



S. 1009

EXTRAIT DES COMPTES RENDUS
de
l'Association des Anatomistes

PUBLIÉS PAR LE

Professeur Remy COLLIN

Secrétaire général de l'Association

Vingt-sixième Réunion (Varsovie, 3-7 Août 1931)

**SUR LA GENÈSE DES GLOBULES ROUGES
CHEZ LES OISEAUX**

PAR

PIOTR SLONIMSKI (Varsovie)

**SUR LA GENÈSE DES GLOBULES ROUGES
CHEZ LES OISEAUX**

PAR

PIOTR SLONIMSKI (Varsovie)

I. — INTRODUCTION

Pour résoudre définitivement le problème si vivement discuté de la genèse des éléments cellulaires du sang chez les Vertébrés, il est important de considérer non seulement le matériel employé, mais aussi les méthodes qui ont été appliquées.

Quant au matériel, ce sont les œufs d'Oiseaux (surtout ceux de la Poule) qui, par la facilité de les avoir et de les couvrir, constituent depuis longtemps l'objet de choix pour de nombreuses recherches. Or, comme nous l'avons fait observer dans nos travaux précédents (SLONIMSKI, 1927, 1928, 1929, 1930), les méthodes histologiques ou même hématologiques seules ne suffisent pas pour résoudre les questions dont il s'agit; c'est pourquoi, dans l'état actuel de la science, la plus grande importance doit être attachée aux méthodes histochimiques et expérimentales (BRACHET, 1921; M. KONOPACKI et B. KONOPACKA, 1926, et autres).

On sait que la plupart des auteurs antérieurs qui étudièrent la formation du sang chez les Oiseaux, embryons et adultes, se sont nettement prononcés pour la genèse distincte des globules rouges et des globules blancs du sang (Cf. BIZZOZERO, 1883, 1884, 1890; DENYS, 1887; VAN DER STRICHT, 1892, 1893, et autres).

Les travaux des partisans de la théorie dualiste ont fait l'objet d'une critique de la part de M^{me} W. DANTSCHAKOFF qui, dans un mémoire détaillé paru en 1908, objecte à ses prédécesseurs de n'avoir étudié que les stades relativement



S. 1009.



tardifs, et d'avoir employé les méthodes insuffisantes (DANTSCHAKOFF, 1908, p. 486). Les recherches de M^{me} W. DANTSCHAKOFF (1907-1916) sont considérées par les partisans de la théorie unitaire (KIYONO et NAKANOIN, 1919; MAXIMOW, 1927, et autres) comme fondamentales dans ce domaine.

Parmi les recherches plus récentes, ce sont surtout celles de M^{me} F. SABIN (1920), qui méritent d'être notées; l'auteur y cherche à démontrer l'origine commune de l'endothélium vasculaire et des globules rouges ainsi que la liaison génétique étroite dans leur développement ultérieur.

Ce court aperçu historique nous montre déjà l'intérêt qu'on a à approfondir ces recherches. Or, les embryons d'Oiseaux constituent au point de vue de l'expérimentation, un matériel, sous plusieurs rapports bien inférieur à ceux des Amphibiens; aussi mes travaux antérieurs sur la genèse des éléments cellulaires du sang portaient-ils en premier lieu, sur l'*Axolotl* (*Amblystoma mexicanum* L.), la Grenouille (*Rana fusca s. temporaria* L.) et le Crapaud (*Bufo vulgaris* Laur.). Il s'agissait de répondre aux problèmes suivants: *les globules rouges peuvent-ils se former aux différents stades et à divers endroits de l'embryon, ou bien ont-ils, malgré leur dispersion dans le système vasculaire, une ébauche primitive, localisée dans un endroit bien déterminé, dès les premiers stades du développement?* Les résultats obtenus dernièrement par FEDERICI (1926), GOSS (1928) par voie expérimentale, ainsi que les résultats de mes recherches (SLONIMSKI, 1930-1931), conduites avec les méthodes histo-chimiques et expérimentales combinées, ont confirmé entièrement la seconde de ces hypothèses, à savoir: l'origine parfaitement spécifique, locale et précoce des globules rouges (au stade neurula). De plus, la sensibilité des méthodes de coloration que j'ai employées (PRENANT, 1921; WU, 1923; SLONIMSKI, 1927 et 1930) m'a permis de montrer chez les Amphibiens, l'indépendance complète de la genèse (la dualité d'origine) des globules rouges et celle des autres éléments cellulaires du sang. J'ai constaté que l'hémoglobine apparaît déjà dans les cellules de l'îlot sanguin médio-ventral qui constitue la véritable et l'unique ébauche des globules rouges,

donc à un moment beaucoup plus précoce, qu'on ne le croyait universellement. Quant au rôle attribué par M^{me} F.-R. SABIN (1920), REAGAN (1915-1916) et autres, à l'endothélium des Vertébrés, mes expériences d'alors ont déjà montré que, du moins chez les Amphibiens, l'endothélium vasculaire pas plus qu'aucun autre tissu de leurs embryons, n'est capable de suppléer à l'absence de l'ilot sanguin, c'est-à-dire de former les globules rouges (Cf. FEDERECI, 1926; GOSS, 1928; SLONIMSKI, 1930; STÖHR, 1931).

Ma communication actuelle a pour but de signaler les résultats des recherches analogues, mais portant sur les embryons des Oiseaux, recherches dont je me suis occupé dernièrement.

