

ÉTUDE DES ÉLÉMENTS FIGURÉS DU SANG DE QUELQUES POISSONS AFRICAINS

par Jean DURAND*

RÉSUMÉ

L'auteur a examiné le sang de 15 espèces de poissons d'eau douce de l'Afrique occidentale. Chez toutes il a reconnu des érythrocytes, des lymphocytes et des thrombocytes en proportions relativement constantes. Chez beaucoup d'espèces des proleucocytes, des leucocytes neutrophiles ou des monocytes sont présents. Les granulocytes éosinophiles et basophiles ainsi que les cellules à inclusions sont beaucoup plus rares (3 cas seulement pour chaque catégorie). Enfin des cellules nacrées ont été trouvées chez Tetrodon.

SUMMARY

The Author has examined the blood of 15 freshwater fish species from West Africa. In every one he has recognized erythrocytes, lymphocytes and thrombocytes in proportions relatively constant. In many species proleucocytes and neutrophilic leucocytes or monocytes are present. Eosinophilic and basophilic granulocytes and cells with inclusions are far rarer (3 cases only for each sort). At last nacreous cells have been found in Tetrodon.

..

Deux travaux précédents (1943, 1950) se rapportaient, tout au moins en partie, à la description des éléments figurés du sang chez les poissons de l'ancienne Indochine (16 espèces de poissons de mer, en majorité du Tonkin, et 16 espèces de poissons d'eau douce, dont 15 du Cambodge). Il nous a paru intéressant de comparer les éléments figurés du sang de ces poissons asiatiques avec des poissons d'une autre partie du monde.

On estime actuellement que, contrairement à ce qui se passe chez les mammifères et particulièrement chez l'homme, les cellules sanguines des poissons ont une origine commune, les organes hématopoïétiques principaux étant les reins et la rate, accessoirement d'autres organes : foie, pancréas, gonades. Il faut exclure en tous cas la moelle osseuse et les ganglions lymphatiques.

* Directeur de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.

Toutes les cellules sanguines proviendraient du « Grand hémoblaste », qui ne se trouve que rarement dans la circulation.

L'appellation de ces globules sanguins est assez différente suivant les auteurs, dont certains adoptent des vocables utilisés en hématologie humaine.

Nous conserverons dans ce travail la nomenclature que nous utilisons dans les précédents, et qui est d'ailleurs peu différente de celle qui est préconisée par S. JAKOWSKA dans un travail récent (1956), où elle fait une révision générale de la morphologie et de la nomenclature des cellules sanguines des poissons. Les différences essentielles sont que les cellules que nous appelons « monocytes », et qui sont des leucocytes basophiles à forte capacité phagocytaire, sont appelés par elle « macrophages », et nos « proleucocytes » considérés avec d'ailleurs certaines réserves comme des « progranulocytes basophiles ».

Les termes utilisés le plus généralement ici seront donc les suivants :

Erythroblaste,
 Erythrocyte = hématie = globule rouge,
 Proleucocyte,
 Monocyte,
 Granulocytes } éosinophile,
 } neutrophile,
 } basophile,
 Thrombocyte.

Cette nomenclature d'apparence simple n'exclue pas certaines difficultés d'interprétation. C'est ainsi que les lymphocytes peuvent (MARUZZI 1949) être confondus avec des hémoblastes « même par les plus habiles chercheurs ». Les thrombocytes peuvent être, dans certaines espèces, difficiles à différencier des petits lymphocytes, ce qui explique que certains auteurs signalent un taux de lymphocytes exceptionnellement élevé. Le terme de monocyte peut correspondre également à plusieurs définitions : POLICARD et BESSIN (1960) signalent que l'hématologiste appelle « monocyte » ce qui pour l'histologiste est un « lymphocyte » grand ou moyen. JAKOWSKA (1956) reconnaît dans les monocytes que nous décrivons dans des travaux antérieurs, les macrophages de sa nomenclature, mais dans d'autres travaux ce même terme désignerait des hémoblastes.

