspect d'un organe creux partagé en deux chambres; mais von Baer n'a pu découvrir, à cette époque, aucune trace de cloisonnement interne.

24. Les faits principaux du quatrième jour sont donc :

1<sup>o</sup> L'augmentation de la flexion crânienne et de la courbure du corps.

- 2° L'accroissement du repli caudal.
  - 3° L'apparition des membres sous la forme d'épaississements localisés de l'éminence de Wolff.
  - 4° La formation des sillons olfactifs.
  - 5° La résorption de la cloison qui sépare la bouche du pharynx.
  - 6° L'apparition de l'allantoïde sous la forme d'un diverticulum du canal alimentaire.
  - 7° La formation des ganglions rachidiens.
  - 8° L'apparition de vacuoles dans les cellules de la notocorde.
  - 9° La formation des corps de Wolff.
  - 10° L'invagination de l'épithélium germinatif destinée à former le conduit de Müller.
  - 11° L'apparition des ovules primitifs dans l'épithélium germinatif.
  - 12° Le développement d'une cinquième paire d'arcs artériels et l'oblitération de la seconde paire.
  - 13° La formation des capillaires du foie provenant du canal veineux.
  - 14° Le développement du canal auriculaire, de la cloison des ventricules et des auricules.
-

## CHAPITRE VII.

### Changements qui s'opèrent le cinquième jour.

1. Aucun caractère nouveau n'attire l'attention de l'observateur qui ouvre un œuf vers le milieu du cinquième jour; mais il reconnaît que la marche du développement, si rapide pendant la seconde moitié du quatrième jour, se poursuit avec une égale vigueur.

L'allantoïde, qui, le quatrième jour, commençait à s'avancer dans la cavité pleuropéritonéale, s'est accrue rapidement et s'étend maintenant du pédicule somatique jusqu'au delà du côté droit de l'embryon (lequel, on s'en souvient, repose sur le côté gauche), et s'avance dans la cavité comprise entre les deux feuillettes de l'amnios (fig. 8, K). Cette vésicule est pourvue de nombreux vaisseaux et remplit déjà le rôle d'organe principal de la respiration.

Le blastoderme s'est étendu sur toute la surface du sac vitellin, et le jaune se trouve ainsi complètement enveloppé d'un sac dont les parois sont, toutefois, excessivement délicates et faciles à déchirer. L'aire vasculaire couvre à peu près les deux tiers de la surface du jaune.

Le pédicule splanchnique ou cordon ombilical est maintenant arrivé à son maximum d'étroitesse : c'est un cordon plein qui ne subira plus aucune modification jusqu'à l'époque de l'éclosion.

L'espace compris entre les deux pédicules, somatique et splanchnique, est encore considérable, bien que le pédicule somatique se soit fort retréci depuis le quatrième jour.

2. L'embryon demeure extrêmement courbé, à ce point que la tête et la queue sont presque en contact.

Les membres se sont développés surtout en longueur; dans chacun d'eux on peut distinguer aisément un pédicule cylindrique et une extrémité terminale aplatie; les cartilages précurseurs des divers os sont déjà devenus visibles.

Les membres antérieurs et les postérieurs sont encore absolument semblables, mais on voit déjà le pédicule de chacun d'eux commencer à se courber en son milieu pour former le coude, dans les uns, et le genou, dans les autres.

Dans le principe, le sommet de l'angle formé par le coude et celui de l'angle du genou, regardent l'un et l'autre en dehors et un peu en arrière; mais, le huitième jour, le sommet de l'angle du coude regarde directement en arrière et celui du genou en avant. Par suite de ce dernier changement, les doigts du membre antérieur sont dirigés directement en avant et ceux du membre postérieur directement en arrière. Cet état de choses se modifie plus tard par une rotation de la main et du pied sur le bras et sur la jambe respectivement, de telle façon que, le dixième jour, les orteils sont dirigés d'arrière en avant, et les doigts d'avant en arrière et, de plus, un peu en bas; le coude et le genou sont alors presque en contact.

Pendant que ces changements s'accomplissent, les différences qui distinguent l'aile du pied deviennent de plus en plus apparentes. Les cartilages digitaux paraissent le cinquième jour, sous la forme de lignes étroites, dans l'expansion terminale, large et aplatie, de chaque membre; mais ils ne font point saillie sur le bord courbe de ces sections des membres. Le sixième et le septième jour on peut distinguer aisément les trois doigts de l'aile (le médius est le plus long) et les quatre (ou, chez quelques oiseaux, cinq) doigts du pied; le huitième et le neuvième jour ils commencent à faire saillie sur le bord de l'expansion de l'aile et de celle du pied dont la substance, mince et plus ou moins transparente, constitue

une sorte de membrane qui continue pendant quelque temps de les réunir. Le dixième jour les extrémités antérieures et postérieures, sauf l'absence de plumes et de griffes, ont déjà tous les caractères de l'aile et du pied.

À une époque encore peu avancée du développement, on trouve à l'état de masses cartilagineuses distinctes, dans la main rudimentaire de l'oiseau, les éléments suivants :

Dans le carpe, quatre éléments : deux dans la rangée supérieure, qui restent distincts pendant toute la vie de l'animal : 1° le *radial* ; 2° le *cubital* et l'*intermédiaire* réunis ; dans la rangée inférieure, (d'après certaines observations récentes du D<sup>r</sup> Rosenberg, *Zeitschrift für Wiss. Zoologie*, 1873, p. 139, etc.) on rencontre aussi deux éléments. L'un formé de la réunion du premier et du second *carpien*, que nous appellerons *carpien* I-II, et l'autre, formé par l'union des troisième et quatrième *carpiens*, que nous nommerons *carpien* III-IV. Ces dernières masses cartilagineuses s'unissent plus tard avec les métacarpiens et forment ainsi un *carpo-métacarpe* comparable au *tarso-métatarse* du pied de l'oiseau.

Il existe quatre métacarpiens : le premier, le second, le troisième et le quatrième. Les trois premiers sont ceux dont tout le monde s'accorde à reconnaître l'existence, les recherches du D<sup>r</sup> Rosenberg (*loc. cit.*) en ont ajouté un quatrième. Les trois premiers persistent chez l'adulte, bien qu'ils soient ankylosés chez tous les oiseaux de l'époque actuelle. Ils se confondent aussi, comme nous l'avons dit, plus haut, avec la rangée inférieure du carpe. Les phalanges correspondant au premier, second et troisième métacarpiens existent également.

Il semble donc, d'après cela, que la main de l'oiseau ne présente rien qui corresponde à l'os central, au cinquième carpien, au cinquième métacarpien et aux phalanges des quatrième et cinquième doigts.

De tous ces éléments que nous venons d'énumérer dans la main de l'oiseau, les seuls qui méritent de fixer encore notre attention sont le *carpien* I-II, le *carpien* III-IV et le quatrième métacarpien.

Le *carpien* I-II apparaît d'abord sous la forme d'une petite masse de cartilage tout près de l'extrémité supérieure du second métacarpien. Il se maintient pendant quelque temps à cet état, puis commence enfin à se souder au premier métacarpien et un peu plus tard au second métacarpien. Ces relations avec le premier et le second métacarpien démontrent indubitablement que cette petite masse de cartilage représente le premier et le second os de la rangée inférieure du carpe. Dans une période plus avancée, le *carpien* I-II se soude également au *carpien* III-IV, son caractère d'élément distinct de la main de l'oiseau se révèle encore lors de l'ossification, puis qu'il devient alors un centre d'ossification distinct.

Le *carpien* III-IV apparaît à peu près à la même époque que le précédent, mais il est alors uni au troisième et au quatrième métacarpiens, bientôt il se sépare du troisième, puis du quatrième. Il subit, dans la suite, un remarquable changement de forme, et se soude assez tard avec le *carpien* I-II. Son véritable caractère se montre également, comme pour l'autre *carpien*, pendant l'ossification, où il devient lui-même un centre distinct de formation osseuse.

Le quatrième métacarpien est uni d'abord, ainsi que nous l'avons exposé, au *carpien* III-IV, mais un peu plus tard le col qui les unit s'étrangle et ils

finissent par se séparer complètement l'un de l'autre. La petite masse libre de cartilage ainsi formée représente le quatrième métacarpien, elle s'applique sur le côté du troisième métacarpien sans s'y réunir. Elle ne s'ossifie que très-tardivement, — un peu avant l'éclosion, se confond après l'ossification avec le troisième métacarpien — et, dans la plupart des cas, disparaît alors complètement.

Le pied du poulet à l'état embryonnaire est constitué par :

1° Une masse cartilagineuse voisine de l'extrémité inférieure du tibia. Elle représente (d'après Gegenbaur) la rangée supérieure des os du tarse, c'est-à-dire le *tibial*, l'*intermédiaire*, le *peronier* et le *central*. Ce cartilage se confond chez l'adulte avec l'extrémité inférieure du tibia.

2° Une masse cartilagineuse représentant les cinq os de la rangée inférieure du tarse. Chez l'adulte cette masse s'unit au *métatarse* et forme avec lui le *tarsio-métatarse*.

3° Le *métatarse*. On admet généralement quatre métatarsiens dans le métatarse du poulet, ils sont ankylosés chez l'adulte, mais représentés chez l'embryon par des tiges cartilagineuses distinctes. Ce sont : l'extrémité inférieure du premier métatarsien et le second, le troisième et le quatrième métatarsiens complets. En outre, le D<sup>r</sup> Rosenberg (*loc. cit.*) a découvert une petite masse cartilagineuse ovale, représentant un cinquième métatarsien. Dès qu'elle a paru, pour ainsi dire, elle se soude à l'extrémité de la masse cartilagineuse du tarse, représentant le cinquième tarsien; puis, plus tard, elle s'atrophie entièrement.

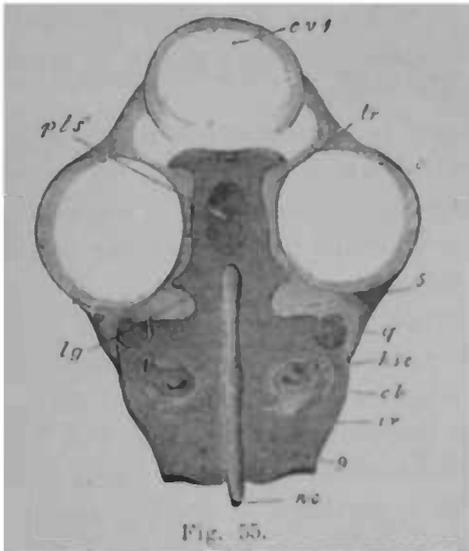
4° Il existe quatre phalanges chez l'embryon comme chez l'adulte, ce nombre n'est jamais dépassé chez les oiseaux (sauf chez quelques races anormales comme, par exemple, les poulets de Dorking), toutefois une ou plusieurs de ces quatre phalanges peuvent faire défaut.

3. Ainsi que nous l'avons dit dans le chapitre précédent, la formation du crâne primitif commence le quatrième jour. Dans cette première phase de son histoire, le crâne n'étant encore formé que de mésoblaste condensé et fort peu différencié, peut être désigné sous le nom de « crâne membraneux ».

Le sixième jour, le véritable cartilage hyalin commence à paraître et le crâne membraneux primitif cède la place au crâne cartilagineux.

Le cartilage qui apparaît le premier constitue une plaque épaisse qui a reçu le nom de *masse d'investissement* de Rathke (*fig. 55, iv.*), elle environne toute cette portion de la notocorde qui se trouve placée en avant de la première protovertèbre. La partie postérieure de cette masse d'investissement envoie, sur les régions latérales du cerveau, deux prolongements latéraux ou ailes qui enveloppent les

rudiments de l'oreille interne. Chez le poulet, les portions qui englobent ainsi les vésicules auditives ne semblent être à aucun moment distinctes du reste de la masse d'investissement. A l'extrémité antérieure de la notocorde, la masse cartilagineuse se partage en deux branches horizontales en forme de baguettes cartilagineuses, appelées *trabécules* (fig. 55, *tr.*) qui se portent en avant (sur un plan un peu différent de celui de la masse elle-même) puis se réunissent de nouveau et limitent ainsi un espace nommé *espace pituitaire*, *pls*, où se trouve l'infundibulum dirigé de haut en bas. En avant de leur point d'union les trabécules forment



VUE DE LA FACE SUPÉRIEURE DE LA MASSE D'INVESTISSEMENT ET DES TRABÉCULES LE QUATRIÈME JOUR DE L'INCUBATION.

(D'après Parker.)

Pour obtenir cette vue toute la partie supérieure de la tête a été enlevée. Les parties cartilagineuses du crâne sont indiquées par les portions ombrées au moyen de hachures horizontales.

ce. 1, vésicules cérébrales, coupées par le rasoir; *e.*, œil; *n. c.*, notocorde; *tr.*, masse d'investissement; *q.*, trou de la quatrième paire; *cl.*, limacon; *A. s. c.*, canal demi-circulaire horizontal; *q.*, os carré; *5.*, encoche destinée au passage de la cinquième paire; *lg.*, extrémité antérieure de la masse d'investissement; *pls*, espace pituitaire; *tr.*, trabécules. C'est par erreur que la ligne *tr.*, n'a pas été prolongée jusqu'au cartilage.

une sorte de plaque assez large, (destinée à former plus tard l'éthmoïde et les cartilages du nez), qui se termine par deux cornes dans l'intérieur du bourgeon fronto-nasal.

L'extrémité antérieure de la notocorde détermine probablement la limite antérieure du basi-occipital. Elle arrive d'abord jusqu'à l'espace pituitaire et jusqu'au point d'où partent les trabécules ; mais, dans la suite, il se fait, entre elle et l'espace pituitaire, un dépôt spécial de cartilage dans lequel se produit l'ossification qui donne naissance au basi-sphénoïde.

Les prolongements latéraux de l'extrémité postérieure de la masse d'investissement se portent en arrière et enveloppent complètement cette partie du canal neural destinée à former la moelle allongée, c'est là que se fait l'ossification qui doit donner naissance aux occipitaux et aux os appelés à contenir le labyrinthe de l'oreille.

Il est important de remarquer que le seul segment du crâne qui offre primitivement à une portion du cerveau la protection d'une paroi cartilagineuse, est le segment occipital. Les parois du reste du crâne sont formés par ce que l'on appelle les os membraneux.

Nous renverrons aux traités d'histologie pour l'étude des différences qui s'observent dans le développement des os cartilagineux et celui des os membraneux, il suffit, pour le but que nous nous proposons, de dire que l'on désigne sous le nom d'os membraneux tout os qui se forme directement sans passer par l'état de cartilage, et que l'on appelle os cartilagineux celui dont l'ossification s'effectue dans une couche cartilagineuse occupant la place que l'os lui-même remplira plus tard.

Les trabécules et le cartilage compris entre l'espace pituitaire et l'extrémité de la notocorde donnent naissance au sphénoïde, et le cartilage placé en avant des trabécules forme l'éthmoïde et les os du nez.

En étudiant le développement du crâne, chez quelques-uns des vertébrés inférieurs, particulièrement, M. Parker et le professeur Huxley ont démon-

tre que les trabécules se développent indépendamment de la masse d'investissement et que leur union consécutive avec cette masse ne s'accomplit que secondairement. Le professeur Huxley est d'avis qu'ils doivent être considérés comme les vestiges d'une paire d'arcs viscéraux correspondant aux cinq autres paires dont nous avons suivi le développement chez le poulet. La période pendant laquelle ils existent à l'état de simples arcs viscéraux, pourvus d'un noyau mésoblastique interne non différentie, ne s'observe pas chez le poulet ; ils n'attirent l'attention qu'au moment où ils se trouvent à l'état de tiges cartilagineuses.

Les arcs viscéraux ordinaires sont, comme nous l'avons vu, assez apparents à une époque où leur mésoblaste n'a pas encore subi de différenciation ; mais, comme pour les trabécules, il s'y développe plus tard des tiges cartilagineuses qui commencent à paraître vers le cinquième jour.

Le premier arc, on se le rappelle, émet un bourgeon ou prolongement appelé bourgeon maxillaire supérieur. L'arc tout entier se compose donc de deux parties : le bourgeon maxillaire supérieur et le bourgeon maxillaire inférieur, dans l'intérieur desquels se développent des tiges cartilagineuses. Dans le bourgeon maxillaire supérieur le cartilage n'apparaît que le cinquième jour. D'après les organes qu'il est destiné à former, ce cartilage prend le nom de *ptérygo-palatin* et se compose d'une portion ptérygoïdienne et d'une portion palatine. Dans le bourgeon maxillaire inférieur se développent deux cartilages : l'un, qui représente l'os *carvé*, dans la portion supérieure voisine de l'origine du bourgeon maxillaire supérieur, l'autre, dans la portion inférieure, qui porte le nom de cartilage de Meckel.

Des cartilages se forment également dans le second et le troisième arcs : ils donnent naissance aux cartilages hyoïdiens ainsi qu'aux cartilages branchiaux, et viennent rapidement se placer en dedans du premier arc, mais ne constituent pas une portion importante du squelette de la face.

1. La formation de la face est en rapport intime avec celle du crâne.

Après l'apparition du sillon des fosses nasales, le quatrième jour, la bouche (fig. 56. M.) se présente sous la forme

d'une dépression profonde limitée par cinq bourgeons. Son bord inférieur est entièrement formé par les deux bourgeons maxillaires inférieurs (fig. 56, F. 1) ; sur les côtés se trou-

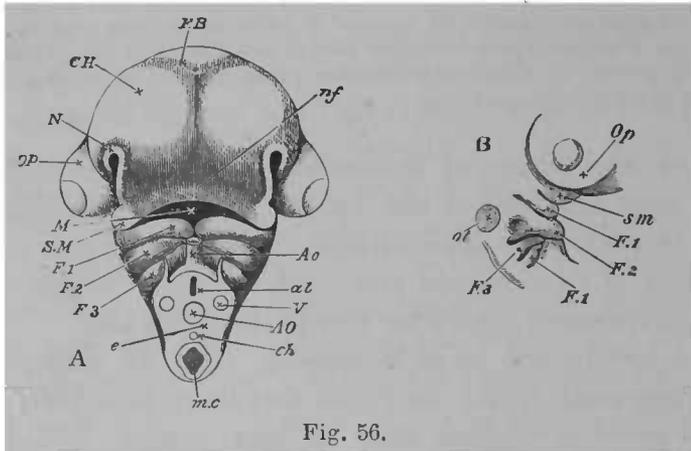


Fig. 56.

A. TÊTE D'UN EMBRYON DE POULET DU QUATRIÈME JOUR, VUE PAR LA FACE INFÉRIEURE, A LA LUMIÈRE RÉFLÉCHIE.

(Préparation par l'acide chromique.)

CH., hémisphères cérébraux ; F B., vésicule du troisième ventricule ; Op., globe de l'œil ; *nf.* bourgeon fronto-nasal ; M., cavité de la bouche ; S. M., bourgeon maxillaire supérieur né de F. 1, premier arc viscéral (ou bourgeon maxillaire inférieur) ; F. 2, F. 3, second et troisième arcs viscéraux ; N., fosse nasale.

Pour obtenir l'aspect représenté dans la figure, on a fait passer le rasoir entre le quatrième et le troisième arc viscéral : sur la coupe qui en est résultée, on voit le canal alimentaire, *al*, dont les parois sont affaissées sur elles-mêmes, le canal neural, *m. c* ; la notocorde, *ch.* ; l'aorte dorsale, A O., et les veines vertébrales, V.

L'incision ayant été faite immédiatement au-dessous de la limite supérieure de la cavité pleuropéritonéale, une portion de la somatopleure se voit dans l'angle formé par les troisième arcs viscéraux. L'extrémité du bulbe artériel A O., se voit également dans le même espace, elle est presque entièrement enveloppée dans ce qui reste de la somatopleure.

Le sillon nasal de chaque côté a été un peu exagéré dans le dessin ; d'autre part, la partie inférieure de ce sillon comprise entre le bourgeon fronto-nasal et le bourgeon maxillaire supérieur S. M., était extrêmement peu profonde et même à peine visible, chez l'embryon d'après lequel la figure a été faite. Il en résulte que l'extrémité du bourgeon maxillaire supérieur semble rejoindre le bord interne du sillon nasal et non l'externe, ainsi que l'indique la description donnée dans le texte.

Quelques heures de plus, la séparation eut été des plus nettes.

B. Même embryon, vu de profil, pour montrer les arcs viscéraux. Mêmes lettres indicatives.

vent les deux bourgeons maxillaires supérieurs, S. M. et le bord supérieur en est formé par le bourgeon fronto-nasal, *nf*.

Au bout de quelque temps les angles externes du bourgeon

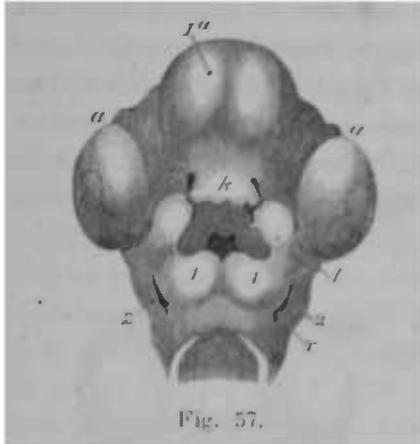


Fig. 57.

DE LA D'UN POULET AU SIXIEME JOUR, VUE PAR LA FACE INFÉRIEURE.

(Émpruntée aux *Elements of Comparative Anatomy* d'Iluxley.)

*a.*, vésicules cérébrales; *a'*, globe de l'œil sur lequel on voit encore les traces de la fente choroidienne; *g.*, fosses nasales; *k.*, bourgeon fronto-nasal; *l.*, bourgeon maxillaire supérieur; *1.*, bourgeon maxillaire inférieur ou premier arc viscéral; *2.*, second arc viscéral; *x.*, première fente viscérale, entre le premier et le second arc viscéral.

La cavité buccale est limitée par le bourgeon fronto-nasal, les bourgeons maxillaires supérieurs et la première paire d'arcs viscéraux. Au fond, l'on aperçoit l'ouverture de communication avec le pharynx. Les sillons des fosses nasales, qui font communiquer ces cavités avec la bouche, sont déjà couverts et transformés en canaux.

fronto-nasal, renfermant l'extrémité terminale de la lame ethmo-vomérienne, se portent un peu en dehors de chaque côté, donnant ainsi à cette extrémité du bourgeon un aspect obscurément bilobé. Ces parties saillantes du bourgeon fronto-nasal forment, de chaque côté, le bord interne du sillon des fosses nasales, lequel devient rapidement de plus en plus profond, et reçoivent parfois le nom d'*apophyses nasales internes*. Le bord externe de chaque sillon, forme une saillie que l'on appelle aussi souvent l'*apophyse nasale externe*, et qui se porte en bas pour s'unir au bourgeon maxillaire supérieur.

dont elle est cependant séparée par une dépression peu profonde. Cette dépression qui se dirige presque horizontalement de dedans en dehors vers le globe de l'œil, deviendra plus tard, suivant Coste et Kölliker, le conduit lacrymal.

Le cinquième jour, l'apophyse nasale interne de chaque côté, c'est-à-dire l'angle inférieur et externe du bourgeon fronto-nasal, passe, à la manière d'une voûte, au-dessus de cette dépression, et s'unit au bourgeon maxillaire supérieur. (Comparez la fig. 57, bien qu'elle représente la tête au

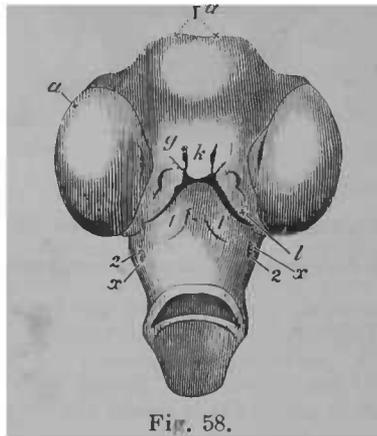


Fig. 58.

TÊTE D'UN POULET AU SEPTIÈME JOUR, FACE INFÉRIEURE.

(Fig. empruntée à Huxley, *Elements of Comparative Anatomy*.)

1a., vésicules cérébrales ; a., globe de l'œil ; g., fosses nasales ; k., bourgeon fronto-nasal ; l., bourgeon maxillaire supérieur ; l., premier arc viscéral ; 2, second arc viscéral ; x, première fente viscérale.

L'orifice externe de la bouche s'est rétréci, mais il est toujours compris entre le bourgeon fronto-nasal, les bourgeons maxillaires supérieurs, en haut, et les bourgeons maxillaires inférieurs (premier arc viscéral) en bas.

Le bourgeon maxillaire supérieur s'est uni au bourgeon fronto-nasal dans toute la longueur de ce dernier, à l'exception d'un petit espace situé en avant où il existe entre eux un étroit espace angulaire libre.

sixième jour.) De cette façon, chaque sillon nasal se transforme en un canal qui met en communication directe chacune des fosses nasales avec la cavité buccale. Ces canaux, tapissés par l'épiblaste sont les rudiments des fosses nasales proprement dites de l'adulte.

Le septième jour (fig. 58), non-seulement l'union du bourgeon maxillaire supérieur et du bourgeon fronto-nasal est complète, et la limite supérieure de la cavité buccale définitivement constituée, mais, de plus, ces parties commencent à se projeter en avant, augmentant ainsi la profondeur de la bouche et tendant à prendre l'aspect d'un nez ou bec (fig. 58) qui, bien qu'encore peu pointu, ne laisse pas cependant que d'être facile à reconnaître. La limite inférieure de la cavité buccale est formée tout entière par le bourgeon maxillaire inférieur.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le cartilage ethmo-vomérien se développe dans le bourgeon fronto-nasal et le ptérygo-palatin, dans le bourgeon maxillaire supérieur, le cartilage de Meckel et le cartilage carré dans le bourgeon maxillaire inférieur; les autres os qui, chez l'adulte, limitent la cavité buccale se développent plus tard, lorsque toute trace extérieure de la séparation primitive de ces diverses parties a disparu. Nous renvoyons, néanmoins, le lecteur au chapitre réservé à l'étude du développement du crâne pour la description du mode de formation de ces os.

La bouche n'est d'abord qu'une simple cavité où viennent s'ouvrir directement les deux canaux des fosses nasales; mais au moment où les divers bourgeons s'unissent pour former le bord supérieur de la bouche, chacun des maxillaires supérieurs envoie un bourgeon latéral dirigé de dehors en dedans. Ces bourgeons s'aplatissent et forment deux lames horizontales qui s'étendent de plus en plus en dedans vers la ligne médiane. Elles se rencontrent, et de leur union, qui s'effectue d'abord en avant et qui se continue ensuite d'avant en arrière, résulte une lame horizontale disposée transversalement qui divise la cavité buccale en deux chambres distinctes, l'une supérieure, l'autre inférieure.

En avant, l'union de ces deux lames est complète et il n'existe aucune communication entre les deux cavités qu'elles séparent; mais en arrière, la cloison qu'elles forment n'est pas complète, en sorte que les deux chambres communiquent

librement l'une avec l'autre au fond de la cavité buccale. L'orifice externe appartient à la chambre inférieure qui constitue, par conséquent, la bouche proprement dite. Dans la chambre supérieure s'ouvrent les conduits nasaux : on peut l'appeler la cavité respiratoire, c'est le rudiment de la cavité nasale. Chez les oiseaux, en général, la cavité supérieure ou nasale se trouve bientôt partagée par une cloison médiane en deux autres chambres qui communiquent l'une et l'autre en arrière avec la bouche par des ouvertures distinctes. Les ouvertures primitives des fosses nasales persistent et constituent les narines.

5. Un des incidents importants du cinquième jour, c'est l'apparition de l'anus, lequel se forme d'une manière très-analogue à celle dont s'est constituée la bouche.

Au-dessous de la queue, l'épiblaste se déprime en un point et l'invagination qui en résulte se porte vers le cloaque. En ce point la paroi de cette cavité, qui n'a pris aucune part à la division du mésoblaste, s'amincit peu à peu et finit par se perforer. L'orifice ainsi formé met le cloaque en communication avec l'extérieur : c'est l'anus.

6. Pendant ce même jour, des modifications importantes s'accomplissent dans la moelle épinière, un court exposé de la marche du développement de cet organe trouve ici sa place.

Au commencement du troisième jour, la cavité du canal neural (fig. 41) est encore très-large et, sur les coupes verticales, ses parois semblent à peu près parallèles entre elles bien qu'elles soient peut-être plus rapprochées l'une de l'autre en bas qu'en haut.

Nous disons « en bas » et « en haut », parce que, dans l'étude des coupes verticales, on place généralement le côté dorsal en haut. Dans la terminologie ordinaire usitée pour la moelle, « en bas » correspond à « antérieur » et, « en haut » à « postérieur ». Ces derniers termes sont les plus commodes et, par conséquent, nous les emploierons désormais.

La forme exacte de cette cavité varie, du reste, suivant la région du corps où la coupe a été pratiquée.

Les parois épiblastiques sont à ce moment formées de cellules cylindriques affectant une disposition rayonnée. Les cellules sont très-allongées, mais un peu irrégulières, et il est difficile, sur les coupes, de déterminer leurs contours respectifs. Elles renferment des noyaux granuleux, elliptiques, dans lesquels on peut presque toujours apercevoir un nucléole. Les parois du canal sont plus minces en avant et en arrière que dans la région moyenne.

Vers la fin du troisième jour, il s'opère un changement dans la forme de la cavité. Dans la région lombaire, la section verticale devient plus allongée, très-étroite à la partie moyenne et en même temps dilatée à chacune de ses extrémités en une sorte de bulbe, ce qui lui donne l'aspect d'un sablier (fig. 44) ; mais les parois conservent les mêmes caractères histologiques que précédemment.

Le quatrième jour (fig. 47), au moment où paraissent les nerfs rachidiens, on observe d'importantes modifications dans les parois épiblastiques demeurées jusqu'ici indemnes de toute différenciation.

Dans la région antérieure de la moelle les portions externes de l'épiblaste se transforment en *substance grise* ; elles constituent une *colonne grise antérieure* dont la surface se recouvre à son tour d'une masse de *substance blanche* formant une *colonne blanche antérieure*. Les portions internes de l'épiblaste restent à l'intérieur et deviennent l'épithélium du canal spinal. Ces deux colonnes se forment au point d'entrée des racines antérieures des nerfs rachidiens que l'on peut suivre du reste avec assez de facilité dans la substance blanche comme dans la substance grise.

La colonne grise est formée de petits noyaux très-nombreux, entourés chacun d'une petite masse de protoplasma, mais les contours de chacune de ces petites masses ne peuvent être qu'occasionnellement reconnus. Ces noyaux sont contenus dans les mailles d'un réseau de fibres, continues avec les fibres des racines nerveuses, qui traversent la substance grise suivant

deux directions : 1<sup>o</sup> les unes contournent l'extrémité antérieure du canal spinal immédiatement en dehors de l'épithélium pour se rendre à la substance grise du côté opposé, formant ainsi une *commissure* antérieure dans laquelle s'opère la décussation des fibres provenant de chaque côté ; 2<sup>o</sup> les autres se portent de bas en haut le long des parois latérales du canal.

Les racines postérieures des nerfs spinaux pénètrent dans la moelle près de sa face postérieure, là, se forment les *colonnes grises postérieures* de la même façon que les antérieures. Dans quelques cas on peut voir également le rudiment d'une *colonne blanche postérieure*, au point d'union des nerfs avec l'épiblaste du canal. Les fibres de la racine postérieure ne peuvent être suivies aussi loin dans l'intérieur de la moelle que celles de la racine antérieure.

La substance grise de la moelle semble formée par la métamorphose des cellules externes de l'épiblaste du canal neural ; elle est continue avec l'épithélium, car on ne peut découvrir entre ces deux tissus aucune ligne de démarcation. Nos observations ne nous ont point permis de déterminer si les fibres qui traversent cette substance et qui semblent appartenir les unes au tissu nerveux, les autres au tissu conjonctif, dérivent de l'épiblaste ou du mésoblaste.

La substance blanche qui couvre la substance grise et qui est l'origine du cordon blanc antérieur, est constituée par un tissu particulier. C'est un réseau de fibres ressemblant un peu au réseau de tissu conjonctif de la substance blanche de la moelle adulte, avec lequel il présente encore un autre trait de ressemblance dans la résistance qu'il oppose à la coloration par le carmin. Les fibres qui composent ce tissu ont une tendance générale à se disposer en cloisons rayonnées, particularité facile à constater surtout au moyen de faibles grossissements. Sur les fibres et surtout sur les cloisons se trouvent fixées de nombreuses granulations fortement réfringentes, et l'on rencontre dans les mailles du tissu des noyaux sphériques pâles pourvus de nucléoles. La séparation entre la substance blanche et la substance grise est fortement accusée et nous n'avons jamais réussi à constater la continuité des fibres dont nous parlons avec celles que se trouvent dans la substance grise, bien que Lockhart Clarke (*Phil. Trans.* 1862) affirme que cette continuité existe réellement. Il n'est pas non plus possible de trouver une connection quelconque entre ces fibres et celles des racines nerveuses. On admet généralement que la substance blanche dérive de l'épiblaste comme la substance grise elle-même ; mais il ne semble pas que le fait ait jamais été démontré d'une manière certaine, et les caractères particuliers du tissu qui constitue la substance blanche, le fait qu'elle se montre d'abord à l'origine des nerfs spinaux sembleraient indiquer au contraire que cette substance blanche dérive du mésoblaste qui entoure la moelle, idée que, pour notre part, nous sommes disposés à adopter.

Le quatrième jour, il n'existe aucune trace du sillon antérieur ni du sillon postérieur, et, dans la région lombaire, la forme du canal central ne diffère pas beaucoup de ce qu'elle était le troisième jour. Elle se présente, sur les coupes, sous l'aspect d'une fente étroite pourvue d'une petite dilatation à chaque extrémité (fig. 47). L'épithélium qui tapisse la fente est encore très-mince surtout en haut et en bas, mais à l'extrémité antérieure, il forme un prolongement un peu arqué dont la surface convexe regarde en bas.

Le cinquième et le sixième jour, d'importants changements se manifestent.

Par suite de l'augmentation considérable de la substance grise qui constitue maintenant la masse principale de la moelle, l'épithélium se réduit à une mince couche de cellules environnant immédiatement le canal.

Dans la région dorsale les parois latérales du canal, déjà très-rapprochées l'une de l'autre, se mettent en contact par leur partie moyenne. On ne trouve donc plus, sur les coupes, une cavité en forme de sablier, mais bien deux cavités plus ou moins elliptiques, qui remplacent l'une et l'autre les dilatactions terminales, antérieure et postérieure; elles sont séparées par un col dans lequel les couches épithéliales des deux parois opposées sont appliquées l'une contre l'autre. En d'autres termes, le canal primitif s'est partagé suivant la longueur en deux canaux distincts, l'un antérieur, l'autre postérieur. Le premier seul est destiné à survivre, il formera le canal central permanent de la moelle. Dans la région lombaire, cette division du canal ne s'est pas encore effectuée, à l'époque où nous sommes arrivés.

Les cordons blancs antérieurs se sont accrus d'une manière considérable; les cordons blancs postérieurs sont devenus très-distincts; ces deux ordres de cordons forment à la substance grise un revêtement complet. Les deux cordons du même côté ne sont pas séparés l'un de l'autre mais leur ligne de jonction reste nettement indiquée, et, le sixième

jour, on y peut voir une petite masse de substance blanche, dont l'aspect est un peu différent du reste et qui doit être considérée sans doute comme l'origine du *cordons latéral*. Les cordons de chaque côté n'ont aucun rapport de continuité avec ceux du côté opposé, ni en avant, ni en arrière. En d'autres termes, il n'existe pas encore de commissures blanches.

Les portions antérieures de la moelle ont déjà commencé à se développer de chaque côté de la ligne médiane. Les parties qui résultent de ce développement local, auquel prennent part la substance grise ainsi que la substance blanche, sont destinés à d'importantes fonctions, Elles laissent entre elles un espace linéaire qui est l'origine du *sillon médian antérieur*. Ce sillon, qui commence par être peu profond et assez large, peut être aperçu dès le cinquième jour (L. Clarke), le sixième, il est déjà très-marqué.

A ces changements extérieurs correspondent divers caractères histologiques qui s'accusent à ce moment. Entre les deux parties suivant lesquelles se partage la substance grise de chaque côté, c'est-à-dire, pour les appeler de leur nom, entre les cornes antérieures et postérieures de chaque côté, on trouve un ruban un peu plus clair de substance grise, où les noyaux sont un peu plus écartés les uns des autres. La corne antérieure se subdivise elle-même en deux parties, l'une supérieure et externe, l'autre inférieure et interne; dans chacune de ces parties les noyaux sont plus nombreux que dans la masse interposée. La corne postérieure est d'une teinte beaucoup plus sombre que l'antérieure, et cette différence résulte du nombre des noyaux, lequel est plus considérable dans la première que dans la seconde. Les contours des cellules sont plus nettement accusés et les angles en sont plus prononcés que le quatrième jour.

Les différences que l'on observe entre les diverses parties de la substance grise sont causées principalement par les variations qui existent dans le nombre des noyaux sur une surface de même étendue prise en divers points de la moelle. Dans toute la moelle les fibres de la substance grise

semblent se continuer avec l'épithélium du canal neural, mais cela est beaucoup plus marqué en arrière qu'en avant. Dans la région postérieure, en outre, il est encore plus difficile de suivre les racines que dans l'antérieure.

Des trois cordons qui composent de chaque côté la substance blanche, l'antérieur se distingue du postérieur par son épaisseur plus considérable, par la largeur plus grande des mailles que forment ses fibres et par le nombre moindre de ses granulations. Le cordon latéral est celui de tous qui présente les plus nombreuses granulations, il est très-apparent. La structure intime de la substance blanche reste à peu près la même que le quatrième jour.

Pendant ce temps une modification se produit dans l'aspect extérieur de la moelle : la section qui était elliptique le quatrième et le cinquième jour se rapproche davantage de la forme circulaire, par suite de l'augmentation de la substance blanche.

Le septième jour, le fait le plus important est la formation du *sillon postérieur*.

Ce sillon résulte de la disparition par résorption de la paroi supérieure du canal postérieur résultant de la subdivision longitudinale du canal neural en deux canaux parallèles.

Entre les deux cornes postérieures de la moelle, l'épithélium qui forme la paroi de ce canal postérieur n'étant recouvert, sur la ligne médiane, ni de substance blanche, ni de substance grise, se résorbe le septième jour et transforme, par conséquent, le canal en une cavité de section cunéiforme dont l'ouverture sur une coupe se trouve toutefois obturée d'une manière incomplète par un groupe ou amas triangulaire de cellules allongées (fig. 59, c.). Au-dessous de ce groupe, s'ouvre le sillon, séparé du véritable canal par un intervalle étroit dans lequel les parois opposées du canal primitif se sont soudées. Dans la région lombaire et dans la région sacrée les deux canaux communiquent encore l'un avec l'autre.