II. — MATÉRIEL ET TECHNIQUE

Les œufs de trois espèces d'Oiseaux (Poule, Canard, Pigeon) ont été couvés, dans les conditions habituelles de ventilation et de retournement, en partie dans un thermostat électrique et en partie dans un thermostat à gaz (à la température de 38° à 39°5). La période d'incubation a été différente selon les cas. L'attention a été portée surtout sur les stades précoces (un à deux jours). Pour déceler la présence de l'hémoglobine, je me suis servi de la méthode à la benzidine, selon la technique que j'ai décrite en 1927.

Il est à remarquer que les préparations ainsi obtenues sont tout à fait durables et se laissent colorer supplémentaiement par des colorants histologiques habituels.

Quant aux méthodes hématologiques, j'ai employé surtout la méthode panoptique selon PÄPPENHEIM.

Quant aux méthodes expérimentales, je me suis servi de celle d'extirpation et d'incisions, à l'aide des ciseaux pour iridectomie, ou des ciseaux spécialement employés par l'école américaine (HARRISON, DETWILLER et autres).

Toutes ces recherches, je les ai effectuées dans le laboratoire d'histologie et d'embryologie de l'Université de Varsovie et dans le laboratoire d'embryologie de l'Université de Bruxelles, où le regretté maître Albert BRACHET était encore actif.

III. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

Il s'agissait de déterminer, aussi précisément que possible, l'endroit et le moment critique (stade du développement) où l'on peut déceler les premières cellules contenant de l'hémoglobine.

Les données signalées à ce propos par les auteurs anciens et récents sont assez divergentes (Cf. DANTSCHAKOFF, 1908; SABIN, 1920).

SMIECZKOWSKI (1892) croyait à la possibilité de déceler l'hémoglobine dans les embryons de la Poule, seulement au stade d'au moins douze protosomites différenciés (ce qui correspond environ à 40 heures d'incubation). Par contre, DEHLER (1895) supposait que déjà les cellules des premiers îlots sanguins, contiennent une petite quantité d'hémoglobine. WULF (1897) a découvert au spectroscope, les premières traces d'hémoglobine, déjà chez les embryons de Poulets, ne présentant que six protosomites, et à huit protosomites il observait déjà un spectre net d'hémoglobine. M^{me} DANTSCHAKOFF (1907-1908), qui employait les méthodes histologiques élaborées spécialement pour l'étude des cellules du sang, insiste sur le fait que les premiers globules sanguins des embryons de la Poule présentent les caractères des cellules non encore différenciées (les lymphocytes) et que c'est seulement dans les globules sanguins des embryons à 18-22 protosomites que l'hémoglobine apparaît pour la première fois.

M^{me} SABIN fait observer avec raison dans son travail intéressant, daté de 1920, que le moment d'apparition de l'hémoglobine, défini par le nombre de protosomites, doit varier probablement dans des limites assez étendues, mais tout semble témoigner que: « it occurs after the time when the vessels differentiate out of angioblasts, ant that hemoglobin is not formed until blood-plasma is procuced from the liquefaction of some of the protoplasm of angioblasts, p. 244). »

D'après JOLLY (1923), l'hémoglobine apparaîtrait chez la Poule, au cours ou au bout de la deuxième journée d'incubation (embryons à 18-20 protovertèbres): « à un moment où la circulation vitelline vient de s'établir. »

Or, déjà dans ma note préliminaire (1927), j'ai signalé que le premier moment de l'apparition de l'hémoglobine chez

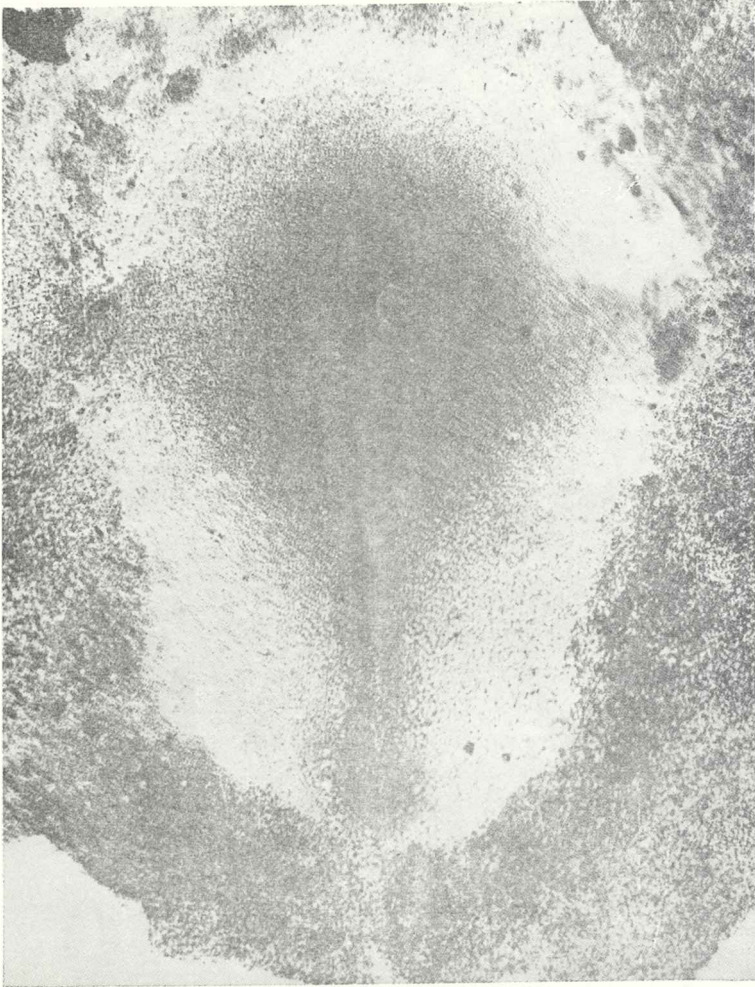


Fig. 1. — Le disque germinatif de Poulet (33 heures d'incubation) avec ligne primitive et bouton de Hensen.
(Réaction à la benzidine négat., carmin).