Même dans la série granulocytaire, où on reconnaît généralement trois types bien distincts : éosinophile, neutrophile et basophile, il n'y a pas unanimité dans leur interprétation. Certains auteurs (LIEB, SLANE et WILBER, 1953) estiment que ces trois types ne peuvent être classés d'après leurs affinités tinctoriales. CATTON (1951) ne reconnaît que deux types de granulocytes, à granulations grosses ou fines, sans prêter attention à leur coloration. D'autre part, toujours d'après JAKOWSKA, les neutrophiles ont été décrits par divers auteurs (YOKOYAMA 1947, DURAND 1950, DOMBROWSKI 1953) sous le nom d'éosinophile spécial à fines granulations, tandis que JORDAN (1926) estime que les granulocytes basophiles ne sont que des éosinophiles non différenciés.

Il ne faut pas oublier non plus qu'il existe des dizaines de milliers d'espèces de poissons répartis dans des milieux et des climats différents, qu'ils ont une alimentation et un genre de vie très divers, et que même des espèces considérées comme voisines au point de vue systématique peuvent présenter des différences importantes au point de vue hématologique.

Dans le présent travail nous étudierons les éléments figurés du sang de quinze espèces de poissons d'eau douce africains, récoltés au cours de l'été 1962 dans la région de Mopti (République du Mali) au confluent du fleuve Niger et de son affluent le Bani, donc en eau très douce et faiblement courante.

Polypterus bichir lapradei (Steindachner) 1869, *Polypteridae*.

Hyperopisus occidentalis Günther 1866, *Mormyridae*.

Mormyrus rume Cuv. Val. 1846, *Mormyridae*.

Distichodus brevipinnis Günther 1864, *Citharinidae*.
Labeo senegalensis Cuv. Val. 1842, *Cyprinidae*.
Labeo coubie Rüppell 1832, *Cyprinidae*.
Eutropius niloticus (Rüppell) 1829, *Schilbeidae*.
Chrysichthys auratus longifilis (Pfaff) 1933, *Bagridae*.
Auchenoglanis occidentalis (Cuv. Val.) 1840, *Bagridae*.
Synodontis clarias (Linné) 1762, *Mochocidae*.
Synodontis schall (Bl. Schn.) 1801, *Mochocidae*.
Synodontis batensoda Rüppell 1832, *Mochocidae*.
Synodontis budgetti Boulenger 1911, *Mochocidae*.
Tilapia zillii (Gervais) 1848, *Cichlidae*.
Tetrodon fahaka strigosus (Bennett) 1834, *Tetrodontidae*.

Les prélèvements de sang ont été effectués à l'occasion d'une étude de la flore bactérienne des poissons du Mali, publiée ci-après. Les poissons étaient apparemment sains, bien que les conditions climatiques à cette époque de l'année, fin de la saison sèche, les laissent souvent amaigris et déficients.

Dans tous les cas le sang a été prélevé au cœur. La coloration est classique : May Grunwald — Giemsa. Pour faciliter la comparaison aussi bien entre les différentes cellules d'un même individu, qu'entre les diverses espèces, les dessins ont tous été effectués à la même échelle.

***Polypterus bichir lapradei* (Steindachner), F. *Polypteridae*.**

La famille des *Polypteridae* est l'une des plus représentatives des eaux douces africaines et l'espèce citée ici est commune dans la zone d'inondation du Niger.

Les cellules sanguines de ce polyptère sont remarquables au premier abord par leur grande dimension :

Les *érythrocytes* (Pl. I, a) mesurent 16 à 18 μ sur 10 à 12 environ. Le noyau à contour dentelé et souvent excentré mesure 7 à 8 μ sur 5.

Les petits *lymphocytes* (Pl. I, b) ont un diamètre de 9 à 10 μ . Un étroit anneau de protoplasme fortement basophile entoure le noyau qui mesure 7 ou 8 μ . Les grands *lymphocytes* atteignent jusqu'à 15 μ , avec un noyau de 11 μ sur 8. L'ensemble de ces lymphocytes représente 42 % des globules blancs.

Les *monocytes* (ou macrophages) (Pl. I, c), peu nombreux, se présentent sous l'aspect de cellules de grande taille et de forme régulière à protoplasme nettement basophile, de teinte homogène et sans granulations, mais les vacuoles de petite dimension y sont fréquentes. Le noyau, de forme simple, est de grande taille (11 à 12 μ sur 13 à 15 μ), la cellule elle-même atteignant 20 μ .