Nous voyons donc, ainsi que Lockhart Clarke l'a montré le premier, que le sillon antérieur et le sillon postérieur de

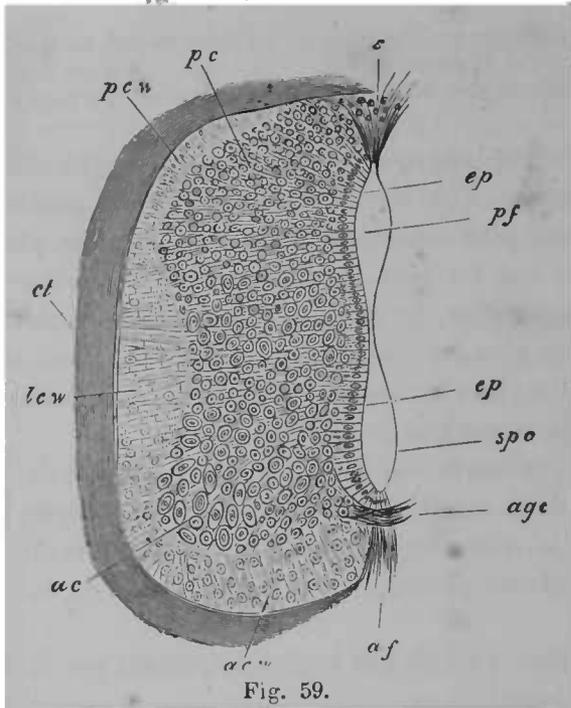


Fig. 59.

## COUPE TRANSVERSALE DE LA MOELLE D'UN POULET DE 7 JOURS.

*p.c.w.*, cordon blanc postérieur; *l.c.w.*, cordon blanc latéral; *a.c.w.*, cordon blanc antérieur; *pc.*, corne antérieure de la substance grise, contenant une masse particulière composée de très-grosses cellules; *ep.*, épithélium tapissant le canal médullaire primitif; *p.f.*, sillon postérieur. Le sillon postérieur est formé par la portion supérieure du canal médullaire primitif qui s'ouvre à la partie supérieure. La portion supérieure est encore en ce moment occupée par un tissu, *c*, qui dérive sans doute de l'épithélium du canal neural. La portion inférieure de ce canal forme le canal spinal, *sp.c.*, qui se sépare un peu plus tard du sillon postérieur. La communication établie de l'une à l'autre portion du canal primitif s'est déjà rétrécie et si la coupe eut été faite un peu plus en avant, ces deux portions se verraient entièrement séparées l'une de l'autre.

*a.f.*, sillon longitudinal antérieur; ce sillon se forme d'une manière tout à fait différente: il résulte du développement que prennent la corne antérieure de la substance grise ainsi que le cordon blanc antérieur: ces deux masses de substance nerveuse, faisant relief de chaque côté de la ligne médiane, laissent entre elles un espace qui n'est autre que le sillon antérieur, occupé, à ce moment, par du tissu conjonctif.

*a.g.c.*, commissure grise antérieure; *c*, tissu fermant incomplètement le sillon postérieur; *sp.c.*, canal central ou épendyme. Le côté droit de la moelle est seul représenté dans la figure. La coupe a été faite entre les origines de deux nerfs rachidiens. La forme anguleuse des cellules de la moelle n'a pas été rendue par le graveur.

la moelle sont absolument différents au point de vue morphologique. Le sillon antérieur n'est rien autre chose qu'un intervalle existant entre deux cordons de la moelle, tandis que le sillon postérieur est une partie du canal neural primitif, séparée du reste de l'ancien canal par la soudure des parois latérales dans leur partie moyenne, (et c'est précisément ce reste de canal qui formera le véritable canal central de la moelle).

Les cordons blancs latéraux ont augmenté de volume le septième jour, ils sont devenus moins granuleux et leurs lignes de séparation d'avec les cordons antérieurs sont devenues tout à fait arbitraires. Les cordons blancs postérieurs sont beaucoup plus minces et plus granuleux que les antérieurs. Les noyaux sont plus nombreux dans la substance blanche qu'ils ne l'étaient autrefois.

On peut suivre maintenant quelques-unes des cloisons de la substance blanche jusqu'à la substance grise, dans un sens, et jusqu'au tissu conjonctif qui entoure la moelle, dans l'autre. Sont-ce des fibres nerveuses séparées des autres et pénétrant dans la moelle en un point différent, sont-ce de simples trabécules de tissu conjonctif, c'est ce qu'il n'est pas possible de déterminer d'une manière certaine. Cette dernière supposition nous paraît cependant la plus plausible. On distingue maintenant très-aisément l'une de l'autre les deux parties antérieure et postérieure de la substance grise, cette distinction sera plus difficile plus tard : les noyaux des cellules de la partie postérieure sont à la fois plus petits et plus nombreux que ceux des cellules de la partie antérieure. Quelques-unes des fibres de la racine postérieure, après avoir pénétré dans la substance grise, en sortent rapidement de nouveau pour se porter dans le cordon blanc postérieur.

Dans la portion antérieure de la substance grise, près du point où pénétrant les racines antérieures, on trouve une masse spéciale, bien limitée, de cellules à peu près triangulaires, pourvues de gros noyaux très-distincts et qui se colorent plus fortement dans le carmin que le reste de la substance grise. Cette masse de cellules existe dans les régions lombaire et sacrée, mais elle manque, ou elle est très-peu apparente, dans la portion dorsale de la moelle. Les noyaux de la région antérieure de la substance grise ont augmenté de volume et les cellules auxquelles ils appartiennent sont généralement polyédriques.

Autour du véritable canal médullaire, la ligne de séparation de l'épendymum et de la substance grise est nettement indiquée, partout ailleurs elle est très-peu distincte.

A la fin du septième jour, voici quelles sont les parties importantes de la moelle qui se trouvent définitivement formées :

1° Les deux sillons longitudinaux, l'antérieur et le postérieur ;

2° Les cornes antérieures et postérieures de la substance grise ;

3° Les cordons antérieurs, postérieurs et latéraux de la substance blanche ;

4° Le canal médullaire.

Toutefois, les masses de substance grise de chacun des côtés de la moelle ne communiquent encore l'une avec l'autre que par la commissure grise antérieure, et les cordons de substance blanche de chaque côté n'ont encore aucune communication entre eux. De plus, le volume de la substance grise l'emporte encore de beaucoup sur celui de la substance blanche.

Le neuvième jour, le sillon postérieur est complètement formé et la commissure postérieure grise a également paru.

Au centre de la dilatation qui occupe la région sacrée, cette commissure n'existe pas, et les cordons postérieurs s'écartent, un peu plus tard, l'un de l'autre pour former le « sinus rhomboïdal » qui n'est point, ainsi qu'on l'a dit quelquefois, le reste du « sinus rhomboïdal » primitif visible pendant le second jour.

Les cordons blancs antérieurs se sont beaucoup accrûs, le neuvième jour, et forment alors les parois du sillon antérieur déjà profond. La commissure blanche antérieure ne paraît toutefois qu'un peu plus tard.

7. Le cinquième jour peut être considéré comme une époque des plus importantes dans l'histoire du cœur. Les changements qui s'opèrent pendant ce jour-là et le jour suivant, s'ajoutant à ceux que cet organe a déjà subis, transforment le tube simple, qui représentait le cœur pendant les premiers jours de l'incubation, en un cœur presque complet.

L'extrémité veineuse du cœur s'est portée un peu en avant et, bien que située encore un peu à gauche et au-dessus de l'extrémité artérielle, elle se trouve aujourd'hui sur le même plan antérieur que celle-ci. L'organe tout entier semble s'être

rassemblé sur lui-même. La cloison ventriculaire est complète.

Le sommet des ventricules devient de plus en plus pointu. Dans la portion auriculaire apparaît un petit pli longitudinal; c'est le rudiment de la cloison interauriculaire; dans le canal auriculaire, qui présente en ce moment sa plus grande longueur, on trouve également un commencement de cloisonnement transversal, tendant à séparer la cavité des oreillettes de celle des ventricules.

Vers la 106<sup>e</sup> heure, on commence à voir paraître, dans le bulbe artériel, sous la forme d'un repli longitudinal, une cloison qui, d'après le Dr Tonge (*Proc. of Royal Soc.*, 1868), commence, non pas, comme le pensait von Baer, à l'extrémité du bulbe la plus rapprochée du cœur, mais, au contraire, à l'extrémité la plus éloignée. Ce repli prend naissance sur la paroi du bulbe, entre la quatrième et la cinquième paires d'arcs aortiques, se développe progressivement de haut en bas, de manière à partager le bulbe en deux canaux, dont l'un porte le sang du cœur à la troisième et à la quatrième paires d'arcs aortiques et l'autre à la cinquième paire. Le bord libre de la cloison présente à peu près la forme d'un V dont les deux branches se dirigent en bas, vers le cœur, et dont la partie moyenne s'avance beaucoup moins; cette cloison garde sa forme pendant toute la durée de son développement, la direction qu'elle affecte n'est point rectiligne mais spirale, en sorte que les deux canaux, suivant lesquels elle divise le bulbe artériel, s'enroulent en spirale l'un sur l'autre. La présence de cette cloison ne peut être constatée à cette époque qu'à l'aide des coupes ou de la dissection, puisque aucun signe extérieur n'en révèle l'existence.

Au moment où ce septum commence à se former, l'orifice du bulbe artériel dans les ventricules n'est encore qu'une fente étroite, destinée sans doute à prévenir le retour du sang dans le cœur; mais bientôt les valvules sygmoïdes (Tonge, *loc. cit.*) se développent sur la portion de la paroi du bulbe

qui se trouve comprise entre le bord libre du septum et la cavité ventriculaire.

Ces valvules naissent de la paroi sous la forme de six bourgeons pleins, disposés par paires : une antérieure, une interne et une externe ; chacune des valvules de chaque paire appartenant à l'une ou à l'autre des deux grandes divisions du bulbe aortique, qui sont à cette époque en voie de formation.

Les valvules antérieures et les internes paraissent les premières ; les unes, sous la forme de deux saillies, pleines, séparées l'une de l'autre par un sillon étroit ; les autres, sous la forme d'une simple crête peu élevée au centre de laquelle se trouve une saillie indiquant le point où la crête se divisera plus tard. Les valvules externes ne se montrent que beaucoup plus tard, elles sont situées en face l'une de l'autre, entre les deux autres paires de valvules de chaque côté.

La cloison du bulbe aortique, continuant à descendre vers le cœur, finit par arriver à la hauteur des valvules ; l'une de ses branches passe entre les deux valvules antérieures, l'autre s'unit à la saillie que présente la crête destinée à former les valvules internes. En même temps, le développement général de toutes les parties semble rapprocher les valvules du cœur lui-même et les place au sommet des cavités ventriculaires. Le bord libre de la cloison du bulbe se soude alors à la cloison ventriculaire ; ainsi se trouve complétée la division du bulbe en deux canaux séparés, communiquant chacun avec l'un des côtés du cœur, et pourvus l'un et l'autre de trois valvules dont la position actuelle ne diffère pas beaucoup de celle qu'elles occuperont plus tard dans le cœur de l'adulte.

De ces deux divisions du bulbe, l'une s'ouvre dans la cinquième paire d'arcs aortiques, et communique avec le ventricule droit, l'autre s'ouvre dans la troisième et la quatrième paires d'arcs aortiques et communique avec le ventricule gauche ; la première est destinée à devenir l'artère pulmonaire, la seconde forme la première partie de l'aorte définitive.

L'étranglement externe qui partage bientôt le bulbe en deux vaisseaux distincts ne commence à se montrer que lorsque la cloison présente déjà une certaine étendue.

Les valvules sygmoïdes ne se creusent en forme de petites pochettes qu'à une époque éloignée de celle de leur formation (de la 147<sup>e</sup> à la 165<sup>e</sup> heure). Cette modification se produit successivement pour chacune d'elles, dans l'ordre de leur apparition.

8. Vers la fin du cinquième et dans le cours du sixième jour d'autres changements importants s'effectuent encore dans le cœur.

L'extrémité veineuse et les deux auricules très-apparentes qui l'accompagnent viennent se placer plus directement au-dessus de l'extrémité artérielle (c'est-à-dire plus près du dos), sans cesser toutefois de se trouver un peu à gauche. Dans la portion veineuse du cœur, les fibres musculaires des parois prennent, le sixième jour et même dès la fin du cinquième, un tel développement que le canal auriculaire se trouve entièrement dissimulé. La pointe du cœur se dirige maintenant presque directement en arrière (c'est-à-dire vers la queue), mais aussi un peu en bas.

Pendant le sixième jour, un changement s'opère dans la situation relative des parties de la portion ventriculaire du cœur. Le ventricule droit regarde maintenant la paroi abdominale et s'enroule, pour ainsi dire, autour du ventricule gauche. On se rappelle que le quatrième jour le ventricule droit se trouvait au-dessus du ventricule gauche (c'est-à-dire plus près du dos).

En outre, le ventricule droit est alors le plus petit, et le sillon qui le sépare du gauche ne s'étend pas jusqu'à la pointe du cœur (fig. 60). Il présente toutefois une convexité très-marquée à droite.

Au début, le bulbe artériel semble naître principalement du ventricule gauche; pendant le cinquième jour et plus encore pendant le sixième, il semble au contraire provenir de

la cavité droite. Cette apparence résulte de ce que celui des deux canaux du bulbe qui communique avec le ventricule droit se porte vers la gauche et la face ventrale, de manière à cacher entièrement l'origine de l'autre canal, lequel communique avec le ventricule gauche. Le septième jour, cette origine apparente du bulbe artériel est beaucoup moins marquée.

Mais tous ces changements de situation du bulbe artériel n'en affectent que l'aspect extérieur, et pendant qu'ils s'effectuent, les deux cavités du cœur ne cessent point de s'ouvrir chacune dans l'une des deux divisions du bulbe aortique. La

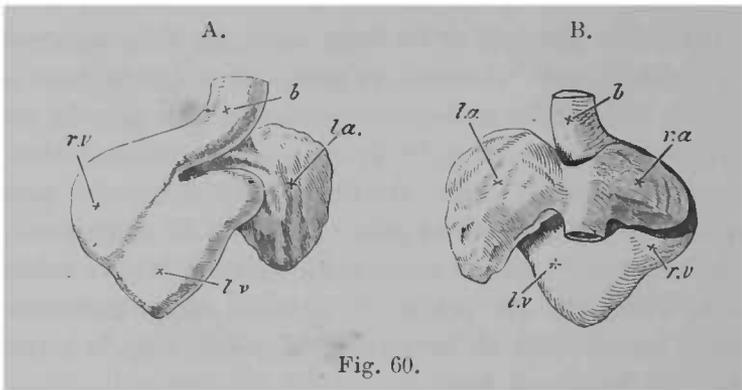


Fig. 60.

DEUX VUES DU CŒUR D'UN POULET LE 5<sup>e</sup> JOUR DE L'INCUBATION.

A, face ventrale; B, face dorsale.

*l.a.*, auricule gauche; *r.a.*, auricule droite; *r.v.*, ventricule droit; *l.v.*, ventricule gauche; *b.*, bulbe artériel.

convexité du bulbe est beaucoup moins marquée le septième jour que les jours précédents.

A la fin du sixième jour, et même dès le cinquième (fig. 60, 61), l'aspect du cœur, si l'on fait abstraction des vaisseaux qui s'en détachent, ne diffère pas beaucoup de celui du cœur adulte.

La courbure primitive, dirigée vers la droite, est devenue maintenant la pointe des deux ventricules et les deux auricules sont placées à l'extrémité antérieure du cœur.

La différence la plus remarquable est l'absence de toute division extérieure du bulbe artériel (sur la face ventrale).

Vers le sixième ou peut-être même dès le cinquième jour, d'après von Baer, le péricarde apparaît. Son mode de formation n'est pas connu d'une manière exacte, mais il a sans doute pour origine des replis du revêtement interne des parois thoraciques, qui se rencontrent et s'unissent.

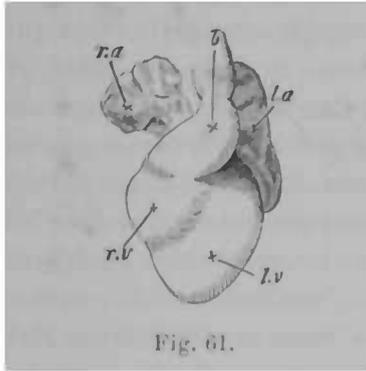


Fig. 61.

CŒUR D'UN POULET LE 6<sup>e</sup> JOUR DE L'INCUBATION, FACE VENTRALE.

*l.a.*, auricule gauche; *r.a.*, auricule droite; *r.v.*, ventricule droit; *l.v.*, ventricule gauche; *b.*, bulbe artériel.

9. Les changements que subit plus tard le cœur affectent bien plus sa structure intime que sa forme extérieure. A vrai dire, pendant les trois jours suivants, c'est-à-dire le huitième, le neuvième et le dixième jour, la forme extérieure du cœur reste pour ainsi dire la même.

Dans la portion auriculaire cependant, la cloison qui a commencé à paraître dès le cinquième jour, commence à devenir plus apparente. Elle est disposée verticalement et naît de la paroi ventrale, commençant au canal auriculaire et se continuant en arrière, mais elle n'atteint pas encore l'ouverture du sinus veineux.

Le sang du sinus, ou plutôt, comme nous pouvons l'appeler désormais, de la veine cave inférieure, arrive dans le cœur suivant une direction oblique de droite à gauche, il a donc

une tendance à se porter vers l'oreillette gauche, qui est alors la plus grande des deux.

Les valvules des orifices auriculo-ventriculaires sont maintenant bien développées, et c'est à peu près vers cette époque que la séparation du bulbe artériel en aorte et artère pulmonaire devient visible à l'extérieur.

Le onzième ou le treizième jour, l'oreillette droite est devenue aussi volumineuse que la gauche, et la cloison interauriculaire beaucoup plus complète, bien qu'elle présente encore un étroit orifice, le *trou de Botal* (*foramen ovale*), par lequel les deux cavités communiquent l'une avec l'autre. Par cet orifice, la plus grande partie du sang apporté par la veine cave inférieure, à laquelle s'unit la veine cave supérieure droite, près du point où elle s'ouvre dans le cœur, passe dans l'oreillette gauche. La veine cave supérieure gauche pénètre séparément dans l'oreillette droite; entre l'orifice de cette veine et celui de la veine cave inférieure se trouve une petite valvule qui dirige vers l'oreillette droite le sang apporté par le premier de ces deux vaisseaux.

Le seizième jour, la veine cave supérieure droite, vue de l'extérieur, paraît encore s'unir à la veine cave inférieure avant de pénétrer dans le cœur, mais à l'intérieur, les orifices de ces deux vaisseaux sont séparés l'un de l'autre par une valvule dite *valvule d'Eustachi*, qui s'étend jusqu'à l'orifice de la veine cave supérieure gauche et avec laquelle semble se confondre la valvule qui séparait précédemment la veine cave supérieure gauche de la veine cave inférieure. On trouve également à gauche de l'orifice de la veine cave inférieure une membrane qui couvre le trou de Botal et qui sert de valvule à cet orifice. Le sang de la veine cave inférieure passe donc encore, pour la plus grande partie, dans l'oreillette gauche par le trou de Botal, tandis que le sang des deux autres veines caves, qui se déverse alors dans l'oreillette droite, trouve, dans la valvule d'Eustachi, un obstacle à son passage dans la cavité gauche.

D'où il suit qu'à cette période le sang du ventricule gauche passant en grande partie dans la portion antérieure du corps de l'embryon, il existe, en quelque sorte, une double circulation. La plus grande partie du sang provenant de l'allantoïde est apportée dans l'oreillette gauche par la veine cave inférieure, passe dans le ventricule gauche d'où elle est lancée principalement dans la tête et les extrémités antérieures; le sang ramené de ces divers organes traverse l'oreillette droite et arrive dans le ventricule droit qui le renvoie par l'aorte dans l'allantoïde.

Du dix-septième au dix-neuvième jour, l'oreillette droite s'agrandit et devient plus volumineuse que la gauche. La valvule d'Eustachi s'oppose toujours au passage du sang des veines caves supérieures dans le ventricule gauche, et conduit, au contraire, le sang de la veine cave inférieure dans cette même cavité par le trou de Botal. L'orifice de la veine cave inférieure est cependant un peu plus éloigné de cette ouverture et l'augmentation de la quantité de sang, qui résulte du développement des organes pulmonaires, empêche l'arrivée de la masse tout entière dans l'oreillette gauche. En même temps, la valvule du trou de Botal s'oppose au passage du sang de l'oreillette gauche dans l'oreillette droite.

Pendant cette période, à partir du septième jour, la pointe du cœur devient plus marquée; les racines artérielles sont plus nettement séparées et les diverses cloisons se complètent, en sorte que, lorsque le trou de Botal est fermé et que, par conséquent, le sang de la veine cave inférieure n'arrive plus que dans l'oreillette droite, le cœur a pour ainsi dire atteint la forme adulte.

10. Le cinquième jour peut être également considéré comme marquant l'époque où la différenciation histologique commence à s'établir.

Il est bien vrai que longtemps avant cette date, et même dès les premières heures, les cellules des trois feuilletts fondamentaux ont cessé d'être partout identiques. Mais les change-

ments éprouvés jusqu'ici par chacune des cellules étaient à la fois peu nombreux et peu importants. Les cellules d'origine épiblastique, celles qui sont destinées à former l'épiderme aussi bien que celles qui se sont trouvées enfermées dans l'invagination neurale, étaient jusqu'ici des cellules simples, plus ou moins cylindriques; on peut les voir ici allongées, là ovales; sphériques en un autre point, ici réunies en groupés serrés et à peine pourvues de protoplasma, là, au contraire, disséminées munies d'un noyau bien entouré de substance cellulaire; mais partout où on les rencontre, on peut encore y reconnaître très-nettement le caractère de cellules épithéliales. Il en est ainsi pour les cellules d'origine hypoblastique, soit qu'elles tapissent le canal alimentaire ou qu'elles prennent part à la formation des glandes composées. Dans le mésoblaste même, qui subit beaucoup plus de modifications que les autres feuillettes, dont la masse totale s'accroît plus rapidement et qui, de plus, donne naissance à un bien plus grand nombre d'organes, les changements dans chacune des cellules prises isolément sont, jusqu'au cinquième jour, presque insignifiants. Jusqu'à ce moment, le mésoblaste peut être considéré comme constitué par un tissu à peu près dépourvu de caractère particulier: il est formé de noyaux plongés dans un amas de substance cellulaire protoplasmique. En un point, les noyaux sont réunis en masses serrées, le protoplasma compacte et peu abondant, en d'autres, les noyaux sont, au contraire, disséminés, chacun d'eux entraîne une masse protoplasmique fusiforme et les espaces intercellulaires ou les vacuoles intracellulaires, remplis d'un liquide clair, présentent un ample développement. Le protoplasma présente des caractères différents en divers points; il est plus ou moins granuleux, plus ou moins transparent, n'ayant encore subi que de légères modifications dans sa composition chimique. Jusqu'à cette époque (à l'exception du sang qui s'est différencié de bonne heure) il n'y a pas de *tissus* distincts, et les rudiments des divers organes sont indiqués simplement par des amas de substance mésoblas-

tique simple, dans un état plus ou moins grand de condensation.

Mais, à partir du cinquième jour, les différenciations histologiques commencent à se produire avec rapidité, et il ne tarde pas à devenir possible de dire que telle ou telle partie est constituée par du tissu musculaire, cartilagineux ou conjonctif. Le cadre de cet ouvrage ne comporte pas une description détaillée de ces transformations histogénétiques, pour la connaissance desquelles nous renvoyons le lecteur aux traités d'histologie. Nous avons déjà eu bien des occasions de faire incidemment allusion aux faits histologiques des premières heures de l'incubation et nous nous contenterons d'exposer brièvement ici comment les divers tissus de l'animal adulte dérivent des trois feuillet primitifs du blastoderme.

L'épiblaste, ou feuillet supérieur de beaucoup d'histologistes, forme primitivement deux importantes parties du corps : le système nerveux central et l'épiderme.

C'est de l'épiblaste invaginé du tube neural que paraît se former la totalité de la substance grise du cerveau et de la moelle, les cellules cylindriques simples de l'épiblaste paraissent se transformer directement en cellules nerveuses polaires caractéristiques. Il existe, toutefois, quelque doute à ce sujet et l'on ne sait pas si les cellules du mésoblaste ne prennent pas quelque part à la formation de la substance grise; il est même probable que la substance blanche du cerveau ainsi que celle de la moelle dérivent du mésoblaste seul.

L'épithélium (cilié chez le jeune animal) qui tapisse le canal central de la moelle et celui qui couvre l'intérieur des ventricules cérébraux, cavités qui, comme nous l'avons vu, dérivent du canal neural primitif, est le reste de l'épiblaste primitif qui n'a subi aucune différenciation.

L'épiblaste, nous l'avons dit, forme également l'épiderme, mais non le derme qui doit son origine au mésoblaste. La ligne de séparation de l'épiblaste et du mésoblaste coïncide avec celle qui sépare le derme de l'épiderme. C'est de l'épi-

blaste què dérivent tous les organes et toutes les parties tégumentaires de nature épidermique.

L'épiblaste joue, en outre, un rôle très-important dans la formation des organes de sensibilité spéciale.

D'après leur mode de formation ces organes peuvent être partagés en deux groupes : le premier comprend ceux dans lesquels l'expansion sensitive de l'organe de sensibilité spéciale dérive de l'épiblaste invaginé du canal médullaire. A cet ordre appartient la rétine, y compris l'épithélium pigmentaire de la choroïde, formée par la vésicule optique primitive, laquelle naît par bourgeonnement de la vésicule cérébrale antérieure.

Au second groupe appartiennent les expansions épithéliales du labyrinthe membraneux de l'oreille et la cavité nasale, formées par invagination de l'épiblaste superficiel qui couvre la surface extérieure de l'embryon. Celles-ci n'ont donc originairement aucune connexion avec le cerveau. Nous pouvons légitimement supposer également que les papilles gustatives et les cellules nerveuses, dont on a récemment affirmé l'existence au sein de l'épiderme, se forment aussi aux dépens de l'épiblaste.

Nous avons en outre le cristallin, formé par invagination de l'épiblaste, et la bouche dont le revêtement interne appartient également à ce feuillet. Telles sont les plus importantes des parties dérivées de l'épiblaste.

De l'hypoblaste procèdent l'épithélium du tube digestif, celui de la trachée, des bronches et des alvéoles pulmonaires, l'épithélium cylindrique des conduits biliaires, des canaux du pancréas et des autres glandes du canal alimentaire, ainsi que les cellules hépatiques constituant le parenchyme du foie, formées, comme nous l'avons vu, dans les cylindres hypoblastiques qui naissent autour des diverticules hépatiques primitifs.

Les « cellules secrétantes » sphériques du pancréas et autres glandes sont probablement les homologues des cellules hépa-

tiques et sont aussi comme elle d'origine hypoblastique. L'épithélium des glandes salivaires, malgré la ressemblance de ces organes avec le pancréas, est d'origine épiblastique puisque la cavité buccale (chap. VI, § 8) est entièrement tapissée par l'épiblaste.

L'hypoblaste tapisse aussi l'allantoïde.

C'est du mésoblaste que dérivent toutes les autres parties du corps. Les muscles, les os, le tissu conjonctif et les vaisseaux, artères, veines, capillaires et lymphatiques avec leur épithélium spécial, sont tous entièrement formés au dépens du mésoblaste.

Tous les nerfs du corps, les nerfs crâniens (excepté seulement les nerfs optiques et olfactifs), les nerfs rachidiens, ainsi que grand sympathique, se forment aussi dans le mésoblaste. Les cellules nerveuses des ganglions sympathiques, ainsi que celles des ganglions des racines postérieures des nerfs rachidiens sont d'origine mésoblastique, ce qui ne laisse pas que de former un contraste frappant entre ces cellules nerveuses et celles du cerveau et de la moelle épinière. Les fibres qui constituent la substance blanche du cerveau et de la moelle dérivent aussi probablement du mésoblaste.

Les organes génitaux et urinaires dérivent entièrement de ce même feuillet. Il est à remarquer que leur épithélium, quoique ressemblant d'une manière absolue à l'épithélium hypoblastique du canal alimentaire, est cependant de nature mésoblastique.

Enfin, c'est du mésoblaste que naissent tous les éléments musculaires, conjonctifs, nerveux et vasculaires du canal alimentaire et de ses annexes, aussi bien que ceux de la peau et des organes tégumentaires. Et de même que c'est seulement la partie épidermique de la peau qui procède du mésoblaste, de même ici c'est l'épithélium seul du canal alimentaire qui dérive de l'hypoblaste.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il ne nous est pas possible de déterminer avec certitude, dans tous les cas,

quelles parties du mésoblaste prennent part à la formation de tel ou tel organe particulier, néanmoins, on trouvera, dans cette première partie de notre travail, les points les plus importants de cette partie de notre sujet.

11. Les faits importants qui caractérisent le cinquième jour, sont donc les suivants :

1° Le développement de l'allantoïde.

2° L'apparition du genou et du coude, ainsi que des cartilages qui précèdent les os des doigts et des membres.

3° La formation du crâne primitif cartilagineux et notamment de la masse d'investissement, des trabécules, de la lame ethmo-vomérienne et l'apparition des tiges cartilagineuses dans les arcs viscéraux.

4° Le développement des diverses parties de la face; l'occlusion des fosses nasales par les apophyses nasales.

5° La formation de l'anus.

6° Le grand développement de la substance de la moelle épinière et la formation des cornes antérieures et postérieures, le développement considérable des cordons blancs antérieurs et postérieurs et le début des sillons longitudinaux antérieur et postérieur.

7° L'apparition de la cloison interauriculaire, de celle du bulbe artériel, et des valvules sygmoïdes.

8° L'établissement définitif des divers tissus.

---

## CHAPITRE VIII.

### **Du sixième jour à la fin de l'incubation.**

1. Le sixième jour marque le commencement d'une nouvelle époque dans l'histoire du développement du poulet, car c'est alors que paraissent pour la première fois d'une manière distincte les caractères particuliers du type oiseau.

Quelque nombreux et frappants que soient les caractères qui font de la classe des oiseaux l'une des plus faciles à reconnaître du règne animal, l'embryon de l'oiseau ne diffère cependant pas d'une manière essentielle, dans les premières phases de son développement, de celui des reptiles ou de celui des mammifères, même dans les points particuliers dont la structure est le plus caractéristique du type oiseau. Il est possible, il est vrai, même à une époque relativement précoce, de reconnaître, grâce à des signes secondaires, si un embryon donné appartient à telle ou telle classe (et cette prévision peut résulter même de l'examen de l'œuf); mais, jusqu'à une certaine date, il est impossible de découvrir, dans l'embryon du poulet, la présence de traits qui puissent être considérés comme caractéristiques de l'organisation de l'oiseau. Cette absence de caractérisation définie se maintient chez le poulet à peu près jusqu'au commencement du sixième jour.

Nous ne voulons pas dire par là que le sixième jour tous les organes commencent à révéler d'une manière soudaine les particularités qui les distinguent et qui font reconnaître qu'ils appartiennent au type oiseau. Il n'y a pas d'interruption dans l'histoire du développement, la marche en est par-

faitement graduée et chaque période se continue avec la suivante sans aucune ligne de démarcation. Il n'en est pas moins exact que le sixième et le septième jour marquent le début de la période où la spécialisation commence à se montrer. C'est alors, pour la première fois, que commencent à paraître les traits principaux et caractéristiques de la main et du pied, le jabot et les cœcums intestinaux font leur apparition, l'estomac prend la forme d'un gésier, le nez commence à se transformer en un bec, et les os du crâne, en voie de formation, se disposent suivant les caractères du type. Nous ne nous sommes pas proposé d'entrer dans ces détails; nous exposerons donc d'une manière très-sommaire l'histoire des derniers jours de l'incubation.

Nous parlerons d'abord des ANNEXES DU FŒTUS.

2. *Le sixième et le septième jours*, ces organes présentent des changements dont l'importance n'est pas moindre que celle des modifications survenues pendant les jours précédents.

Le quatrième jour, au moment où son occlusion se complète, l'amnios s'applique d'une manière presque immédiate sur le corps du poulet, la cavité amniotique est donc alors fort petite. Le cinquième jour, un liquide s'accumule dans cette cavité et écarte la membrane de l'embryon. Cette même cavité devient plus vaste encore le sixième jour, et, le septième, arrive à présenter des dimensions déjà considérables, car la quantité du liquide s'accroît d'une manière correspondante. Le sixième jour von Baer a observé des mouvements de l'embryon et notamment des membres; il les attribue à la stimulation produite par l'action de l'air froid, au moment de l'ouverture de l'œuf. Le septième jour des mouvements très-évidents commencent à se produire dans l'amnios même : ce sont des contractions vermiculaires lentes qui se propagent rythmiquement sur cette membrane. L'amnios, en effet, commence à présenter des pulsations lentes et rythmiques, par suite desquelles l'embryon se trouve bal-

lotté dans l'œuf. Ces pulsations sont dues sans doute aux contractions des fibres musculaires non-volontaires, qui paraissent exister dans la portion amincie du mésoblaste faisant partie du repli amniotique (Cf. chap. II, § 9, p. 46). De pareils mouvements s'observent aussi sur l'allantoïde à une époque beaucoup plus reculée.

Le développement de l'allantoïde a été très-rapide, c'est maintenant un sac très-aplati, couvrant le côté droit de l'embryon et s'étendant avec rapidité dans toutes les directions, dans l'intervalle des deux feuillets primitifs de l'amnios, c'est-à-dire entre l'amnios proprement dit et le faux amnios (ou chorion). L'allantoïde est occupée par un liquide, en sorte que, malgré sa forme aplatie, les parois opposées sont maintenues écartées l'une de l'autre.

L'aire vasculaire s'est encore étendue depuis le jour précédent, mais cette extension correspond à une diminution dans la netteté des caractères que présentaient ses vaisseaux sanguins. Le sinus terminal, en effet, à la fin du septième jour, ne peut plus être aperçu d'une manière distincte et les vaisseaux qui en rapportaient le sang au cœur ne se retrouvent plus.

Les artères et les veines mésentériques, à leur sortie du corps ou à leur entrée, sont représentées chacune par un seul tronc et prennent peu à peu l'aspect de simples branches fournies par les vaisseaux mésentériques.

Le jaune est plus fluide encore que la veille et sa masse (d'après von Baer) est devenue plus considérable, ce qui ne peut s'expliquer que par l'absorption du blanc qui, en effet, diminue alors avec une grande rapidité.

3. *Durant les huitième, neuvième et dixième jours,* l'amnios ne subit aucun changement de quelque importance. Sa cavité est toujours remplie de liquide et, le huitième jour, ses pulsations arrivent à leur maximum d'intensité, elles vont en décroissant par la suite.

La division du mésoblaste s'est effectuée à ce moment jus-

qu'aux limites extrêmes de l'aire vasculaire, c'est-à-dire sur les trois quarts de la surface du sac vitellin. La somatopleure se continue à ce niveau (ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en se reportant à la fig. 8) avec le feuillet externe primitif de l'amnios.

Il en résulte que la division ultérieure du mésoblaste ne fait qu'augmenter l'étendue de la cavité dans laquelle se trouve l'allantoïde. Le développement de cet organe correspond, dans sa marche, avec celui de la cavité dans laquelle il se trouve placé. Étendue sur la plus grande partie de la surface du sac vitellin, sous la forme d'un sac aplati rempli de liquide, l'allantoïde sert alors d'organe principal de la respiration.

L'allantoïde est donc très-vasculaire, et les vaisseaux qu'elle contient sont surtout nombreux et développés du côté qui regarde le chorion et la coquille.

Le jaune commence alors à diminuer rapidement de volume. Le sac vitellin devient flasque, et présente, le onzième jour, une série de plis internes abondamment pourvus de vaisseaux sanguins. La surface d'absorption se trouve par cela même largement augmentée et le jaune est de plus en plus rapidement absorbé par les vaisseaux, qui le portent dans le corps de l'embryon à un état partiel d'assimilation.

4. *Le onzième jour*, les parois abdominales, bien que plus lâches et moins fermes encore que les parois thoraciques, peuvent être considérées comme définitivement établies, et les circonvolutions de l'intestin, qui jusqu'alors étaient restées suspendues dans le pédicule somatique, sont refoulées dans la cavité de l'abdomen. Le corps de l'embryon est donc complet; mais il demeure uni à ses divers appendices par un pédicule ou cordon ombilical étroit dans lequel se trouvent compris le pédicule de l'allantoïde et le cordon plein auquel est suspendu le sac vitellin.

La division du mésoblaste se poursuivant encore, le jaune se trouve enveloppé d'une manière complète par le sac vi-

tellin (splanchnopleural), sauf au pôle opposé à l'embryon où une petite portion du vitellus reste encore quelque temps découverte; en ce point, le reste du blanc de l'œuf demeure adhérent sous la forme d'un bouchon de tissu dense et visqueux.

Pendant ce temps l'allantoïde s'étend avec rapidité et repose sur l'embryon immédiatement au-dessous de la coquille, elle n'est plus séparée de la membrane coquillière que par une membrane très-mince, appelée le chorion, formée du feuillet externe primitif de l'amnios et des restes de la membrane vitelline. L'allantoïde se soude en partie à ce chorion, et si l'on ouvre un œuf dans les derniers jours de l'incubation, il faut prendre beaucoup de précautions pour enlever la membrane coquillière, sinon l'on risquerait de déchirer l'allantoïde. A mesure que l'allantoïde s'accroît en volume et en importance, les vaisseaux ombilicaux (allantoïdiens) prennent un développement correspondant. On les aperçoit très-facilement dès que l'on ouvre l'œuf, les pulsations de l'artère ombilicale attirant immédiatement l'attention.

5. *Vers le seizième jour*, le blanc ayant absolument disparu, la division du mésoblaste s'achève au pôle du vitellus opposé à l'embryon (fig. 8). Alors, le sac vitellin, comme l'allantoïde qui l'entoure maintenant de tous côtés, se trouve libre dans un espace limité de toutes parts par le chorion et continu avec la cavité pleuropéritonéale du corps de l'embryon. Des dépôts d'urates se forment en abondance dans le liquide allantoïdien.