les embryons de la Poule, se laissant constater par la méthode à la benzidine très sensible et ayant la valeur d'une

vraie réaction chimique (PRENANT, 1921; WILLSTATTER et POLLINER, 1923; LISON, 1930), est beaucoup plus précoce

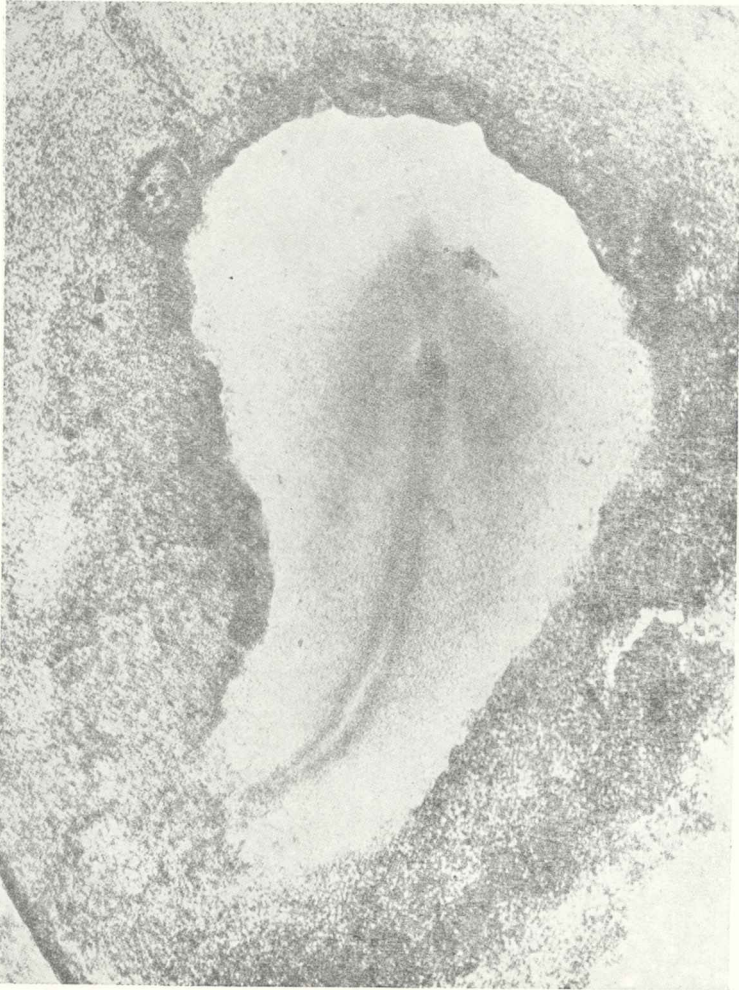


Fig. 2. — Embryon de Poulet avec ligne primitive et prolongement céphalique. Début des îlots sanguins. (Réaction à la benzidine négat., carmin.)

(embryons de 6-7 protosomites) que ne croyaient M^{me} DANTSCHAKOFF (1908), JOLLY (1923), MAXIMOW (1927) et autres.

J'y ai insisté, en outre, sur l'étendue considérable des variations individuelles, étant donné l'absence d'une corré-



Fig. 3. — Embryon de Poulet avec trois paires de protosomes.
(Réaction à la benzidine négat., fix. d'après Mitrophanow, HNO_3 3 %
col. à l'hématoxyline Böhmer.)

lation morphogénétique précise entre le développement de l'aire vasculaire (ébauches sanguines) et celui du corps de l'embryon même (Cf. SABIN, 1920; TUR, 1905, 1927).

Pour compléter à présent l'observation du monstre double (au stade de la ligne primitive) dont j'avais fait mention