Parmi les *granulocytes*, les *neutrophiles* (Pl. I, d) sont abondamment représentés (48 %). Ils mesurent 15 à 18 μ avec un noyau généralement simple et accolé à la paroi. Le protoplasme est peu coloré, de teinte mauve clair, parfois plus ou moins rosé ou bleuté. On y distingue nettement de fines granulations punctiformes ou plus ou moins allongées, de teinte rouge violacé.

A côté de ces neutrophiles classiques, nous avons observé quelques rares cellules de dimensions plus faibles (12 μ environ) et à gros noyau, dont le protoplasme renferme des inclusions cristalloïdes en forme de fuseau (Pl. I, e), d'aspect voisin de celles que nous avons signalées dans un travail antérieur (1950) chez certains *Pangasidae* du Cambodge.

Les *éosinophiles* (Pl. I, f) sont également bien représentés chez cette espèce (10 %). Ce sont des cellules de taille modérée, 10 à 11 μ sur 12 à 13 μ , à noyau généralement simple, globuleux ou allongé, mesurant 7 μ sur 7 ou 5 μ sur 10, et déplacé sur le côté. Le protoplasme peu coloré renferme de grosses granulations de type éosinophile, bien que la teinte ne soit pas d'un rose aussi vif que c'est le cas généralement, mais légèrement roussâtre.

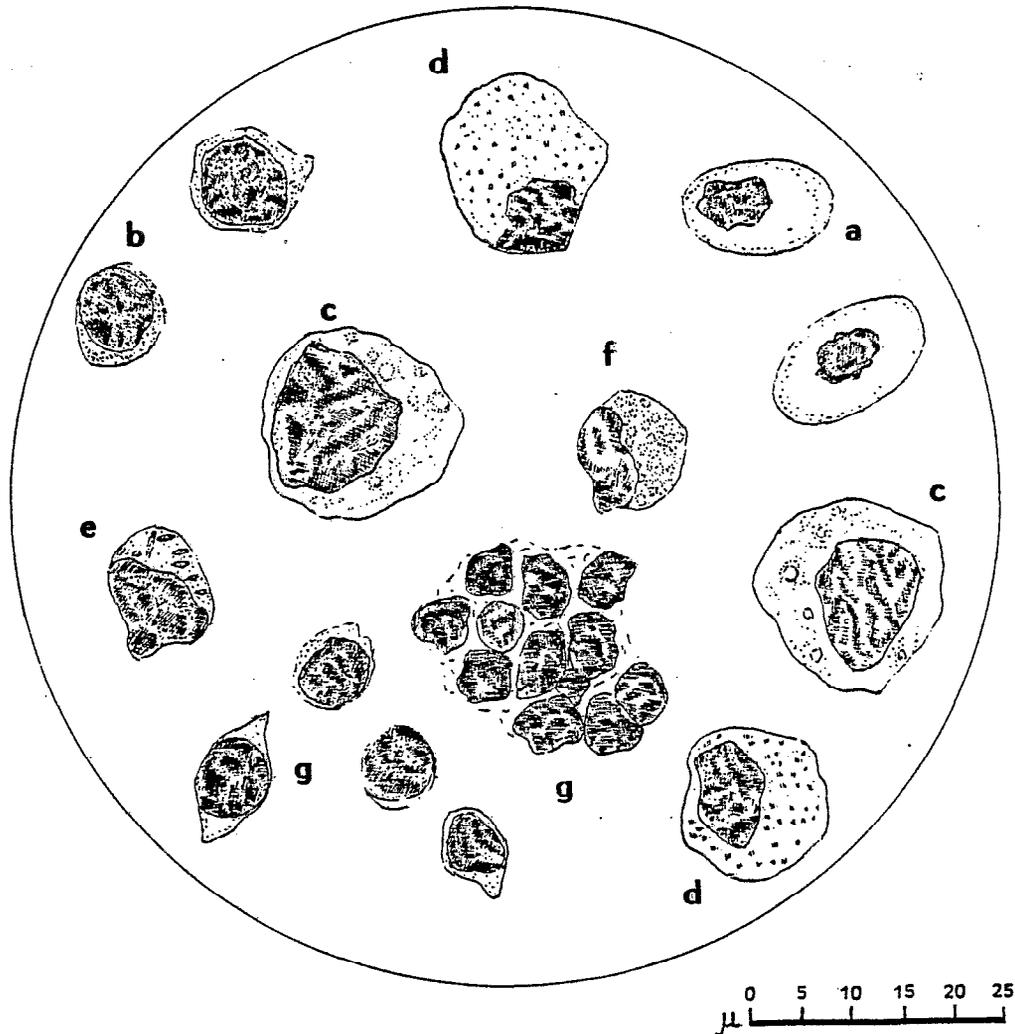


PLANCHE I. — *Polypterus bichir lapradei* (Steindachner).