Les parois relâchées et molles de l'abdomen circonscrivent un espace que les intestins, vides encore, sont loin de pouvoir occuper tout entier, et le dix-neuvième jour le sac vitellin, dont le volume, bien diminué cependant, est encore considérable, est attiré par le pédicule somatique dans la cavité abdominale, qu'il distend fortement. Il ne reste plus rien désormais en dehors de l'embryon, sauf l'allantoïde pourvue de nombreux vaisseaux, le chorion et l'amnios qui en sont.

au contraire, pour ainsi dire dépourvus. L'amnios dont le liquide diminue rapidement pendant les derniers jours de l'incubation, se continue à l'ombilic avec les parois du corps de l'embryon. Le chorion (ancien feuillet externe du repli amniotique) est tout à fait séparé de l'embryon, par suite de l'achèvement de la division du mésoblaste et de l'invagination du sac vitellin. La cavité de l'allantoïde reste toujours en communication avec le cloaque par l'intermédiaire de son pédicule passant par l'ombilic.

6. Dans l'EMBRYON lui-même quelques points d'une importance générale méritent de fixer notre attention.

*Le sixième ou le septième jour*, la flexion du corps est devenue moins prononcée, et la tête ne se trouve plus aussi rapprochée de la queue que les jours précédents, en même temps on voit se former un cou de plus en plus distinct.

Bien que la tête soit encore très-volumineuse et hors de proportion avec le reste du corps, son accroissement cesse d'être plus considérable que celui du corps.

Jusqu'à cette période les parois du pédicule somatique sont demeurées minces, flasques, constituées, en réalité, par une simple membrane; le cœur paraît suspendu librement en dehors du corps de l'embryon. Mais vers cette époque le pédicule se rétrécit surtout en avant et le mésoblaste s'y épaissit. C'est ainsi que le cœur et les autres viscères thoraciques se trouvent enfermés par de véritables parois solides, sur les côtés desquelles se développent d'arrière en avant les côtes, tandis qu'en avant l'on voit paraître les rudiments cartilagineux du sternum.

Les parois abominales se constituent également, mais non pas avec la même rapidité, et le pédoncule de l'allantoïde sort encore de la cavité péritonéale dans l'intervalle compris entre le pédicule somatique et le pédicule splanchnique.

Dans le cerveau, l'un des traits les plus marqués de cette époque est le développement que prennent les hémisphères cérébraux. Le sillon médian qui les sépare est devenu plus

profond, en sorte que les ventricules latéraux se continuent en avant sous la forme de deux cornes divergentes; en arrière, ils se prolongent aussi sous la forme de deux cornes divergentes, mais séparées l'une de l'autre par la vésicule du troisième ventricule.

Nous nous proposons de traiter d'une manière plus complète du développement du cerveau dans une autre partie de cet ouvrage : l'importance du cerveau des mammifères est telle qu'il ne nous paraît pas utile de décrire ici avec détails le cerveau de l'oiseau.

Toutes les fentes viscérales sont fermées le septième jour, sauf la première qui reste encore ouverte et qui communique, d'une part, avec la bouche par la trompe d'Eustache et, d'autre part, avec l'extérieur par l'orifice du conduit auditif externe. Elle est divisée intérieurement en deux parties par la membrane du tympan.

Les diverses pièces qui entourent la bouche commencent à prendre les formes propres au type oiseau, mais les caractères n'en sont encore pas très-nettement indiqués. Les bourgeons maxillaires inférieurs se rejoignent en avant et forment la limite inférieure de la bouche, tandis que, séparés d'eux par une fente étroite, les bourgeons maxillaires supérieurs et le bourgeon fronto-nasal se rejoignent en haut d'une manière analogue pour former la limite supérieure de la même cavité. Les bourgeons maxillaires supérieurs ne s'unissent point au sommet du bourgeon fronto-nasal, mais avec ses bords latéraux, en sorte que, de chaque côté, il reste entre eux un petit espace triangulaire (voy. fig. 58). Les sillons nasaux sont néanmoins entièrement recouverts.

La langue a fait son apparition sur le plancher de la bouche sous la forme d'un bourgeon mésoblastique recouvert d'épiblaste.

7. Pendant les huitième, neuvième et dixième jours, l'embryon croît très-rapidement, la tête est toujours volumineuse par rapport au reste du corps, mais elle devient en

même temps plus ronde, la vésicule cérébrale moyenne n'étant plus aussi proéminente.

8. *A dater du onzième jour*, l'embryon prend successivement les caractères non-seulement du type oiseau, mais encore ceux du genre, de l'espèce et de la variété à laquelle il appartient.

Dès le neuvième ou le dixième jour les sacs contenant les plumes commencent à faire saillie à la surface de la peau, sous la forme de papilles proéminentes que l'on rencontre surtout d'abord le long de la ligne médiane dorsale du cou, au croupion et sur les cuisses; les sacs des plumes de la queue sont particulièrement remarquables. Le treizième jour, ces sacs, disséminés sur tout le corps, et ayant atteint la longueur environ d'un quart de pouce ou même davantage, laissent voir à l'œil nu les plumes qu'ils contiennent; leurs parois, en effet, sont fort minces et permettent d'apercevoir par transparence les organes contenus, possédant déjà la couleur de la variété à laquelle appartient l'oiseau. Mais ces sacs sont encore fermés et demeurent en cet état jusqu'au dix-neuvième jour, époque à laquelle beaucoup d'entre eux ont déjà un pouce de long.

Le huitième jour, une tache blanchâtre (crayeuse) peut être observée sur le sommet du nez. Le douzième jour cette petite tache s'est transformée en un bec corné, mais encore mou.

● Le treizième jour, on peut voir les ongles à chacune des extrémités, et des écailles sur le reste des orteils. Tous ces organes, ainsi que le bec, deviennent vers le seizième jour, plus durs et plus cornés.

Le treizième jour, le squelette cartilagineux est complet et les divers muscles du corps peuvent être distingués avec assez de netteté.

L'ossification commence le huitième ou le neuvième jour, d'après von Baer, par de petits dépôts osseux sur le tibia, dans les métatarsiens et dans l'omoplate. Le onzième ou le

douzième jour, une multitude de points d'ossification apparaissent sur les membres, sur les arcades scapulaires et pelviennes, sur les côtes, sur les corps des vertèbres cervicales et dorsales, dans les os de la tête; les centres d'ossification des arcs vertébraux ne se montrent que le treizième jour.

9. Les faits que nous venons de rapporter brièvement sont accompagnés de *changements importants dans le système artériel et dans le système veineux*.

L'état du système veineux, vers la fin du troisième jour a été décrit d'une manière complète dans le chap. V § 16, et l'on peut voir les changements accomplis depuis cette époque en comparant le diagramme de la fig. 39 B, avec ceux des fig. 62 et 63.

Le troisième jour, presque tout le sang veineux du corps de l'embryon était ramené au cœur par deux troncs veineux principaux, la veine cardinale supérieure (fig. 39 B, Su.V.) et l'inférieure (fig. 39 B, C.) qui se réunissent de chaque côté pour former le vaisseau transversal court appelé canal de Cuvier. Ces deux canaux à leur tour se réunissent au sinus veineux tout près du cœur. Quand la tête et le cou continuent à s'accroître et que l'aile se développe, la veine cardinale supérieure, ou veine jugulaire, comme on l'appelle ordinairement (fig. 62, J.), reçoit de chaque côté deux nouveaux troncs veineux : la veine vertébrale (Su.V.), qui ramène le sang de la tête et du cou, et la veine qui rapporte celui de l'aile (W.).

Les veines cardinales inférieures, ou vertébrales, ont leur origine dans les corps de Wolff. Elles se développent, *pari passu*, en même temps que ces organes et peuvent être appelées veines des corps de Wolff. Le troisième jour, ces veines sont les seules qui ramènent le sang de la partie postérieure du corps de l'embryon.

Vers le quatrième ou le cinquième jour, cependant, un nouveau tronc veineux, la veine cave inférieure (fig. 62, V. C. I.), apparaît sur la ligne médiane, sur un plan plus dorsal que

celui qu'occupent les veines cardinales. Né du sinus veineux, non loin du cœur, ce vaisseau n'est encore, le cinquième jour, qu'un tronc fort court, qui se porte d'avant en arrière, sur la ligne médiane, au-dessous de l'aorte, et qui se perd rapidement dans les tissus placés au-dessus des corps de Wolff. Lorsque les

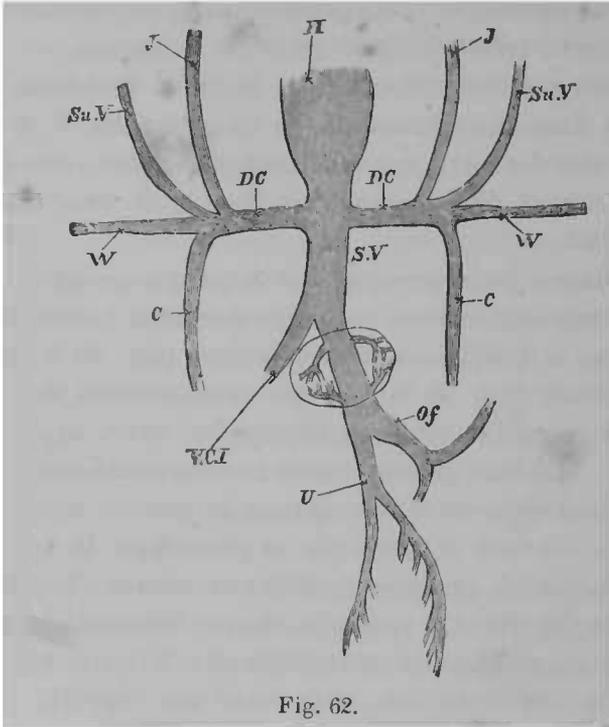


Fig. 62.

DIAGRAMME DE LA CIRCULATION VEINEUSE AU DÉBUT DU 5<sup>e</sup> JOUR.

H., cœur ; D. C., canal de Cuvier. Dans le canal de Cuvier tombent, de chaque côté : J., la veine jugulaire ; Su. V., la veine vertébrale supérieure ; W., la veine de l'aile et C., la veine cardinale inférieure ; S. V., sinus veineux ; Of., veine omphalo-mésentérique ; U., veine ombilicale, qui à cette époque donne des branches aux parois du corps ; V.C.I., veine cave inférieure.

reins sont formés, ce vaisseau reçoit le sang de ces organes : à partir de ce moment il s'accroît rapidement et devient le canal dans lequel passe, pour revenir au cœur, la plus grande

partie du sang qui provient des membres postérieurs et de la partie postérieure du corps. A mesure que cette veine cave inférieure augmente de volume, et que les corps de Wolff cèdent la place aux reins permanents, les veines cardinales postérieures diminuent. Des branches de communication s'établissent entre ces deux ordres de veines, dans la substance même des corps de Wolff, en sorte que le sang de ces organes, ainsi d'ailleurs que celui de toute la partie postérieure du corps, à l'exception de celui du canal alimentaire et de ses annexes, passe bientôt dans la veine cave inférieure.

Les troncs des veines cardinales diminués de volume persistent pendant quelque temps; leurs extrémités antérieures s'unissent pour former la petite veine azygos.

Au moment où elle se montre pour la première fois, la veine cave inférieure peut être considérée comme une branche du tronc que nous avons appelé le sinus veineux, mais à mesure que le développement se poursuit et que la veine cave devient plus volumineuse, le sinus veineux perd graduellement de son importance et semble n'être plus que l'extrémité cardiaque de la veine cave; on peut dire alors que le canal veineux s'unit à la veine cave, au lieu de se continuer avec le sinus.

Pendant ce développement de la veine cave, les points où les canaux de Cuvier pénètrent dans le sinus veineux, que nous pouvons appeler désormais veine cave inférieure, se rapprochent du cœur et ces deux troncs finissent par s'ouvrir directement et séparément dans les cavités des oreillettes; à partir de ce moment ils constituent les veines caves supérieures, l'une droite, l'autre gauche (fig. 63. V.S.R., V.S.L.). Lorsque ces changements sont accomplis, il existe donc pour le retour de sang dans le cœur, trois conduits séparés, pourvus d'orifices distincts: les veines caves supérieures, droite et gauche, et la veine cave inférieure.

Tant que la cloison interventriculaire n'est pas formée, le sang apporté par ces veines tombe dans les deux oreillettes, en quantité un peu plus grande peut-être dans la gauche que

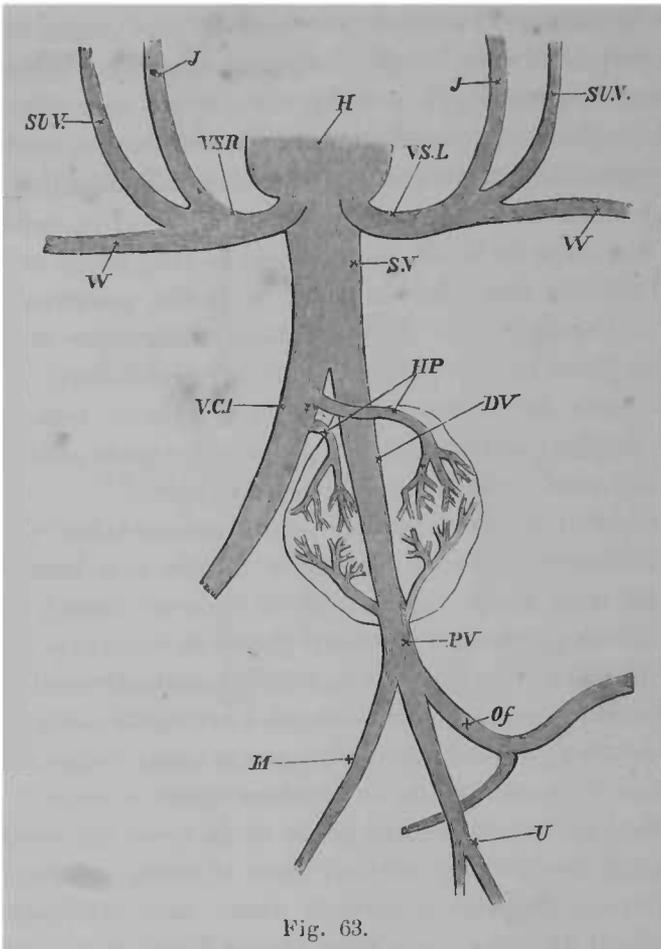


Fig. 63.

DIAGRAMME DE LA CIRCULATION VEINEUSE PENDANT LES DERNIERS JOURS DE L'INCUBATION.

H., cœur ; V.S.R., veine cave supérieure droite ; V.S.L., veine cave supérieure gauche ; S.V., sinus veineux. Les deux veines caves supérieures ne sont autre chose que les deux canaux de Cuvier, elles s'ouvrent encore dans le sinus veineux et non pas dans le cœur isolément. J., veine jugulaire. SU.V., veine vertébrale supérieure ; W., veine de l'aile ; V.C.I., veine cave inférieure, qui reçoit la plus grande partie du sang des extrémités inférieures, etc. HP., veines sus-hépatiques, qui tombent dans la veine cave inférieure ; D.V., canal veineux ; P.V., veine porte ; M., veine apportant le sang de l'intestin dans la veine porte ; Of., veine omphalomesentérique ; U., veine ombilicale : ces trois dernières veines s'unissent pour former la veine porte.

Les restes des veines cardinales inférieures ne sont pas représentés.

dans la droite; mais, à mesure que la cloison s'établit, les trois vaisseaux s'unissent à l'oreillette gauche et l'oreillette droite ne reçoit plus que les deux veines pulmonaires provenant des poumons (comparez chap. VII, § 7).

Le troisième jour, les vaisseaux du sac vitellin ont un cours bien simple. Les deux veines omphalo-mésentériques, la droite déjà beaucoup plus petite que la gauche, forment le canal veineux qui, traversant le foie pour se rendre au cœur, fournit les deux groupes de veines hépatiques, les veines *afférentes* et les veines *efférentes*.

L'apparition de l'allantoïde, le quatrième jour, amène le développement d'un nouveau trait caractéristique. Du canal veineux, un peu en arrière du foie, naît une veine qui se partage bientôt en deux branches, lesquelles suivent la paroi ventrale du corps en recueillant sur leur passage une partie du sang des parois, et se portent vers l'allantoïde. Ce sont les veines *allantoïdiennes* ou *ombilicales*. Le tronc commun unique qu'elles forment en se réunissant s'allonge beaucoup par suite du développement rapide de l'allantoïde, il serait donc préférable de désigner ce vaisseau sous le nom de veine ombilicale (fig. 63, U). La branche droite diminue bientôt de volume et finit par disparaître. La branche gauche, arrivée sur l'allantoïde, se bifurque, ses deux branches deviennent très-volumineuses et, par conséquent, l'on continue de voir toujours deux veines allantoïdiennes ou ombilicales s'unir à peu de distance de l'allantoïde pour former la veine ombilicale unique. A l'origine, la veine ombilicale semble n'être qu'une petite branche de la veine omphalo-mésentérique, mais par suite du développement rapide de l'allantoïde et de la diminution du sac vitellin, cet état de choses ne tarde pas à être renversé et la veine omphalo-mésentérique devenue moins apparente semble n'être plus qu'une branche de la veine ombilicale beaucoup plus volumineuse.

Le troisième jour la quantité de sang provenant des parois de l'intestin est insignifiante; mais à mesure que l'intestin se

développe, il acquiert un système veineux distinct, et le sang qui lui est apporté par les branches de l'aorte revient par des veines, qui se réunissent en un seul tronc, la *veine mésentérique* (fig. 63, M). Cette dernière rejoint la veine omphalo-mésentérique à son union avec la veine ombilicale.

Ces trois grosses veines, c'est-à-dire l'ombilicale, la mésentérique et l'omphalo-mésentérique, forment un gros tronc commun qui pénètre immédiatement dans le foie et que nous pouvons appeler dès à présent la *veine porte* (fig. 63, P.V.). A son entrée dans le foie, ce tronc envoie une partie du sang qu'il contient dans les veines afférentes, tandis que le reste, suivant la direction générale du vaisseau, qui prend alors le nom de canal veineux, traverse le foie et se déverse, à sa sortie de cet organe, dans la veine cave inférieure. Avant la formation de ce dernier vaisseau, les veines efférentes, qui emportent le sang des capillaires hépatiques, s'unissaient au canal veineux au moment où il émergeait du foie : mais dès que la veine cave a pris de l'importance les veines efférentes ou plutôt les veines sus-hépatiques, ainsi que nous les appellerons désormais, changent leur embouchure et s'unissent à la veine cave, tandis que le canal veineux rejoint séparément cette veine un peu plus haut (fig. 63, HP).

Cet état de choses persiste avec peu de changement à peu près jusqu'à la fin de l'incubation, c'est-à-dire jusqu'au moment où le poulet commence à respirer l'air de la chambre à air et que cesse la respiration allantoïdienne. Le sang cesse alors de couler dans les vaisseaux ombilicaux, qui s'oblitérent. La veine omphalo-mésentérique, qui diminue d'importance et de volume à mesure que le vitellus est absorbé, semble n'être plus qu'une branche de la veine porte. Le canal veineux s'oblitére, il persiste souvent à l'état de simple ligament : tout le sang apporté par la veine porte se répand par conséquent dans la substance du foie et arrive dans la veine cave inférieure par les deux veines sus-hépatiques (fig. 64, HP).

Avant tous ces changements l'une des veines qui vont du

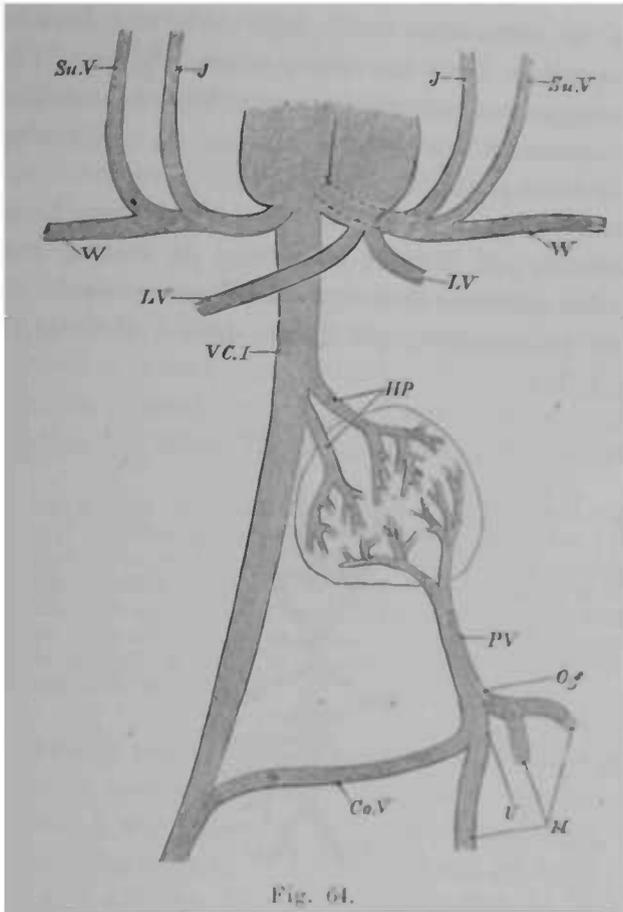


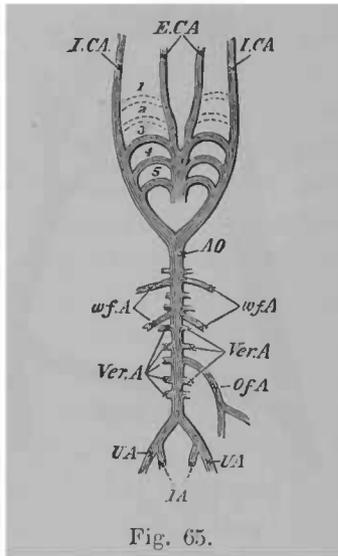
Fig. 64.

DIAGRAMME DE LA CIRCULATION VEINEUSE DU POULET APRES LE DÉBUT DE LA RESPIRATION PULMONAIRE.

W., veine de l'aile; J., veine jugulaire; Su.V., veine vertébrale supérieure. Ces veines se réunissent pour former de chaque côté la veine cave supérieure correspondante. L.V., veine pulmonaire; V.C.I., veine cave inférieure; HP., veines sus-hépatiques; P.V., veine porte; M., veines mésentériques. En U. et O.s., on voit les points où commençaient les veines ombilicale et omphalo-mésentérique, avant de s'oblitérer par suite du début de la respiration. Co.V., vaisseau anastomotique unissant les branches de la veine porte avec celles de la veine cave inférieure: on l'appelle veine mésentéro-coccygienne, elle unit les branches transversales qui font communiquer les deux hypogastriques avec la veine mésentérique. Elle est représentée sur la figure d'une manière purement schématique. Le canal veineux est oblitéré, les trois veines caves tombent séparément dans l'oreillette droite, et les veines pulmonaires dans l'oreillette gauche.

rectum à la veine cave avait déjà émis une branche qui communique avec l'une des veines mésentériques ; à l'époque où le développement est parvenu, cette branche constitue une voie de communication entre le système de la veine cave et celui de la veine porte (fig. 64, Co.V).

Les trois veines caves tombent maintenant dans l'oreillette droite seule et, par suite de l'occlusion du trou de Botal, le sang qu'elles apportent se trouve complètement séparé du sang des veines pulmonaires, qui arrive dans l'oreillette gauche (fig. 64, L.V.).



ÉTAT DE LA CIRCULATION ARTÉRIELLE LE 5<sup>e</sup> OU LE 6<sup>e</sup> JOUR.

E. CA., carotide externe; I. CA., carotide interne; AO., aorte dorsale; wf. A., artères des corps de Wolff; Ver. A., artères nées entre chaque paire de vertèbre; Of. A., artère omphalo-mésentérique; UA., artère ombilicale; IA., artère iliaque.

Telle est, chez le poulet, l'histoire du système veineux. Ainsi qu'on le verra dans la seconde partie de cet ouvrage, la marche des événements, chez les mammifères, bien que très-analogue dans l'ensemble, diffère cependant de celle qui vient d'être exposée sur un certain nombre de points qui ne sont pas sans importance.

10. Il nous reste à parler des changements qui s'opèrent à la même époque dans le système artériel. L'état des choses du cinquième au sixième jour est représenté dans le diagramme de la fig. 65.

Nous avons vu déjà (chap. VI, p. 201) que des trois arcs aortiques qui apparaissent le troisième jour, les deux premiers disparaissent, le premier pendant le quatrième, le second pendant le cinquième jour; mais que leur disparition est accompagnée de la formation de deux nouveaux arcs aortiques, le quatrième et le cinquième, situés en arrière des premiers. Il y a donc en général trois paires d'arcs aortiques existant et fonctionnant en même temps; il n'y en a jamais davantage.

Cependant, d'après von Baer, cela n'est pas rigoureusement exact. Cet auteur pense qu'il existe quatre arcs aortiques le quatrième et le cinquième jours. Le quatrième jour, ce qui reste de la première paire persiste encore alors que la quatrième paire est déjà formée, et le cinquième jour la troisième paire n'a pas encore entièrement disparu quand la cinquième est constituée. Mais, dans les deux cas, la première des quatre paires existantes ne persiste que très-peu de temps, et encore est-elle si réduite qu'elle est alors dépourvue de toute importance.

La première paire d'arcs aortiques, avant de disparaître entièrement, envoie de chaque côté deux branches dirigées vers la tête. L'une d'elles est la continuation directe, en ligne droite, du bulbe artériel, à partir du point où le premier arc aortique s'en détache. Distribuée principalement à la langue et à la région maxillaire inférieure, elle devient la *carotide externe* (fig. 65, E.C.A.).

L'autre partant du point où l'arc aortique de chaque côté rejoint son congénère, après avoir contourné le tube digestif, pour contribuer avec lui à la formation de l'aorte dorsale, se distribue principalement au cerveau, et devient la *carotide interne* (fig. 65, I.C.A.).

Lorsque le premier arc disparaît, les artères carotides externes demeurent et deviennent les prolongements antérieurs du bulbe artériel. Et comme les troncs qui unissent les extrémités dorsales des premiers et seconds arcs ne s'oblitérent pas.

au moment où le premier arc disparaît, les carotides internes se trouvent dans le prolongement des extrémités dorsales de la seconde paire d'arcs aortiques; elles reçoivent de ces derniers le sang qu'elles portent principalement vers la tête, tandis que le sang des autres arcs aortiques est entraîné d'avant en arrière vers l'aorte dorsale. Lorsque la seconde paire vient à s'oblitérer, la branche qui l'unissait à la suivante persiste et, par suite, les carotides internes semblent provenir des extrémités dorsales de la troisième paire d'arcs aortiques.

Le troisième jour, l'aorte dorsale, cessant de constituer un tronc unique étendu d'avant en arrière dans toute la longueur du corps, se partage en deux troncs qui se prolongent de chaque côté de la ligne médiane. Le quatrième jour, le point où se fait cette division de l'aorte est entraîné de plus en plus en arrière, jusqu'au niveau de l'extrémité postérieure des corps de Wolff. Les deux branches qui résultent de cette division forment l'origine des artères *iliaques* (fig. 65, IA) destinées aux membres postérieurs. Chacune de ces branches envoie un court rameau à l'allantoïde (U.A). A mesure que l'allantoïde se développe, pour devenir rapidement un organe respiratoire important, ces artères allantoïdiennes ou ombilicales prennent un tel volume qu'elles semblent être bientôt les véritables prolongements de l'aorte, et les artères iliaques paraissent n'en être que les branches. C'est une règle générale, mais qui ne paraît cependant pas invariable, que l'artère ombilicale droite diminue progressivement et disparaît bientôt.

Du tronc principal de l'aorte se détachent, au niveau des interstices des vertèbres, de petites branches transversales (représentées schématiquement dans la figure 65, Ver. A), ainsi que d'importantes branches destinées aux corps de Wolff (fig. 65, wf. A).

L'artère omphalo-mésentérique (Of. A.) se sépare de l'aorte en un *seul* tronc qui ne tarde pas à se bifurquer, et qui, à la fin du cinquième jour, est encore très-volumineux.

Le cinquième jour, la division de la portion ventriculaire du cœur (comparez chap. VII, § 7) en deux cavités distinctes est presque complète. Le bulbe artériel est également divisé, par une cloison, en deux canaux dont la direction n'est pas rectiligne, mais spirale, d'après von Baer. L'un de ces canaux communique avec le ventricule droit du cœur, l'autre, avec le ventricule gauche. Le premier s'enroule en spirale de droite à gauche et de haut (côté dorsal) en bas (côté ventral), le second de gauche à droite et de bas (côté ventral) en haut (côté dorsal). La cloison qui sépare ces deux canaux, d'après le docteur Tonge (*Proc. Roy. Soc.*, 1868) commence par un bourgeon de la paroi du bulbe, entre la quatrième et la cinquième paires d'arcs aortiques, et présente une disposition telle que le canal qui communique avec le ventricule gauche communique également avec la troisième et la quatrième paires seules, et le canal du ventricule gauche, avec la cinquième paire.

D'après les idées du D<sup>r</sup> Tonge, les deux canaux, après l'établissement de la cloison, ne communiquent entre eux en aucun point et sont complètement séparés l'un de l'autre à leurs extrémités. Von Baer pensait que les deux canaux (qui résultent de la division du bulbe par une cloison) s'ouvraient, à leurs extrémités les plus éloignées du cœur, dans un tronc commun, mais, que les directions différentes des deux orifices impriment au sang, à sa sortie de chaque canal, une direction différente et le forçant à pénétrer dans des arcs artériels différents. D'après le même auteur, le cours du sang qui suit le canal communiquant avec le ventricule gauche est dirigé de manière à manquer la dernière paire d'arcs artériels, et à tomber dans la troisième et la quatrième paires, tandis que le sang du canal qui communique avec le ventricule droit ne pénètre que dans la cinquième paire.

L'un des résultats de cette disposition est que tout le sang qui va se distribuer à l'extrémité antérieure du corps, vient du ventricule gauche.

Vers le septième jour, une séparation complète commence à se faire entre les troncs artériels nés de la cavité droite et ceux de la cavité gauche du cœur. Le tronc né de la cavité droite (fig. 66, R.P.A.) demeure uni à la cinquième paire d'arcs aortiques; celui du ventricule gauche s'unit à la troisième et à la quatrième paires d'arcs artériels.

D'après von Baer le tronc artériel de droite est uni au quatrième arc, à gauche, et au cinquième, à droite. Il croyait aussi que le cinquième arc du côté gauche a complètement disparu au moment où nous sommes arrivés. D'après ces idées, les artères pulmonaires dériveraient donc et de la quatrième et de la cinquième paire d'arcs artériels. Rathke (*Denkschriften der Akademie zu Wien*, 1857, Bd. XIII) affirme le contraire et assure que les deux artères pulmonaires dérivent exclusivement de la cinquième paire. Nous avons suivi dans notre description les vues de Rathke.

La partie inférieure du corps reçoit encore du sang provenant de l'un et de l'autre ventricules, puisque le sang qui arrive dans le cinquième arc artériel s'écoule toujours dans l'aorte dorsale commune.

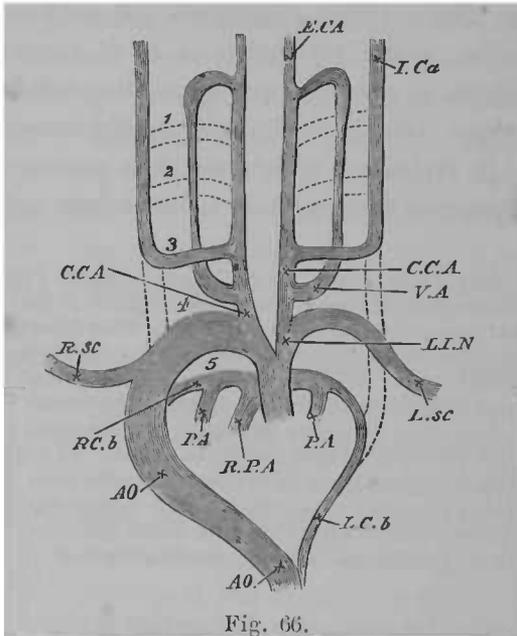


Fig. 66.

DIAGRAMME DE L'ÉTAT DES ARCS AORTIQUES VERS LA FIN DE L'INCUBATION.

1, 2, 3, 4, 5, les 5 paires d'arcs aortiques; E. CA., carotide externe; I. Ca., carotide interne; C. C. A., carotide primitive; V. A., artère « vertébrale »; R. cs., sous-clavière droite; L. sc., sous-clavière gauche, L. I. N., tronc innommé (brachio-céphalique) gauche; A. O., aorte; P. A., artères pulmonaires; R. P. A., racine artérielle droite ou portion du bulbe artériel, ou artère pulmonaire; la racine gauche constituant l'aorte se voit à côté de celle-ci; R. C. b., anastomose des quatrième et cinquième arcs de droite; L. C. b., anastomose de la cinquième paire et de l'aorte dorsale.

Mais lorsque les poumons se développent, une communi-

cation s'établit entre eux et la cinquième paire d'arcs par le moyen de deux vaisseaux qui naissent chacun du cinquième arc de chaque côté et se portent de haut en bas vers les poumons. D'abord très-petits, ces deux vaisseaux, qui ne sont autre chose que les artères pulmonaires, deviennent de plus en plus volumineux et portent aux poumons une quantité de sang de plus en plus grande provenant du ventricule droit.

En même temps, l'anastomose de la troisième et de la quatrième paires d'arcs artériels de chaque côté devient de plus en plus petite et finit par s'oblitérer, de sorte qu'une portion de moins en moins considérable du sang de la troisième paire d'arcs artériels parvient à l'extrémité postérieure du corps.

Le huitième jour (d'après Rathke, *loc. cit.*), du tronc commun des carotides internes et externes de chaque côté naît une branche (fig. 66, V.A.) qui se porte d'arrière en avant le long du cou et qui finit par s'unir en avant avec une branche de la carotide externe. Ce vaisseau est d'un calibre beaucoup plus fort à ses deux extrémités qu'à sa partie moyenne. Chez l'adulte, il se termine antérieurement en s'anastomosant avec l'artère occipitale (branche de la carotide externe). La différence de calibre entre la partie moyenne et les parties extrêmes de ce vaisseau est encore plus marquée chez l'adulte que chez l'embryon à la période considérée. Cette artère passe dans l'arc neural des vertèbres et porte d'ordinaire le nom d'artère vertébrale.

Rathke appelle ces artères vertébrales : « artères collatérales du cou (*arteriæ collaterales colli*) », et, si l'idée qu'il se fait de leur développement est exacte, il n'est guère possible de les considérer comme les analogues des artères du même nom chez les mammifères. Bientôt après la disparition de l'anastomose des troisième et quatrième arcs aortiques, le tronc commun des carotides de chaque côté s'allonge beaucoup et c'est au voisinage de la base de la carotide primitive ainsi allongée que prend naissance l'artère « vertébrale » (c'est ainsi que nous appellerons l' *arteria collateralis colli* », de Rathke).

Le quatrième arc du côté droit devient maintenant le plus important de tous, et presque tout le sang fourni à la partie postérieure du corps, passe par ce vaisseau. C'est cet arc qui, persistant d'une manière définitive, constitue chez l'adulte la crosse de l'aorte; il est important de noter ici que chez l'oiseau c'est le quatrième arc artériel du côté droit qui forme l'aorte dorsale, tandis que c'est celui du côté gauche qui constitue ce vaisseau chez les mammifères.

Les observations de Rathke nous apprennent, avec une certitude suffisante, la manière dont se forment les carotides et les artères dites vertébrales de l'oiseau. Cependant, il existe encore quelques doutes au sujet de l'origine des artères sous-clavières, bien que von Baer et Rathke aient tous deux étudié ce point particulier.

Von Baer pensait que l'artère qui continue le troisième arc, celle que, sur l'autorité de Rathke, nous avons nommé la « carotide interne », devient l'artère « vertébrale » et il croyait en outre que la sous-clavière n'est qu'une branche de ce vaisseau. Ainsi que Rathke le fait remarquer, cela ne s'accorde point avec l'état anatomique des parties, puisque, chez les oiseaux, l'artère sous-clavière est la continuation de l'artère innominée, après que ce vaisseau a fourni, par un tronc commun, la vertébrale et la carotide. Cette objection n'eut pas été bien dangereuse pour les idées de von Baer à ce sujet, sans les observations très-probantes de Rathke sur le développement des carotides et des vertébrales, car quand même la sous-clavière serait primitivement une branche de la vertébrale, l'on peut aisément admettre que des changements subséquents puissent reporter de plus en plus loin en arrière le point où la sous-clavière se sépare de la vertébrale, jusqu'à ce qu'enfin la sous-clavière devienne une branche du tronc commun à la vertébrale et aux carotides, ou, en d'autres termes, que la sous-clavière devienne la continuation du tronc innominé, après qu'il a fourni le vaisseau qui donne naissance aux carotides et à l'artère vertébrale.

Les idées de Rathke sur l'origine de la sous-clavière sont fondées sur l'analogie avec ce qui a été vu chez les autres vertébrés, bien plutôt que sur des observations faites sur le poulet. Rathke assure que, malgré tous ses efforts, il n'a pu parvenir à observer d'une manière satisfaisante l'origine de ce vaisseau sur cet animal. Voici les vues qu'il adopte et que nous avons acceptées nous-mêmes dans le diagramme de la fig. 66.

La sous-clavière droite (*R.sc.*) naît, d'après Rathke, soit de la branche de communication (anastomose) entre le quatrième et le cinquième arcs de ce côté, soit de la branche de communication entre le cinquième arc et l'aorte, probablement même de cette dernière anastomose. Son développement serait donc alors très-analogue à celui de la sous-clavière correspondante chez les mammifères, c'est-à-dire à celle de gauche. Nous ferons connaître bientôt, en parlant des changements définitifs que subit le système artériel, comment la sous-clavière droite finit par devenir la continuation de l'artère innominée du même côté.

La sous-clavière gauche (*L.sc.*) est la continuation du quatrième arc aortique du côté-gauche, elle prend primitivement son origine sur la branche de communication du quatrième et du cinquième arcs. Son mode de développement s'accorde donc à peu près avec celui de la sous-clavière droite des mammifères. Le fait suivant vient à l'appui de cette manière de voir au sujet du développement de la sous-clavière gauche : chez quelques oiseaux, il existe, entre cette artère et l'aorte dorsale, une connexion fibreuse, reste du vaisseau qui dans l'origine portait le sang de ce quatrième arc à l'aorte. Du côté gauche, ainsi qu'il est aisé de le comprendre en se reportant au diagramme, la sous-clavière reste donc, sans qu'il soit besoin pour cela d'aucun autre changement, la continuation du tronc brachio-céphalique gauche *L.I.N.*

Par suite de ces changements, l'état des arcs aortiques pendant les derniers jours de l'incubation, avant que la res-

piration pulmonaire n'ait commencé à s'effectuer, est le suivant (fig. 66) :

Le premier et le second arcs sont complètement oblitérés, le troisième arc de chaque côté se continue par son extrémité la plus éloignée du cœur avec l'artère carotide interne, I.C.A., l'anastomose qu'il présentait avec le quatrième arc se trouvant absolument oblitérée. De son extrémité la plus rapprochée du cœur, naît la carotide externe, E.C.A., continuation du tronc qui fournissait primitivement le premier et le second arcs; chaque paire de carotides naît donc d'un tronc commun, la carotide primitive (C. C. A.). Chacun de ces troncs émet, au voisinage de son extrémité la plus éloignée du cœur, une branche qui s'unit elle-même à une branche de la carotide externe : c'est l'artère vertébrale (V. A.).