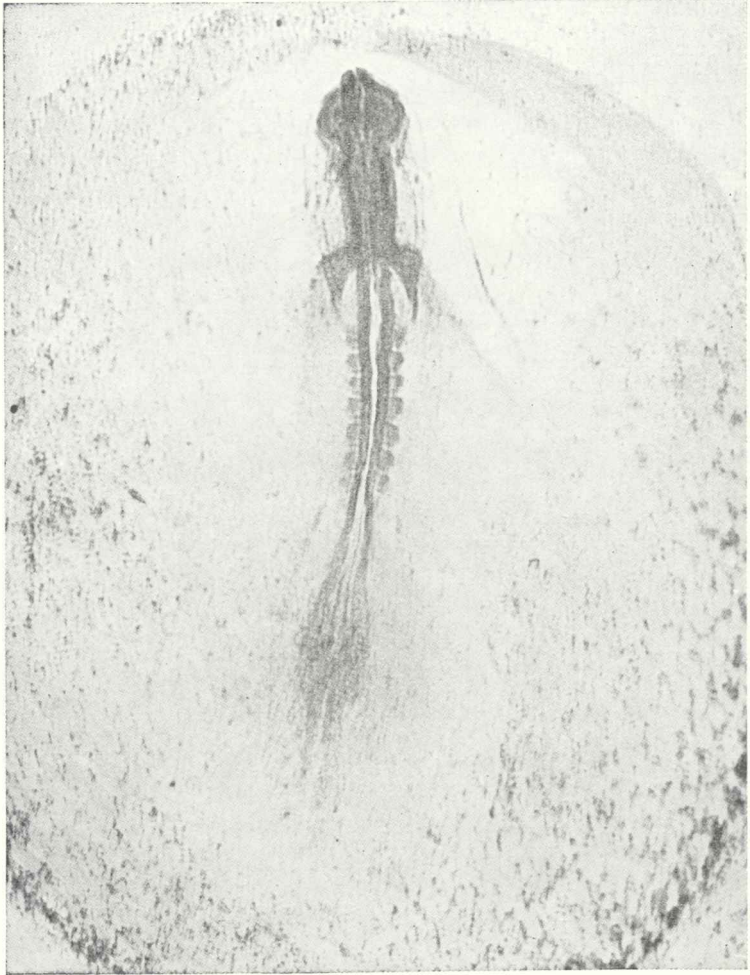


Fig. 4. — Embryon de Poulet avec sept paires de protosomes (33 heures d'incubation), montrant la zone en fer à cheval de l'hémoglobine dans l'aire vasculaire. (Méthode à la benzidine, carmin.)

alors (Comptes Rendus Soc. de biol., t. 96, 1927, p. 1498), j'ajoute ce qui suit : les deux embryons se trouvaient situés

en opposition, à savoir dirigés l'un vers l'autre par leurs nœuds de Hensen, leurs parties caudales étant logées dans les extrémités opposées de l'aire transparente et leurs axes longitudinaux formant un angle d'environ 150°. Ce cas appartenait donc au type « Burckhardt Kaestner », suivant la classification de J. TUR (1925-1927); il peut être considéré donc comme une sorte de preuve contre l'explication par la « blastotomie » de la genèse des monstres doubles (Cf. TUR, 1925-1927; DEHNEL, 1929). Aux deux corps des embryons correspondaient, en effet, deux aires opaques régulièrement développées, avec leurs zones respectives des globules sanguins primitifs, disposées chacune en fer à cheval et accusant la réaction positive de l'hémoglobine. Il est à noter que ce cas, autrement anormal, a été le seul où j'ai constaté la présence de l'hémoglobine à un stade si précoce du développement de la Poule que l'est celui de la ligne primitive.

*
**

En ce qui concerne la distinction des stades successifs du développement embryonnaire, au point de vue de la genèse des globules rouges, il me semble juste de m'en tenir, pour les embryons d'Oiseaux, au même principe que j'avais proposé pour les Amphibiens dans mon travail expérimental (*Folia Morphol.*, vol. 2, 1930, et *Arch. de Biol.*, t. 42, 1931).

J'y ai distingué notamment trois étapes du développement: précoce, moyen et avancé ou tardif.

1° *Stades précoces*. — On ne trouve pas les cellules contenant l'hémoglobine même à la réaction si sensible de la benzidine. Les figures 1-3 représentent les blastoderms de la Poule, au cours de la formation de la ligne primitive, du prolongement céphalique et de la différenciation des trois premiers protosomites.

2° *Stades moyens* (fig. 4-5). — Ils commencent en général avec le moment de la différenciation des 5-6 premiers protosomites. La réaction positive à la benzidine met en évidence dans l'aire vasculaire une zone de cellules-mères des globules rouges (érythroblastes primitifs). Les mêmes cel-

lules colorées par des méthodes histologiques courantes ne trahissent pas encore leur spécificité chimique et physiolo-

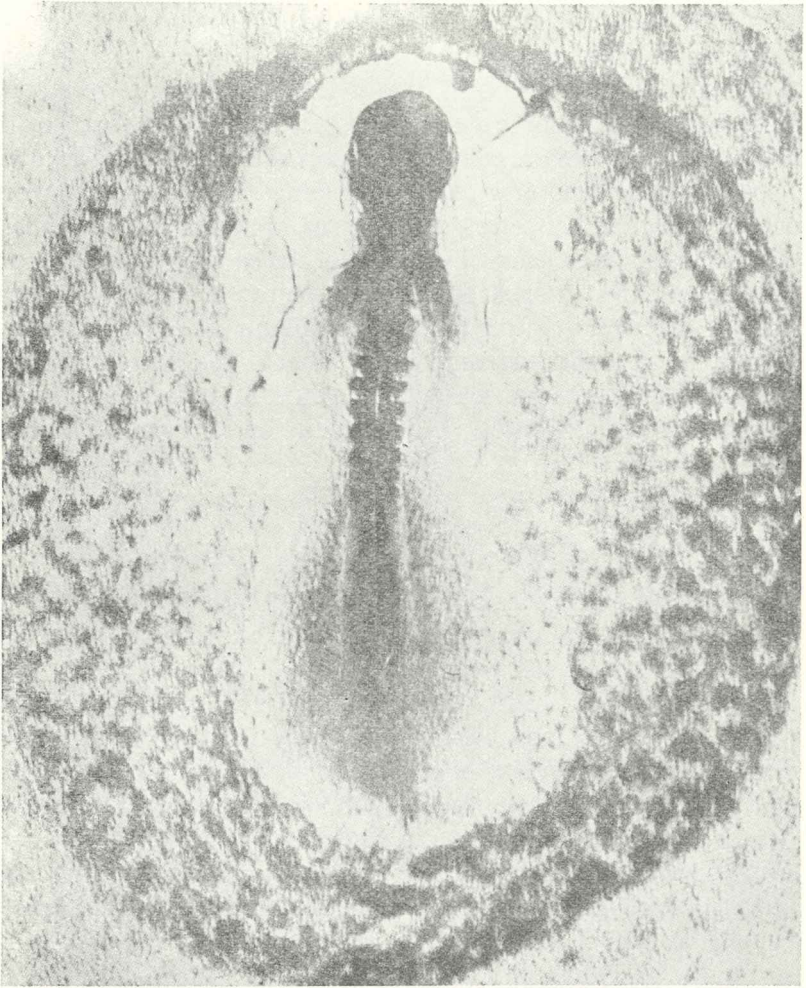


Fig. 5. — La répartition des cellules-mères des globules rouges dans l'aire vasculaire d'un embryon de Poulet, avec huit paires de protosomes (Méthode à la benzidine, carmin.)

gique, la quantité d'hémoglobine qu'elles contiennent étant très petite à ce stade.