a : Erythrocytes. — b : Lymphocytes. — c : Monocytes. — d : Granulocytes neutrophiles. — e : Cellule à inclusions. — f : Granulocyte éosinophile. — g : Thrombocytes.

Les *thrombocytes* (Pl. I, g), quand on les rencontre isolément, se présentent comme des cellules parfois régulièrement arrondies, parfois munies de courts pseudopodes, de 8 à 9 μ de diamètre, c'est-à-dire presque aussi grandes que les petits lymphocytes, dont elles se distinguent facilement par leur protoplasme presque incolore formant le plus souvent un croissant étroit enserrant le noyau de 7 μ de diamètre, à chromatine très dense. Nous n'avons pas observé de cellules fusiformes typiques, mais parfois le protoplasme, au lieu de former un croissant, se trouve localisé à deux pôles du noyau, donnant à la cellule une forme en navette. Ces thrombocytes se rassemblent souvent en petits amas et apparaissent alors comme une masse d'aspect gélatineux dans laquelle les noyaux sont déformés par pression.

***Hyperopisus occidentalis* Günther, F. Mormyridae.**

La famille des *Mormyridae*, à laquelle appartient cette espèce, est cantonnée dans les eaux douces africaines. Chez *Hyperopisus occidentalis*, les *érythrocytes* sont le plus souvent régulièrement

elliptiques et mesurent 8μ sur 10μ ou 10μ sur 12μ . Ils sont parfois cependant parfaitement discoïdes avec un diamètre de 9μ . Les dimensions du noyau, à contour net, ovale ou arrondi, sont comprises entre 3 et 5μ .

Les *lymphocytes*, de type classique, ont 6 à 8μ de diamètre avec un noyau d'environ 5μ . Ils représentent seulement 16% des globules blancs.

Les *leucocytes* sont en grande majorité à affinité neutrophile avec un protoplasme coloré en mauve clair et d'aspect granuleux, irrégulièrement coloré et parfois lacunaire. Les granulations neutrophiles caractéristiques y sont peu fréquentes. De forme régulière, le diamètre de ces cellules varie de 10 à 13μ , tandis que le noyau, parfois arrondi et d'environ 7μ de diamètre, peut aussi être plus ou moins allongé et mesurer 6μ sur 10μ .

Quelques rares cellules (Pl. IV, a) qui, ni par leurs dimensions, ni par l'aspect de leur noyau, ni par la teinte du protoplasme, ne se différencient des leucocytes précédents, renferment des granules parfois peu nombreux (5 à 10), parfois abondants, de la dimension des granules éosinophiles, mais d'une teinte rousse plus marquée que dans l'espèce précédente. Nous les rattacherons cependant au groupe des *éosinophiles*.

Les leucocytes dominent très nettement dans cette espèce avec un taux de 84% .

Les *thrombocytes* sont, à l'état isolé, de petites cellules mesurant 4μ sur 5μ , avec un noyau très fortement coloré entouré d'un fin liseré de protoplasme hyalin. Au début de la coagulation, elles se déforment en s'agglomérant et prennent des aspects plus allongés, jusqu'à la cellule nettement fusiforme, dont le noyau mesure alors 1μ sur 5μ .

***Mormyrus rume* Cuvier et Valenciennes, F. *Mormyridae*.**

Autre représentant de la famille des *Mormyridae*, ce poisson est commun dans le delta central du Niger.

Les *érythrocytes* sont dans cette espèce à peu près discoïdes ou très légèrement ovales : 8 à 10μ de diamètre avec un noyau de 3 ou 4μ .

Les *lymphocytes* représentent 32% des globules blancs. Les petits mesurent environ 7μ de diamètre avec un noyau d'environ 5μ . Les plus grands atteignent 10μ avec un noyau de 6 à 7μ .