La carotide primitive droite se détache du quatrième arc du côté droit (l'arc de l'aorte dorsale), elle n'est pas encore unie à la sous-clavière droite R.sc.

La carotide primitive gauche se détache du quatrième arc du côté gauche; mais cet arc devenant la sous-clavière gauche, L.sc., (l'anastomose entre le quatrième et le cinquième arcs gauches s'étant oblitérée) la portion du tronc (L. I. N.) qui se trouve comprise entre le quatrième arc et le bulbe artériel (ou, comme il faut l'appeler aujourd'hui, le tronc aortique commun) prend le nom d'artère innominée gauche, ou tronc brachio-céphalique.

Le quatrième arc du côté droit forme le commencement de la grande aorte dorsale, et fournit la sous-clavière droite (R.sc.) immédiatement avant de recevoir le cinquième arc.

Le cinquième arc de chaque côté donne des branches P. A. aux poumons; leurs prolongements R.C.b., L.C.b., qui les reliaient à la circulation générale, quoique très-réduits, ne sont pas encore oblitérés.

Les changements définitifs que subit le système artériel, après le début de la respiration pulmonaire, consistent prin-

cipalement dans la séparation absolue de la circulation pulmonaire de la circulation générale.

Les branches pulmonaires devenant de plus en plus grosses, une quantité de sang de moins en moins considérable passe du ventricule droit dans l'aorte dorsale, et les anastomoses deviennent de plus en plus petites.

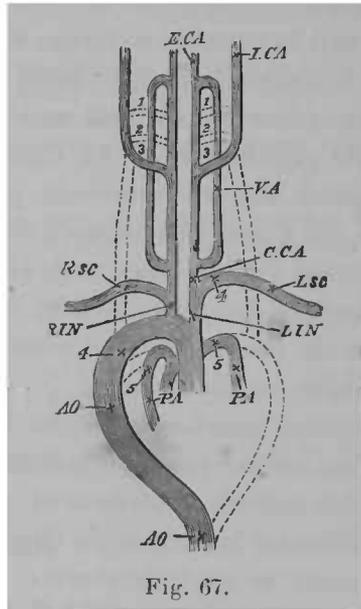


Fig. 67.

DIAGRAMME DE LA CIRCULATION ARTÉRIELLE DU POULET ADULTE.

R.I.N., artère innominée droite (tronc brachio-céphalique droit). Les autres lettres indiquent les mêmes objets que dans la figure 66.

Les lignes ponctuées, indiquent, comme précédemment les portions d'arcs oblitérés.

Chacun des arcs recevant le sang du ventricule droit peut donc être considéré, le seizième ou le dix-huitième jour, comme partagé en deux parties, l'une interne qui unit le cœur au poumon, l'autre externe qui maintient encore la communication entre l'aorte dorsale et l'arc considéré. Ces parties externes des arcs diminuent de plus en plus et reçoivent le nom de « conduits » ou « canaux de Botal » ou de « conduits artériels » (*ductus*

*arterios)*. Celui du côté droit est court, celui du côté gauche beaucoup plus long et plus étroit.

Von Baër supposait que la raison de ce qui précède était que l'arc pulmonaire gauche étant le quatrième, le conduit de Botal de ce côté était constitué par la branche anastomotique qui va du quatrième au cinquième arcs, ainsi que du cinquième arc à l'aorte dorsale. Mais il est aisé de voir, sur le diagramme de la fig. 66, que cette raison est superflue et que la véritable explication est la suivante : le canal de Botal du côté droit n'est rien autre chose que la partie du cinquième arc qui se trouve comprise entre l'origine de l'artère pulmonaire et le point d'union du cinquième arc avec le tronc commun auquel s'unissent tous les arcs de ce côté, lequel persiste à l'état de prolongement de l'arc aortique et vient se terminer dans l'aorte dorsale; tandis qu'à gauche, il est constitué par la même portion d'arc que du côté droit et, de plus, par le tronc commun correspondant du côté gauche.

Lorsque la respiration commence, le sang cesse de passer dans ces canaux, qui persistent à l'état de ligaments ou qui sont entièrement résorbés; par suite, et, en conséquence de l'occlusion du trou de Botal, qui s'effectue à la même époque, une double circulation se trouve établie. Tout le sang du ventricule droit passe dans les poumons et celui du ventricule gauche se répartit dans toutes les parties du corps.

Deux autres changements s'opèrent encore vers le même temps, dans les branches de l'aorte. La portion du quatrième arc droit, qui se trouve comprise entre l'origine de la sous-clavière droite et l'artère carotide primitive, se raccourcit et finit par disparaître, de telle sorte que la sous-clavière droite (fig. 67, R. s.c.) naît alors de la carotide primitive droite, il ne reste qu'un tronc fort court qui représente l'artère innommée du côté droit.

A la même époque, et à mesure que s'augmente la longueur du cou, les carotides primitives s'allongent elles-mêmes considérablement; elles se trouvent placées très-près l'une de l'autre dans le cou et, chez beaucoup d'oiseaux même, s'unissent en un tronc commun.

On comprend aisément qu'avec l'allantoïde et le jaune disparaissent également les artères ombilicales ainsi que les omphalo-mésentériques.

11. Il nous paraît utile pour le lecteur de placer ici un exposé sommaire de l'état de la circulation aux quatre époques les plus importantes, c'est-à-dire le troisième jour, le cinquième, pendant les derniers jours de l'incubation, avant le début de la respiration pulmonaire, enfin, après que le poulet a commencé à respirer par les poumons.

Le *troisième jour*, la circulation présente un caractère d'une extrême simplicité.

Le cœur n'est à tous égards qu'un simple tube tordu sur lui-même, et divisé par des étranglements successifs en trois cavités disposées à la suite l'une de l'autre. Le sang, apporté par les racines veineuses, traverse le cœur et arrive ensuite dans les trois paires d'arcs aortiques.

A sa sortie de ces derniers vaisseaux, le sang se réunit dans la grande aorte dorsale et, lorsque ce vaisseau se partage en deux branches, le courant sanguin se divise lui-même et continue sa marche de chaque côté de la notocorde dans toute la longueur du corps, il passe de là dans les artères omphalo-mésentériques qui le distribuent au sac vitellin.

Arrivé sur ce sac, le sang passe, en partie dans le sinus terminal et de là dans les troncs antérieurs et postérieurs, en partie directement dans les troncs latéraux, des veines omphalo-mésentériques. Dans l'un et l'autre cas il est ramené aux deux racines veineuses qui le rapportent au cœur.

Ce jour-là, le sang est soumis au contact de l'air dans les capillaires du sac vitellin.

Le *cinquième* ou le *sixième jour*, les deux oreillettes existent, mais elles ne forment qu'une cavité unique. La cloison ventriculaire est presque complète, de sorte que le sang, en passant des oreillettes dans les ventricules, se partage en deux courants. Ces courants passent respectivement des cavités droites et gauches du cœur dans chacun des canaux correspondants du bulbe artériel. Le sang du ventricule droit se porte dans la cinquième paire d'arcs et celui du ventricule gauche dans la troisième et la quatrième paires.

Le sang est rapporté des parties antérieures du corps par les veines cardinales antérieures ou jugulaires des parties postérieures, principalement par les veines cardinales mais aussi par la veine cave inférieure qui commence à se former.

Le sang du sac vitellin et de l'allantoïde, ainsi qu'une faible partie de celui qui arrive de l'intestin, se réunit dans la veine porte, qui le conduit au foie. Il s'y partage en deux courants, l'un qui suit le canal veineux pour arriver au sinus veineux, l'autre qui se rend aux capillaires du foie et qui est ramené au sinus veineux par les veines sus-hépatiques.

Pendant cette période, le sang est soumis à l'action de l'air par l'intermédiaire de l'allantoïde et du sac vitellin, mais surtout par le dernier de ces deux organes.

A une période avancée de l'incubation, le sang passe des ventricules dans deux vaisseaux absolument distincts. L'un d'eux, qui communique avec la cavité droite, envoie le sang à la cinquième paire d'arcs aortiques. Par ces deux arcs, la plus grande partie du sang s'écoule dans l'aorte dorsale, une faible portion seule se fraye un passage vers les poumons par l'intermédiaire des artères pulmonaires encore insignifiantes.

L'autre vaisseau, qui communique avec le ventricule gauche, porte le sang dans la troisième et la quatrième paires d'arcs aortiques. Le sang qui passe dans la troisième paire se dirige presque en totalité vers la tête et les extrémités supérieures, par l'intermédiaire des carotides internes et externes; celui qui passe dans l'arc droit de la quatrième paire, est versé principalement dans l'aorte dorsale, mais une portion en est portée à l'aile du côté droit; au contraire, le sang qui passe dans le quatrième arc gauche est pour la plus grande partie destiné aux ailes, une faible portion seule parvient à gagner l'aorte dorsale. Il y a donc encore mélange du sang provenant de l'une et l'autre cavités du cœur, de sorte que la masse du sang qui passe dans l'aorte dorsale est formée par du sang provenant de la cavité droite et par du sang provenant de la

cavité gauche. Le sang de la partie supérieure (antérieure) du corps provient tout entier du ventricule gauche.

Le sang de l'aorte dorsale se rend au sac vitellin, à l'allantoïde et à toute la partie postérieure du corps. Il est ramené du sac vitellin, de l'allantoïde et d'une certaine partie du tube intestinal par la veine porte, dont le sang arrive à la veine cave inférieure, soit directement (par l'intermédiaire du canal veineux), soit indirectement par la voie détournée des capillaires du foie et des veines sus-hépatiques.

Le sang des organes génitaux et urinaires, ainsi que celui des extrémités postérieures, est ramené au cœur par la veine cave inférieure; celui des extrémités supérieures, apporté par les veines jugulaire, vertébrale et par les veines de l'aile, est versé dans les deux veines caves supérieures droite et gauche et par celles-ci dans le cœur. De ces trois veines caves, deux s'ouvrent directement dans le cœur par des orifices distincts : ce sont la veine cave inférieure et la veine cave supérieure gauche. La veine cave supérieure droite a son orifice commun avec l'inférieure. Toutes les trois déversent leur contenu dans l'oreillette droite, mais l'ouverture commune à la veine cave inférieure et à la veine cave supérieure droite est disposée de manière à diriger le sang qui arrive par ces vaisseaux vers le trou de Botal, et, par là, dans l'oreillette gauche. La veine cave supérieure gauche ne verse le sang qu'elle contient que dans l'oreillette droite; or, le sang de la veine cave inférieure a été partiellement hématosé sur l'allantoïde, et comme c'est ce même sang qui passe dans l'oreillette et le ventricule gauches et qui est porté au troisième arc artériel, sans aucun mélange avec le sang du ventricule droit, (le mélange avec le sang du cinquième arc ne s'opérant que dans le quatrième), il en résulte que le sang distribué aux extrémités antérieures et à la tête est plus aéré que celui qui arrive aux autres parties du corps.

Le sang des extrémités antérieures est ramené en grande partie par la veine cave supérieure gauche, il arrive dans

l'oreillette droite, d'où il passe dans le ventricule droit qui le renvoie à la cinquième paire d'arcs artériels, d'où il part pour être distribué à tout le reste du corps, après mélange avec le sang plus hématosé de la quatrième paire d'arcs artériels.

Le sang des poumons est ramené par deux petites veines et versé dans l'oreillette gauche.

Les traits caractéristiques de la circulation à cette époque sont la mise du sang au contact de l'air par l'allantoïde et l'existence d'une double circulation encore incomplète (voyez chap. VII, § 9).

Dès que la respiration commence, les canaux qui conduisent le sang de la cinquième paire d'arcs artériels, laquelle ne communique qu'avec le ventricule droit, à l'aorte dorsale, s'oblitérent. Le sang du cinquième arc ne se déverse plus que dans les poumons, par l'intermédiaire des artères pulmonaires. Par suite de la suppression de la circulation du sac vitellin et de celle de l'allantoïde, le sang du ventricule gauche se distribue désormais exclusivement au corps du poulet; il est ramené à l'oreillette droite par les trois veines caves qui possèdent alors chacune une ouverture indépendante dans cette cavité.

Les veines portes ne reçoivent plus dès lors que le sang de l'intestin et le canal veineux s'oblitére, en sorte que tout le sang de la veine porte passe désormais par les capillaires du foie.

La cloison qui sépare les deux oreillettes se complète par l'occlusion du trou de Botal, les veines du corps arrivent dans l'oreillette droite, dans l'oreillette gauche se déversent les veines pulmonaires.

Une double circulation se trouve ainsi établie, tout le sang du ventricule gauche est du sang artériel, tout le sang du ventricule droit est du sang veineux, et il n'existe dans le corps, en aucune partie de la circulation, aucun point où ces deux espèces de sang puissent se mélanger.

12. Dès le sixième jour, on peut, nous l'avons dit, observer des mouvements des membres de l'embryon lorsqu'on ouvre la coquille. Nous pouvons en conclure qu'après cette époque des mouvements spontanés s'opèrent de temps en temps dans l'œuf non ouvert; mais ces mouvements ne sauraient être bien étendus avant le quatorzième jour. car jusqu'à ce moment l'embryon garde la position dans laquelle il été formé, c'est-à-dire que la direction générale du corps demeure perpendiculaire au grand axe de l'œuf.

Le quatorzième jour, un changement définitif s'opère dans la position de l'embryon : le poulet se retourne dans l'œuf et se place dans le sens de la longueur, le bec touchant le chorion et la membrane coquillière, dans le point où ces deux membranes forment la paroi de la chambre à air, devenue de plus en plus grande, mais occupant toujours la grosse extrémité de l'œuf (chap. I, § 2).

Le vingtième jour ou à peu près, le bec perce ces membranes et l'oiseau commence à respirer l'air contenu dans la chambre. Dès lors, la circulation pulmonaire s'établit et le sang cesse de couler dans les artères ombilicales. L'allantoïde se flétrit, l'ombilic se ferme d'une manière définitive, et le poulet, perçant la coquille à la grosse extrémité, par des coups répétés de son bec, rejette les restes desséchés de l'allantoïde, de l'annios et du chorion, et fait son premier pas dans le monde.

## CHAPITRE IX.

### Développement du crâne.

1. Dans le chapitre relatif au cinquième jour, nous avons donné une courte description des premières phases du développement du crâne. Mais ce sujet est assez important pour mériter qu'on lui consacre un chapitre à part, et, afin que ce nouvel exposé puisse former un tout complet, nous pensons qu'il est utile de répéter ici quelques-uns des faits déjà exposés.

2. Dans son état primitif, le crâne est constitué par un tissu mésoblastique, composé de cellules étoilées, et qui ne se distingue du reste du mésoblaste que par sa plus grande opacité. Dans cette condition, (qui correspond au quatrième jour), on peut le désigner sous le nom de crâne membraneux. Le tissu qui le constitue passe rapidement de cet état à celui de vrai cartilage hyalin.

3. Le crâne primitif<sup>1</sup>, à dater des premiers moments de sa formation, le quatrième jour, est constitué par des éléments qui se partagent en deux groupes distincts. Nous avons, d'une part, une lame cartilagineuse qui enveloppe la notocorde, à partir de son extrémité antérieure jusqu'à la première vertèbre. Cette lame est la continuation des corps vertébraux, mais elle ne subit aucune *segmentation*. Elle doit être considérée comme la portion la plus antérieure du

<sup>1</sup> Les faits exposés dans ce chapitre sont pour la plupart empruntés au *Mémoire* de M. Parker sur le développement du crâne du poulet commun (*Gallus domesticus*). *Phil. Trans.*, 1866, vol. C.VI., part. 1.

squelette axial, portion où la segmentation a cessé d'être distincte et à ce titre doit être considérée comme équivalant non pas à une seule, mais à un certain nombre de vertèbres (encore indéterminé jusqu'ici).

Cette lame a été désignée par Rathke (*Entwickelungsgeschichte der Natter*), qui l'a découverte, sous le nom de *masse d'investissement*, à cause des relations qu'elle affecte avec la notocorde, nous lui conserverons cette appellation.

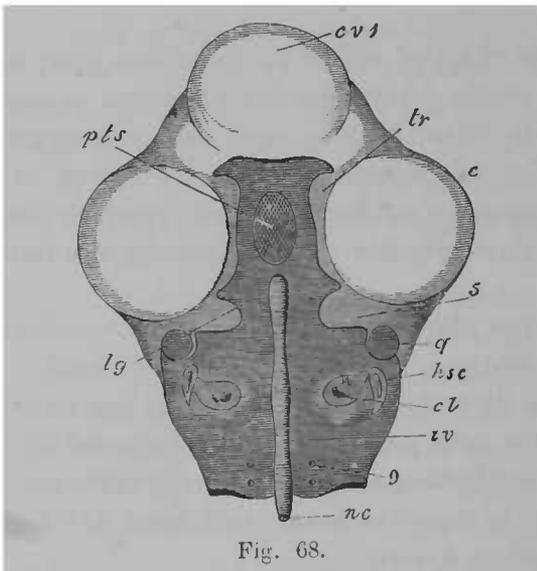


Fig. 68.

MASSE D'INVESTISSEMENT VUE PAR SA FACE SUPÉRIEURE, AVEC LES TRABÉCULES, AU QUATRIÈME JOUR DE L'INCUBATION.

(D'après Parker.)

Pour obtenir cette vue, on a enlevé toute la portion supérieure de la tête. Les portions cartilagineuses du crâne sont indiquées par des teintes obtenues au moyen de hachures horizontales.

*cv1*, vésicules cérébrales sectionnées; *c*, œil; *nc*, notocorde; *zv*, masse d'investissement; 9, trou de sortie de la neuvième paire; *cl*, limaçon; *hsc*, canal demi-circulaire horizontal; *q*, cartilage carré; 5, encoche pour le passage de la cinquième paire; *lg*, extrémité antérieure étalée de la masse d'investissement; *pts*, espace pituitaire; *tr*, trabécules. La ligne *tr*, par erreur, n'a pas été poussée jusqu'au cartilage.

Le second des deux groupes suivant lesquels se divisent les diverses parties constitutives du crâne, consiste en une

série de tiges disposées par paires dont l'extrémité centrale est fixée d'une manière plus ou moins intime à la masse d'investissement. Toutes (à l'exception des trabécules) se développent dans le sens de l'axe des divers arcs viscéraux.

Nous commencerons par décrire la masse d'investissement telle que nous la trouvons au quatrième jour, nous passerons ensuite à la description des tiges qui s'y attachent.

4. La masse d'investissement (fig. 68, *iv*), le quatrième jour, est une large plaque de tissu enveloppant la notocorde et se recourbant en haut de chaque côté, mais surtout en arrière. Latéralement elle englobe les sacs auditifs, et le tissu qui les environne (lequel forme ce qu'on appelle les « capsules périotiques ») n'est jamais séparé, chez le poulet, de la masse d'investissement. Elle se rétrécit en avant et se creuse en même temps de chaque côté (fig. 68, 5) de manière à laisser un passage pour la cinquième paire; en avant, elle s'élargit de nouveau.

Afin de rendre la suite de notre description plus facile à comprendre nous ferons connaître brièvement ici ce que devient la masse d'investissement. En arrière, elle se développe de bas en haut, et les deux prolongements qu'elle forme se réunissent, entourent d'une manière complète la moelle allongée et circonscrivent ainsi un orifice connu sous le nom de *trou occipital*. C'est le seul point où la voûte du crâne se trouve, à un moment quelconque, formée de cartilage.

Plus tard encore, une série de points d'ossification s'y établissent et constituent l'os occipital tout entier, ainsi que le squelette de l'oreille. En possession de ces données, nous pourrions désigner les diverses parties de la masse d'investissement comme correspondant aux divers os : « ex-occipital », « basi-occipital », etc., avant même que les points d'ossification, qui en sont les points de départ, n'aient apparu.

5. Nous commencerons l'étude des tiges cartilagineuses attachées à la masse d'investissement par les plus antérieures. Les premières sont connues sous le nom de *trabécules*

du crâne (fig. 68, *tr*), ce sont deux tiges étroites dont les extrémités centrales sont fixées à la partie antérieure de la masse, dont ils semblent être les prolongements antérieurs, et dont les extrémités périphériques s'unissent l'une à l'autre. Ils comprennent ainsi entre eux un espace ovalaire (ou même circulaire) où le cartilage formant la base du crâne fait défaut. Cet espace limité en arrière par la masse d'investissement et, sur les côtés, par les trabécules est appelé *espace pituitaire* (fig. 68, *pts*); il est occupé par le « corps pituitaire ».

En se réunissant en avant, les trabécules forment une large plaque cartilagineuse prolongée antérieurement par deux cornes divergentes, lesquelles forment plus tard en se développant les cartilages *ali-nasaux*. Par suite de la flexion crânienne, les trabécules se trouvent d'abord sur un plan un peu différent de celui qu'occupe la masse d'investissement.

Au point de vue fonctionnel, les trabécules semblent être, pour ainsi dire, les prolongements de la base du crâne et c'est ainsi que les considérait Rathke qui les découvrit; mais leur mode de développement différent, et (chez les vertébrés inférieurs) leur indépendance primitive, prouvent qu'il n'en est pas ainsi et qu'ils doivent être presque indubitablement considérés comme des appendices symétriques. Leur indépendance originaire se constate aisément sur les crânes des Marsipobranches, chez lesquels les trabécules sont formés d'un tissu fibreux dense et la masse d'investissement de cartilage hyalin (W. Müller, *Bau der Hypophysis und des Processus infundibuli cerebri*, in *Jenaische Zeitschrift*, vol. VI). Une idée très-probable, mise en avant d'abord par Huxley dans ses leçons Huntériennes (voy. *Anat. Vertebrates*, p. 77), et adopté plus tard par Parker, ainsi que par d'autres investigateurs, c'est qu'ils sont les homologues des tiges cartilagineuses qui se développent dans les arcs viscéraux et qu'ils sont par conséquent les vestiges d'une paire antérieure d'arcs.

Gegenbaur (*Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere*, 3<sup>e</sup> fascicule) regarde les trabécules et leurs extrémités réunies comme étant simplement une portion prévertébrale du crâne, et non pas comme des appendices symétriques de la masse d'investissement. Leur existence à l'état d'organes pairs et symétriques semble militer contre cette idée, mais il faut bien admettre que ce que nous savons à leur égard ne nous permet de dire avec certitude rien autre chose si ce n'est que *ces trabécules ne sont point morphologiquement les prolongements de la masse d'investissement.*

Chez l'oiseau et, à ce qu'il semble, chez beaucoup de vertébrés supérieurs, les trabécules ne sont jamais indépendants de la masse d'investissement, et c'est là ce qui a fait naître l'idée erronée que l'on s'était formée de leur nature et que l'on avait d'abord adoptée, en vertu de laquelle on les considérait comme les prolongements antérieurs du squelette axial.

C'est sur ces trabécules et sur la lame cartilagineuse formée par la réunion de leurs extrémités antérieures qu'apparaissent les points d'ossification du sphénoïde, de l'éthmoïde et des os de la région nasale.

6. Le reste de la série d'appendices cartilagineux symétriques se développe dans les arcs viscéraux. Les antérieurs sont les tiges cartilagineuses qui se forment dans le premier arc viscéral, ou arc maxillaire. Nous avons dit, dans notre description du développement de la face, que l'arc maxillaire inférieur de chaque côté fournit un bourgeon qui est le bourgeon maxillaire supérieur et qui va constituer le bord supérieur de la bouche. Des tiges cartilagineuses se montrent dans ce bourgeon aussi bien que dans l'arc primitif.

Cette segmentation, pour ainsi dire, du premier arc viscéral, qui, examinée en elle-même, ne laisse pas que d'être digne d'attention, conduit à cette idée, autrefois très-générale, aujourd'hui encore soutenue par beaucoup de personnes, que le bourgeon maxillaire supérieur équivaut à un arc viscéral. M. Parker a montré récemment que, chez les Poissons osseux et chez les Elasmobranches, tous les autres arcs subissent une segmentation à peu près semblable; il semble donc juste d'en conclure que cette segmentation, qui persiste pour l'arc mandibu-

laire du poulet, s'est perdue pour les autres arcs. Aucune des recherches de M. Parker sur les vertébrés inférieurs ne vient appuyer l'idée que le bourgeon maxillaire soit un arc antérieur avorté. Les recherches de Gegenbaur sur les crânes des Poissons cartilagineux ont conduit cet auteur (*loc. cit.*) à des idées analogues sur la nature du bourgeon maxillaire.

7. Le cartilage, ou mésoblaste modifié par différenciation, apparaît dans le bourgeon maxillaire plus tard que dans l'arc mandibulaire lui-même; il consiste de chaque côté en une tige cartilagineuse. Chacune d'elles se divise bientôt en deux parties, l'une antérieure, l'autre postérieure. D'après les os qui s'y développent, la première est appelée *palatine* (fig. 69, *pa*), la seconde *ptérygoïdienne* (fig. 69, *pg*). Ces deux tiges

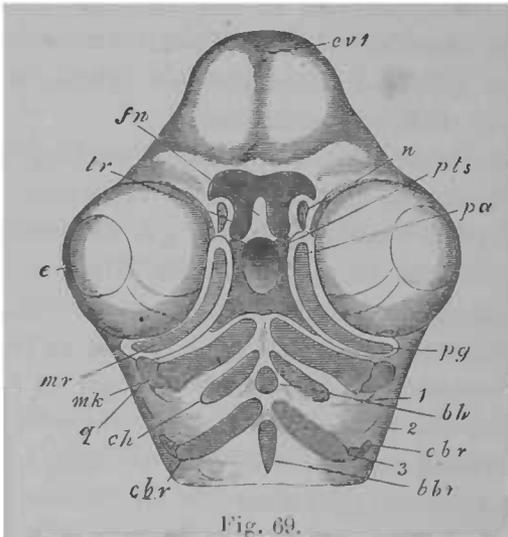


Fig. 69.

LES APPENDICES SYMÉTRIQUES DU CRANE D'UN POULET LE QUATRIÈME JOUR DE L'INCUBATION, VUS PAR LA FACE INFÉRIEURE.

(D'après Parker.)

*cv1*, vésicules cérébrales; *c*, œil; *fn*, bourgeon fronto-nasal; *n*, fosse nasale; *tr*, trabécules; *pts*, espace pituitaire; *mr*, bourgeon maxillaire supérieur; *pg*, ptérygoïdien; *pa*, palatin; *q*, carré; *mk*, cartilage de Meckel; *ch*, cérato-hyoidien; *bh*, basi-hyoidien; *cbr*, cérato-branchial; *cbr*, portion postérieure du cartilage du troisième arc viscéral; *bbr.*, basi-branchial; 1, première fente viscérale; 2, deuxième fente viscérale; 3, troisième arc viscéral.

sont très-déliçates et ne restent à l'état cartilagineux que pendant un temps très-court.

8. Dans l'arc mandibulaire lui-même on trouve un cartilage antérieur et un autre postérieur. Ce dernier est situé (fig. 68 et 69, *q*) sur le côté de la masse d'investissement, mais il n'a aucun point d'union avec elle, il est connu sous le nom de *quadratum* ou cartilage carré, dans les premiers temps ce n'est qu'un simple noyau cartilagineux. La tige antérieure est appelée *cartilage de Meckel* (fig. 69, *mk*) et c'est sur ce cartilage que se mouleront les os formant les mandibules, tandis que son extrémité postérieure devient l'*articulaire*.

9. Dans l'arc suivant, ordinairement désigné sous le nom de deuxième arc viscéral ou d'arc hyoïdien, le cartilage prend peu de développement, il se compose d'une pièce impaire, dite cartilage *basi-hyoïdien* (fig. 69, *lh*) et de deux tiges, une de chaque côté, dites cartilages *cérato-hyoïdiens* (fig. 68, *ch*).

10. Dans le troisième arc qui correspond au premier arc branchial des Ichthyopsidés, il existe de chaque côté une forte tige cartilagineuse antérieure (fig. 69, *abr*) le cartilage *cérato-branchial* \* et une pièce postérieure plus petite (fig. 69, *abr*); entre les deux arcs se trouve une masse mal délimitée (fig. 69, *abr*) le cartilage « *basi-branchial* ». Les arcs suivants ne donnent lieu chez l'oiseau au développement d'aucun cartilage.

11. Le développement de ce crâne cartilagineux primitif est très-rapide et, dès le cinquième ou le sixième jour, de très-importants changements se sont produits. En premier lieu, la portion pré-pituitaire de l'axe crânio-facial prend une longueur égale, puis supérieure à celle de la portion post-pituitaire. Ce changement s'accompagne d'une diminution considérable de la flexion crânienne. Dans la masse d'investissement, les changements principaux sont le développement en haut et en arrière, de chaque côté, des ex-occipitaux, et l'appar-

rition des condyles de l'occipital (fig. 70, *oc*), sous la forme de petites saillies situées de chaque côté de la ligne médiane, à l'extrémité postérieure de la plaque. En avant de l'extrémité terminale de la notocorde s'élèvent deux cloisons cartilagineuses verticales, l'une en avant, l'autre en arrière du corps pituitaire ; on les appelle respectivement paroi *clinôide antérieure* et *postérieure*. Mais c'est en avant de la cloison antérieure que s'effectuent les changements les plus remarquables. Sur la ligne médiane de la lame formée par la réunion des trabécules s'élève une crête très-saillante, la *lame ethmo-présphénoïdale*, elle est d'abord plus haute

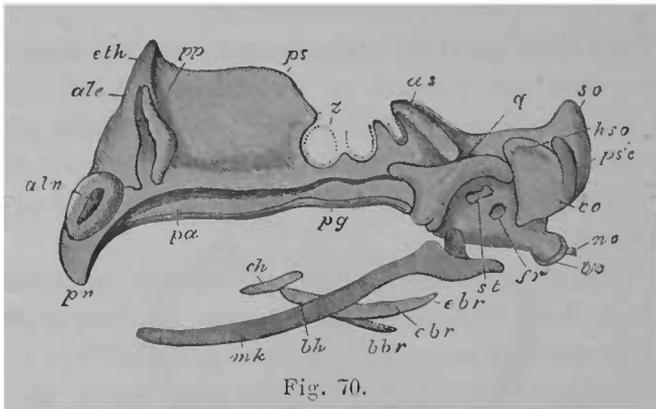


Fig. 70.

VUE DE PROFIL DU CRANE CARTILAGINEUX D'UN POULET,  
LE SEPTIÈME JOUR DE L'INCUBATION.

(D'après Parker.)

*pn*, cartilage pré-nasal ; *aln*, cartilage ali-nasal ; *ale*, ali-ethmoïde, immédiatement au-dessous on voit le cartilage ali-septal ; *eth*, ethmoïde ; *pp*, partie plane (lame perpendiculaire) ; *ps*, pré-sphénoïde ; *pa*, palatin ; *pg*, ptérygoïdien ; *z*, nerf optique ; *as*, ali-sphénoïde ; *q*, carré ; *st*, étrier ; *fr*, fenêtre ronde ; *hso*, canal demi-circulaire horizontal ; *psc*, canal demi-circulaire vertical postérieur ; l'antérieur et le postérieur sont vus tous deux par transparence à travers le cartilage ; *so*, supra-occipital ; *eo*, ex-occipital ; *oc*, condyle occipital ; *nc*, notocorde ; *mk*, cartilage de Meckel ; *ch*, cérato-hyoïdien ; *bh*, basi-hyoïdien ; *cbr* et *ebr*, cérato-branchial ; *bbr*, basi-branchial.

en arrière qu'en avant, et elle émet bientôt, en avant et en bas, un prolongement, le cartilage *pré-nasal*, qui constitue la base cartilagineuse sur laquelle se moule la région *pré-maxillaire*.

12. Le développement continue à se faire d'une manière très-rapide pour toutes ces parties, et le septième jour l'extrémité antérieure de la lame ethmo-présphénoïdale (fig. 70, *eth* et *ps*) en devient le point le plus élevé et constitue la pointe postérieure de l'ethmoïde (fig. 70, *eth*).

Le cartilage pré-nasal (fig. 70, *pn*) continue de faire saillie en avant, c'est à ce moment que se forment les cartilages ali-nasaux (fig. 70, *aln*) développés aux dépens des cornes trabéculaires, et les cartilages ali-septaux qui comprennent les cornets inférieurs (fig. 70).

Le basi-sphénoïde se développe en dehors de chaque côté pour former l'ali-sphénoïde (fig. 70, *as*) et, postérieurement, les supra-occipitaux (fig. 70, *so*) se sont de plus en plus rapprochés l'un de l'autre par leur partie supérieure; en même temps, les épaisissements cartilagineux destinés à former les condyles occipitaux se sont considérablement développés (fig. 70, *oc*).

Le carré (fig. 70, *q*) a subi de grandes modifications. Dans les premiers temps ce n'était qu'un simple noyau cartilagineux, mais aujourd'hui, il émet un prolongement antérieur, l'apophyse orbitaire, et un long prolongement postérieur qui s'articule avec la « capsule périotique », ainsi qu'avec l'ex-occipital (fig. 70, *eo*); il émet un troisième prolongement, dirigé en bas, terminé par deux pointes, qui s'articule avec l'extrémité du cartilage de Meckel.

La *fenêtre ovale* et la *fenêtre ronde* (fig. 70, *fr*) apparaissent pendant cette période : la tête de l'*étrier* (fig. 70, *st*) se trouve placée dans la première de ces deux ouvertures.

Le palatin (fig. 70, *pa*) et le ptérygoïdien (fig. 70, *pg*) ont augmenté de longueur, le premier est le plus long des deux, entre ces deux cartilages et la base du crâne s'est formée une masse de tissu qui deviendra plus tard le bec du sphénoïde (parasphénoïde).

Le second arc n'a guère été modifié, mais les parties du troisième arc, qui correspond au premier arc branchial des

Poissons osseux, ont augmenté de volume sans toutefois subir d'autres modifications.

13. Dans la période suivante (troisième période de Parker), qui se présente à peu près vers le milieu de la deuxième semaine de l'incubation, le cartilage pré-nasal (fig. 71 *pn*) s'est beaucoup allongé, a perdu sa forme courbe à concavité inférieure, et se trouve ainsi continuer en ligne droite la *cloison du nez* et l'ethmoïde; la lame continue, ainsi constituée, à mesure qu'elle s'accroît en longueur, se rétrécit peu à peu, sauf en un point placé immédiatement en avant de l'espace pituitaire où elle s'étend de chaque côté en un prolongement auriforme.

L'espace pituitaire est encore ouvert et reçoit les carotides internes; en arrière, se trouve une autre fente impaire (fig. 71, *nc'*) située sur la ligne médiane, et dans laquelle se voit la notocorde. Cette fente est de formation récente, et lorsque dans son développement le crâne débordera de toutes parts la notocorde, les parties environnantes formeront la portion post-pituitaire du basi-sphénoïde.

Les ali-sphénoïdes se sont largement développés. Lorsque l'on étudie le crâne par sa face inférieure, ils sont presque entièrement cachés par les *basi-temporaux* ossifiés (fig. 71, *bt*), mais leurs angles antérieurs viennent précisément faire saillie en avant de ces derniers os (fig. 71, *as*).

Le condyle occipital, formé par la soudure des deux noyaux cartilagineux originellement séparés, se voit immédiatement au-dessous de la notocorde (fig. 71, *nc*), et les supra-occipitaux (fig. 71, *so*) se sont soudés au-dessus du trou occipital.

14. Les points d'ossifications du crâne cartilagineux, qui ont commencé à paraître pendant cette période, sont les suivants :

1° Un point d'ossification ectostéique<sup>1</sup> autour de la noto-

<sup>1</sup> Les mots *ectostose* (*ectostosis*), *ectostéique* (*ectostal*) sont employés pour désigner l'ossification qui s'effectue entre le péri-chondre et le cartilage, celui d'*endostose* (*endostosis*) pour l'ossification qui s'accomplit entre les

corde, à la surface interne du crâne, immédiatement en arrière du condyle occipital. L'ossification ne tarde pas à gagner l'autre face et forme un centre d'ossification pour le basi-occipital.

2° Un point d'ossification ectostéique (fig. 71, *eo*), commençant immédiatement en arrière du trou destiné au nerf vague (fig. 71, 8), pour chacun des ex-occipitaux. Cette ossification commence à l'extérieur, puis s'étend à la surface interne de l'ex-occipital cartilagineux.

3° Le palatin (fig. 71, *pa*) s'est ossifié en entier par voie endostéique, c'est le seul exemple de ce mode d'ossification que l'on puisse observer dans le développement du crâne primitif de l'oiseau.

4° Une ectostose pour le ptérygoïdien (fig. 71, *pg*).

5° Un point ectostéique pour le carré ou tympanique (fig. 71, *q*).

6° Un point ectostéique pour les cérato-branchiaux.

15. A cette période le plus grand nombre des os membraneux commencent également à se former.

Les deux pré-maxillaires (fig. 71, *px*) se forment dans les tissus qui revêtent le cartilage pré-nasal; ils sont triangulaires, le sommet en est dirigé en avant, et ils ne tardent pas à fournir leurs trois apophyses normales, l'une supérieure dirigée vers le frontal (l'apophyse nasale), l'autre le long du bord du bec, destinée à s'unir au maxillaire (l'apophyse marginale), et la troisième inférieure le long de la partie moyenne du palais, destinée à s'unir aux palatins. Les maxillaires (fig. 71, *mx*) se développent de chaque côté en dehors du squelette interne. Terminés en pointe à chaque extrémité, ils sont plus larges à la partie moyenne, et envoient une apophyse en dedans pour

cellules même du cartilage. Ces deux modes se trouvent assez fréquemment combinés l'un avec l'autre, lorsque l'ossification par ectostose en atteignant le cartilage, y détermine une véritable ossification endostéique. On emploie le terme de *parostose* (*parostosis*) pour désigner toute ossification qui s'accomplit simplement au sein de tissus fibreux. Les produits de cette ossification parostéique sont souvent désignés sous le nom d'*os membraneux* ou *os plats*.