J'insiste sur le fait que cette zone de cellules se trouve située exclusivement sur le terrain de l'aire vasculaire, donc en dehors de l'ébauche du corps de l'embryon même.

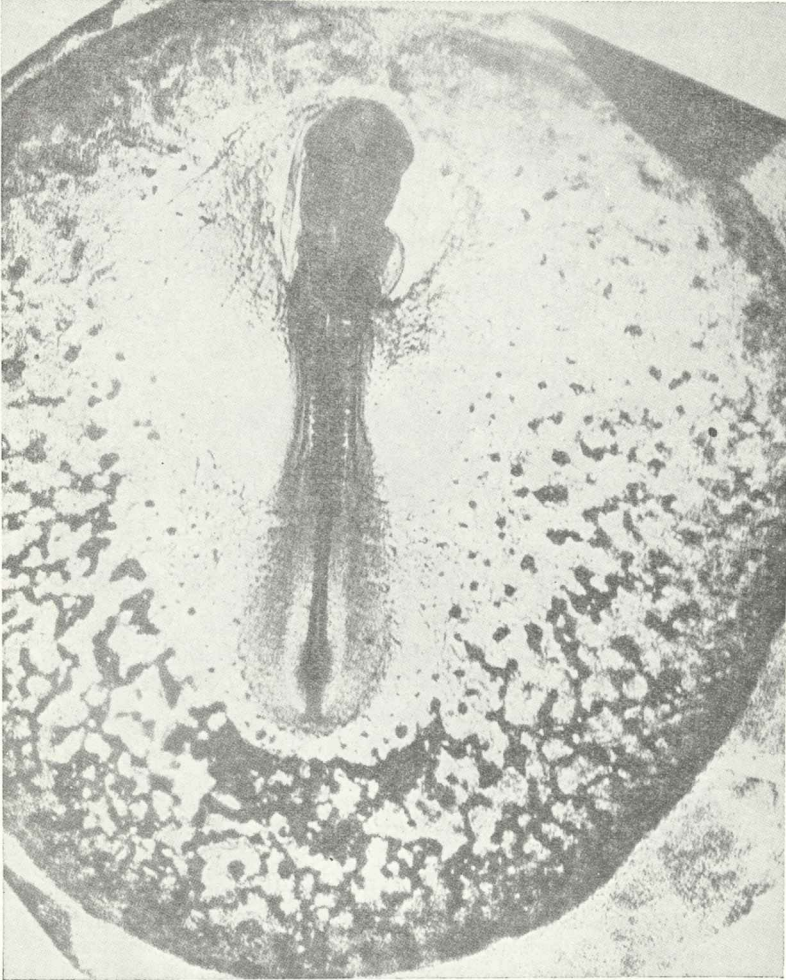


Fig. 6. — Un des stades suivants de l'embryon de Poulet (37 heures d'incubation) dans lequel le nombre des cellules avec l'hémoglobine dans l'aire vasculaire est visiblement agrandi. (Méthode à la benzidine, carmin.) $\times 13$.

Or, étant donnée la variabilité individuelle considérable que présentent les embryons d'Oiseaux, la limite entre le

stade précoce et moyen chez ces derniers n'est pas si nette ni si constante que chez les embryons d'Amphibiens (par exemple, stade 30 de HARRISON chez l'Axolotl (*Amblystoma mexicanum* Cope).

Cependant, aussi bien chez la Poule que chez le Canard

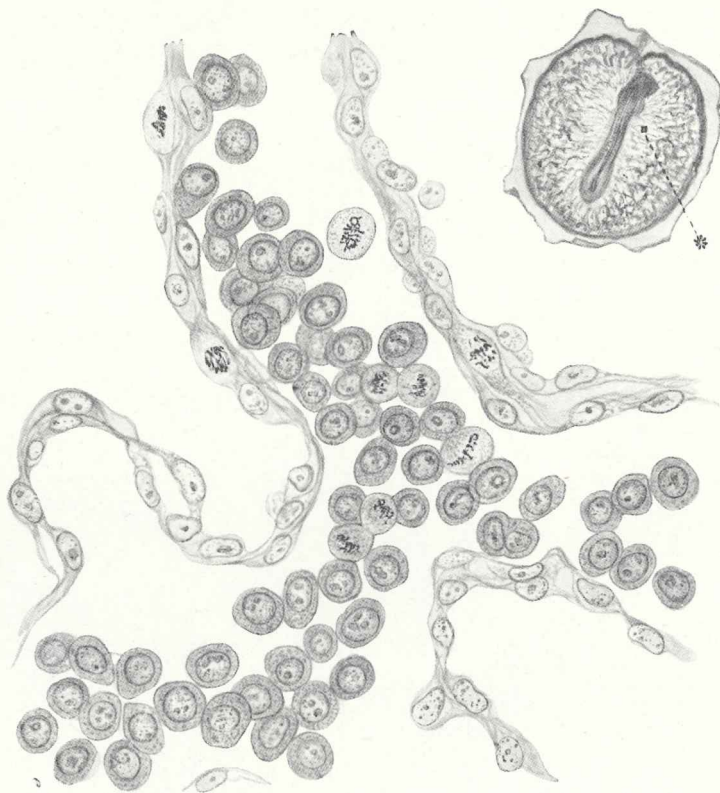


Fig. 7. — Embryon de Poulet de 37 heures d'incubation. Aire vasculaire vue à plat. Quatre érythroblastes primitifs en mitose, dans un vaisseau. (Méthode à la benzidine, carmin; obj. imm. 1,8 mm.)