Quelques *proleucocytes* ont été observés chez ce poisson. Ce sont des cellules de forme régulière mesurant 8 à 9μ . Le noyau, simple et globuleux, a un diamètre de 5 à 6μ . Le protoplasme est homogène, mauve bleuté clair, sans granulations ni vacuoles.

Les leucocytes *neutrophiles* ont une plus grande taille, 10 à 12μ , et un noyau parfois simple, mais souvent fortement lobé ou incisé. Le protoplasme de teinte mauve renferme souvent de petites vacuoles. Il présente un aspect grumeleux mais aucune granulation n'y a été décelée. Ils représentent 68% des globules blancs.

Les *éosinophiles* (Pl. IV, b) sont peu nombreux, moins de 1% , mais bien caractéristiques. Ils atteignent un diamètre de 12 à 13μ . Le noyau, oblong, déporté sur un côté de la cellule, et à réseau de chromatine peu dense, mesure environ 5μ sur 9μ . Dans certaines de ces cellules, probablement jeunes et dans lesquelles les granulations n'ont pas encore envahi entièrement le cytoplasme, on peut constater que celui-ci présente encore une certaine basophilie résiduelle.

Les *thrombocytes* se présentent ici encore sous des aspects variés, mais facilement identifiables : noyau de 4 à 5μ , ou 3μ sur 5μ chez les plus allongés, à réseau de chromatine toujours très dense et très coloré, entouré d'une étroite sertissure de protoplasme très clair.

***Distichodus brevipinnis* Günther, F. *Citharinidae*.**

De la famille des *Citharinidae*, les *Distichodus* en général et *D. brevipinnis* en particulier sont des herbivores.

Les *érythrocytes* sont relativement petits et de forme elliptique. La longueur varie de 7 à 8 μ et la largeur de 5 à 6 μ , le noyau mesurant 2 μ 5 à 3 μ sur 3 μ à 3 μ 5. Nous avons rencontré aussi chez cette espèce quelques *érythroblastes*. Bien que le siège normal de ces cellules soit dans les organes hématopoïétiques, reins, rate, etc..., il n'est pas exceptionnel de les rencontrer dans la circulation. On les reconnaît à leurs dimensions un peu plus grandes et surtout à leur noyau relativement plus important, mais à réseau de chromatine moins dense.

Les *lymphocytes* sont de type classique, mais de petite taille, comme d'ailleurs toutes les cellules sanguines de ce poisson. Le noyau mesure environ 4 μ de diamètre et la cellule 5 μ 5 à 6 μ pour les petits lymphocytes. Les plus grands, à bord souvent dentelé par formation de pseudopodes, atteignent 8 μ et le noyau 5 à 6 μ . Les lymphocytes sont relativement abondants dans cette espèce (44 %).

Les leucocytes appartiennent à deux types bien distincts : les plus nombreux, qui représentent 50 % du total des globules blancs, se présentent comme des cellules de formes variées par formation de larges pseudopodes, mesurant 8 à 10 μ , avec un noyau relativement grand et de forme simple, un protoplasme mauve clair, sans vacuoles ni granulations. Nous les considérons comme des *monocytes* (= macrophages suivant JAKOWSKA).

Le second type, beaucoup moins abondant (6 %) est constitué par des cellules d'aspect discoïde de 7 à 8 μ de diamètre. Le noyau est relativement petit, simple et accolé à la paroi. Le protoplasme est très fortement coloré en violet rougeâtre et renferme des granulations noirâtres à contours mal définis et assez grosses, qui ne ressemblent ni aux granulations éosinophiles, ni aux neutrophiles. Nous les classons dans les *granulocytes basophiles*, avec toutefois quelque doute. Il s'agit peut-être de cellules jeunes et incomplètement évoluées.

Les *thrombocytes* ne présentent rien de particulier et mesurent environ 3 μ sur 4.

Labeo senegalensis Cuvier et Valenciennes, F. **Cyprinidae**.

Ce poisson, de la famille des *Cyprinidae*, est abondant dans le fleuve Niger ; il se nourrit essentiellement de phytoplancton et de vase.

Les *globules rouges* sont en général régulièrement elliptiques et mesurent 10 μ sur 8, mais il s'en trouve parfois qui sont parfaitement discoïdes. Leur diamètre est alors de 8 μ 5, et celui du noyau de 3 μ environ.