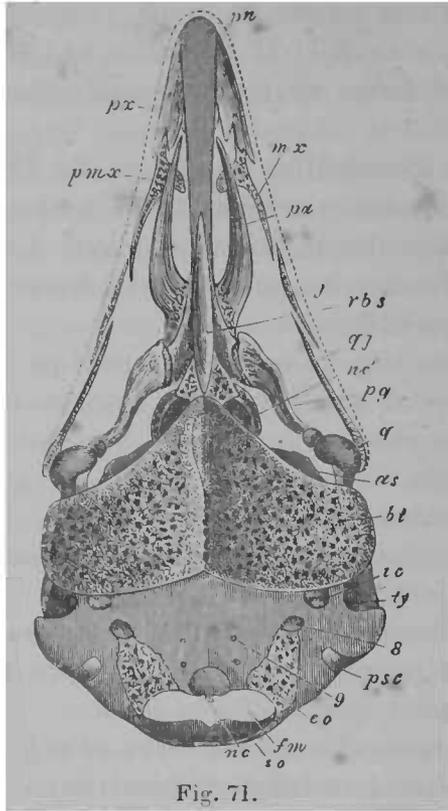


Fig. 71.

CRANE EMBRYONNAIRE D'UN POULET PENDANT LA DEUXIÈME SEMAINE DE L'INCUBATION. (3<sup>e</sup> PÉRIODE.) FACE INFÉRIEURE. (D'après Parker.)

Cette figure est destinée à montrer le crâne cartilagineux avec ses points d'ossification ainsi que les os membraneux qui ont commencé à se former d'une manière indépendante du crâne cartilagineux. Le maxillaire inférieur et le système hyoïdien ont été omis.

Les indications suivantes s'appliquent au crâne cartilagineux et aux points d'ossification qui lui appartiennent.

*mn*, cartilage pré-nasal; *pa*, os palatin (déjà ossifié); *pg*, os ptérygoïdien (également ossifié); *nc'*, notocorde, vue dans l'espace post-pituitaire. La notocorde et l'espace post-pituitaire sont en réalité tout à fait cachés par la lame osseuse *bt*, dans la position donnée à la tête dans cette figure, mais elles sont représentées schématiquement comme si on les voyait par transparence à travers cette lame osseuse. *nc*, extrémité de la notocorde dépassant le condyle occipital; *q*, carré; *as*, ali-sphénoïde; *ic*, carotide interne; *ty*, cavité tympanique; *psc*, canal demi-circulaire postérieur; 8, trou destiné au passage de la huitième paire; 9, trou destiné au passage de la neuvième paire; *co*, centre d'ossification de l'occipital; *so*, région supra-occipitale; *fm*, fontanelle.

Les lettres suivantes désignent les os membraneux :

*px.* prémaxillaire ; *mx*, maxillaire ; *pmx*, apophyse interne du prémaxillaire destinée à former le maxillo-palatin ; *j*, jugal ; *qj*, quadrato-jugal ; *rb*, bec du sphénoïde ; *bt*, basi-temporal.

former le maxillo-palatin (fig. 71, *pmx*). Le jugal (fig. 71, *j*) et les quadrato-jugaux (fig. 71, *qj*) se développent également pendant cette même période et réunissent l'extrémité postérieure des maxillaires à l'os carré ; ce sont des os délicats, en forme de baguettes, le quadrato-jugal est le plus volumineux.

Le sommet du crâne, qui jusqu'à ce moment n'était encore recouvert ni par des cartilages, ni par des os, commence maintenant à se recouvrir de dépôts osseux parostéiques, destinés à donner naissance aux os nasaux, frontaux et pariétaux. Le squamosal commence aussi à se former en dehors de la région prootique ; il débute par un dépôt qui se montre dans le mésoblaste extérieur au périchondre.

A la base du crâne, se présentent trois dépôts osseux destinés à former des os membraneux qui ne tardent pas à s'unir pour constituer l'équivalent du parasphénoïde des Poissons osseux.

Le premier de ces trois dépôts osseux est celui qui se forme dans la masse de tissu désignée précédemment sous le nom de « rostre » ou bec du sphénoïde (fig. 71, *rb*), il s'unit en arrière avec deux dépôts osseux, les petits os basi-sphénoïdaux, qui se forment de chaque côté, en avant de l'espace pituitaire. Le troisième dépôt est la grosse masse osseuse, à peu près reniforme (fig. 71 *bt*), appelée le basi-temporal, qui constitue l'un des traits les plus remarquables du crâne à cette période, et qui se compose de deux moitiés symétriques. Les basi-temporaux ne sont pas encore fixés à la base du crâne, mais ils ne tardent guère à s'unir l'un avec l'autre et avec le crâne d'une manière solide, et l'espace pituitaire se trouve ainsi complètement fermé en dessous par une paroi osseuse.

16. Dans le cours de la période précédente, la plupart des os de la face et du crâne ont commencé à s'ossifier, de telle sorte que pendant la période qui suit, et qui est la quatrième,

c'est-à-dire vers la fin de la deuxième semaine de l'incubation et le commencement de la troisième, les changements principaux consistent dans l'ossification progressive des divers os. Nous n'avons point l'intention d'exposer d'une manière complète la structure du crâne du poulet, nous voulons au contraire nous borner à l'étude des débuts du développement de cette partie, aussi les périodes suivantes seront-elles décrites plus sommairement encore que les trois premières.

17. L'une des modifications les plus importantes de cette période est la perforation du cartilage ethmo-présphénoïdal. Ce cartilage (fig. 70, *ps*) formait pendant la seconde période une lame continue, mais, vers la fin de la troisième période et le commencement de la quatrième, deux fenêtres y apparaissent. La fenêtre postérieure sépare le présphénoïde de l'ethmoïde, mais, comme la perforation produite n'intéresse pas toute l'épaisseur de la lame, les deux cartilages n'en restent pas moins continus en dessous. La seconde fenêtre sépare l'ethmoïde de la cloison nasale.

L'état primitif du cartilage ethmoïdo-nasal ressemble, ainsi que Parker l'a fait remarquer, à l'état permanent de ce même cartilage chez les *Struthiadés*, tandis que l'état dans lequel il se trouve à la fin de cette période ressemble à celui qui s'observe chez les oiseaux *Tinamomorphes* et semble prouver que les *Gallinacés* ont passé par ces deux états ayant d'arriver à l'état actuel. Cette lame cartilagineuse ne subit aucun commencement d'ossification pendant cette période. Les cartilages ali-ethmoïdaux, ali-septaux et ali-nasaux, qui naissent de chaque côté de cette lame, sont alors séparés les uns des autres par des sillons peu marqués.

18. Les nouveaux centres d'ossification principaux qui paraissent, à cette époque, dans le crâne primitif sont :

- 1° Une plaque ectostéique pour le prootique.
- 2° Deux plaques ectostéiques, qui paraissent dans chacun des deux ali-sphénoïdaux, l'une dans l'angle supérieur et la seconde immédiatement au-dessus de la fenêtre ovale.

Les points d'ossification qui ont paru pendant la période précédente se sont accrus considérablement.

Le basi-occipital est ossifié dans une grande partie de son étendue, mais il renferme encore les restes de la notocorde. Cependant le condyle occipital n'est pas encore ossifié. Les lames ex-occipitales et supra-occipitales s'étendent avec rapidité et ces dernières sont presque arrivées jusqu'à la ligne médiane. L'os carré est presque entièrement ossifié, mais les condyles supérieurs et inférieurs, ainsi que l'apophyse orbitaire, sont encore cartilagineux.

19. Le rostre ou bec du sphénoïde est encore séparé de l'éthmoïde, mais il s'est uni dans une grande partie de son étendue avec le basi-sphénoïde. Entre l'extrémité postérieure du ptérygoïdien et le rostre se trouve interposée une lame cartilagineuse appelée basi-ptérygoïde.

Les basi-temporaux se sont soudés dans une grande étendue avec les prolongements osseux du basi-sphénoïde, mais, sur les côtés, entre les deux os persiste un espace libre dans lequel passe la trompe d'Eustache. Entre les basi-temporaux eux-mêmes, dans les points où ils ne se sont point soudés l'un à l'autre, on trouve un autre espace libre qui est destiné à faire partie du vestibule commun où aboutissent, sur la ligne médiane, les deux trompes d'Eustache.

Un nouvel os plat, le vomer, commence à se former, pendant cette période, sur la ligne médiane, à peu près vers la moitié de la longueur des palatins.

Les divers os membraneux du crâne sont devenus maintenant beaucoup plus fermes et consistants, les frontaux envoient un prolongement inférieur qui atteint la lame éthmoïdale et y propage immédiatement l'ossification.

20. Dans la période suivante, vers le second jour qui suit la naissance, un nombre considérable de changements s'effectuent. L'éthmoïde a commencé à s'ossifier par deux points ectostéiques, un de chaque côté, et l'ossification propagée par le prolongement du frontal dans la lame éthmoïdale s'est

étendue. L'éthmoïde n'est alors uni à la cloison nasale qu'en haut, par un isthme très-étroit.

La cloison possède encore son prolongement antérieur, le cartilage pré-nasal, mais il diminue rapidement.

Dans l'oreille se présentent actuellement trois points d'ossification ectostéique : le prootique, qui a paru dès la première période et qui est de beaucoup le plus considérable des trois; l'opisthotique, qui est situé entre le prootique et l'ex-occipital, mais qui est distinct de l'un et de l'autre, et enfin une troisième lamelle ectostéique dite ptérotique.

Un petit point d'ossification, affectant une forme annulaire, apparaît dans l'apophyse angulaire interne du cartilage de Meckel, les autres apophyses de ce cartilage diminuent rapidement et ne tardent pas à disparaître.

Les points d'ossification supra-occipitaux se sont unis sur la ligne médiane; les ex-occipitaux se sont largement accrus, mais demeurent absolument séparés des opisthotiques.

L'ossification du basi-occipital a commencé à se propager aux condyles.

21. Les principaux faits importants relatifs aux os membraneux sont les suivants : les prémaxillaires (fig. 71, *px*) se sont unis sur la ligne médiane; le vomer a fortement augmenté de volume; les lacrymaux se sont développés et présentent une lame supra-orbitaire et une lame anté-orbitaire assez épaisse. Il existe encore une large fontanelle entre les frontaux et les pariétaux. Les squamosaux sont très-grands. Dans la mandibule, tous les os membraneux sont à ce moment développés.

Vers la troisième semaine après la naissance, deux nouveaux centres d'ossification apparaissent, l'un à la face externe de l'ali-sphénoïde, formant le centre du *post-frontal*, et l'autre sur le canal semi-circulaire postérieur, pour l'*épiotique*, qui est pendant un temps très-court distinct de l'ex-occipital.

Chez les poulets de deux mois environ, les sutures ont com-

mencé à n'être plus aussi distinctes, mais deux nouvelles paires de centres d'ossification apparaissent à côté du pré-sphénoïde. L'ossification marche d'abord d'une manière indépendante, mais plus tard elle se propage au pré-sphénoïde, non-ossifié jusque-là. Chez les poulets de sept à neuf mois, les os plats commencent pour la plupart à se souder avec les autres os du crâne et les sutures s'effacent avec rapidité. Ce serait s'écarter du but de cet ouvrage que d'insister sur les changements par lesquels passe le crâne du jeune poulet, muni de toutes ses sutures, pour devenir le crâne de l'adulte, où les lignes de réunion de la plupart des os sont impossibles à distinguer. Nous terminerons donc cet exposé par la liste des os qui existent d'abord à l'état cartilagineux et celle des os plats ou os membraneux.

*Parties du crâne de l'oiseau existant primitivement à l'état de cartilage ou qui persistent à cet état.*

Supra-occipital. Ex-occipital. Basi-occipital. Epotique. Prootique. Opisthotique. Ptérotique. Ali-sphénoïde. Basi-sphénoïde. Orbito-sphénoïde. Pré-sphénoïde. Ethmoïde. Post-frontal. Cloison nasale, cornets, cartilages pré-nasaux. Squelette du second et du troisième arc viscéral et étrier. Cartilage de Meckel et carré (premier arc viscéral). Ptérygoïdien et palatin (bourgeon maxillaire supérieur).

*Os plats qui n'ont jamais été à l'état cartilagineux*

Pariétal. Squamosal. Frontal. Lacrymal. Nasal. Pré-maxillaire. Maxillaire. Maxillo-palatin. Vomer. Jugal. Quadrato-jugal. Dentaire et os de la mandibule. Basi-temporal et bec du sphénoïde.

# APPENDICE

## INSTRUCTIONS PRATIQUES POUR L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DU POULET.

---

### I. **Couveuses.**

La meilleure de toutes les couveuses est la couveuse naturelle, la poule : le nombre d'œufs qui ne parviennent pas à se développer est bien moindre qu'avec les couveuses artificielles et la marche du développement est beaucoup plus régulière. Sous la poule, un œuf de 36 heures, par exemple, se trouvera précisément à la période de développement que nous avons indiquée pour cette date ; au contraire, dans la couveuse artificielle, il est presque certain qu'il n'en est pas ainsi. Une bonne couveuse ne cesse pas de couvrir pendant trente et quelques jours, quand même on change les œufs tous les jours. Il faut veiller à ce qu'elle ne manque jamais d'eau et à ce qu'elle soit toujours pourvue d'une large provision d'aliments mous proportionnée à son appétit. Il est bon de placer la nourriture à quelque distance des œufs, afin d'obliger la poule à les quitter pour manger. Elle couvrira obstinément dans un lieu chaud, tranquille et un peu sombre. Les œufs placés sous la couveuse doivent porter la date inscrite sur la coquille, afin que l'on puisse connaître avec exactitude la durée de l'incubation pour chacun d'eux. Si l'œuf doit y rester quelque temps, par exemple, sept jours ou davantage, la marque doit être profonde, distincte, sous peine d'être effacée par le frottement.

Quand on ne peut pas se procurer une bonne poule couveuse, il faut avoir recours aux couveuses artificielles. Nous sommes, pour notre part, si habitués à nous servir de la poule, que nous avons bien peu d'expérience des divers appareils qui ont été proposés pour arriver à la remplacer. Nous avons, cependant, obtenu d'assez bons résultats avec une étuve sèche à double enveloppe, complètement entourée d'une couche épaisse de coton et de molleton de flanelle; chauffée par un très-petit jet de gaz. L'appareil est rempli d'eau chaude et l'on attend que la température se soit abaissée à 40°, ou à peu près, avant d'y introduire les œufs, il suffit alors d'une très-petite flamme de gaz pour y maintenir la température convenable. Un petit bec percé d'un trou fin, donnant à la pression ordinaire, une flamme excessivement mince d'environ 2 pouces de hauteur est ce qui convient le mieux pour remplir le but qu'on se propose. En tournant le robinet de manière à augmenter ou à diminuer la hauteur de la flamme, suivant les besoins, on arrive à maintenir, d'une manière constante, une température moyenne. Ce dispositif bien simple fonctionne d'une façon tout aussi satisfaisante en somme que les appareils compliqués qui ont été imaginés pour remplir le même but.

Si le gaz fait défaut, la flamme d'une veilleuse ordinaire, placée à une distance convenable au-dessous de l'étuve, peut servir également bien. Un volume donné d'eau, une fois élevé à la température voulue, et entouré de toutes parts de corps non-conducteurs, n'a besoin que d'une très-petite quantité de chaleur pour compenser d'une manière constante les pertes de calorique qu'il subit.

La température doit être maintenue entre 37° et 40° C.; elle peut s'élever temporairement de quelques degrés au dessus de 40° sans inconvénient, mais on ne doit pas la laisser tomber au-dessous de 37°.

Dans l'étuve, les œufs doivent être déposés sur une couche de coton, ils seront recouverts d'une autre couche de la même

substance, les produits de la combustion du gaz doivent en être écartés autant que possible.

## II. Examen d'un embryon de 36 à 48 heures.

Il est bien préférable pour l'élève de commencer par l'étude d'un embryon de cette date. La manipulation n'est pas difficile, et les détails de structure sont assez simples pour pouvoir être facilement aperçus. Les embryons plus jeunes sont difficiles à manier, tant qu'on a pas acquis une certaine expérience, et les détails des embryons plus avancés sont tellement nombreux qu'il n'est pas à désirer de commencer par eux.

### A. Ouverture de l'œuf.

Prendre l'œuf encore chaud, sous la poule ou dans la couveuse, et le placer dans une petite cuvette assez grande pour qu'il puisse être couvert par le liquide. (La position que l'on donne à l'œuf est tout à fait indifférente puisqu'à cette époque le blastoderme se trouvera toujours à la partie supérieure.) Il est avantageux, mais cela n'est pourtant pas indispensable, de placer au fond de la cuvette, un moule : par exemple, une plaque de plomb creusée sur sa face supérieure d'une concavité dans laquelle l'œuf peut reposer avec sécurité, sans risque de rouler dans la cuvette. Verser dans ce vase une solution contenant 0,75 pour 100 de chlorure de sodium, chauffée à 38°, de manière à couvrir l'œuf entièrement. D'un coup sec briser la coquille à la grosse extrémité, et faire sortir l'air qui s'y trouve accumulé : sans cela, la présence de l'air dans la chambre ferait flotter la grosse extrémité de l'œuf. A cette date, il n'y a que très-peu d'air, mais dans les œufs qui ont subi une plus longue incubation, il y aurait inconvénient à ne pas faire ce qui vient d'être conseillé.

Au lieu de briser la coquille d'un seul coup, on peut la percer en un point et agrandir l'ouverture avec la pince, mais un peu de pratique mettra l'élève à même d'employer

sans inconvénient la première méthode indiquée, qui est sans contredit la plus commode.

Au moyen d'une pince mousse, enlever la coquille avec précaution, morceau par morceau, en laissant intacte la membrane coquillière; commencer cette opération par l'ouverture faite à la grosse extrémité, et continuer ainsi à la partie supérieure de l'œuf, jusqu'à ce que le tiers ou la moitié environ de la coquille ait été enlevée.

Puis avec une pince plus fine enlever la membrane coquillière, elle viendra aisément, en lambeaux rubanés, dirigés obliquement par rapport au grand axe de l'œuf, dans une direction à peu près hélicoïdale. Le jaune et l'embryon se présentent alors à la vue.

Plusieurs personnes ont adopté une autre pratique, qui consiste à briser simplement l'œuf en travers et à laisser tomber le blanc et le jaune tout ensemble dans la cuvette, ainsi que le font les cuisinières. Mais nous avons la certitude que le surcroît de peine qu'impose la méthode conseillée par nous sera plus que compensé par les résultats obtenus.

Pendant tout le temps de ces manœuvres, et même pendant toute la durée de l'examen de l'embryon *in situ*, la cuvette et son contenu, doivent être maintenus à une température d'environ 38° C., soit par le renouvellement de la solution salée, soit au moyen d'un bain de sable.

#### B. *Examen du blastoderme in situ.*

Cet examen peut-être fait à l'œil nu ou à la simple loupe. On remarque :

1° Perpendiculairement au grand axe de l'œuf, l'aire transparente, au milieu de laquelle on aperçoit obscurément l'embryon sous l'aspect d'une ligne blanche;

2° L'aire vasculaire tachetée, avec les vaisseaux sanguins commençant à se former;

3° L'aire opaque s'étendant sur le jaune, et les changements qui se sont opérés dans le jaune à la circonférence de cette zone;

4° (Au moyen d'une loupe simple) les contractions du cœur ; peut-être parviendra-t-on à découvrir le contour de la tête.

### C. Séparation de l'embryon.

Plonger l'une des lames d'une paire de ciseaux pointus et fins dans le blastoderme, immédiatement en dehors du bord externe de l'aire vasculaire, et pratiquer rapidement une incision circulaire. Éviter autant que possible d'agiter le liquide de la cuvette tant que l'incision n'est pas achevée.

Avec un peu d'attention, on peut alors faire flotter le blastoderme excisé et le conduire dans un verre de montre, en prenant soin de le maintenir aussi bien étalé que possible. Avec une pince ou une aiguille, aidée de quelques très-légères secousses, enlever le lambeau de la membrane vitelline qui couvre le blastoderme.

S'il reste un peu de jaune adhérent au blastoderme, le liquide agité doucement peut achever de le détacher. Quelquefois il est bon d'aspirer le jaune avec une pipette de verre, en remplaçant le liquide enlevé par une égale quantité de la solution salée (à 0,75 pour cent).

Il faut alors enlever le blastoderme du verre de montre pour le placer sur une lame de verre, car dans le verre de montre il serait difficile d'empêcher les bords du blastoderme de se recourber.

Ce transport peut se faire avec facilité en plongeant le verre de montre et la lame de verre dans une cuvette contenant une certaine quantité de la solution saline chauffée. Avec un peu de soin, le blastoderme flottant peut être transporté de l'un à l'autre, puis lorsque le blastoderme se trouve bien étendu, la face supérieure en haut, sur la lame de verre, celle-ci est retirée très-doucement du liquide.

On peut alors entourer le blastoderme d'un anneau de mastic, verser doucement une très-petite quantité de la solution salée dans cet anneau et couvrir le tout d'une lamelle

de verre qu'on peut presser jusqu'à ce qu'elle arrive tout près de l'embryon. Il va sans dire qu'il faut chasser avec soin les bulles d'air.

Si l'on prend soin de tenir l'embryon couvert de liquide, on peut se passer de l'anneau de mastic et de la lamelle, qui sont souvent gênants, dans le cas, par exemple, où l'on a besoin de retourner l'embryon.

Cela fait, l'objet est prêt à être examiné, soit à la loupe, soit au microscope. Il vaut mieux, pour l'élève, commencer au moins avec la loupe simple. Pour voir les choses dans les meilleures conditions possibles, il faut que la préparation soit maintenue à la température d'environ 38°, ce qui s'obtient en la plaçant sur une platine chauffante.

D. *Face supérieure de l'embryon transparent vue à la lumière transmise.*

Les points principaux à observer sont :

- 1° Le *repli céphalique* ;
- 2° Les premières traces de l'*amnios*, principalement le *faux amnios* ou repli anniotique externe ;
- 3° Le *tube neural* : la ligne de fusion des replis médullaires, la *première vésicule cérébrale*, les *vésicules optiques* commençant à se former, les premières traces de la *seconde* et de la *troisième vésicules cérébrales*, les replis médullaires non encore réunis à l'extrémité caudale ;
- 4° Le *cœur* vu obscurément par transparence à travers le tube neural ; remarquer les pulsations, si elles existent ;
- 5° Le *repli de la somatopleure* antérieur au cœur (il est en général fort peu distinct) ;
- 6° Le *repli de la splanchnopleure* (plus distinct que le précédent), les *veines omphalo-mésentériques* ;
- 7° Les *protovertèbres* ;
- 8° Les premiers vestiges des *artères omphalo-mésentériques* ;
- 9° Le *repli caudal* encore à peine formé ;

10° Les *vaisseaux sanguins* commençant à paraître dans l'aire transparente et dans l'aire vasculaire.

E. *Face inférieure de l'embryon transparent vue à la lumière transmise.*

Il faut maintenant enlever la lamelle et immerger de nouveau la lame de verre dans la solution saline. Saisissant délicatement avec une pince le bord extrême de l'aire opaque, on n'aura aucune difficulté à faire flotter le blastoderme, à le retourner, et enfin à le replacer sur la lame de verre, la face inférieure en haut.

Les points qui méritent le plus d'attirer l'attention sont :

1° Le *cœur*, sa position, son union avec les veines omphalo-mésentériques, son extrémité artérielle;

2° Le *repli de la splanchopleure* marquant la limite postérieure de l'intestin, les veines omphalo-mésentériques courant le long de ses plis;

3° Les *protovertèbres* de chaque côté du canal neural, en arrière du cœur; un peu plus loin en arrière, les plaques vertébrales ne sont pas encore subdivisées en protovertèbres.

F. *Examen de l'embryon à la lumière directe, comme un corps opaque.*

Cet examen ne doit jamais être omis. Beaucoup de détails de l'embryon vu par transparence ne deviennent intelligibles qu'après l'examen à la lumière directe comme un corps opaque.

Après avoir enlevé l'anneau de mastic et la lamelle, si l'on a cru devoir en faire usage, laisser le blastoderme se dessécher suffisamment pour que ses bords adhèrent à la lame de verre, mais en prenant garde de laisser l'embryon lui-même se sécher. Placer la lame de verre portant le blastoderme étalé dans un vase peu profond, contenant une solution d'acide chromique à 0,1 ou 0,5 pour cent.

Si le blastoderme était simplement plongé seul dans la solution d'acide chromique, les bords de l'aire opaque se re-

courberaient et cacheraient une grande partie de l'embryon. La méthode que nous conseillons ici empêche ces inconvénients de se produire.

L'embryon durci et rendu opaque par immersion dans l'acide chromique (vingt-quatre heures de séjour dans la solution suffisent) peut être placé dans un verre de montre contenant une petite quantité de la même solution, ou simplement dans de l'eau ordinaire, et examiné à la loupe, à la lumière directe. On trouvera, pour cet examen, le microscope composé bien moins avantageux, à beaucoup près, que la loupe simple. Un morceau de papier noir placé sous le verre de montre fera valoir avec avantage les lumières et les ombres de l'embryon. Le verre de montre devra être à fond plat, ou bien il faudra se servir d'une petite cuvette de verre peu profonde.

a. L'embryon étant vu par sa face supérieure, on remarque :

1° Le *repli céphalique*; la tête fait nettement saillie au-dessus du plan du blastoderme, elle est constituée alors principalement par la vésicule cérébrale antérieure et les vésicules optiques;

2° Le relief du canal médullaire et les premiers vestiges des parois latérales de l'embryon;

3° Les premiers linéaments de la queue;

4° L'*amnios* couvrant en partie la tête; le déchirer avec des aiguilles et noter ses deux replis.

b. Après avoir retourné le blastoderme, observer sur la face inférieure de l'embryon les points suivants :

1° La limite postérieure de la splanchnopleure dans le repli céphalique indiquant les limites postérieures du *pré-intestin*. Les replis sont opaques et cachent presque entièrement la tête;

2° Le *repli caudal* commençant à se former et la cavité en forme de nacelle (c'est celle du canal alimentaire) comprise entre le repli caudal et le repli céphalique.

L'élève ne doit pas manquer de dessiner l'embryon vu à la lumière transmise et à la lumière directe, soit par la face supérieure, soit par la face inférieure. Ces croquis lui seront fort utiles lorsqu'il étudiera plus tard les coupes faites sur ce même embryon.

*G. Préparation des coupes de l'embryon.*

1<sup>o</sup> DURCISSEMENT.

*a. Par l'acide chromique.*

L'embryon sera plongé de la manière recommandée plus haut (F), dans une solution à 0,1 pour 100, pendant vingt-quatre heures. Il en sera retiré pour être placé dans une solution plus forte à 0,3 pour 100, pendant vingt quatre heures. S'il paraît suffisamment durci, il sera immédiatement mis dans l'alcool à 70 pour 100, où il restera un jour, puis dans de l'alcool à 90 pour 100; après y être resté deux jours, il sera enfin immergé dans de l'alcool absolu, où on pourra le laisser jusqu'à ce qu'on soit prêt à en faire usage. Si à ce moment la préparation n'est pas absolument débarrassée d'acide chromique, il faut changer l'alcool, jusqu'à ce que l'acide ait complètement disparu.

*b. Par l'acide picrique.*

La meilleure méthode pour l'emploi de l'acide picrique est celle qui a été imaginée par le Dr Kleinenberg.

Faire une solution saturée à froid d'acide picrique : dans 100 parties de cette solution, ajouter 2 parties d'acide sulfurique concentré, filtrer et ajouter au liquide obtenu trois fois son volume d'eau.

L'embryon doit être plongé dans cette solution d'acide picrique de la manière indiquée pour la solution d'acide chromique (voyez F). Après cinq heures d'immersion dans l'acide, on le traitera successivement par l'alcool faible, puis par l'alcool plus fort, enfin par l'alcool absolu, ainsi qu'on l'a vu pour les préparations dans l'acide chromique. Mais il sera probablement plus difficile de le débarrasser de l'acide picrique que

de l'acide chromique, et il faudra changer plusieurs fois l'alcool.

*c. Par l'acide osmique.*

Plonger l'embryon dans une solution d'acide osmique à 0,5 pour 100, l'abandonner, dans un vase couvert, dans l'obscurité, pendant deux heures et demie, puis le placer dans l'alcool absolu, en prenant soin d'enlever complètement l'acide par plusieurs lavages à l'alcool.

Cette méthode a l'avantage d'être plus simple que les précédentes et de laisser les cellules dans un état plus normal. Les inconvénients en sont les suivants : elle est moins sûre et, de plus, il est nécessaire de faire les coupes le lendemain même du jour où l'embryon a séjourné dans l'alcool absolu, autrement il serait trop cassant et les coupes ne seraient ni aussi faciles à faire, ni aussi bonnes. Cette méthode a un autre désavantage, c'est que les contours des cellules sont moins nettement accusés que lorsque l'on a fait usage des deux autres réactifs.

L'alcool absolu a été également employé comme réactif durcissant, mais il est loin de valoir les substances recommandées plus haut.

2<sup>e</sup> COLORATION.

Dans la plupart des cas, il y aura avantage à colorer l'embryon. Le meilleur procédé est de le colorer en totalité; cela vaut mieux que de colorer séparément chacune des coupes.

On peut employer le carmin ou l'hématoxyline. Pour le carmin, la solution de Beale ou toute autre solution alcoolique est ce qu'il y a de meilleur. L'embryon peut y être plongé à sa sortie de l'alcool absolu, abandonné pendant vingt-quatre heures, puis replacé dans l'alcool absolu, pour un nouveau laps de vingt-quatre heures, avant d'être employé pour les coupes.

La meilleure solution d'hématoxyline, dont nous sommes

encore redevables au Dr Kleinenberg, se prépare de la manière suivante :

1° Faire une solution saturée de chlorure de calcium cristallisé dans de l'alcool à 70 pour 100, puis ajouter de l'alun à saturation.

2° Faire également une solution saturée d'alun dans de l'alcool à 70 pour 100 et mélanger la première solution à la seconde dans le rapport de 1 à 8.

3° Au mélange ainsi formé des deux premières solutions, ajouter quelques gouttes d'une solution saturée d'hématoxyline simplement alcaline.

L'embryon peut être porté dans ce liquide à sa sortie de l'alcool absolu, abandonné pendant cinq heures et remplacé pour vingt-quatre heures encore dans l'alcool absolu.

Ni le carmin, ni l'hématoxyline ne coloreraient l'embryon s'il n'était entièrement débarrassé d'acide.

Les préparations faites dans l'acide chromique ou dans l'acide picrique ont seules besoin d'être colorées. Néanmoins, il est possible de colorer par l'hématoxyline les préparations faites dans l'acide osmique.

### 3° INCLUSION.

Il n'est guère possible d'obtenir des coupes satisfaisantes sur les embryons, si l'on n'emploie l'une des méthodes d'*inclusion* si largement usitées aujourd'hui dans les recherches histologiques.

Les substances les plus généralement employées sont :

1° La *paraffine*, obtenue en chauffant 5 parties de paraffine solide avec 1 partie d'huile de paraffine et 1 partie d'axonge.

2° La *cire et l'huile*, mélange obtenu en chauffant 3 parties de cire blanche ordinaire avec 1 partie d'huile d'olives.

3° Le *spermaceti*, obtenu en chauffant 4 parties de spermaceti avec 1 partie de beurre de cacao, ou 4 parties de spermaceti avec 1 partie d'huile de ricin.

(4° *La gomme.* Toutes les substances qui viennent d'être mentionnées sont liquides à chaud et se solidifient en se refroidissant. Quand on emploie une solution de **gomme** comme moyen d'inclusion, il faut la solidifier au moyen de l'alcool. Mais nous ne pouvons pas recommander l'usage de cette substance pour les embryons. Pour la manière de l'employer, voy. *Hand-book for the Physiological Laboratory*, p. 92.)

On doit faire varier la consistance de ces divers mélanges suivant le degré de solidité de l'embryon, on y arrive aisément en augmentant ou en diminuant les quantités des diverses parties constituantes.

Prendre une masse refroidie et solide, formée de l'un de ces mélanges, la tailler en forme de cube de 1 pouce de hauteur, et creuser sur l'une des faces une petite cavité assez grande pour contenir le blastoderme. Puis, après avoir enlevé au moyen d'un petit morceau de papier Joseph l'alcool en excès qui l'accompagne, placer le blastoderme à plat dans la cavité que l'on vient de pratiquer et verser doucement une petite quantité du mélange suffisamment chauffé pour être devenu liquide, (on doit veiller naturellement à ce qu'il ne soit pas trop chaud). Avec une aiguille chauffée, enlever toutes les bulles qui paraissent, et faire sur le cube, pour guider dans les coupes, une marque qui indique la position exacte de l'embryon. Il est parfois avantageux de porter l'embryon, au sortir de l'alcool, dans une petite quantité d'essence de girofles (lorsqu'on emploie la cire et l'huile) ou dans la créosote (lorsqu'on fait usage de paraffine), et de le laisser se saturer de cette substance avant de l'insérer dans la masse d'inclusion. L'adhérence est ainsi rendue plus complète.

Cette méthode donne de bons résultats, lorsque l'objet ne présente pas de cavités où le mélange doit pénétrer. Lorsque de telles cavités existent, la méthode suivante (due encore au Dr Kleinenberg) sera la plus satisfaisante.

Retirer l'objet de l'alcool et le placer immédiatement dans de l'essence de bergamote, le laisser jusqu'à ce que l'essence

y ait pénétré. Pendant ce temps préparer un petit baquet de papier en courbant les bords et pliant les coins d'un morceau de papier fort et y verser une couche peu épaisse d'un mélange de spermaceti et d'huile de ricin. Quand cette couche est devenue solide, on y place l'embryon, après avoir enlevé autant que possible l'essence de bergamote en excès, puis on continue de verser le mélange du spermaceti, suffisamment chauffé pour être liquide sans brûler l'objet. Avec une aiguille chauffée, faire remuer l'objet pour le débarrasser des bulles d'air et pour faciliter au mélange la pénétration dans toutes les parties de l'embryon. Enfin, avant que le spermaceti ne soit devenu solide, placer l'embryon dans la meilleure position possible pour les coupes, et, lorsque le tout se solidifie, marquer le point qu'occupe l'embryon. Il est préférable de plonger l'objet dans le mélange chaud, avant de l'y fixer définitivement, mais alors la manipulation est difficile avec des embryons de cet âge.

Si l'opération a été heureuse, on constatera que le spermaceti a pénétré dans toutes les parties de l'embryon; cette méthode a le grand avantage de permettre la dissolution complète de la masse d'inclusion lorsqu'on plonge les coupes pendant quelques minutes dans un mélange de 4 parties de térébenthine avec 1 partie de créosote. Avec les autres masses d'inclusion, ce nettoyage des coupes est difficile et laborieux et l'on est exposé à endommager les préparations.

#### 4<sup>o</sup> COUPES.

Lorsque la masse est refroidie, parer les angles et couper des lames minces jusqu'à ce que le bord de l'aire opaque commence à paraître. A partir ce moment, les coupes doivent être faites avec les plus grandes précautions, et chacune d'elles devra être examinée jusqu'à ce qu'on arrive sur le corps même de l'embryon.

Les coupes transversales, perpendiculaires à l'axe sont les plus utiles pour débiter, soit que l'on commence par l'ex-

trémité caudale, ou par l'extrémité céphalique : ce dernier mode est le meilleur parce que le fragment sur lequel on fait la dernière coupe, risque d'être entraîné par l'instrument.

On peut employer un des nombreux instruments imaginés pour faire les coupes, mais nous préférons de beaucoup un simple rasoir solidement fixé sur son manche et manié à la main.

Quel que soit le procédé, il faut, si l'on emploie la première des méthodes d'inclusion que nous avons décrites, que la lame du rasoir soit largement mouillée d'alcool, chaque coupe transportée au moyen de ce liquide sur une lame de verre, puis, une fois l'alcool enlevé, montée dans la glycérine, ou bien traitée par la créosote ou par un mélange de térébenthine et d'essence de girofle et montée dans le baume du Canada ou la résine de Dammar. Il est bon de protéger la préparation au moyen d'un petit diaphragme de papier placé sous la lamelle.

Lorsqu'on s'est servi de sparmaceti suivant la méthode indiquée plus haut, la masse d'inclusion, ainsi que le rasoir, doivent être mouillés d'huile d'olives au lieu d'alcool. Les coupes ainsi obtenues seront transportées comme à l'ordinaire sur la lame de verre et traitées alors par un mélange formé de 4 parties de térébenthine et d'une partie de créosote jusqu'à ce que l'huile et le sparmaceti aient été complètement enlevés. Les coupes seront alors montées dans le baume ou dans la résine de Dammar. Il est plus avantageux, même lorsqu'on emploie d'autres méthodes d'inclusion que celles indiquées plus haut de se servir de créosote ou d'essence de girofle au lieu d'alcool pour mouiller le rasoir.

Quelle que soit la méthode employée, les coupes obtenues, aussi minces que possible, devront être soigneusement numérotées de la tête à la queue ou *vice versa*. Elles devront toutes, au moins dans les commencements, être conservées pour l'étude ; les incomplètes même ne doivent pas être rejetées, ce sont souvent les plus instructives.

Voici les coupes transversales qui nous paraissent devoir être les plus utiles.

1° Coupe faite sur les vésicules optiques, montrant les pédicules optiques ;

2° Coupe faite sur la vésicule cérébrale postérieure montrant les vésicules auditives ;

3° Sur la partie moyenne du cœur, montrant les rapports de cet organe avec la splanchnopleure et le canal alimentaire ;

4° Sur le point de divergence des replis de la splanchnopleure, montrant les racines veineuses du cœur ;

5° Sur la région dorsale montrant le canal médullaire, les protovertèbres et le dédoublement du mésoblaste ;

6° Sur le point où le canal médullaire est demeuré ouvert, pour montrer la manière dont s'opère l'occlusion.

Lorsqu'on aura ainsi obtenu une série de bonnes coupes transversales, on fera d'une manière analogue les coupes longitudinales, mais ces dernières sont plus difficiles à manier et servent surtout à la comparaison avec les premières.

*GG. Méthode pour conserver l'embryon tout entier.*

On peut facilement conserver en entier des embryons de cette date ou d'une époque moins avancée, mais de telles préparations ont peu de valeur et ne méritent peut-être pas la peine que l'on prend pour les faire. La meilleure méthode à employer dans ce but est probablement celle qui consiste à plonger l'embryon pendant quelque temps dans une solution d'acide picrique, puis dans de l'alcool faible et successivement dans de l'alcool à un degré plus élevé et enfin dans l'alcool absolu ; après cela, on peut le monter dans la glycérine, ou bien, après coloration et traitement par l'essence de girofle, dans le baume. Dans le but de montrer certains détails particuliers, on peut adopter la préparation par l'acide osmique, puis par l'alcool, enfin par la glycérine.