et le Pigeon, on pouvait déceler toujours au stade de 6-7 (et de plus encore) protosomites, la présence d'érythroblastes primitifs, porteurs d'hémoglobine (comp. fig. 7). On n'a qu'à voir les figures 4, 5, 6. Chez le Canard, j'en ai observé parfois les premières traces déjà au stade de 3 à 4 protover-

tères. Il est, en outre, à remarquer que les premières cellules d'îlot présentent d'emblée les caractères manifestes des

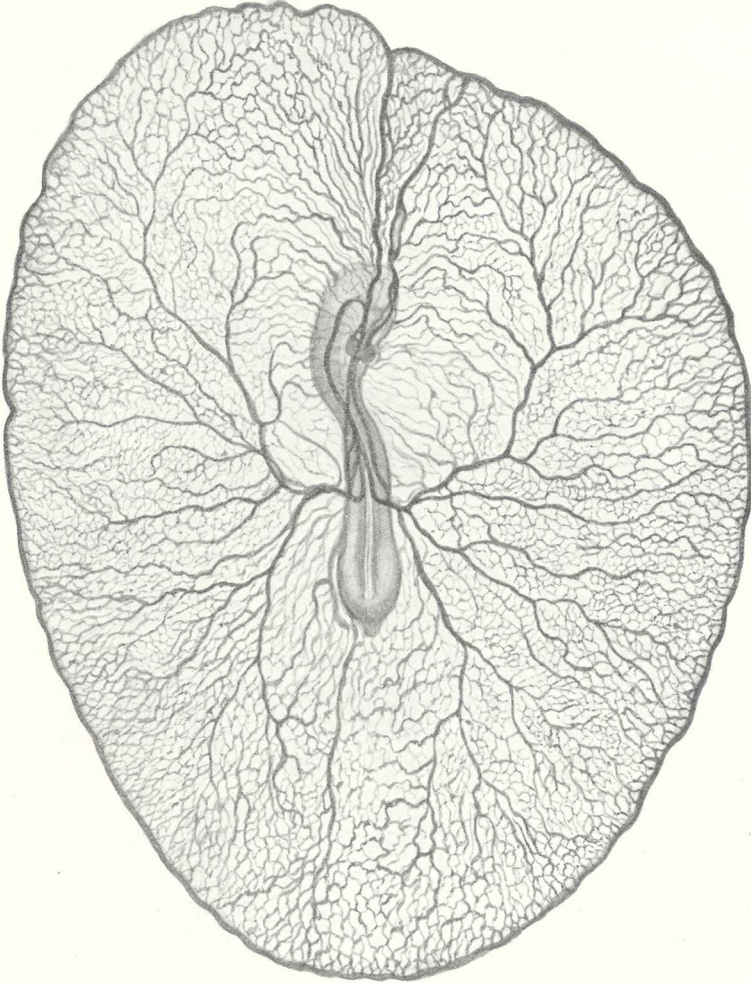


Fig. 8. — Embryon de Poulet du troisième jour. Aire vasculaire vue à plat. (Méthode à la benzidine, carmin). Dessin à la loupe. $\times 7,5$.

érythroblastes, ce qui confirme le point de vue des anciens auteurs (Cf. VAN DER STRICHT, 1892-1893), contrairement à l'opinion de M^{me} DANTSCHAKOFF.

3° *Stades avancés* (fig. 6-8). — Ils sont caractérisés par la dispersion des globules rouges primitifs dans le corps entier, grâce aux pulsations cardiaques, étant donné que la communication entre le cœur et les vaisseaux sanguins des embryons d'une part et ceux de l'aire vasculaire d'autre part, se trouve alors établie. Cependant, ce n'est qu'à ce moment environ que les auteurs plus récents (voir spécimen M^{me} DANTSCHAKOFF, 1908; JOLLY, 1923; MAXIMOW, 1927, et autres) attribuaient l'apparition de l'hémoglobine dans

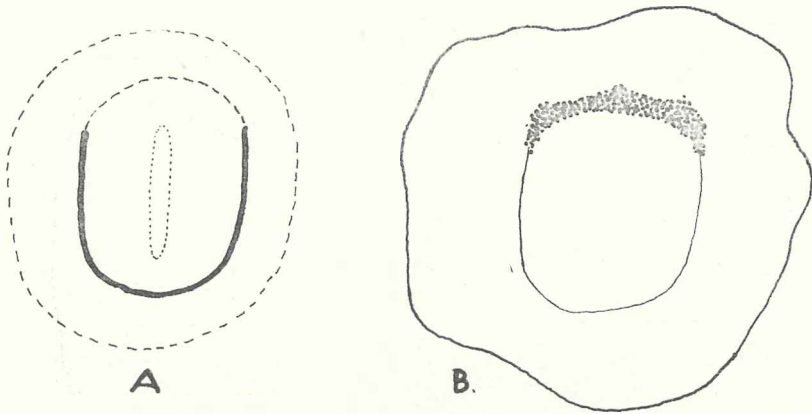


Fig. 9. — Schema d'une opération sur le disque germinal de Poulet de 22 heures d'incubation. La coupure est marquée par une grosse ligne (A). Résultat de l'opération est mise en évidence par la méthode à la benzidine au bout de 43 heures après incision. Les cellules avec l'hémoglobine se trouvent seulement dans la partie antérieure de l'aire opaque.

les cellules du sang. La figure 8, qui représente le blastoderme de la Poule, au troisième jour du développement, montre tous les vaisseaux sanguins remplis de globules rouges primitifs, avec la netteté et la précision qui caractérisent le procédé à la benzidine (SLONIMSKI, 1927, 1928, 1930).