Les *lymphocytes* sont de type classique et représentent 38 % des globules blancs. Nous nous bornerons à indiquer leurs dimensions générales : 5 μ 5 à 7 μ , avec un noyau de 4 à 5 μ .

Les *proleucocytes* à protoplasme basophile bien coloré sont des cellules de 8 à 10 μ . Le noyau est en général encoché ou réniforme.

Les *granulocytes neutrophiles* sont plus grands et atteignent un diamètre de 12 μ . Le noyau est simple et relativement grand (6 μ \times 8). Au sein du protoplasme de teinte mauve clair, il est parfois possible d'observer de fines granulations plus foncées.

On trouve encore dans le sang de cette espèce des *monocytes* (Pl. IV, c), dont les plus grands atteignent 12 μ sur 15, à protoplasme basophile et vacuolaire, à noyau simple et globuleux de dimension modérée (6 ou 7 μ).

Les *thrombocytes* affectent ici constamment la forme de petites cellules arrondies de 4 à 5 μ , à noyau toujours très fortement coloré, entouré d'une étroite sertissure de cytoplasme presque incolore.

Labeo coubie Rüppell, F. **Cyprinidae**.

Voisine de la précédente, cette espèce se plaît sur les fonds rocheux ou vaseux et a un régime alimentaire microphage.

Les *érythrocytes* ont une forme ovale allongée, le grand diamètre atteignant 13 μ , alors

que le petit n'en mesure que 8. Le noyau est petit : 3μ sur 4μ 5. Les *érythroblastes* sont assez abondants et reconnaissables à leur forme plus arrondie, à leurs bords moins nets et à la plus grande dimension de leur noyau ($5 \mu \times 5$).

Les *lymphocytes* représentent 30 % des globules blancs. Leurs dimensions varient peu : 5 à 6μ en général.

Un type de cellule assez bien représenté chez cette espèce possède un noyau encoché, souvent réniforme ou en forme d'haltères. Le diamètre de ces cellules, régulièrement arrondies ou ovales, varie de 8 à 12μ . Le protoplasme, dans lequel nous n'avons pu observer aucune granulation, présente la particularité d'avoir une affinité tinctoriale mal définie. Il n'est pas rare de trouver la zone externe nettement basophile, alors que la zone centrale a une teinte rosée suggérant l'acidophilie. Il s'agit vraisemblablement de cellules incomplètement évoluées, dont la destinée finale est encore imprévisible. Nous les désignerons seulement sous le terme de « *proteucocytes* » (Pl. IV, d).

Les *granulocytes* sont représentés uniquement par des *neutrophiles*. Ces cellules sont en général parfaitement discoïdes, d'assez grande taille (11 à 13μ). Le noyau est petit ($4 \mu \times 6$) et accolé à la paroi. Le protoplasme, de teinte mauve rosée, renferme de fines granulations violettes.

Les *thrombocytes*, sans être fusiformes, affectent dans cette espèce une forme allongée, la longueur atteignant le double de la largeur (2μ 5 \times 5μ).

***Eutropius niloticus* (Rüppell), F. Schilbeidae.**

Le sous-ordre des *Siluriformes*, auquel nous accédons avec cette espèce, est abondamment représenté dans les eaux douces tropicales du monde entier.

Eutropius niloticus, de la famille des *Schilbeidae*, est commun dans toute l'Afrique occidentale. C'est un poisson à alimentation variée, mais de préférence carnivore.

Les *érythrocytes* de cette espèce mesurent en général 7 à 8μ sur 9μ 5 à 10μ , et le noyau 2μ 5 sur 3μ 5, bien qu'il existe des formes plus arrondies.

Les globules blancs dans cette espèce, ou tout au moins dans ce spécimen, car nous n'avons pu examiner qu'un seul individu, sont peu différenciés tant au point de vue dimension qu'au point de vue structure, et l'existence de nombreuses formes intermédiaires rend parfois difficile l'identification des cellules.

Nous n'avons pas observé chez ce spécimen de « petits » lymphocytes. Les *lymphocytes* mesurent entre 6μ 5 et 10μ et sont toujours relativement riches en protoplasme ; celui-ci présente parfois des zones plus ou moins intensément colorées, mais toujours nettement basophiles.