Il n'y aurait aucun avantage à conserver en entier, pour l'observation au microscope, des embryons d'un âge plus avancé.

### III. Examen d'un embryon de 48 à 50 heures.

A. *Ouverture de l'œuf*, comme au § II, A.

B. *Étude du blastoderme in situ.*

On observe :

1° *La forme de l'embryon*, beaucoup plus distincte qu'à l'époque précédente ;

2° *Les battements du cœur* ;

3° *Les caractères principaux de la circulation.*

C. *Séparer l'embryon du vitellus*, comme au § II, C.

D. *Face supérieure de l'embryon, vue à la lumière transmise.*

On remarque :

1° *La forme générale de l'embryon* ;

a. *Le commencement de la flexion crânienne*

b. *Le repli caudal, et les replis latéraux* ;

2° *L'amnios* ; constater la présence du feuillet interne et du feuillet externe (faux amnios), puis les déchirer et les écarter avec une aiguille. L'amnios une fois enlevé, les caractères de l'embryon deviennent beaucoup plus faciles à voir ;

3° *Les organes des sens* ;

a. *L'œil* ; la formation du *cristallin* est déjà à peu près complète ;

b. *L'invagination auditive*, qui n'est alors qu'un petit sac profond ouvert à l'extérieur par un orifice étroit ;

4° *Le cerveau* ;

a. *Les vésicules cérébrales antérieure, moyenne et postérieure* ;

b. *Les deux hémisphères cérébraux*, nés par bourgeonnement de la vésicule cérébrale antérieure ;

c. *La flexion crânienne* intéressant surtout la vésicule cérébrale moyenne.

E. *Face inférieure de l'embryon, vue à la lumière transmise.*

Même manipulation que celle indiquée au § II, E.

Remarquer :

1° L'accroissement des *replis céphaliques* de la somatopleure et de la splanchnopleure et notamment de ce dernier, ainsi que le commencement de la formation des replis de ces mêmes membranes à la queue;

2° Le *cœur* en forme de  $\infty$ ; voir, pour les détails chap. IV., § 18;

3° La première et la seconde *fentes viscérales* commençant à se former, les *arcs aortiques*;

4° La *circulation du sac vitellin*, voir fig. 23. Chercher à reconnaître tous les détails indiqués, et s'assurer, par un examen attentif, que la distinction entre les veines et les artères est bien telle qu'elle a été établie dans cette figure.

F. *Examen de l'embryon à la lumière directe.*

Même préparation que celle indiquée au § II, F.

FACE SUPÉRIEURE :

Remarquer : l'*amnios*, très-apparent, l'écarter avec des aiguilles, si cela n'a pas déjà été fait; la *forme extérieure du cerveau* et la *vésicule auditive* se voient alors très-distinctement.

FACE INFÉRIEURE :

Remarquer : la nature du *repli céphalique* et du *repli caudal*, plus facile à comprendre sur l'embryon opaque que sur les embryons transparents.

Voir aussi le *canal alimentaire*, l'extrémité *postérieure* largement ouverte de la *partie antérieure du tube digestif*, et l'extrémité *antérieure* de la *partie postérieure du tube digestif* encore très-courte.

*G. Coupes.*

Même manipulation qu'au § II, G. On peut encore soumettre l'embryon entier aux procédés de coloration.

Les coupes les plus importantes à conserver sont :

1<sup>o</sup> La coupe des lobes optiques, montrant :

*a.* La formation du cristallin ;

*b.* L'invagination de la vésicule optique primitive ;

*c.* L'étranglement, prononcé surtout dans le sens vertical, du pédicule optique.

2<sup>o</sup> La coupe de la vésicule auditive montrant :

*a.* La vésicule auditive encore ouverte ;

*b.* La paroi supérieure mince et les parois latérales épaisses de la vésicule cérébrale postérieure.

*c.* La notocorde ;

*d.* Le cœur ;

*e.* Le tube digestif fermé.

3<sup>o</sup> La coupe de la région dorsale, donnant l'aspect général d'une coupe de l'embryon de cet âge, qu'il faudrait comparer aux coupes analogues prises à des époques différentes.

Elle montre :

*a.* Le commencement des replis latéraux ; le canal alimentaire restant ouvert en bas ;

*b.* Le conduit de Wolff, placé immédiatement au-dessous de l'épiblaste, au côté externe des protovertèbres ;

*c.* La notocorde et de chaque côté les aortes.

#### IV. Examen d'un embryon à la fin du troisième jour.

A. *Ouverture de l'œuf*, voir II 2, A.

B. *Examen du blastoderme in situ*.

Remarquer :

1<sup>o</sup> L'accroissement considérable de l'aire vasculaire en dimensions et en netteté. A ce moment, la circulation se voit mieux sur le blastoderme *in situ* que sur le blastoderme séparé du reste de l'œuf ;

2. L'embryon repose maintenant sur le *côté gauche* ; il n'est uni au sac vitellin que par un pédicule assez large.

### C. *Enlever l'embryon.*

Il n'est plus nécessaire d'enlever tout le blastoderme avec l'embryon : il est même préférable d'abandonner l'aire vasculaire, à moins qu'on n'ait à l'étudier d'une manière spéciale.

### D. *Examen de l'embryon à la lumière transmise.*

L'embryon reposant sur le côté, nous n'avons plus à nous occuper de l'examen des faces supérieure et inférieure. Les faces latérales diffèrent surtout l'une de l'autre par l'aspect particulier du cœur sur chacune d'elles.

L'embryon (débarrassé du blastoderme et de l'amnios) peut être transporté sur une lame de verre par les procédés habituels. Il est nécessaire de le protéger pendant l'examen en le couvrant d'une lamelle, mais il faut éviter de le comprimer. Pour échapper à cet inconvénient, nous avons adopté le moyen suivant qui nous paraît satisfaisant : c'est de soutenir la lamelle par l'une de ses extrémités seulement ; en la faisant mouvoir de diverses manières, on peut exercer sur l'objet une pression plus ou moins forte et variable au gré de l'observateur.

Les détails que l'on peut observer à cet époque sont fort nombreux et nous recommandons aux élèves de chercher à retrouver tout ce qu'indique la figure 24. Parmi les points les plus importants et les plus faciles à voir nous citerons :

1° Le développement de la *flexion crânienne* et de la *courbure du corps* ;

2° L'état du *cerveau* : la vésicule cérébrale moyenne formant alors la partie la plus antérieure de la tête.

La vésicule cérébrale antérieure très-peu apparente et les deux hémisphères cérébraux très-développés constituent la partie antérieure du cerveau.

La partie postérieure du cerveau comprend alors une portion antérieure, le cervelet, dont la paroi supérieure est fort épaisse, et une portion postérieure, le quatrième ventricule, dont la paroi supérieure est au contraire extrêmement mince et délicate.

### 3° *Les organes des sens.*

L'œil surtout est alors dans un état très-favorable à l'observation. L'élève peut se reporter à la figure 31 et à la description qui l'accompagne.

La *vésicule auditive* est en voie d'occlusion ou bien même complètement close.

4° Dans la région du cœur, l'attention doit également se porter sur :

a. *Les fentes viscérales* ;

b. *La masse d'investissement*, c'est-à-dire l'amas de tissu mésoblastique autour de l'extrémité supérieure de la notocorde.

c. *L'état du cœur.*

5° Dans la région du corps, les faits principaux à constater sont :

a. *L'augmentation du nombre des protovertèbres* ;

b. *Le conduit de Wolff*, que l'on aperçoit sous la forme d'une ligne qui longe le bord externe des protovertèbres postérieures ;

c. *L'allantoïde* qui n'est encore qu'une petite vésicule, placée entre les replis de la somatopleure et de la splanchnopleure, à l'extrémité postérieure du corps, et qui, à cette époque, dépasse encore à peine les limites de la cavité du corps.

### F. *Examen de l'embryon à la lumière directe.*

Même préparation qu'au § II.

F. La forme générale de l'embryon peut être étudiée d'une manière satisfaisante sur les préparations durcies et examinées à la lumière directe ; mais les détails les plus importants à étudier, à cette époque, sur les embryons durcis, sont ceux qui se rapportent aux *fentes viscérales*, aux arcs viscéraux et à la bouche.

Si l'amnios n'a pas été déjà enlevé, il est nécessaire de le faire disparaître avec des aiguilles. On peut étudier ainsi d'une manière suffisante et sans autre préparation l'aspect que présentent les fentes viscérales et les arcs viscéraux vus de profil, mais l'aspect de la face inférieure est beaucoup plus instructif sous ce rapport et, pour l'observer, voici la méthode que l'on peut employer :

Verser dans un verre de montre une petite quantité de cire noire fondue (obtenue en mélangeant intimement du noir provenant de la fumée d'une lampe avec de la cire en fusion) : il suffit d'en couvrir le fond du verre. Pendant que cette cire est encore molle, pratiquer une petite dépression avec le bout arrondi d'un porte-plume ou d'un pinceau et laisser refroidir. En attendant, couper la tête d'un embryon durci, l'incision faite très-nettement doit passer derrière les fentes viscérales; placer alors cette tête dans le verre de montre et la couvrir d'eau ou d'alcool. Il sera alors facile de conduire la tête dans la petite dépression pratiquée dans la cire et de lui donner en même temps la position la plus convenable pour l'étude. On peut alors l'examiner à la loupe, à la faveur d'un puissant pinceau de lumière, et en faire un dessin.

Voici ce que l'on peut voir facilement sur une tête placée dans une bonne position :

1° L'*orifice* buccal limité en bas par la *première* paire d'*arcs viscéraux*; et commençant à se fermer en haut, grâce aux bourgeons encore très-petits qui deviendront plus tard les *bourgeons maxillaires supérieurs*. Comparer fig. 38;

2° Les *seconds* et *troisièmes arcs viscéraux* et les *fentes viscérales* de même ordre;

3° Les *fosses nasales*.

#### G. Coupes. Manipulation indiquée au § II, G.

L'embryon peut-être encore soumis en entier aux procédés de coloration.

Les coupes les plus importantes sont :

- 1° Les coupes de l'œil suivant trois plans, voir fig. 30, D. E. F.
- 2° Les coupes de la vésicule auditive.
- 3° Les coupes de la région dorsale pour montrer les divers changements accomplis.

Parmi ces changements, remarquer :

- a. Les modifications subies par les protovertèbres; la formation des plaques musculaires;
- b. La situation du conduit Wolff et la formation de l'épithélium germinatif;
- c. Les aortes et les veines cardinales;
- d. L'accroissement en profondeur et la diminution relative en largeur de la section du corps.

#### V. Examen d'un embryon du quatrième jour.

##### A. Ouverture de l'œuf, comme au § II, A.

Il faut veiller à ne point léser le blastoderme qui se trouve maintenant immédiatement au-dessous de la membrane coquillière.

##### B. Examen in situ.

Observer :

- 1° L'amnios désormais très-apparent;
- 2° L'allantoïde, petite vésicule, encore peu vasculaire, commençant à s'avancer dans l'espace compris entre le vrai et le faux amnios;
- 3° Le pédicule somatique se rétrécissant rapidement.

##### C. Enlever l'embryon, comme aux § II, C et § IV, G.

Les observations faites dans ce dernier paragraphe s'appliquent encore avec plus de raison aux embryons du quatrième jour ainsi qu'à ceux des jours suivants :

##### D. Examen à la lumière transmise. Pour la manipulation, voir § IV, D.

Les points à observer sont :

- 1° La formation des cinquième, septième et neuvième

paires de *nerfs crâniens*. Pour les bien observer il est avantageux de comprimer légèrement la préparation.

2° La formation de la *quatrième fente viscérale* et l'accroissement du *bourgeon maxillaire supérieur*;

3° La formation des *fosses nasales* et des *sillons*;

4° Le développement relativement considérable des *hémisphères cérébraux* et la formation de la *glande pinéale* sur la paroi supérieure de la vésicule du troisième ventricule;

5° L'accroissement notable de *la masse d'investissement*;

6° La formation et le développement des *plaques musculaires*, qui peuvent être aisément aperçues désormais de l'extérieur du corps;

7° *L'allantoïde* : Chercher à reconnaître sa situation exacte et son mode de communication avec le canal alimentaire.

F. *L'embryon vu à la lumière directe*. Pour la manipulation, voir § II, F; pour le mode d'examen, voir § IV, F.

L'examen de la bouche, vue par la face inférieure de l'embryon; avec les fosses nasales et leurs sillons, les bourgeons maxillaires supérieurs et inférieurs, les fentes et les arcs viscéraux, est tout à fait instructif à cette époque, comparer fig. 48.

G. *Coupes*. Manipulation comme au § II, G.

Il faut employer une solution d'acide chromique un peu plus concentrée pour les embryons de cet âge que pour les embryons moins avancés.

L'élève pourra sans doute réussir à colorer l'embryon en le soumettant tout entier aux procédés de coloration, en particulier lorsqu'il fera usage d'hématoxyline. Si l'on ne réussissait pas, il faudrait alors colorer les coupes à mesure qu'on les obtient.

Les plus importantes sont :

1° Les coupes faites sur les *yeux*;

2° Une coupe transversale immédiatement en arrière des arcs viscéraux pour montrer l'origine des *poumons*,

3° Une coupe transversale en avant du cordon ombilical, montrant l'origine du foie;

4° Une coupe transversale vers le milieu de la région dorsale pour montrer les caractères généraux de l'embryon du quatrième jour, comparer fig. 47.

Parmi les points à noter dans cette coupe, citons :

- a. Les plaques musculaires;
- b. Les nerfs et les ganglions spinaux;
- c. Le conduit et les corps de Wolff;
- d. Le conduit de Müller;
- e. Le mésentère;

f. Les modifications qui commencent à se produire dans la moelle.

5° Une coupe passant par l'ouverture de communication de l'allantoïde avec le canal alimentaire.

Quant aux détails à observer sur les embryons des cinquième et sixième jours, l'élève devra se reporter aux chapitres où nous avons fait connaître ce qui se passe à ces époques.

Dans l'examen des préparations durcies, l'attention devra se porter tout particulièrement sur les changements qui s'opèrent dans les parties qui entourent la bouche.

Il sera sans doute impossible d'obtenir la coloration de l'embryon tout entier, il faut alors soumettre chacune des coupes aux procédés de coloration indiqués.

## VI. Examen d'un blastoderme de 20 heures.

A. *Ouverture de l'œuf*, comme au § II, A.

B. *Examen in situ*.

Il sera probablement impossible d'obtenir aucun résultat satisfaisant de l'examen d'un blastoderme de cet âge, *in situ*. On observera du moins les *halos*, disposés en anneaux concentriques autour du blastoderme.

### C. *Séparation de l'embryon.*

Deux méthodes de durcissement peuvent être employées pour les embryons de cette date. L'une d'elles implique la séparation du blastoderme d'avec le vitellus, comme au § II, C; l'autre s'applique au jaune tout entier.

Cette dernière est la plus commode pour les coupes, mais alors l'embryon ne peut être étudié à la lumière transmise.

Lorsque le blastoderme a été séparé du vitellus, la manipulation est analogue à celle que nous avons décrite au § II, C., mais il faut prendre des précautions beaucoup plus minutieuses pour isoler le blastoderme de la membrane vitelline.

### D. *Étude de la face supérieure à la lumière transmise.*

Remarquer :

1° Le *sillon médullaire* compris entre les deux *replis médullaires* dont les extrémités postérieures divergent et laissent entre elles un intervalle occupé par le *sillon primitif*;

2° Le *repli céphalique* à l'extrémité du sillon médullaire;

3° Une ou deux paires de *protovertèbres* de chaque côté du sillon médullaire;

4° La *notocorde* sous la forme d'une ligne opaque suivant la direction du plancher du sillon médullaire.

### E. *Étude de la face inférieure à la lumière transmise.*

Les détails à observer sont les mêmes que ci-dessus, on les voit beaucoup moins distinctement.

### F. *Étude de l'embryon à la lumière directe.*

Que l'embryon ait été durci *in situ*, ou après sa séparation d'avec le vitellus, les détails à observer sont les mêmes que ceux qui viennent d'être signalés à propos de l'examen à la lumière transmise (voir D); mais les divers sillons et les replis qui les bordent sont vus avec beaucoup plus de netteté.

## G. Coupes.

Deux méthodes de durcissement peuvent être employées : 1<sup>o</sup> suivant que l'on opère sur l'embryon *in situ*, ou 2<sup>o</sup> après séparation du reste de l'œuf.

Pour durcir le blastoderme *in situ*, il faut durcir le jaune tout entier. Après avoir ouvert l'œuf on peut laisser le jaune dans la coquille ou le verser dans une capsule, mais, en tout cas, il faut avoir soin d'enlever tout ce qu'on pourra du blanc de l'œuf et surtout la couche qui entoure immédiatement le jaune.

Le jaune est alors plongé dans une solution faible d'acide chromique (d'abord à 0,1 pour 100, puis à 0,5 pour 100), en prenant soin de placer le blastoderme en haut. On le laissera dans ce liquide pendant deux ou trois jours.

Il faut veiller à ce que le jaune ne roule pas sur lui-même, à ce que le blastoderme ne change pas de position, car il serait difficile de le retrouver, une fois le durcissement obtenu. Si le blastoderme n'a pas atteint au bout du *second* jour le degré de durcissement voulu, il faut augmenter la force de la solution et attendre un jour de plus.

Après ce durcissement dans l'acide chromique, le jaune sera lavé dans l'eau et traité successivement par l'alcool faible, puis par l'alcool plus fort (voy. § II, G.). Lorsque la préparation aura passé deux jours dans l'alcool à 90°, on pourra sans crainte d'aucun inconvénient enlever la membrane vitelline et l'on trouvera le blastoderme et l'embryon à la place qu'ils doivent occuper. On enlèvera alors avec le rasoir, la partie du jaune qui les supporte et on la fera passer dans l'alcool absolu.

La coloration, etc., se fera comme à l'ordinaire.

Si l'on faisait usage de l'acide osmique, qui nous paraît pouvoir être surtout utile pour ces périodes peu avancées du développement, il serait nécessaire de séparer le blastoderme du jaune avant de le soumettre à l'action du réactif.

Voici les coupes transversales les plus importantes à cette période :

1° Une coupe du sillon médullaire, pour montrer :

a. Les *replis médullaires* et l'épaississement mésoblastique correspondant ;

b. La *notocorde* au-dessous du sillon médullaire ;

c. Le *dédoublement du mésoblaste* en feuillets ou *clivage* du mésoblaste commençant à s'effectuer.

2° Une coupe faite sur la région où les replis médullaires s'écartent pour comprendre entre eux l'extrémité du sillon primitif, cette coupe a pour but de montrer l'élargissement du sillon médullaire en ce point et l'absence de tout changement dans la disposition des parties.

3° Une coupe portant sur l'extrémité antérieure du sillon primitif montrant au-dessous de ce sillon ce que l'on a appelé la corde axiale (axis-cord) ; de chaque côté l'on verra les replis médullaires.

4° Une coupe portant sur le sillon primitif en arrière de la précédente, pour montrer les caractères particuliers du sillon primitif.

## VII. Examen du blastoderme d'un œuf non-incubé.

A. *Ouverture de l'œuf*, voir § II, A.

B. *Examen du blastoderme in situ*.

Observer la tache centrale blanche ainsi que la portion périphérique plus transparente du blastoderme et les halos qui l'entourent.

C. *Séparation du blastoderme*, voir § IV, C.

Il faut ici prendre plus de précautions encore que lorsqu'on sépare le blastoderme de 20 heures ; il n'y a d'ailleurs aucun avantage à le faire, à moins que l'on ne veuille se servir de l'acide osmique pour durcir le blastoderme.

D. *Étude de la face supérieure à la lumière transmise.*

Remarquer l'absence de toute opacité centrale.

E. *Étude de la face inférieure à la lumière transmise.*

Rien de plus à observer que dans le cas précédent.

F. *A la lumière directe.*

Cet examen ne peut rien apprendre.

G. *Coupes.*

Même manipulation qu'au § VI, G.

Une seule coupe est nécessaire : celle qui passe par le centre du blastoderme, elle fait voir :

a. L'épiblaste déjà très-distinct;

b. La couche inférieure formée par des cellules qui n'ont pas encore subi la différenciation de laquelle résulte la séparation en mésoblaste et en hypoblaste;

c. Le bord épaissi du blastoderme;

d. La cavité de segmentation et les cellules formatives.

### VIII. Étude de la segmentation.

Il est nécessaire, pour étudier la segmentation, de sacrifier un certain nombre de poules, choisies parmi celles qui pondent d'une manière régulière. Les bonnes poules pondent une fois par 24 heures et si l'on note l'heure à laquelle elles pondent d'ordinaire (ce qui a lieu pour chacune d'elles à peu près régulièrement à la même heure), il sera possible de savoir d'avance le temps que l'œuf a passé dans l'oviducte. On peut donc par ce moyen se procurer une série d'œufs à diverses périodes de développement sans avoir à sacrifier un nombre trop considérable de poules. Pour les coupes, le jaune tout entier doit être soumis aux procédés de durcissement, par exemple à la méthode indiquée au § VI, G. L'acide chromique

est, à ce point de vue, un excellent réactif et permettra de faire d'excellentes coupes.

Dans l'étude des coupes, l'attention devra se porter tout spécialement sur les points suivants :

1° L'apparition des noyaux dans les segments et les caractères qu'ils présentent ;

2° L'apparition des sillons horizontaux ;

3° De nouveaux segments se forment-ils en dehors des limites du disque germinatif ou bien une nouvelle segmentation s'opère-t-elle sur les segments déjà formés ?

4° Dans les phases plus avancées, on remarquera la différence de volume entre les segments qui occupent le centre et ceux qui se trouvent à la périphérie, les premiers sont petits, les seconds beaucoup plus volumineux, tous renferment des noyaux.

Pour étudier les faces du disque germinatif, on peut faire usage de préparations fraîches ou durcies, mais, dans l'un et l'autre cas, il faut faire arriver sur l'objet une vive lumière. Le point le plus important à constater est la rapidité beaucoup plus grande de la marche de la segmentation dans les sphères du centre que dans celles de la périphérie.

#### **IX. Étude des changements ultérieurs qui s'opèrent dans l'embryon.**

Pour étudier l'embryon dans les périodes plus avancées du développement, et, notamment, pour suivre le développement du crâne et celui du système vasculaire du corps du poulet, il est nécessaire de disséquer l'embryon. On peut préparer ainsi des embryons frais, mais il y a plus d'avantages à se servir pour cela d'embryons préalablement durcis dans l'alcool.

On peut obtenir une injection naturelle en plongeant l'embryon tout vivant dans l'alcool : cette injection est même la meilleure de toutes pour suivre la disposition qu'affectent les vaisseaux sanguins.

Les coupes sont naturellement très-utiles pour cette étude, surtout quand on les combine avec les dissections.

### X Étude du développement des vaisseaux sanguins.

Il faut, pour ces observations, se servir de blastodermes de 30 à 40 heures, séparés du reste de l'œuf comme à l'ordinaire (voy. § II, A. et C), étendus sur une lame de verre, et examinés par la face inférieure, voy. § II. E.

Le blastoderme sera recouvert pendant l'examen d'une lamelle de verre, on prendra les précautions d'usage contre la compression exagérée et l'évaporation, enfin l'on se servira de la platine chauffante.

Les préparations fraîches doivent être étudiées au moyen d'un grossissement considérable (de 400 à 800 diamètres). Tous les détails sur lesquels nous avons insisté au chapitre IV § 6, s'observeront sans grande difficulté sur une série d'embryon de 30 à 40 heures d'incubation.

Il est nécessaire de porter l'attention d'une manière toute spéciale, chez les embryons des premiers jours, sur les masses de noyaux enveloppés de protoplasma et réunis les uns aux autres par des prolongements protoplasmiques, puis, plus tard, sur la transformation de ces noyaux en globules sanguins, ainsi que celle des prolongements protoplasmiques en capillaires à parois formées de cellules.

Des blastodermes traités par les méthodes exposées ci-après, serviront à corroborer les observations faites sur les préparations fraîches :

#### 1° *Chlorure d'or.*

Plonger le blastoderme dans du chlorure d'or (0.5 pour 100) pendant une minute, puis laver à l'eau distillée, monter dans la glycérine et soumettre à l'examen.

Cette méthode fait paraître plus distincts les noyaux et les prolongements protoplasmiques, sans que la préparation devienne assez opaque pour nuire à l'observation.

Après immersion dans le chlorure d'or, le blastoderme doit prendre une légère teinte jaune paille; pour peu que la teinte

passé au pourpre, c'est que le réactif a agi pendant trop longtemps.

2° *Bichromate de potasse.*

Plonger le blastoderme pendant une journée dans une solution à 1 pour 100; puis monter dans la glycérine.

3° *Acide osmique.*

Plonger le blastoderme pendant une demi-heure dans une solution à 0,5 pour 100, puis, pendant une journée, dans l'alcool absolu, enfin monter dans la glycérine.



## INDEX ALPHABÉTIQUE

### A

**AFANASSIEFF**, 64, 71.  
**Aile**, 202.  
**Aire opaque**, 16, 18.  
   — transparente, 16.  
   — vasculaire, 30, 64, 98, 99, 166, 241.  
**Albumen**, 11.  
**Aléthmoïdal (cartilage)**, 282.  
**Alinasal (cartilage)**, 272, 277, 282.  
**Alisepal (cartilage)**, 276, 282.  
**Alisphénoïde**, 277.  
**Allantoïde**, 46, 174, 177, 207, 241, 242, 243.  
**Allantoïdiennes (artères)**, 200.  
**Allantoïdiennes (veines)**, 251.  
**Amnios**, 44, 46, 65, 97, 166, 241.  
**Amnios (cavité de l')**, 45.  
**Amniotique (liquide)**, 46.  
   — (sac), 46.  
**Anneaux fibreux (annuli fibrosi)**, 187.  
**Annexes du fœtus**, 240.  
**Anus**, 218.  
**Aorte (dorsale)**, 143.  
**Aortes primitives**, 91.  
**Aortiques (arcs)**, 92, 142, 255, 259, 260, 261.  
**Aortique (bulbe)**, 72, 91, 145, 205, 227, 231, 257.  
**AQUAPENDENTE (FABRICE D')**, 2.  
**Aqueduc de Sylvius**, 109.  
   — du vestibule, 131, 135.  
**AUTOTOTE**, 2.  
**Artères collatérales du cou**, 259.  
**Artériel (bulbe)**, 71, 91, 145, 205, 227, 231, 257.  
**Artériel (système)**, 255, 262.  
**Artériels (arcs)**, 201.

**Artères allantoïdiennes**, 200.  
   iliaques, 199, 256.  
   ombilicales, 200.  
   — omphalo-mésenteriques, 76, 92, 200, 241, 256.  
   sous-clavières, 259.  
   vertébrales, 259.  
**Auricules**, 91, 205.  
**Axis-cord a**, 54, 259.

### B

**BAUCHIN**, 125.  
**BAER (voy. VON BAER)**, 5.  
**Basi-branchiaux**, 275.  
**Basi-hyoïdien**, 275.  
**Basi-occipital**, 283.  
**Basi-ptérygoïdien**, 283.  
**Basi-sphénoïde**, 277.  
**Basi-sphénoïdaux (osselets)**, 281.  
**Basi-temporaux**, 278, 283, 285.  
**Batonnets et cônes**, 125.  
**Bec**, 246.  
**Bijumeaux (corps)**, 109.  
**Biliaire (vésicule)**, 157.  
**Blanc de l'œuf**, 11.  
**Blanc (vitellus)**, 14, 15.  
**Blanche (substance)**, 219, 220, 221, 223, 225.  
**Blastoderme**, 3, 13, 15-18, 207, 280, 290, 301, 303.  
   — de 20 heures, 302.  
   — non-incubé, 312.  
**BOTTCHER**, 133, 135, 137.  
**BONNET**, 4.  
**BORNHAUPT**, 176, 186.  
**Bouche**, 213, 217.  
**Branchial (arc)**, 141.  
**Branchiales (dentes)**, 140.  
**Bulbe aortique ou artériel**, 72, 91, 145, 205, 227, 231, 257.

## C

- Canal alimentaire, 70.  
 — artériel, 262.  
 — auriculaire, 145, 204.  
 — cochléen, 131, 135.  
 — déférent, 199.  
 — veineux, 146, 201, 252.  
 Canalis auricularis, 145, 205.  
 — reuniens, 132.  
 Canalicules séminifères, 198.  
 Canaux de Botal, 262.  
 — de Cuvier, 147, 203.  
 — semi-circulaires, 136.  
 Capsule du cristallin, 128, 129.  
 Capsules périotiques, 271.  
 Cardinales (veines), 146.  
 Carotides, 201, 255.  
 Carpe, 209, 210.  
 Carpe (os du), 210.  
 Carpo-métacarpe, 209.  
 Carré, 213, 275, 277, 281.  
 Cartilage, 274, 278.  
 — ali-ethmoïdal, 282.  
 — ali-nasal, 272, 277, 282.  
 — ali-septal, 276, 282.  
 — ethmoïdo-nasal, 282.  
 — ethmoïdo-présphénoïdal, 282.  
 — de Meckel, 213, 217, 275, 277, 284, 285.  
 — pré-nasal, 276, 277.  
 Cartilagineux (crâne), 274-281.  
 — (os), 212, 285.  
 — (squelette), 246.  
 — ses (tiges symétriques), 273.  
 Caudal (repli), 85, 97.  
 Cavité de l'amnios, 45.  
 Cellulaire (masse — intermédiaire), 95, 161, 190, 196.  
 Cellules formatives, 17, 28, 50.  
 Central, 210.  
 Céphalique (repli), 31, 32, 37, 38, 54, 65.  
 Cérato-branchial, 275.  
 Cérato-hyoïdien, 275.  
 Cérébrales (vésicules), 68, 70.  
 Cerveau antérieur, 89, 107.  
 — moyen, 89, 109.  
 — postérieur, 89, 109.  
 Cervelet, 110.  
 Chalazes, 12.  
 Chambre à air, 11.  
 Changement de position de l'embryon, 102.  
 Chorion, 35, 47, 248.  
 Choroïde, 120.  
 Choroïdienne (fente), 117, 119.  
 Cicatricule (voy. Blastoderme), 13.  
 Circulation, 91-94, 199-205, 264-267.
- CLARKE (LOCKHART), 180, 220, 222, 223.  
 Clinoïdes (parois), 276.  
 Clivage du mésoblaste, 43, 65, 75, 242, 243.  
 Cloison du nez, 284.  
 Cloison du bulbe aortique, 227, 257.  
 — interventriculaire, 204, 257.  
 Cœur, 73-76, 144, 145, 204, 205, 226-233.  
 Coloration (méthodes de), 295.  
 Conduit de Müller, 192, 193, 199.  
 — ombilical, 168, 207.  
 — de Wolff, 84, 94, 95, 164, 165, 189-192, 206.  
 Condyles occipitaux, 276, 279, 283.  
 Cônes, 125.  
 Cônes vasculaires, 199.  
 Conservation de l'embryon tout entier, 300.  
 Coquille, 9.  
 Coquillière (membrane), 10, 11.  
 Corde axiale, 54, 259.  
 Cordons blancs (de la moelle), 219, 220, 221, 225, 226.  
 CORTI (tiges de), 138.  
 COSTE, 22, 216.  
 Côtes, 187.  
 Cou, 140.  
 Coude, 209.  
 Coupes, 298-300, 303, 306, 308, 309, 311, 313.  
 — (méthodes pour faire les), 298-300.  
 Courbure du corps, 102.  
 Couveuses, 286-288.  
 Crâne, 210-213, 269-285.  
 Crânienne (flexion), 96, 103, 105, 168.  
 Crâniens (nerfs), 143, 171.  
 Cristallin, 114, 127, 128.  
 — (capsule du), 128, 129.  
 Cubital, 209.

## D

- DARESTE, 14.  
 DESCOMET (membrane de), 120.  
 Descente de l'œuf, 21.  
 Disque germinatif, 20, 22, 25, 166.  
 — prolifère, 20.  
 DOBRYNIN, 148, 176.  
 Doigts, 209, 210.  
 DÖLLINGER, 5.  
 Dorking (race de), 210.  
 Dorsale (aorte), 143.  
 Dorsales (lames), 56.  
 Ducissement (méthode de), 294-295.  
 Duodénum, 151.  
 DURSUY, 90, 95, 107, 185.

## E

- Ectostéique (ossification), 278.  
 Ectostose, 278.  
 Embryologie (sens du mot), 1, 2.  
 Embryon, vu à la lumière directe (comme un corps opaque), 292, 304.  
 Embryon, vu à la lumière transmise (par transparence), 291, 304.  
 Embryon du 3<sup>e</sup> jour, 291, 301, 303.  
 — du 4<sup>e</sup> jour, 307.  
 Embryonnaire (sac), 39.  
 — (tâche), 49.  
 Endostose, 278.  
 Epiblaste, 29, 50, 59, 64, 235.  
 Epididyme, 199.  
 Epigénèse, 3, 5.  
 Epitotique, 284, 285.  
 Épithélium germinatif, 190.  
 Episquelettiques (muscles), 188.  
 Ethmoïde, 277, 283, 285.  
 Ethmoïdo-nasal (cartilage), 282.  
 Ethmoïdo-présphénoïdal (cartilage), 282.  
 Ethmoïdo-présphénoïdal (plaque), 276, 277, 282.  
 Etrier, 277.  
 Etude du blastoderme, *in situ*, 289, 301-303, 307-309.  
 Estomac, 151.  
 ESTACHI (valvule d'), 232.  
 Evolution, 3, 4.  
 Exoccipitales (plaques), 271.  
 Exoccipitaux, 275, 277, 284, 285.

## F

- FABRICE D'AQUAPENDENTE, 2.  
 Fenêtre ovale, 277.  
 — ronde, 277.  
 Fenestration, 282.  
 Fente choroïdienne, 117, 119.  
 Fentes branchiales, 140.  
 — viscérales, 140.  
 Fessure choroïdienne, 117, 119.  
 Flexion crânienne, 90, 96, 163, 165.  
 Fœtus (annexes du), 210.  
 Fosses nasales, 139, 171, 214.  
 Fovea, 155.  
 Formatives (cellules), 17, 28, 50.  
 Fœtum Halleri, 204.  
 Frontaux, 285.  
 Fronto-nasal (bourgeon), 142, 171, 215.

## G

- GLASSER (ganglion de), 173.

- GEGENBAUR, 182, 186, 273, 274.  
 Génitale (éminence), 195.  
 Genou, 208.  
 Germinatif (disque), 20, 22, 25, 166.  
 — (epithélium), 190.  
 Germinative (tâche), 20.  
 — (vésicule), 20.  
 Glande pinéale, 107.  
 Glosso-pharyngien, 163, 173.  
 GOETTE, 83, 109, 151, 153, 155, 157.  
 GRAAF (vésicule de de), 198.  
 Grise (substance grise), 219, 220, 221, 223, 225.

## H

- HALLER, 4.  
 Halos, 59, 309.  
 HARVEY, 3, 4.  
 HASSE, 183.  
 Hématoxyline (solution d'), 295.  
 Hémisphères cérébraux, 99, 110.  
 HENSLER, 95.  
 Hépatiques (veines), 252.  
 HESL, 15, 53, 78, 82, 95, 147, 176, 180, 185, 188.  
 HOPPE-SEYLER, 14.  
 HUXLEY, 88, 105, 162, 188, 212, 213, 214, 215, 272.  
 Hypoblaste, 29, 50, 58, 64, 236.  
 Hypophyse du cerveau, 107.

## I

- Ilaques (artères), 199, 256.  
 Impregnation, 22.  
 Inclusion (méthode d'), 296.  
 Incubation, 28-47.  
 Intundibulum, 107.  
 Intermediaire (masse cellulaire), 95, 161, 190, 196.  
 Intermedium, 209.  
 Investissement (masse d'), 210.

## J

- Jaune, 12.  
 JAGEN, 187.  
 Jugal, 281, 285.  
 Jugulaire, 247.

## K

- KAPPE, 198.  
 KLEIN, 74, 82.  
 KLEINSCHROD, 204, 296, 297.  
 KOLLER, 6, 81, 93, 119, 157, 158, 188, 216.  
 KUPFER, 194.

## L

Labyrinthe membraneux, 131.  
 — osseux, 131.  
 Lacrymal, 216, 285.  
 Lame latérale, 62.  
 — vertébrale, 62.  
 Lames dorsales, 56.  
 Lamina fusca, 120.  
 Langue, 245.  
 Latéral (cordon) de la moelle, 226.  
 — (ventricule), 106.  
 Latérales (lames), 62.  
 Latéraux (replis), 85.  
 LEOPOLD, 198.  
 LIEBERKÜHN, 115, 119, 128.  
 Ligament suspenseur, 187.  
 Ligne primitive, 52, 64.  
 Limaçon, 135.

## M

Main, 209, 210.  
 MALPIGHI, 3.  
 — (corpuscules de), 191.  
 Mandibulaire (arc), 275.  
 Marginale (apophyse), 279.  
 Masse cellulaire intermédiaire, 95,  
 161, 190, 196.  
 Masse d'investissement, 210, 270,  
 271.  
 Maxillaires, 142, 279, 285.  
 — (bourgeons), 217.  
 Maxillo-palatin, 281, 285.  
 Meatus venosus, 201.  
 Médullaire (canal), 57, 60.  
 — (sillon), 56, 65.  
 Médullaires (replis), 41, 56, 65.  
 MECKEL (cartilage de), 213, 275, 284,  
 285.  
 Membrane limitante externe, 124.  
 — de Descemet, 120.  
 — de Reissner, 132.  
 — vitelline, 12.  
 Membraneux (labyrinthe), 131.  
 — (os), 212.  
 Ménisque, 187.  
 Mésentère, 150.  
 Mésentériques (veines), 252.  
 Mésoblaste, 29, 50, 59, 64, 237.  
 Métacarpiens, 209.  
 Métatarse, 209.  
 Métatarsiens (os), 210.  
 MIESCHER, 14.  
 Moelle allongée, 110.  
 Moelle épinière, 219.  
 Mouvements de l'embryon, 240, 268.  
 MUELLER, 107, 109, 158, 185, 272.

MÜLLER (conduit de), 192, 193.  
 — (fibres de), 125.  
 Muqueux (feuillet), 29, 51.  
 Muscles épisquelettiques, 188.  
 Musculaires (plaques), 160, 188, 189.