*
**

Pour terminer, je tiens à signaler une série d'expériences en cours, qui consistent à extirper ou à inciser (fig. 9) des

régions déterminées de l'aire opaque avant et aussitôt après l'apparition de la ligne primitive, expériences analogues à celles que j'avais effectuées avec les embryons d'Amphibiens.

Ces expériences (en relation avec celles de M^{me} PEEBLES, 1898, 1904; HAHN, 1909; WETZEL, 1925, 1926 et autres) semblent montrer que chez les embryons d'Oiseaux, l'aire vasculaire présomptive possède le pouvoir d'autodifférenciation, notamment, qu'elle peut former des cellules à l'hémoglobine (en tout cas dans sa région antérieure, fig. 9).

IV. — CONCLUSIONS

En résumé, il paraît légitime de dire que tous les faits que je viens d'étudier chez les Oiseaux s'accordent parfaitement avec les résultats de mes recherches antérieures sur la genèse des éléments cellulaires du sang chez les Amphibiens, en ce que l'hémoglobine apparaît à un stade déterminé du développement embryonnaire, et que tous les globules rouges se trouvent prédéterminés déjà dans la potentialité des îlots sanguins.

La question de savoir si les ébauches des corps eux-mêmes des embryons d'Oiseaux sont en effet absolument privées de la faculté de former les cellules à hémoglobine (comme c'est bien le cas de la région dorsale de l'embryon des Amphibiens) reste à examiner.

(*Laboratoire d'Histologie et d'Embryologie de la Faculté de Médecine de Varsovie et Laboratoire d'Embryologie de la Faculté de Médecine de Bruxelles.*)

AUTEURS CITÉS

- BIZZOZERO (G.). — Formation des corpuscules sanguins rouges. *Arch. Ital. de Biologie*, t. IV, 1883.
- Über die Bildung der roten Blutkörperchen (Anhang z. vorl. Arbeit). *Arch. f. path. Anat. u. Physiol. u. für klin. Med.*, Bd 65, 1884.

- Neue Untersuchungen über den Bau des Knochenmarks bei den Vögeln. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd 35, 1890.
- BRACHET (A.). — *Traité d'embryologie des Vertébrés*, Paris, 1921.
- DANTSCHAKOFF (W.). — Über das erste Auftreten der Blutelemente beim Hühnerembryo. Vorl. Mitt. *Folia Haemat.*, 4. Jahrg., 1907.
- Untersuchungen über die Entwicklung des Blutes und Bindegewebes bei den Vögeln. I. Die erste Entstehung der Blutzellen beim Hühnerembryo und der Dottersack als blutbildendes Organ. *Anat. Hefte*. I. Abth., 133. Heft, 1908.
- Untersuchungen über die Entwicklung von Blut und Bindegewebe bei Vögeln. Das lockere Bindegewebe des Hühnchens im fetalen Leben. *Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch.*, Bd 73, 1909.
- Über die Entwicklung des Knochenmarks bei den Vögeln und über dessen Veränderungen bei Blutenziehungen und Ernährungsstörungen. *Arch. f. mikr. Anat. und Entwickl.*, Bd 74, 1909.
- The wandering cells in the loose connective tissue of the bird and their origin. *Anat. Record*, vol. 10, 1916.
- DEHLER. — Beitrag zur Kenntnis des feineren Baues der roten Blutkörperchen beim Hühnerembryo. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd 46, 1895.
- DEHNEL (G.). — Badania nad rozwojem igeneza potwornosci ztozonych u zolwia blotnego (*Emys orbicularis* L.). *Arch. Nauk Biol.*, T. N. W., t. II, z. 2, 1929.
- DENYS (J.). — Sur la structure de la moelle des os et la genèse du sang chez les Oiseaux. *La Cellule*, t. 4, 1887.
- FEDERICI (E.). — Recherches expérimentales sur les potentialités de l'ilot sanguin chez l'embryon de *Rana fusca*. *Arch. de Biol.*, t. 36, 1926.
- GOSS (Ch.). — Experimental removal of the blood island of *Amblystoma punctatum* embryos. *Journ. exp. zool.*, vol. 52, 1928.
- HAHN (H.). — Experimentelle Studien über die Entstehung des Blutes und der ersten Gefäße beim Hühnchen. *Arch. f. Entwicklungsmech. der Organ.*, Bd 27, 1909.
- JOLLY (J.). — *Traité technique d'hématologie*. A. Maloine, Paris, 1923.
- KIYONO (K.) et NAKANOIN (T.). — Weitere Untersuchungen über die histiocytären Zellen. *Acta scholae med. Univ. Imper. in Kioto*, t. 3, 1913 (cité après Maximow, 1927).
- KONOPACKI (M.) et KONOPACKA (B.). — La micromorphologie du métabolisme dans les périodes initiales du développement de la Grenouille (*Rana fusca*). *Bull. intern. de l'Acad. Pol. des sciences et des lettr., Cl. d. Sc. math. et nat.*, série B, n° 3-4 B, 1926.

- LISON (L.). — Une technique de détection histochimique de l'hémoglobine. *Compt. rend. d. la Société de Biologie*, t. 103, 1930.
- MANSAWA (S.). — Über die Entstehungsweise des Blutes und des Gefäßsystems beim Vogelkeim. *Japan. Journ. of Medic. Scien. Transactions*, I. Anatomy, vol. 1, 1927.
- MAXIMOW (A.). — Bindegewebe und blutbildende Gewebe. *Handbuch d. mikr. Anat. d. Menschen, her. W. v. Möllendorff*, Bd 2, 1 T., 1927.
- PEEBLES (F.). — Some experiments of the primitive streak of the chick. *Arch. f. Entw. mech.*, Bd 7, 1898.
- The location of the chick embryo upon the blastoderm. *Jour. exp. zool.*, vol. 1, 1904.
- PRENANT (M.). — Sur l'apparition de l'hémoglobine dans les hématies des Vertébrés. *Compt. rend. Soc. de Biol.*, t. 85, 1921.
- REAGAN (F.-L.). — Vascularization phenomena in fragments of embryonic bodies etc. *Anat. Rec.*, vol. 9, 1915.
- Experimental studies on the origin of vascular endothelium and of erythrocytes. *Am. Journ. of Anat.*, vol. 21, 1917.
- RÜCKERT (J.). — Die erste Entstehung der Gefäße und des Blutes bei Wirbeltieren. *Hertwig's Handbuch d. vergl. u. exper. Entwicklungslehre d. Wirbelt.*, Bd 1, 1 T., 1906.
- SABIN (F.). — Studies on the origin of blood-vessels and of red blood-corpuscles as seen in the living blastoderm of chicks during the second day of incubation. *Contr. to Embryol.*, vol. 9, n° 36, 1920.
- SMIECHOWSKI (H.). — Über das erste Auftreten des Hämoglobins beim Hühnerembryo. *Dissert. Dorpad*, 1892.
- SLONIMSKI (P.). — Über die Darstellung winziger Blutgefäße mittels der Benzidinprobe. *Zeitschr. f. wiss. Mikrosk.*, Bd 44, 1927, p. 1-8.
- Sur une modification de l' « ultra-micro-méthode » de Wu-Hsien et son application à la recherche de l'hémoglobine dans les disques germinatifs des Oiseaux. *Compt. rend. Soc. Biol.*, t. 96, 1927, p. 1496-7.
- Sur l'apparition de l'hémoglobine dans l'aire vasculaire chez le Poulet. *Ibid.*, p. 1498-1500.
- Les thrombocytes contiennent-ils de l'hémoglobine? *Compt. rend. de l'Assoc. des Anat. (Réunion Prague)*, 1928, p. 420-425.
- Sur l'apparition de l'hémoglobine chez les embryons d'Axolotl. *Compt. rend. Soc. de Biol.*, t. 104, 1930, p. 821-2.
- Sur le pouvoir d'auto-différenciation stricte de l'ébauche sanguine présomptive des Amphibiens. *Ibid.*, p. 823-825.

- Sur la dualité d'origine des éléments rouges et blancs du sang chez les Amphibiens. *Ibid.*, p. 1050-1053.
- Badania doświadczalne nad geneza kzawi u zarodków plazów (*Amphibia*). *Folia Morphologica*, vol. 2, n^{os} 3-4, 1930, p. 162-254.
- Recherches expérimentales sur la genèse du sang chez les embryons des Amphibiens. *Arch. de Biol.*, t. 42, 1931 (sous presse).
- STÖHR (P.). — Beobachtungen zur Organentwicklung bei erythrozytenfreie Amphibienlarven. *Roux' Archiv f. Entwicklungsmech.* Bd 124, p. 707-746, 1931.
- TUR (J.). — Etudes sur la corrélation embryonnaire. *Bull. de la Soc. philom. de Paris.* 1905.
- W sprawie genezy potworów zlozonych. *Kosmos*, 1925.
- Zagadnienia wytyczne embryologii potworów zlozonych. *Pamiętnik I. Zjazdu Anat.-Zool.*, 1927.
- Potwory i ich rozwój. Warszawa, 1927.
- VAN DER STRICHT (O.). — Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang. *Arch. de Biol.*, t. 12, 1892.
- Sur l'existence d'îlots cellulaires à la périphérie du blastoderme du Poulet. *Anat. Anz.*, 8 Jahrg, 1893.
- WETZEL (R.). — Untersuchungen am Hühnerkeim. *Verh. Anat. Ges. Anat. Anz.* (Erg.-Heft), Bd 60, 1925.
- Untersuchungen am Hühnerkeim. I. *Arch. Entw.-mech.*, Bd 106, 1925.
- « Wachstumszentren » und « Kopfproblem » in der ersten Entwicklung des Huhnes. *Anat. Anz.* (Erg.-Heft), Bd 61, 1926.
- WILLSTATTER (R.) et POLLINGER (A.). — Über die peroxydatische Wirkung der Oxyhämoglobine. IV. Abh. über Peroxydase. *Hoppe-Seylers Zeitsch. f. physiol. Chemie*, Bd 130, 1923.
- WISSOZKY (N.). — Über das Eosin als Reagens auf Hämoglobin und die Bildung von Blutgefässen und Blutkörperchen bei Säugethier- und Hühnerembryonen. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd 13, 1877.
- WU (H.). — Studies an hemoglobin. III. An ultra-micro-method for the determination of hemoglobin as a peroxydase. *Journ. of biochem.*, vol. 2, n^o 2, 1923.
- WULF. — Mikroskopische Beobachtungen über die Entwicklung des Hämoglobins beim Hühnerembryo. Inaug. Diss. Saint-Pétersbourg, 1897.