## N

Nasales (apophyses), 215.  
 — (fosses), 139, 171, 214.  
 NATHUSIUS, 9.  
 Nerfs crâniens, 163.  
 — glosso-pharyngiens, 163, 173.  
 — optiques, 126.  
 — pneumo-gastriques, 163, 173.  
 Neural (canal), 60, 67.  
 — (tube), 41.  
 Notocorde, 56, 90, 185.  
 Noyau de Pander, 14.  
 — pulpeux, 187.

## O

Occipital, 271.  
 — (trou), 271.  
 Occipitaux (condyles), 276, 277, 278,  
 283.  
 OELLACHER, 20, 22.  
 Œil, 112.  
 Œil (globe de), 112.  
 Œsophage, 150.  
 Œuf (coquille de l'), 9.  
 Œuf de poule (structure de l'), 9-18.  
 — — changements qui s'y  
 produisent avant la ponte, 19.  
 Œuf (descente de l'), 21.  
 Œuf ovarique, 19, 20.  
 Olfactive (vésicule), 139.  
 Ombilical (conduit), 168.  
 Ombilicales (artères), 200.  
 — (veines), 204, 251.  
 Omphalo-mésentériques (artères), 76,  
 92, 100, 200, 241, 256.  
 Omphalo-mésentériques (veines), 73,  
 79, 93, 100, 202, 241.  
 Ongles, 246.  
 Opaque (aire), 16, 18.  
 Opisthotique, 285.  
 Optique (cupule), 114.  
 — (nerf), 126.  
 — (vésicule), 85, 89, 112.  
 Ora serrata, 121, 126.  
 Oreille, 90, 96, 131.  
 Oreillettes, 91, 97, 205.  
 Os du métatarse, 209, 210.  
 — occipital, 271.  
 — du tarse, 209, 210.  
 Osseux (labyrinthe), 131.

Ossification, 246.  
 — du crâne, 279, 281.  
 — de l'oreille, 284.  
 Otique (vésicule), 131.  
 Ouverture de l'œuf, 288.  
 Oviducte, 21.  
 Ovule, 197.

P

Palatin, 277, 285.  
 — (tige cartilagineuse du), 274.  
 Pancréas, 157.  
 PANDER, 5, 14, 81.  
 Parasphénoïde, 277, 281.  
 Pariétaux, 285.  
 PARKER, 212, 269, 272, 273, 274.  
 Parostose, 279.  
 Parovarium, 199.  
 Pédicule somatique, 43, 207.  
 — splanchnique, 43, 207.  
 Pédoncules cérébraux, 109.  
 Peigne, 103.  
 PERMESCHKO, 158.  
 Péricarde, 231.  
 Périotique, 271, 277.  
 Péronier, 210.  
 PFLÜGER, 198.  
 Phalanges, 210.  
 Pied, 210.  
 Pinéale (glande), 107.  
 Pituitaire (corps), 107, 272.  
 — (diverticulum), 107.  
 — (espace), 211, 272, 278.  
 Pleuropéritonéale (cavité), 41, 61.  
 Plumes, 246.  
 Plumo-gastrique (nerf), 161, 173.  
 Porte (veine), 252.  
 Post-frontal, 283, 285.  
 Poumons, 152.  
 Prémaxillaires, 276, 279, 284, 285.  
 Prénaux, 276, 278, 284.  
 Primitif (sillon), 53, 64.  
 Primitifs (ovules), 197.  
 Primitive (aorte), 91.  
 — (digne), 52, 64.  
 — (vésicule pulmonaire), 154.  
 Prototique, 282, 285.  
 Protovertèbres, 62, 65, 68, 177.  
 Pterotique, 284, 285.  
 Pterygo-humère (tige), 274, 277, 285.  
 Pterygo-palatine (tige), 213.  
 Pulmonaire (vésicule — primitive), 154.  
 Punctum salivæ, 2.  
 PURKINJE, 6.

Q

Quadrato-jugal, 281, 285.  
 Queue, 148, 168.

R

Rachidiens (longilions), 179, 180, 181.  
 Radial, 269.  
 Rate, 000.  
 RATHKE, 6, 107, 258, 259, 260, 270, 272.  
 REICHERT, 107, 175.  
 Reins (permanents), 192, 194.  
 REISSNER (membrane de), 132.  
 REMAK, 6, 73, 81, 90, 95, 119, 127, 157, 159, 173, 175, 180.  
 Repli céphalique, 31, 32, 37, 38, 54, 65, 96.  
 — caudal, 85, 97, 168.  
 Replis latéraux, 85.  
 Resume des faits du 1<sup>er</sup> jour, 64.  
 — — — 2<sup>e</sup> jour, 66.  
 — — — 3<sup>e</sup> jour, 165.  
 — — — 4<sup>e</sup> jour, 265, 266.  
 — — — 5<sup>e</sup> jour, 238.  
 Rétine, 124.  
 ROMITI, 96, 198.  
 ROSENBERG, 209, 210.  
 Rostre ou bec du sphénoïde, 281, 283.

S

Sac (amniotique), 46.  
 — embryonnaire, 30.  
 Sac vitellin, 39, 97, 243.  
 Saccule, 136.  
 Sanguins (vaisseaux), 79.  
 — — — étude du développement, 315.  
 SCHENK, 157, 162.  
 SCHULTZE, Max, 125.  
 SCHWARK, 183, 186.  
 Sclerotique, 120.  
 Segmentation, 22-28, 313.  
 — — — second ordre de la colonne vertébrale, 181-184.  
 Segmentation (cavité de), 26.  
 Séparation de l'embryon, 280, 319.  
 Sémicirculaires (canaux), 136.  
 Sémicirculaires (canaux), 136.  
 Sereuse (cavité), 42.  
 Sereux (feuille), 24, 51.  
 SERPENT, 190, 199.  
 Sexuelle (commence), 185, 197.  
 Sillon primitif, 53, 64.  
 Sillon longitudinal antérieur, 272.  
 — — — postérieur, 273.  
 Sillon médullaire, 26.  
 Sinus rhomboïdal, 70, 226.  
 — terminal, 79, 96.  
 — veineux, 201.  
 SMUT, 107.

Somatique (pédicule), 43, 207.  
 Somatopleure, 43, 61, 65.  
 Spermatozoïdes, 22.  
 Splanchnique (pédicule), 43, 207.  
 Splanchnopleure, 43, 61, 65.  
 Squamosal, 284, 285.  
 STRICKER, 158.  
 Stroma, 197.  
 Sous-clavières, 260.  
 Substance grise, 219, 220.  
 Substance blanche, 219, 220.  
 Supra-occipitales (plaques), 277.  
 • Supra-occipitaux (os), 277, 284, 285.  
 Sutures, 284.

## T

Tache germinative, 20.  
 Tarse, 209.  
 Tarso-métatarse, 209.  
 Testicules, 198.  
 Tête, 171.  
 THOMSON, ALLEN, 6, 10.  
 Thyroïde (corps), 158.  
 Tibial, 210.  
 Tige cartilagineuse du palatin, 277.  
 Tiges cartilagineuses symétriques, 273.  
 Tiges de CORTI, 138.  
 TONGE, 227, 257.  
 Trabécules, 211, 271, 272, 273.  
 Trachée, 154.  
 Transparente (aire), 16.  
 Trou de Botol, 232.  
 Tubercules bigumeaux, 109.

## U

Urètre, 194.  
 Utricule, 136.

## V

Valvule d'EUSTACHI, 232.

Valvules sygmoïdes, 227.  
 Vasculaire (aire), 30, 64, 98, 99, 166, 241.  
 — (feuillet), 29, 51.  
 Veine cave inférieure, 204.  
 — ombilicale, 204.  
 Veines afférentes, 203, 251.  
 — efférentes, 203, 251.  
 Ventricule latéral, 106.  
 — (quatrième), 110.  
 Vertébrale (lame), 62.  
 Vertèbre permanente, 181.  
 Vésicule cérébrale antérieure, 89, 107.  
 — — moyenne, 68, 89, 170.  
 — — postérieure, 68, 89, 96, 110.  
 — du 3<sup>e</sup> ventricule, 107.  
 — germinative, 20.  
 — olfactive, 139.  
 — optique, 85, 89, 96, 112.  
 — otique, 131.  
 Vésicules des hémisphères cérébraux, 90, 170.  
 Vestibule, 131.  
 Viscérales (fentes), 140.  
 Viscéraux (arcs), 141.  
 Vis essentialis, 5.  
 Vitellin (sac), 39, 97, 243.  
 Vitelline, 14.  
 — membrane, 12.  
 Vitellus, 12.  
 — (blanc), 14, 15, 18.  
 — (jaune), 13, 15, 18.  
 Vitrée (humeur), 119.  
 Vomer, 283, 285.  
 VON BAER, 5, 6, 73, 81, 90, 107, 195, 231, 240, 241, 257, 258, 260, 263.

## W

WALDEYER, 95, 176, 190, 191, 193.  
 Wolff, 4, 5, 6, 81, 84, 95, 164, 189.  
 WOLFF (corps de), 84, 164, 191.  
 — (conduit de), 84, 94, 95, 164, 165, 189-192, 206.  
 — (éminence de), 84, 170.

## ERRATUM

—

Page 241, ligne 22. — Au lieu de *mésentériques*,  
lisez : *omphalo-mésentériques*.

PARIS  
TYPOGRAPHIE PAUL SCHMIDT  
5, RUE FERRONET, 5.

# CATALOGUE

## DES LIVRES DE FONDS

DE

# C. REINWALD & C<sup>ie</sup>

LIBRAIRES-ÉDITEURS

ET COMMISSIONNAIRES POUR L'ÉTRANGER

15, rue des Saints-Pères, 15

### DIVISION DU CATALOGUE

Publications périodiques	2	V. Archéologie et Sciences préhistoriques	10
I. Dictionnaires.	4	VI. Littérature.	10
II. Bibliographie.	6	VII. Théologie et Philosophie.	20
III. Sciences naturelles.	7	VIII. Linguistique. Livres classiques.	21
IV. Histoire, Politique, Géographie, etc.	15	IX. Divers.	22

PARIS

1<sup>er</sup> Octobre 1876

## PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

**Archives de Zoologie expérimentale et générale.** Histoire naturelle — Morphologie — Histologie — Evolution des animaux. Publiées sous la direction de HENRI DE LACAZE-DUTHIERS, membre de l'Institut, professeur d'anatomie et de physiologie comparée et de zoologie à la Sorbonne. Première année, 1872, Deuxième année, 1873, Troisième année, 1874, Quatrième année, 1875, formant chacune un volume grand in-8 avec planches noires et coloriées. Prix du volume, cartonné toile. 32 fr.

Le prix de l'abonnement, par volume ou année de quatre cahiers, avec 24 planches est : Pour Paris, 30 fr. ; — les Départements, 32 fr. ; — l'Étranger, le port en sus.

Le premier cahier de la cinquième année est en vente.

**Revue d'Anthropologie.** Publiée sous la direction de M. PAUL BROCA, secrétaire général de la Société d'anthropologie, directeur du laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études, professeur à la Faculté de médecine. 1872, 1873 et 1874. — 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années ou vol. I, II et III. Prix de chaque volume. 20 fr.

Pour la 4<sup>e</sup> année et les suivantes, s'adresser à M. Leroux, 28, rue Bonaparte.

**Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'Homme.** Revue mensuelle illustrée, fondée par M. G. DE MORTILLET, 1865 à 1868; dirigée par M. EMILE CARTAILHAC, avec le concours de MM. P. CAZALIS DE FONDOUCE (Montpellier) et E. CHANTRE (Lyon). Douzième année (2<sup>e</sup> série, tome VII, 1876) formant le 11<sup>e</sup> volume de la collection entière. Format in-8<sup>e</sup>, avec de nombreuses gravures. Prix de l'abonnement pour la France. 12 fr.  
Pour l'étranger. 15 fr.

Prix de la Collection : Tomes I à IV (années 1865-1868), à 15 fr. le volume; tome V (ou 2<sup>e</sup> série, tome I, 1869), 12 fr.; tome VI (ou 2<sup>e</sup> série, tome II, 1870-1871), 12 fr.; tome VII (ou 2<sup>e</sup> série, tome III, 1872), 12 fr.; tome VIII (ou 2<sup>e</sup> série, tome IV, 1873), 12 fr.; tome IX (ou 2<sup>e</sup> série, tome V, 1874), 12 fr.; tome X (ou 2<sup>e</sup> série, tome VI, 1875), 12 fr.

Huit livraisons de la 12<sup>e</sup> année (2<sup>e</sup> série, tome VII, 1876), formant le 11<sup>e</sup> volume de la Collection, viennent de paraître.

**Bulletin mensuel de la librairie française,** publié par C. REINWALD ET C<sup>ie</sup>, 1876. Dix-huitième année. 8 pages par mois du format in-8. Prix de l'abonnement : Paris et la France, 2 fr. 50. Pour l'étranger, le port en sus.

Ce Bulletin paraît au commencement de chaque mois, et donne les titres et les prix des principales nouvelles publications de France, ainsi que de celles en langue française éditées en Belgique, en Suisse, en Allemagne, etc.

---

## LE MONDE TERRESTRE

AU POINT ACTUEL DE LA CIVILISATION. Nouveau Précis de géographie comparée, descriptive, politique et commerciale, avec une introduction, l'indication des sources et cartes, et un répertoire alphabétique, par CHARLES VOGEL, conseiller, ancien chef de Cabinet de S. A. le prince Charles de Roumanie, membre des Sociétés de Géographie et d'Économie politique de Paris, membre correspondant de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, etc., etc. L'ouvrage entier, dont la publication sera terminée dans trois ou quatre années, au plus tard, formera trois volumes d'environ 60 feuilles grand in-8<sup>e</sup>, du prix de 15 fr. chacun; chaque volume, 12 livraisons du prix de 1 fr. 25. Il en paraît une livraison par mois. Les six premières livraisons formant un demi-volume sont en vente. 7 fr. 50.

# BIBLIOTHÈQUE DES SCIENCES CONTEMPORAINES

PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS

DES SAVANTS ET DES LITTÉRATEURS LES PLUS DISTINGUÉS

PAR LA LIBRAIRIE CH. REINWALD ET C<sup>ie</sup>

Depuis le siècle dernier, les sciences ont pris un énergique essor en s'inspirant de la féconde méthode de l'observation et de l'expérience. On s'est mis à recueillir dans toutes les directions, les faits positifs, à les comparer, à les classer et à en tirer les conséquences légitimes. Les résultats déjà obtenus sont merveilleux. Des problèmes qui sembleraient devoir à jamais échapper à la connaissance de l'homme ont été abordés et en partie résolus. Mais jusqu'à présent ces magnifiques acquisitions de la libre recherche n'ont pas été mises à la portée des gens du monde : elles sont éparpillées dans une multitude de recueils, mémoires et ouvrages spéciaux. Et cependant il n'est plus permis de rester étranger à ces conquêtes de l'esprit scientifique moderne, de quelque oeil qu'on les envisage.

De ces réflexions est née la présente entreprise. Chaque traité formera un seul volume, avec gravures quand ce sera nécessaire, et de prix modeste. Jamais la vraie science, la science consciencieuse et de bon aloi, ne se sera faite ainsi toutoà tous.

Un plan uniforme, fermement maintenu par un comité de rédaction, présidera à la distribution des matières, aux proportions de l'œuvre et à l'esprit général de la collection.

## CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Cette collection paraîtra par volumes in-12 format anglais, aussi agréable pour la lecture que pour la bibliothèque; chaque volume aura de 10 à 15 feuilles, ou de 350 à 500 pages. Les prix varieront, suivant la nécessité, de 3 à 5 francs.

COLLABORATEURS : MM. P. BROCQ, professeur à la Faculté de médecine de Paris et secrétaire général de la Société d'anthropologie; général FAISSANDE; Charles MARTINI, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier; Carl VERT, professeur à l'Université de Genève; Ed. GUENEAUX, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris; LOUIS POUCRET, préparateur du laboratoire d'histoire à l'École des hautes études; G. de MORTILLET, directeur adjoint du musée de Saint-Germain; docteur TOPINARD, conservateur des collections de la Société d'anthropologie, docteur JOULIN, pharmacien en chef de la Maison de santé; André LARÉVUS; Amédée GUILLEMIN, auteur du *Ciel et des Phénomènes de la physique*; docteur THOUSSÉ, membre du Conseil municipal de Paris; Abel HOVELACQUE, directeur de la *Revue de linguistique*; GIBARO DE RIALLE; docteur DALLY; docteur LETOURNEAU; Louis BOUSSOLEY; J. ASSÉBAT; Louis ANSELME; docteur COULONNEAU; GIVY, paléographe-archiviste; Yves CUVOT; GELLION-DANGLANS; ISSAOURAT; Armand ADAM; Edmond BARDIER, traducteur de Lubbock et de Darwin.

## EN VENTE

**La Biologie**, par le d<sup>r</sup> Ch. LETOURNEAU. 1 vol. de 556 pages avec 112 gravures sur bois. Broché, 4 fr. 50; relié, 5 fr.

**La Linguistique**, par Abel HOVELACQUE. 1 vol. de 378 pages, broché, 3 fr. 50; relié, toile anglaise, 4 fr.

**L'Anthropologie**, par le d<sup>r</sup> TOPINARD, avec préface du professeur Paul BROCQ. 1 volume de 490 pages avec 62 gravures sur bois. Broché, 5 fr.; relié, toile anglaise, 5 fr. 75

Les ouvrages en cours d'exécution ou projetés comprendront : *la Mythologie comparée, l'Astronomie, l'Archéologie préhistorique, l'Ethnographie, la Géologie, l'Hygiène, l'Economie politique, la Géographie physique et commerciale, la Philosophie, l'Architecture, la Chimie, la Pédagogie, l'Anatomie générale, la Zoologie, la Botanique, la Météorologie, l'histoire, les Finances, la Mécanique, la Statistique*, etc.

I. — *DICTIONNAIRES*

NOUVEAU DICTIONNAIRE UNIVERSEL  
DE LA  
**LANGUE FRANÇAISE**

Rédigé d'après les travaux et les mémoires des membres

**DES CINQ CLASSES DE L'INSTITUT**

ACADÉMIE FRANÇAISE  
ACADÉMIE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES, ACADÉMIE DES SCIENCES, ACADÉMIE  
DES BEAUX-ARTS, ACADÉMIE DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

CONTENANT

la dernière forme orthographique,  
les étymologies, la prononciation et la conjugaison de tous les verbes irréguliers et défectifs  
les définitions, les acceptions propres et figurées, l'explication des expressions familières,  
des formes poétiques, des locutions populaires et des proverbes;  
les termes particuliers aux sciences, aux arts et à l'industrie, une étude  
sur les principaux synonymes, et la solution de toutes les difficultés grammaticales  
que présentent l'orthographe des participes et les règles  
de concordance et de construction

ENRICHIS D'EXEMPLES

EMPRUNTÉS AUX ÉCRIVAINS, AUX PHILOGUES ET AUX SAVANTS LES PLUS CÉLÈBRES  
DEPUIS LE XVI<sup>e</sup> SIÈCLE JUSQU'À NOS JOURS

**PAR M. P. POITEVIN**

Auteur du *Cours théorique et pratique de langue française*, adopté par l'Université

NOUVELLE ÉDITION, REVUE ET CORRIGÉE

Cet ouvrage forme 2 volumes in-4<sup>o</sup>, imprimés sur papier grand raisin, en caractères  
neufs, par MM. Firmin Didot frères, imprimeurs de l'Institut

Prix de l'ouvrage complet : 40 francs

RELIÉ EN DEMI-MAROQUIN TRÈS-SOLIDE : 50 FRANCS

DICTIONNAIRE GÉNÉRAL  
**DES TERMES D'ARCHITECTURE**

EN FRANÇAIS, ALLEMAND, ANGLAIS ET ITALIEN

**PAR DANIEL RAMÉE**

Architecte, auteur de *l'Histoire générale de l'architecture*

Un volume grand in-8 (1868). Prix.

8 fr.

## DICTIONNAIRES DE TAUCHNITZ-EDITION

## DICTIONNAIRE TECHNOLOGIQUE

DANS LES LANGUES

## FRANÇAISE, ANGLAISE ET ALLEMANDE

RENFERMANT LES TERMES TECHNIQUES USITÉS DANS LES ARTS ET MÉTIERS  
ET DANS L'INDUSTRIE EN GÉNÉRAL

RÉDIGÉ

Par M. Alexandre **TOLHAUSEN**

Traducteur près la Chancellerie des brevets à Londres

REVISÉ ET AUGMENTÉ

Par M. Louis **TOLHAUSEN**

Consul de France à Leipzig.

- I<sup>re</sup> PARTIE : Français-allemand-anglais. 1 vol. de 825 pages et xii pages (1873). Format in-16  
Prix, broché. 10 fr.
- II<sup>e</sup> PARTIE : Anglais-allemand-français. 1 vol. de 848 pages et xiv pages (1874). Format in-16.  
Prix, broché. 10 fr.
- III<sup>e</sup> PARTIE : Allemand-français-anglais. 1 vol. de 948 pages et xii pages (1875). Format in-16.  
Prix broché. 10 fr.

## A COMPLETE DICTIONARY OF THE ENGLISH AND FRENCH LANGUAGES

for general use, with the Accentuation and a literal Pronunciation of every word in both languages. Compiled from the best and most approved English and French authorities, by W. JAMES and A. MOLD. In-12. Broché. 7 fr.

## A COMPLETE DICTIONARY OF THE ENGLISH AND ITALIAN LANGUAGES

for general use, with the Italian Pronunciation and the Accentuation of every word in both languages and the Terms of Sciences and Art, Mechanics, Railways, Marine, etc. Compiled from the best and most recent English and Italian Dictionaries, by W. JAMES and GIUS. GRASSI. In-12. Broché. 6 fr.

## A COMPLETE DICTIONARY OF THE ENGLISH AND GERMAN LANGUAGES

for general use. Compiled with special regard to the elucidation of modern literature, the Pronunciation and Accentuation after the principles of Walker and Heinemann, by W. JAMES. In-12. Broché. 5 fr.

## DICTIONNAIRE FRANÇAIS-ANGLAIS ET ANGLAIS-FRANÇAIS

PAR WESSÉLY. 1 vol. in-16. 2 fr.

## DICTIONNAIRE ANGLAIS-ALLEMAND ET ALLEMAND-ANGLAIS

PAR WESSÉLY. 1 vol. in-16. 2 fr.

## DICTIONNAIRE ANGLAIS-ITALIEN ET ITALIEN-ANGLAIS

PAR WESSÉLY. 1 vol. in-16. 2 fr.

## DICTIONNAIRE ANGLAIS-ESPAGNOL ET ESPAGNOL-ANGLAIS

PAR WESSÉLY et GIBONÈS. 1 vol. in-16. 2 fr.

## DICTIONNAIRE ALLEMAND-FRANÇAIS ET FRANÇAIS-ALLEMAND

PAR WESSÉLY. 1 vol. in-16, cartonné toile. 2 fr.

LE

# DICTIONNAIRE ALLEMAND-FRANÇAIS

ET

## FRANÇAIS-ALLEMAND

**DE J. E. WESSELY**

FORME UN VOLUME IN-16 DE 466 PAGES, QUI SE VEND RELIÉ EN TOILE ANGLAISE  
AU PRIX DE 2 FR.

Ce dictionnaire est rédigé et imprimé avec le plus grand soin. C'est pour la première fois qu'on puisse offrir un Dictionnaire allemand complet et si parfaitement approprié à l'usage des Établissements d'Instruction primaire et secondaire à un prix aussi modique.

Pour faciliter l'approvisionnement des Écoles et Établissements d'Instruction publique, tous les Libraires de France sont mis en état de fournir ce livre au même prix.

### II. — BIBLIOGRAPHIE

## CATALOGUE ANNUEL

DE LA

# LIBRAIRIE FRANÇAISE

Années 1858 à 1869

**PUBLIÉ PAR C. REINWALD ET C<sup>o</sup>**

PRIX DE CHAQUE ANNÉE, FORMANT UN BEAU VOLUME IN-8, CARTONNÉ A L'ANGLAISE : 8 FR.

## BULLETIN MENSUEL DE LA LIBRAIRIE FRANÇAISE

**PUBLIÉ PAR C. REINWALD ET C<sup>o</sup>**

1876 — 16<sup>e</sup> ANNÉE. FORMAT IN-8. — 8 PAGES PAR MOIS

**Prix de l'abonnement : Paris et la France, 2 fr. 50. Étranger, le port en sus.**

Ce Bulletin paraît au commencement de chaque mois, et donne les titres et les prix des principales nouvelles publications de France, ainsi que de celles en langue française éditées en Belgique, en Suisse, en Allemagne, etc.

**BIBLIOTHECA AMERICANA VETUSTISSIMA**, a description of works relating to America, published between the years 1492 and 1551, publiée par H. HARRISSE. 1 volume grand in-8 (New-York, 1866.). 100 fr.

2021/10 III. — SCIENCES NATURELLES , 11107/111

1.12

## OUVRAGES DE CH. DARWIN

- L'ORIGINE DES ESPÈCES** au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature, traduit sur la 6<sup>e</sup> édition anglaise par EDMOND BARBIER. 1 volume in-8 (1876). Prix, cartonné à l'anglaise. 8 fr.
- DE LA VARIATION DES ANIMAUX ET DES PLANTES** sous l'action de la domestication, traduit de l'anglais, par J.-J. MOULINIÉ, préface par CARL VOET. 2 vol. in-8, avec 43 grav. sur bois (1858). Prix, cart. à l'anglaise 20 fr.
- LA DESCENDANCE DE L'HOMME ET LA SÉLECTION SEXUELLE.** Traduit de l'anglais par J.-J. MOULINIÉ, préface de CARL VOET. Deuxième édition, revue par M. EDM. BARBIER. 2 vol. in-8 avec gravures sur bois (1874). Prix cartonné à l'anglaise. 16 fr.
- DE LA FÉCONDATION DES ORCHIDÉES** par les insectes et du bon résultat du croisement. Traduit de l'anglais, par L. BÉNOIST. 1 vol. in-8 avec 34 grav. sur bois (1870). Cart. à l'anglaise. Prix : 8 fr.
- L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS** chez l'homme et les animaux. Traduit par SAMUEL POZZI et RENÉ BENOIT. 1 vol in-8, avec 21 grav. sur bois et 7 photographies (1874). Cartonné à l'anglaise 10 fr.
- VOYAGE D'UN NATURALISTE AUTOUR DU MONDE,** fait à bord du navire *Beagle*, de 1831 à 1836. Traduit de l'anglais par E. BARBER. 1 vol in-8 avec gravures sur bois (1875). Prix, cart. à l'anglaise. 40 fr.

Sous presse, pour paraître incessamment :

DEUX NOUVEAUX OUVRAGES DE M. CHARLES DARWIN.

SAVOIR :

### SUR LES PLANTES GRIMPANTES

Traduit par le Docteur RICHARD GORDON. Un volume in-8 avec gravures sur bois.  
Paraîtra en octobre 1876.

### SUR LES PLANTES INSECTIVORES

Traduit par M. EDM. BARBIER, avec notes de M. CHARLES MARTIN de la Faculté de Montpellier.

Un gros volume in-8, avec de nombreuses gravures sur bois.  
Paraîtra avant la fin de décembre 1876.

# HISTOIRE DE LA CRÉATION DES ÊTRES ORGANISÉS

## D'APRÈS LES LOIS NATURELLES

PAR ERNEST HÆCKEL

Professeur de zoologie à l'Université de Jéna

Conférences scientifiques sur la doctrine de l'évolution en général et celle de Darwin, Goethe et Lamarck en particulier

Traduites de l'allemand par le D<sup>r</sup> LETOURNEAU

ET PRÉCÉDÉES D'UNE INTRODUCTION BIOGRAPHIQUE PAR LE PROFESSEUR CH. MARTINS

1 vol. in-8 avec 15 planches, 19 gravures sur bois, 18 tableaux généalogiques et une carte chronolithographique. Prix : 15 fr.

La seconde édition est sous presse pour paraître fin octobre 1876.

## LA BIOLOGIE

PAR LE DOCTEUR G<sup>e</sup>. LETOURNEAU

volume in-12 de 566 pages, avec 112 gravures sur bois. Prix broché, 4 fr. 50; relié toile anglaise, 5 fr.

(Fait partie de la Bibliothèque des sciences contemporaines. — V. p. 3.)

Sous presse, pour paraître fin décembre :

## ANTHROPOGÉNIE

# HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DE L'HOMME

PAR LE PROFESSEUR ERNEST HÆCKEL — TRADUIT PAR LE D<sup>r</sup> LETOURNEAU

## OUVRAGES DE CARL VOGT

Professeur à l'Académie de Genève, président de l'Institut genevois

## LETTRES PHYSIOLOGIQUES

PREMIÈRE ÉDITION FRANÇAISE DE L'AUTEUR

1 vol. in-8 de 754 pages (1875), avec 110 grav. sur bois intercalées dans le texte.

Prix, cartonné toile. . . . . 12 fr. 50.

## LEÇONS SUR LES ANIMAUX UTILES ET NUISIBLES

LES BÊTES CALOMNIÉES ET MAL JUGÉES

Traduction de G. BAYVET

Un vol. in-12 avec gravures. Prix broché, 2 fr. 50; cartonné. 3 fr. 50

## LEÇONS SUR L'HOMME

SA PLACE DANS LA CRÉATION ET DANS L'HISTOIRE DE LA TERRE

Nouvelle édition. (Sous presse — Pour paraître en 1877)

## MANUEL D'ANATOMIE COMPARÉE

PAR CARL GEGENBAUR

Professeur à l'Université de Heidelberg

AVEC 319 GRAVURES SUR BOIS INTERCALÉES DANS LE TEXTE

TRADUIT EN FRANÇAIS SOUS LA DIRECTION DE

CARL VOGT

Professeur à l'Académie de Genève, Président de l'Institut genevois

1 vol. grand in-8 (1874). Prix : broché, 18 fr.; cartonné à l'anglaise, 30 fr.

## LA SÉLECTION NATURELLE

ESSAIS

Par Alfred-Russel WALLACE

TRADUIT SUR LA DEUXIÈME ÉDITION ANGLAISE, AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR

PAR LUCIEN DE CARNOLLE

1 vol. in-8° cartonné à l'anglaise. Prix. 8 fr.

## OUVRAGES DU D<sup>r</sup> LOUIS BUCHNER

### L'HOMME SELON LA SCIENCE

SON PASSÉ, SON PRÉSENT, SON AVENIR

OU

D'où venons-nous? — Qui sommes-nous? — Où allons-nous?

Exposé très-simple suivi d'un grand nombre d'éclaircissements et remarques scientifiques

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR LE D<sup>r</sup> LETOURNEAU

ORNÉ DE NOMBREUSES GRAVURES SUR BOIS

DEUXIÈME ÉDITION

1 vol. in-8° (1874). Prix..

7 fr.

### FORCE ET MATIÈRE

ÉTUDES POPULAIRES

### D'HISTOIRE ET DE PHILOSOPHIE NATURELLES

Ouvrage traduit de l'allemand avec l'approbation de l'auteur

CINQUIÈME ÉDITION

REVUE ET AUGMENTÉE DU PORTRAIT ET DE LA BIOGRAPHIE DE L'AUTEUR

1 vol. in-8° (1876). 5 fr.

## CONFÉRENCES SUR LA THÉORIE DARWINIENNE

DE LA TRANSFORMATION DES ESPÈCES

ET DE L'APPARITION DU MONDE ORGANIQUE

APPLICATION DE CETTE THÉORIE A L'HOMME

SES RAPPORTS AVEC LA DOCTRINE DU PROGRÈS ET AVEC LA PHILOSOPHIE NÉO-RÉALISTE  
DU PASSÉ ET DU PRÉSENT

Traduit de l'allemand avec l'approbation de l'auteur

D'APRÈS LA SECONDE ÉDITION.

PAR AUGUSTE JACQUOT

1 vol. in-8° (1880).

# LE DARWINISME ET LES GÉNÉRATIONS SPONTANÉES

ou Réponse aux réfutations

DE MM. P. FLOURENS, DE QUATREFAGES, LÉON SIMON, CHAUVEL, ETC.,

SUIVIE D'UNE LETTRE DE M. LE DOCTEUR F. POUCHET

PAR D. C. ROSSI

1 vol. in-12. Prix. . . . . 2 fr. 50

# ORIGINE DE L'HOMME, D'APRÈS ERNEST HÆCKEL

PAR D. C. ROSSI

Brochure in-8. . . . . 1 fr.

# RECHERCHES SUR LES RACES HUMAINES

DE LA FRANCE

PAR ANATOLE ROUJOU

Docteur ès-sciences

1 vol. in-8 de 196 pages. Prix, broché. . . . . 2 fr. 50

# ÉTUDES SUR LES TERRAINS QUATERNAIRES

DU BASSIN DE LA SEINE ET DE QUELQUES AUTRES BASSINS

PAR ANATOLE ROUJOU

Docteur ès-sciences

Brochure de 100 pages in-8. Prix, broché. . . . . 1 fr. 50

# MÉMOIRES D'ANTHROPOLOGIE

DE PAUL BROCA

TOME I et II

2 vol. in-8, avec gravures sur bois. Prix de chaque volume cartonné à l'anglaise 7 fr. 50

CONGRÈS INTERNATIONAL

# D'ANTHROPOLOGIE ET D'ARCHÉOLOGIE

PRÉHISTORIQUES

Compte rendu de la 2<sup>e</sup> Session. — Paris, 1867

1 vol. gr. in-8<sup>e</sup>, avec 91 grav. sur bois intercalées dans le texte. 12 fr. 70

# L'ANTHROPOLOGIE

PAR LE DOCTEUR PAUL TOPINARD

AVEC UNE PRÉFACE DU PROFESSEUR PAUL BROCA

1 volume in-12 de 590 pages, avec 52 figures intercalées dans le texte. Prix broché. 5 fr.

Relié, toile anglaise. 5 fr. 75

(Fait partie de la Bibliothèque des Sciences Contemporaines. — V. p. 3)

LE  
LIVRE DE LA NATURE

OU

## LEÇONS ÉLÉMENTAIRES

de Physique, d'Astronomie, de Chimie, de Minéralogie, de Géologie, de Botanique,  
de Physiologie et de Zoologie.

PAR LE DOCTEUR FRÉDÉRIC SCHOEDLER

Directeur de l'École industrielle, à Mayence

TOME PREMIER

CONTENANT LA PHYSIQUE, L'ASTRONOMIE ET LA CHIMIE

Un vol. in-8 avec 357 gravures sur bois intercalées dans le texte et 2 cartes astronomiques, traduit de l'allemand, par Adolphe SCHLEIER, professeur à l'École agricole, à Gembloux. Prix du tome premier, broché, 5 fr.

TOME SECOND, première partie.

ÉLÉMENTS DE MINÉRALOGIE, GÉOGNOSIE ET GÉOLOGIE

Traduit de l'allemand sur la 10<sup>e</sup> édition, par HENRI WELTER

1 vol. in-8 avec 206 gravures sur bois et 2 planches coloriées . . . 2 fr. 50

La deuxième partie du tome second contenant la Botanique est sous presse et paraîtra en octobre 1876.

## LEÇONS DE PHYSIOLOGIE ÉLÉMENTAIRE

Par le professeur HUXLEY

TRADUITES DE L'ANGLAIS PAR LE D<sup>r</sup> DALLY1 vol. in-12 avec de nombreuses figures intercalées dans le texte. — Prix, broché, 3 fr. 50  
Relié toile, 4 fr.

## TRAITÉ D'ANALYSE ZOOCHIMIQUE

QUALITATIVE ET QUANTITATIVE

GUIDE PRATIQUE POUR LES RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES

PAR E. COMIP-BESANNE

Professeur de chimie à l'Université d'Erlangen

TRADUIT SUR LA TROISIÈME ÉDITION ALLEMANDE ET AUGMENTÉ

Par le D<sup>r</sup> L. GAUTIER

1 vol. grand in-8, avec 138 figures dans le texte (1875) Cart. à l'anglaise. 12 fr. 50

## INSTRUCTION

SUR L'ANALYSE CHIMIQUE QUALITATIVE DES SUBSTANCES MINÉRALES

PAR G. STAEDLER

Revue par HERRMANN KOLBE

Traduite sur la 6<sup>e</sup> édition allemande par le D<sup>r</sup> L. GAUTIER

AVEC UNE GRAVURE DANS LE TEXTE ET UN TABLEAU COLORÉ D'ANALYSE SPECTRALE

In-12, cartonné à l'anglaise. Prix. . . 2 fr. 50

## GUIDE POUR L'ANALYSE DE L'URINE

DES SEDIMENTS ET DES CONCRETIONS URINAIRES

AU POINT DE VUE PHYSIOLOGIQUE ET PATHOLOGIQUE

PAR LE D<sup>r</sup> ARTHUR GANZELMANN

Traduit de l'allemand avec l'assistance de l'auteur, par G. E. STROHM

Brochure in-8 avec 3 planches. Prix. . . 2 fr.

## GUIDE POUR L'ANALYSE DE L'EAU

AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE ET DE L'INDUSTRIE

Précédé de l'examen des principes sur lesquels on doit s'appuyer dans l'appréciation de l'eau potable

Par le D<sup>r</sup> E. REICHARDT, professeur à l'Université d'Iéna

Traduit de l'allemand par le D<sup>r</sup> G.-E. STROHL, professeur agrégé à l'École de pharmacie de Nancy

In-8 avec 31 fig. dans le texte. Prix, broché : 4 fr. 50

### ÉCHINOLOGIE HELVÉTIQUE

## MONOGRAPHIE DES ÉCHINIDES FOSSILES DE LA SUISSE

Par E. DESOR et P. DE LORIOU

ÉCHINIDES DE LA PÉRIODE JURASSIQUE

1 vol. in-4, avec atlas in-folio de 61 pl. (1868 à 1872). Prix, cartonné. 160 fr.  
(L'ouvrage a été publié en 16 livraisons à 10 fr.)

## LE PAYSAGE MORAINIQUE

SON ORIGINE GLACIAIRE ET SES RAPPORTS AVEC LES FORMATIONS PLIOCÈNES D'ITALIE

Par E. DESOR

1 vol. in-8 avec 2 cartés. Prix, broché : 5 fr.

## TOXICOLOGIE CHIMIQUE

GUIDE PRATIQUE POUR LA DÉTERMINATION CHIMIQUE DES POISONS

Par le D<sup>r</sup> FRÉDÉRIC MOHR, professeur à l'Université de Bonn

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR LE D<sup>r</sup> L. GAUTIER

1 vol. in-8 avec 56 fig. dans le texte. Prix, broché : 5 fr.

### EXAMEN MICROSCOPIQUE ET MICROCHIMIQUE

## DES FIBRES TEXTILES

Tant naturelles que teintes, suivi d'un essai sur la caractérisation de la laine régénérée shoddy

PAR LE D<sup>r</sup> Robert SCHLESINGER. PRÉFACE DU D<sup>r</sup> Emile KOPP

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR LE D<sup>r</sup> L. GAUTIER

In-8 avec 32 figures dans le texte. Prix, broché : 4 fr.

L'ASTRONOMIE, LA MÉTÉOROLOGIE ET LA GÉOLOGIE mises à la portée de tous, par H. LE HON. Sixième édition, revue, corrigée et augmentée, ornée de 80 gravures. 1 vol in-12. Prix. . . . . 5 fr.

PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE DE GÉOLOGIE, par J.-J. D'OMALIUS D'HALLOY. Huitième édition (y compris celles publiées sous les titres d'*Éléments* ou *Abregés de géologie*). 1 vol. in-8 avec cartes et gravures sur bois. Bruxelles, 1868. Prix. . . . . 10 fr.

LE LIVRE DE L'HOMME SAIN ET DE L'HOMME MALADE, par le professeur CH. BOCK de Leipzig, traduit de l'allemand sur la sixième édition, et annoté par le docteur VICTOR DESGUIN et M. CAMILLE VAN STRAELÉN. — Ouvrage enrichi de planches et de gravures intercalées dans le texte, et précédé d'une introduction sur la nécessité de faire de l'étude de l'homme la base de tout système rationnel d'éducation, par le docteur DESGUIN. 2 vol. in-8 (1866-1868). Prix. . . . . 10 fr.

LES EAUX MINÉRALES ET LES BAINS DE MER DE LA FRANCE, nouveau guide pratique du médecin et du baigneur, par le docteur PAUL LABARTHE. Précédés d'une Introduction par le professeur A. GUBLER. 1 vol. in-12. Prix broché, 4 fr. Relié toile. . . . . 5 fr.

## IV. — HISTOIRE, POLITIQUE, GÉOGRAPHIE, ETC.

# MOEURS ROMAINES DU RÈGNE D'AUGUSTE À LA FIN DES ANTONINS

PAR L. FRIEDLÄNDER

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BERLIN

TRADUCTION LIBRE FAITE SUR LE TEXTE DE LA DEUXIÈME ÉDITION ALLEMANDE

*Avec des considérations générales et des remarques*

PAR CH. VOGEL

TOME I<sup>er</sup> (1865), comprenant la villa et la cour, les trois ordres, la société et les femmes.  
 TOME II (1867), comprenant les spectacles et les voyages des Romains.  
 TOME III (1874), comprenant le luxe et les beaux-arts, avec un supplément au tome premier.  
 TOME IV et dernier (1874), comprenant les belles-lettres, la situation religieuse et l'état de la philosophie, avec un supplément au tome deuxième.

4 VOL. IN-8. PRIX DE CHAQUE VOL. BROCHÉ . . . 7 fr.

(Les tomes III et IV portent le titre : *Civilisation et mœurs romaines, du règne d'Auguste à la fin des Antonins*).

# LA CONSTITUTION D'ANGLETERRE

EXPOSÉ HISTORIQUE ET CRITIQUE

DES ORIGINES, DU DÉVELOPPEMENT SUCCESSIF ET DE L'ÉTAT ACTUEL DES INSTITUTIONS ANGLAISES

PAR ÉDUAUD FISCHEL

Traduit sur la seconde édition allemande comparée avec l'édition anglaise de B. JEREMY BENTHAM

PAR CH. VOGEL

2 volumes in-8 (1864). Prix de l'ouvrage : 10 fr.

ÉTUDES POLITIQUES SUR L'HISTOIRE ANCIENNE ET MODERNE et sur l'influence de l'état de guerre et de l'état de paix, par PAUL DEVAUX, membre de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 1 vol. grand in-8 (Bruxelles, 1875) 8 fr. »

DE LA SCIENCE EN FRANCE, par JULES MARCOU. 1 vol. in-8 (1869). Prix. . . 5 fr.

LETTRES SUR LES ROCHES DU JURA et leur distribution géographique dans les deux hémisphères, par JULES MARCOU. 1 vol. in-8 avec 2 cartes (1860). Prix. 7 fr. 50

ÉTUDES SUR LES FACULTÉS MENTALES DES ANIMAUX comparées à celles de l'homme, par J.-C. HOUZEAU, membre de l'Ac. de Belgique. 2 v. in-8 (Mons, 1872). 12 fr.

LA CINÉSIOLOGIE, OU LA SCIENCE DU MOUVEMENT dans ses rapports avec l'éducation, l'hygiène et la thérapie. Études historiques, théoriques et pratiques, par N. DALLY. In-8 avec 6 planches (1857) 10 fr. »

PROJET D'UNE FONDATION MUNICIPALE pour l'élevage de la première enfance. Moyens pratiques de prévenir la mortalité excessive des nourrissons, par le docteur C.-A. COUDREAU, avec plans et devis par J.-B. SCHACRE, archit. Broch in-8. . . 1 fr.

LE

# MONDE TERRESTRE

AU POINT ACTUEL DE LA CIVILISATION

NOUVEAU PRÉCIS

## DE GÉOGRAPHIE COMPARÉE

DESCRIPTIVE, POLITIQUE ET COMMERCIALE

AVEC UNE INTRODUCTION, L'INDICATION DES SOURCES ET CARTES, ET UN RÉPERTOIRE  
ALPHABÉTIQUE

**Par CHARLES VOGEL**

Conseiller, ancien chef de Cabinet de S. A. le prince Charles de Roumanie  
Membre des Sociétés de Géographie et d'Économie politique de Paris, Membre correspondant  
de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, etc., etc.

L'ouvrage entier, dont la publication sera terminée dans trois années, formera trois volumes d'environ 60 feuilles grand in-8°, du prix de 15 fr. chacun : chaque volume, 12 livraisons mensuelles du prix de 1 fr. 25.

Les six premières livraisons sont en vente formant un demi-volume, prix 7 fr. 50.

**ESSAI SUR TALLEYRAND**, par sir HENRY LYTTON BULWER, G. C. B, ancien ambassadeur.

Traduit de l'anglais avec l'autorisation de l'auteur par M. GEORGES PEAROT.  
1 vol. in-8. Prix. 5 fr.

**ESSAI SUR LES ŒUVRES ET LA DOCTRINE DE MACHIAVEL**, avec la traduction littérale du PRINCE, et de quelques fragments historiques et littéraires, par PAUL DELTUF.  
1 vol. in-8 (1867). Prix 7 fr. 50

**TERRE SAINTÉ**, par CONSTANTIN TISCHENDORF, avec les souvenirs du pèlerinage de S. A. I. le grand duc Constantin. 1 vol. in-8 avec 3 gravures (1868). 5 fr.

**THÉODORE PARKER, SA VIE ET SES ŒUVRES**. Un chapitre de l'histoire de l'Abolition de l'esclavage aux États-Unis, par ALB. RÉVILLE. 1 vol. in-12 (1865). 3 fr. 50

**ÉTAT ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE LA FRANCE DEPUIS HENRI IV JUSQU'À LOUIS XIV (1589-1715)**, par A. MOREAU DE JONNÈS, membre de l'Institut. 1 vol. in-8°. (1867.) Prix. 7 fr.

V. — **ARCHÉOLOGIE ET SCIENCES PRÉHISTORIQUES****LA CIVILISATION PRIMITIVE**

PAR M. EDWARD B. TAYLOR, F. R. S., L. L. B.

TRADUIT DE L'ANGLAIS SUR LA DEUXIÈME ÉDITION

PAR MME PAULINE BRUNET

**TOME PREMIER**

Un volume in-8. — Prix cartonné.

10 fr.

Le second volume pour lequel les travaux préparatoires sont très-avancés, pourra paraître avant la fin de la présente année.

**LES HABITANTS PRIMITIFS DE LA SCANDINAVIE**

ESSAI D'ETHNOGRAPHIE COMPARÉE

MATÉRIAUX POUR SERVIR A L'HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DE L'HOMME

Par **EVEN NILSSON**, professeur à l'Université de Lund1<sup>re</sup> Partie : L'AGE DE PIERRE, traduit du suédois sur le manuscrit de la 3<sup>e</sup> édition préparé par l'auteur

Un vol. grand in-8 (1868) avec 16 planches. — Prix : 12 fr. cartonné

**LES PALAFITTES**

OU CONSTRUCTIONS LACUSTRES DU LAC DE NEUCHÂTEL

PAR **E. DESOR**

ORNÉ DE 95 GRAVURES SUR BOIS INTERCALÉES DANS LE TEXTE

In-8 (1865). Prix.

6 fr.

**LE BEL AGE DU BRONZE LACUSTRE EN SUISSE** orné de cinq planches chromolithographiées, de deux planches lithographiées et de cinquante gravures sur bois, par **E. Desor** et **L. Favre**. Grand in-folio (Neuchâtel, 1874). Prix, cartonné. 25 fr.**LES ARMES ET LES OUTILS PRÉHISTORIQUES** reconstitués. Texte et gravures par le vicomte **Leric**. Grand in-4 de vingt-quatre planches à l'eau forte, avec texte descriptif. Prix. 12 fr.**LETTRE SUR L'HOMME PRÉHISTORIQUE** du type le plus ancien, sur la structure de ses restes et sur ses origines, par **A. Hovelacque**. Brochure in-8, avec 3 figures dans le texte. Prix. 1 fr.**ÉTUDES D'ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUE**. La chronologie préhistorique, d'après l'étude des berges de la Saône; — les Silex de Volgu; — la Question préhistorique de Solutre, par **ADRIEN ARCELIN**. Brochure in-8, Prix. . . . 2 fr. 50**LE MACONNAIS PRÉHISTORIQUE**. Mémoire sur les âges primitifs de la pierre, du bronze et du fer en Mâconnais et dans quelques contrées limitrophes. Ouvrage posthume, par **H. DE FERRY**, membre de la Société géologique de France, etc., avec notes, additions et appendice, par **A. ARCELIN**, accompagné d'un Supplément anthropologique, par le docteur **PAUCHA-BAY**. Un vol. in-4 et atlas de 42 planches (1870). Prix. . . . 12 fr.**LES TEMPS PRÉHISTORIQUES DANS LA NIÈVRE**. — I. Époque paléolithique, par le docteur **H. JACQUINOT**. Brochure in-8, avec 16 planches. Prix. 3 fr.**ÉTUDE PRÉHISTORIQUE SUR LA SAVOIE** spécialement à l'époque lacustre (âge du bronze), par **ANDRÉ PERRIN**. In-8 avec atlas grand in-4 de 20 planches lithographiées. Prix. 12 fr.

**LE SIGNE DE LA CROIX AVANT LE CHRISTIANISME**

Avec 117 gravures sur bois

PAR M. GABRIEL DE MORTILLET

In-8° (1866). Prix. . . . 6 fr.

**PROMENADES PRÉHISTORIQUES A L'EXPOSITION UNIVERSELLE**

PAR LE MÊME

In-8° (1867), avec 62 figures. Prix 3 fr. 50

**ORIGINE DE LA NAVIGATION ET DE LA PÊCHE**

PAR LE MÊME

1 vol. in-8° (1867), orné de 38 figures. Prix. 2 fr.

REVUE

**D'ANTHROPOLOGIE**

PUBLIÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. PAUL BROCA

Secrétaire général de la Société d'anthropologie  
Directeur du laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études  
Professeur à la Faculté de médecine

1872, 1873, 1874, ou VOL. I, II, III

Chaque vol. grand in-8 de 48 feuilles, avec planches et gravures. 20 fr.

Pour les abonnements, au 4<sup>e</sup> volume et les suivants s'adresser à M. E. LEROUX, 28, rue Bonaparte.

ARCHIVES

DE

**ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE**

HISTOIRE NATURELLE — MORPHOLOGIE — HISTOLOGIE — ÉVOLUTION DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

**HENRI DE LACAZE-DUTHIERS**Membre de l'Institut, professeur d'anatomie et de physiologie comparés  
et de zoologie à la Sorbonne.I<sup>re</sup> année, 1872. — II<sup>e</sup> année, 1873. — III<sup>e</sup> année, 1874. — IV<sup>e</sup> année, 1875.

Ferme chacune un volume grand in-8 avec planches noires et coloriées

Prix du volume, cartonné toile, 33 fr.

Prix de l'abonnement, par volume ou année de quatre cahiers, avec 24 planches  
POUR PARIS, 30 FR. — LES DÉPARTEMENTS, 32 FR. — L'ÉTRANGER, LE PORT EN SUS

Le premier cahier de la cinquième année, 1876, est en vente.

**STATIONS PRÉHISTORIQUES**

De la vallée du Rhône, en Vivarais, Châteaubourg et Soyons. Notes présentées au Congrès de Bruxelles dans la session de 1872. par MM. le vicomte LERIC et JULES DE LUSAC. In-folio, avec 9 planches. (Chambéry, 1872). 9 fr.

**GROTTE DE SAVIGNY**

Communes de la Biolle, canton d'Albens (Savoie), par M. le vicomte LERIC. In-4, avec 6 planches lithographiées. 1874. Prix. 9 fr.

**MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE PRIMITIVE ET NATURELLE DE L'HOMME**

Revue mensuelle illustrée, fondée par M. G. de MONTILLET en 1865, dirigée depuis 1869 par M. EMILE CARTAILHAC, avec le concours de MM. P. CAZALIS DE FONDOUCK (Montpellier) et E. CHANTRE (Lyon). 12<sup>e</sup> année (2<sup>e</sup> série, tome VII, 1876), formant le 11<sup>e</sup> volume de la collection entière. Format in-8, avec de nombreuses gravures. Prix de l'abonnement pour la France. 12 fr.  
Pour l'étranger. 15 fr.

**L'HOMME ET LES ANIMAUX DES CAVERNES DES BASSES-CÉVENNES**

Par M. ADRIEN JEANJEAN. In-8, avec planches. (Nîmes, 1871.). 2 fr. 50

**LE DANEMARK A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867**

Étudié principalement au point de vue de l'archéologie, par VALMÉRAN SCHMIDT. In-8. (1868.) Prix. 4 fr.

**L'ÂGE DE PIERRE ET LA CLASSIFICATION PRÉHISTORIQUE**

D'après les sources égyptiennes. Réponse à MM. Chabas et Lepsius, par ADRIEN ANCELIN. Brochure grand in-8. Prix 1 fr. 50  
(Estrait des *Annales de l'Académie de Mémoires.*)

**ITHAQUE — LE PÉLOPONÈSE — TROIE**

Recherches archéologiques, par HENRY SCHLIEMANN. 1 vol. in-8, 4 gravures lithographiées et 2 cartes. Prix. 5 fr.

**TOMBES CELTIQUES DE L'ALSACE**

Résumé historique sur ces monuments, suivi d'un mémoire sur les tombes et les établissements celtiques du sud-ouest de l'Allemagne, par MAXIMILIEN DE RIME. In-folio, avec une carte et 3 planches lithogr. (Strasbourg, 1870.). 12 fr.

**LA NÉCROPOLE DE VILLANOVA**

Découverte et décrite par le comte-sénateur JEAN GOZZADINI. Grand in-8, avec gravures. (Bologne, 1870) 2 fr.

**RENSEIGNEMENTS SUR UNE ANCIENNE NÉCROPOLE A MARZASOTTO**

(Près Bologne). Par LE MÊME. Grand in-8, avec gravures. (Bologne, 1871). 1 fr.

DISCOURS D'OUVERTURE DU CONGRÈS D'ARCHÉOLOGIE ET D'ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUES  
Session de Bologne 1871. Par LE MÊME. Grand in-8. (Bologne, 1871) 50 c.

## VI. — LITTÉRATURE

## VOLTAIRE

## SIX CONFÉRENCES DE DAVID-FRÉDÉRIC STRAUSS

OUVRAGE TRADUIT DE L'ALLEMAND SUR LA TROISIÈME ÉDITION

PAR LOUIS NARVAL

et précédé d'une lettre-préface du traducteur à

M. É. LITTRÉ

1 volume in-8. — Prix broché : 7 francs.

## SCÈNES DE LA VIE CALIFORNIENNE

ET ESQUISSES DE MŒURS TRANSATLANTIQUES

PAR HRET-HARTE

Traduites par M. AMÉDÉE PICHOT et ses Collaborateurs  
de la REVUE BRITANNIQUE

1 volume in-12. Prix.

2 fr.

## LA PSYCHOLOGIE DANS LES DRAMES DE SHAKSPEARE

PAR LE D<sup>r</sup> ONIMUS

Brochure de 24 pages. Prix. . . . . 1 fr. 50

## COMME UNE FLEUR

Autobiographie traduite de l'anglais par AUGUSTE DE VIGUERIE

Un volume in-12. (1869.). Prix . . . . .

2 fr.

## LES TRAGÉDIES DU FOYER

Par PAUL DELTUF

Un volume in-12. (1868.). Prix. . . . .

2 fr.

LA VIE DES DEUX COTÉS DE L'ATLANTIQUE, autrefois et aujourd'hui, traduit de l'anglais, par MME DE WITT. 1 vol. in-12. Prix. . . . . 2 fr.

LA RABBIATA ET D'AUTRES NOUVELLES, par PAUL HEYSE, traduites de l'allemand, par MM. GUSTAVE BAYVET et EMILE JONVEAUX. 1 vol. in-12. 2 fr.

CHOIX DE NOUVELLES RUSSES, de LERMONTOFF, de POUSSCHKINE, VON WIENSEN, etc. Traduit du russe, par M. J.-N. CHOPIN, auteur d'une *Histoire de Russie*, de l'*Histoire des révolutions des peuples du Nord*. etc. 1 volume in-12 (1874). 2 fr.

MÉMOIRES D'UN PRÊTRE RUSSE, ou la Russie religieuse, par M. IVAN GOLOVINE. 1 vol. in-8. 7 fr.

## HISTOIRE DE LA POÉSIE PROVENÇALE

COURS FAIT A LA FACULTÉ DES LETTRES DE PARIS PAR M. C FAURIEL  
Membre de l'Institut.

3 vol. in-8. (1847). Prix. 23 fr.

## DANTE

ET LES ORIGINES DE LA LANGUE ET DE LA LITTÉRATURE ITALIENNES

COURS A LA FACULTÉ DE PARIS

PAR M. C. FAURIEL

2 vol. in-8 (1854). . . . . 14 fr.

## LA MÈRE L'OIE

POÉSIES, ÉNIGMES, CHANSONS ET RONDES ENFANTINES

Illustrations et vignettes par L. RICHTER et F. POCCHI

IN-8, CARTONNÉ (1868). PRIX. . . . . 2 fr.

## LE DÉMON

LÉGENDE ORIENTALE, PAR LERMONTOFF, TRADUCTION (EN VERS) DE T. ANOSSOW

1 vol. in-8. 3 fr.

## IMPRESSIONS DE VOYAGE D'UN RUSSE EN EUROPE

1 vol. in-12. 2 fr. 50

## ÉTUDE SUR LORD BYRON

PAR ALEXANDRE BUCHNER

Brochure in-8. 75 c.

## EMILIA WYNDHAM

Par l'auteur de « Two old men's Tales; Mount Sorel; etc. » (Mrs Marsh.) Traduit librement de l'anglais par l'auteur des *Réalités de la vie domestique, Veuvage et Célibat*. 2 volumes in-12 réunis en un seul. (1855.). 3 fr.

## HERTHA, OU L'HISTOIRE D'UNE AME

Par FRÉDÉRIKA BRÄNER. Traduit du suédois avec l'autorisation de l'auteur et des éditeurs, par M. A. GUYROV. 1 vol. in-12. (1856.). 3 fr. 50

## CHARLOTTE ACKERMANN

Souvenirs de la vie d'une actrice de Hambourg au XVIII<sup>e</sup> siècle, par M. Otto MULLER, traduction de J. JACQUES PORCHAT. 1 vol. in-8. 2 fr.

---

**VII. — THÉOLOGIE ET PHILOSOPHIE**
**DE LA VÉRITÉ DANS L'HISTOIRE  
DU CHRISTIANISME**
**LETTRES D'UN LAÏQUE SUR JÉSUS**
**PAR CH. RUELLE**
*Auteur de la Science populaire de Claudius*
**LA THÉOLOGIE ET LA SCIENCE — M. RENAN ET LES THÉOLOGIENS  
LA RÉSURRECTION DE JÉSUS D'APRÈS LES TEXTES — LECTURE DE L'ENCYCLIQUE**
**1 vol. in-8 (1866). Prix. 6 fr.**


---

**JÉSUS — PORTRAIT HISTORIQUE**
**Par le professeur D<sup>r</sup> SCHENKEL**
**TRADUIT DE L'ALLEMAND SUR LA TROISIÈME ÉDITION, AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR**
**1 vol. in-8 (1865). Prix. 6 fr.**


---

**ESSAI DE PHILOSOPHIE POSITIVE AU XIX<sup>E</sup> SIÈCLE**
**LE CIEL — LA TERRE — L'HOMME**
**PAR ADOLPHE D'ASSIER**
**PREMIÈRE PARTIE : LE CIEL — 1 VOL. IN-12 (1870)**
**Prix. 2 fr. 50**


---

**DECRETALES PSEUDO-ISIDORIANÆ ET CAPITULA ANGILRAMNI**
**AD FIDEM LIBRORUM MANUSCRIPTORUM RECENSUIT**
**FONTES INDICAVIT, COMMENTATIONEM DE COLLECTIONE PSEUDO-ISIDORI PRÆMISIT**
**PAULUS HINSCHIUS**
**2 volumes grand in-8 (Leipzig, B. Tauchnitz, 1863). 24 fr.**


---

**ÉTUDE**
**SUR**
**L'IDÉE DE DIEU DANS LE SPIRITUALISME MODERNE**
**Par P.-M. BÉRAUD**
**1 vol. in-12. Prix. broché. 4 fr.**


---

**L'ANCIENNE ET LA NOUVELLE FOI**
**CONFESSION PAR DAVID-FRÉDÉRIC STRAUSS**
**Ouvrage traduit de l'allemand sur la huitième édition par LOUIS NARVAL et augmenté d'une préface**
**par É. LITTRÉ**
**1 volume in-8 (1876). Prix, broché. 7 fr.**

VIII. — LINGUISTIQUE — LIVRES CLASSIQUES

LA LINGUISTIQUE

PAR M. ABEL NOVELACQUE

1 volume in-12 de 378 pages. — Broché, 3 fr. 50; relié toile anglaise, 4 fr.  
(Fait partie de la Bibliothèque des sciences contemporaines. — V. p. 3.)

CORRESPONDANCE COMMERCIALE

EN NEUF LANGUES

en Français, Allemand, Anglais, Espagnol, Hollandais, Italien, Portugais  
Russe et Suédois

Divisée en neuf parties contenant chacune les mêmes lettres, de manière que la partie française donne la traduction exacte de la partie anglaise ou allemande, et ainsi de suite.

Chaque partie se vend séparément au prix de. 2 fr. 50

TRAITÉ DE PRONONCIATION FRANÇAISE

ET

MANUEL DE LECTURE A HAUTE VOIX

GUIDE THÉORIQUE ET PRATIQUE DES FRANÇAIS ET DES ÉTRANGERS

PAR M. JULES Maigne

Professeur de littérature française

Un vol. in-12 (1868). — Prix. broché, 2 fr. 50, cartonné : 3 fr.

SYLLABAIRE ALLEMAND

PREMIÈRES LEÇONS DE LANGUE ALLEMANDE

avec un nouveau traité de prononciation et un nouveau système d'apprendre les lettres manuscrites

PAR F.-H. AMN

Troisième édition. In-12 (1875) 1 fr.

LECTURES ALLEMANDES A L'USAGE DES COMMENÇANTS

PAR E.-H. SANDER

Professeur de langue allemande à l'École d'application d'état-major

Un vol. in-18, cartonné. 1 fr. 25

**NOUVEAU MANUEL DE LOGARITHMES à sept décimales, pour les nombres et les fonctions trigonométriques, rédigé par C. BARNES, docteur en philosophie, directeur de l'Observatoire et professeur d'astronomie à Leipzig. — 1 vol. grand in-8, édition stéréotype. (Leipzig B. Teuchnitz) Prix 5 fr.**

## IX. — DIVERS

## LES ÉCRIVAINS MILITAIRES DE LA FRANCE

PAR THÉODORE KARCHER

Un vol. gr. in-8, avec grav. sur bois intercalées dans le texte. Prix : 6 fr.

## CAMPAGNE DES RUSSES DANS LA TURQUIE D'EUROPE

En 1828 et 1829

TRADUIT DE L'ALLEMAND DU COLONEL BARON DE MOLTKE

PAR A. DEMMLER

Professeur à l'École impériale d'état-major

2 vol in-8 et atlas (1854). Prix. 12 fr.

## MANUEL DE FORTIFICATION PERMANENTE

PAR A. Téliakoffsky, colonel du génie. — Traduit du russe par A. Courbeau

Un vol. in-8 avec un atlas de 40 planches (1849). 20 fr.

INSTRUCTIONS AUX CAPITAINES DE LA MARINE MARCHANDE naviguant sur les côtes du Royaume-Uni, en cas de naufrage ou d'avaries. In-8 (1871).  
Prix. 2 fr. 50ESSAI SUR L'HISTOIRE DU CAFÉ, par HENRI WELTER. 1 vol. in-12 (1868).  
Prix. 3 fr. 50

DE LIEBIG. — SUR UN NOUVEL ALIMENT POUR NOURRISSONS (LA BOULLIE DE LIEBIG), avec Instruction pour sa préparation et pour son emploi. Brochure in-12 (1867). — Prix. 1 fr.

NOUVEAU GUIDE EN SUISSE, par BERLEPSCH. — Deuxième édition illustrée. 1 vol. in-12, avec cartes et plans, panoramas, gravures sur acier, etc. Cartonné à l'anglaise. 5 fr.

GUIDE A LONDRES, avec tableau synoptique des itinéraires des principales villes de l'Europe à Londres. (Guide Jeffs.) In-12, publié par W. Jeffs, à Londres. 3 fr.

VIENNE-MIGNON. Pérégrinations dans Vienne et ses environs, par BUCHER et K. WEISS. Traduit de l'allemand par le professeur B. PELLISSIER DE GIVISIEZ. Orné d'un plan de la ville, du palais de l'Exposition universelle, de plans de théâtres et de 30 gravures sur bois. 1 vol. in-32 cartonné à l'anglaise. (Vienne, Faesy et Frick, 1873.) 4 fr.

# TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

Ahn (F. H.). Sylabaire allemand. . . . .	21
ANCELIN (A.). Le Macconnais préhistorique. Voy. Ferry. . . . .	15
— L'Age de la pierre en Egypte. . . . .	17
— Etudes d'archéologie préhistorique. . . . .	15
ARCHIVES DE ZOOLOGIE, par Lacaze-Duthiers. . . . .	2-16
ASIKER (Ad. d.). Essai de philo-sophie positive. . . . .	29
BARNIER (E.). Descendance de l'homme. Voy. Darwin. . . . .	7
— Origine des espèces. Voy. Darwin. . . . .	7
— Voyage d'un naturaliste. Voy. Darwin. . . . .	7
— Plantes infectieuses. Voy. Darwin. . . . .	7
BAVET (G.). La Rabbita. Voy. Heyse. . . . .	18
BÉRAUD (P.-M.). Etude sur l'idée de Dieu. . . . .	20
BÉRLIN. Nouveau guide en Suisse. . . . .	22
BIBLIOTHECA AMERICANA VETUSTISSIMA. . . . .	6
BIBLIOTHEQUE des sciences contemporaines. . . . .	5
BOCK. Livre de l'homme sain. . . . .	12
BOEMER (Frédérique). Hertha. . . . .	19
BREY-HAUTE. Scènes de la vie californienne. . . . .	18
BRAGA. Mémoires d'anthropologie. . . . .	10
— Illyus d'anthropologie. . . . .	2-16
BUCHNER (C.). Nouveau manuel de logarithmes. . . . .	21
BUCHNER et WEISS. Vienne-Mignon. . . . .	22
BUCHNER (Ludw.). Conférences sur la théorie darwinienne. . . . .	9
— Force et matière. . . . .	9
— L'homme selon la science. . . . .	9
BUCHNER (Alex.). Etude sur Lord Byron. . . . .	19
BULLVIN mensuel de la librairie. . . . .	2-6
BULWER. Essai sur Tollebrand. . . . .	14
CANOLLER (De). Sélection naturelle. Voy. Wallace. . . . .	9
CANTAILHAC. Matériels pour l'histoire de l'homme. . . . .	2-17
CAS-CKMANN (A.). Guide pour l'analyse de l'urine. . . . .	11
CATALOGUE annuel de la librairie française. . . . .	6
CEUX de nouvelles romans. . . . .	18
COMME UN FLEUR. . . . .	18
CONGRES international d'anthropologie. . . . .	10
CORRESPONDANCE COMMERCIALE en neuf langues. . . . .	21
COUDREAU. Eloges de la première enfance. . . . .	15
DALLY. Leçons de physiologie. V. Huxley. . . . .	11
DALLY (N.). La Géométrie. . . . .	15
DARWIN. Descendance de l'homme. . . . .	7
— Fécondation des orchidées. . . . .	7
— Origine des espèces. . . . .	7
— Variation des animaux. . . . .	7
— Expression des émotions. . . . .	7
— Voyage d'un naturaliste. . . . .	7
— La Rabbita infectieuse. . . . .	7
INCERTAINES pseudo-laidiennes. . . . .	20
DELTOU. Essai sur Machinvol. . . . .	11
DELTOU. Tragédies du foyer. . . . .	18
DUBOIS (Ed.). Les paléolithes. . . . .	15
— Le passage marinique. . . . .	12
— Le refuge de l'homme lapétre et de LONDON. Echantillons fossiles de Suisse. . . . .	12
DEVALE. Etudes politiques. . . . .	13

Dictionnaire universel de la langue française, par P. Postevin. . . . .	1
— technologique en trois langues. . . . .	1
— par Hansen. . . . .	1
EMILIA Wyndham. . . . .	19
FAURE (G.). Histoire de la poésie provençale. . . . .	20
— Dante. . . . .	19
FERRAT (H. de). Le Miroir préhistorique. . . . .	16
FISCHER. Constitution d'Angleterre. . . . .	13
FRIGOLIARD. Mœurs romaines. . . . .	13
GAUTIER (L.) Analyse qualitative des substances minérales. Voy. Saender. . . . .	12
— Analyse chimique. Voy. Corne. . . . .	12
BEAUFAY. . . . .	12
GEFFROY (A.). HYPNOS. Voy. Brown. . . . .	19
GEORGEUR. Anatomie comparée. . . . .	19
GINOY et WALLER. Dictionnaire anglais-français. . . . .	11
GOLOVINE (Ivan). Mémoires d'un prêtre russe. . . . .	19
GORDON. Plant. éruptives. Voy. Darwin. . . . .	7
GORDON-BEAUFAY. Analyse chimique. . . . .	11
GOSWAMI. Discours d'ouverture du congrès de Bolougne. . . . .	17
— Nicopole de Vilsnova. . . . .	17
— Enseignements sur Harabotto. . . . .	17
— Genève à Londres. . . . .	22
HARTEL (E.). Histoire de la création naturelle. . . . .	8
— Anthropogénie. . . . .	8
HARRISS. Bibliotheca americana. . . . .	6
HAYSE. La Rabbita. . . . .	18
HESSELUSS. P. De rétrospéculation. . . . .	20
HOUZAT. Etudes sur les facultés mentales des animaux. . . . .	13
HOVELACQUE. Lettre sur l'homme préhistorique. . . . .	13
— La Linguistique. . . . .	21
HUGLEY. Leçons de physiologie. . . . .	11
IMPRESSIONS de voyage d'un russe. . . . .	19
INSTRUCTIONS aux capitaines de la marine marchande. . . . .	22
JACQUOT (H.). Les temps préhistoriques dans la Nièvre. . . . .	1
JACQUOT. Conférences sur la théorie darwinienne. Voy. Buchner. . . . .	9
JAMES (U.). Dictionnaire anglais-allemand. . . . .	5
— et GRAY. Dictionnaire anglais-italien. . . . .	7
— et HOLS. Dictionnaire anglais-français. . . . .	7
JEANSEN. L'homme et les animaux. . . . .	17
KARSTEN (Th.). Ecrivains baltaïques. . . . .	22
KOCH (X). Analyse qualitative des substances minérales. Voy. Saender. . . . .	12
LABATTE (P.). Les eaux minérales et les bains de mer. . . . .	12
LACAZE-DUTHIERS. Archives de zoologie. . . . .	2-16
LA HON. L'astronomie, la météorologie et la géologie. . . . .	19
LEPIC (le V.). Les armes et les outils préhistoriques. . . . .	15
— Grottes de Vigny. . . . .	17
LANGSTON. Bois de nouvelles races. . . . .	19
LERIC et DE LESSE. Stations préhistoriques de la vallée du Rhône. . . . .	17
LEMOYNE. Le donjon. . . . .	19

LETOURNEAU (E.). Histoire de la création. <i>Voy.</i>	8	RÉVILLE. Théodore Parker. . . . .	14
— Haeckel. . . . .	8	REVUE (l')anthropologie. . . . .	2-16
— L'homme selon la science. <i>Voy.</i>	9	RING (M. de). Tombes celtiques. . . . .	17
BUCHNER. . . . .	9	ROSSI. Le darwinisme. . . . .	10
— La Biologie. . . . .	3 et 8	— Origine de l'homme d'après Haeckel. . . . .	10
LIEBIG (J. de). Sur un nouvel aliment. . . . .	22	ROUJOU (A.). Recherches sur les races humaines. . . . .	10
LORIOU et DESOR. Echinides fossiles de la Suisse. . . . .	12	— Etude sur les terrains quaternaires. . . . .	10
LUBAC (J. de) et LERIC. Stations préhistoriques de la vallée du Rhône. . . . .	17	RUMBLE. De la vérité dans l'histoire du christianisme. . . . .	20
MAIGNE (J.). Traité de prononciation. . . . .	21	SANONNI (E.-H.). Lectures allemandes. . . . .	21
MARCOU. De la science en France. . . . .	15	SCHULER. Livre de la nature. V. SCHOEDLER. . . . .	11
— Lettres sur les Roches du Jura. . . . .	13	SCHENKEL. Jésus, portrait historique. . . . .	20
MARSH (MM.). Emilia Wyndham. . . . .	13	SCHLESINGER. Examen des fibres textiles. . . . .	12
MARTINS (Ch.). Création naturelle. <i>Voy.</i>	8	SCHLIEMANN. Ithaque et Le Péloponèse. Troie. . . . .	17
— Haeckel. . . . .	8	SCHMIDT. Le Danemark à l'exposition. . . . .	17
MATÉRIAUX pour l'histoire de l'homme. . . . .	2-17	SCHOEDLER. Livre de la nature. . . . .	11
MÈRE (L.). Poésies enfantines. . . . .	19	STAEDELER (G.). Analyse qualitative des substances minérales. . . . .	11
MORR. Zoologie chinoise. . . . .	12	STRAUSS. L'ancienne et la nouvelle foi. . . . .	20
MOLTAT. Des Campagnes des Russes. . . . .	22	— Voltair. . . . .	18
MORF (Le) terrestre. par Charles Vogel. . . . .	2-14	STROUL (E.). Analyse de l'urine. <i>Voy.</i> Casselmann. . . . .	12
MORHAU DE JONNES. Etat économique et social de la France. . . . .	14	TÉLÉARREVEY. Manuel de fertilisation permanente. . . . .	22
MONTALET (W. de) Matériaux pour l'histoire de l'homme. V. MATÉRIAUX. . . . .	2-17	TISCHENDORF. Terre sainte. . . . .	14
— Origine de la navigation. . . . .	16	TOLHAUSEN. Dictionnaire technologique. . . . .	5
— Promenades préhistoriques. . . . .	16	TOMINARD. Anthropologie. . . . .	3-10
— Signe de la croix. . . . .	16	TYLOR. La Civilisation primitive. . . . .	15
MOLINÉ. Descendance de l'homme. <i>Voyez</i>	7	VIENNE-MIGNON. Guide du voyageur. . . . .	22
DARWIN. . . . .	7	VIGUERIE (A. de). Comme une fleur. . . . .	18
— Origine des espèces. <i>Voy.</i> DARWIN. . . . .	7	VOGEL. Constitution d'Angleterre. <i>Voyez</i> FISCHER. . . . .	13
— Variation des animaux. <i>Voy.</i> DARWIN. . . . .	7	— Mœurs romaines. <i>Voy.</i> FRIEDLAENDER. . . . .	15
MOLLER (Otto). Charlotte Ackermann. . . . .	19	— Le monde terrestre. . . . .	2-14
NILSSON (Sven). Habitants primitifs de la Scandinavie. . . . .	15	VOGT. Leçons sur l'homme. . . . .	8
OMALIUS D'HALLOY. Précis de géologie. . . . .	12	— Leçons sur les animaux utiles. . . . .	8
OMMUS. La Psychologie de Shakespeare. . . . .	18	— Lettres physiologiques. . . . .	8
OSBORN (A.). Etude préhistorique sur la Savoie. . . . .	15	— Anatomie comparée. <i>Voy.</i> GEGENBAUR. . . . .	9
PERROT. Essai sur Talleyrand. V. BULWER. . . . .	13	— Descendance de l'homme. V. DARWIN. . . . .	7
PICROT (Amédée). Scènes de la vie californienne. <i>Voy.</i> Bret-Harte. . . . .	18	— Variation des animaux. <i>Voy.</i> DARWIN. . . . .	7
POIREUX (P.) Dictionnaire de la langue française. . . . .	4	WALLACE. Sélection naturelle. . . . .	9
PORCHAT (J. J.). Charlotte Ackermann. <i>Voy.</i>	19	WELTER (H.). Minéralogie et géologie. <i>Voy.</i> Livre de la nature. . . . .	11
— Muller. . . . .	19	— Essai sur l'histoire du café. . . . .	22
POUSCHKINE. Choix de nouvelles russes. . . . .	19	WESSLEY. Dictionnaire anglais-français. . . . .	5
RABE. Dictionn. des termes d'architecture. . . . .	4	— Dictionnaire anglais-allemand. . . . .	5
REINHOLD. Guide pour l'analyse de l'eau. . . . .	12	— Dictionnaire anglais-italien. . . . .	5
REINWALD. Bulletin mensuel. . . . .	26	— et GIRONÈS. Dictionnaire anglais-espagnol. . . . .	5
— Catalogue annuel. . . . .	6	— Dictionnaire français-allemand. . . . .	5-6
RENNÉ. Fécondation des arbrustes. <i>Voyez</i>	7	WITT (De). La vie des deux côtes de l'Amérique. . . . .	18
DARWIN. . . . .	7		