À l'autre extrémité de la filière, on remarque des cellules mesurant 8 à 11μ de diamètre, à noyau simple, à réseau de chromatine plus lâche et moins coloré que dans les lymphocytes. Dans le protoplasme faiblement teinté en mauve clair rosé et rarement vacuolaire, il est parfois possible de distinguer de fines granulations peu abondantes, qui nous font classer ces cellules dans les *granulocytes neutrophiles*.

Les *thrombocytes* par contre sont bien caractéristiques. Ils ont le plus souvent une forme allongée, le noyau mesurant 1μ 5 à 2μ sur 5μ est entouré d'un liseré de protoplasme transparent parfois légèrement rosé dont la disposition donne à la cellule un aspect de fuseau à extrémités pointues ou arrondies.

Nous avons dénombré dans le sang de ce poisson 28 % de lymphocytes et 72 % de leucocytes, chiffres nécessairement approximatifs par suite de l'existence de nombreuses formes intermédiaires difficiles à identifier.

***Chrysichthys auratus longifilis* (Pfaff), F. Bagridae.**

Ce représentant de la famille des *Bagridae* est également carnivore.

Les *érythrocytes* sont dans cette espèce presque ronds ($11 \mu \times 10$) ou légèrement ovales,

les dimensions extrêmes observées étant $13 \mu \times 9$. Le noyau mesure environ $3 \mu \times 5$. On remarque en outre un assez grand nombre d'*érythroblastes*, ce qui est, paraît-il, fréquent après un jeûne prolongé.

Les *lymphocytes* sont bien caractéristiques et souvent fixés avec de fins pseudopodes. Le noyau a un diamètre d'environ 5μ et la cellule entière $6 \mu \times 8$. Ils représentent 16 % seulement des globules blancs.

Nous n'avons remarqué chez cette espèce aucun *granulocyte*, mais il est possible de distinguer deux types de leucocytes :

1. — De grandes cellules (10 à $13 \mu \times 14$ à 16μ) à grand noyau (6 à $9 \mu \times 9$ à 11μ), à protoplasme homogène, faiblement basophile, parfois vacuolaire, présentant souvent de larges pseudopodes et des formes irrégulières, et que nous considérons comme « *monocytes* ».

2. — Des cellules plus petites, de forme régulièrement arrondie de 10 à 11μ de diamètre. Le noyau, globuleux, mesure $6 \mu \times 6$ ou $5 \mu \times 7$. Le protoplasme de teinte mauve neutre est parfois vacuolisé et d'aspect grumeleux, mais ne renferme aucune granulation. C'est un leucocyte *neutrophile*, mais non un *granulocyte*.

Les *thrombocytes*, dont le noyau mesure environ 3μ sur 5μ et est entouré de cytoplasme hyalin, ont des formes allongées ou cunéiformes assez variées, mais jamais typiquement fusiformes.

***Auchenoglanis occidentalis* (Cuvier et Valenciennes), F. Bagridae.**

Cette espèce, se nourrit de vase et de débris divers d'origine animale ou végétale.

Les *érythrocytes* peuvent être ovales et mesurer 6μ sur 8μ , ou presque arrondis avec un diamètre d'environ 7μ .

Les *lymphocytes* sont tout à fait classiques et mesurent de 7 à 10μ . Le protoplasme peu abondant et fortement basophile se colore en bleu foncé.

Nous n'avons rencontré par ailleurs qu'un seul type de *leucocyte*. La cellule mesure en général de 7 à 8μ sur 8 à 13 . Le noyau, relativement grand ($7 \mu \times 8$) est souvent lobé et parfois profondément incisé. On y remarque des granules de chromatine fortement colorés, en nombre variable, généralement voisin de 5, tranchant sur un fond plus clair. Le protoplasme, le plus souvent de teinte mauve neutrophile, présente parfois une coloration rosée suggérant une tendance à l'acidophilie. Il présente un aspect grumeleux, mais nous n'y avons remarqué ni granulations ni vacuoles. La proportion de ces cellules est de 72 % contre 28 % pour les lymphocytes.

Les *thrombocytes* sont ici du type globuleux, et mesurent environ 5μ . Nous n'avons observé aucune cellule fusiforme.

***Synodontis clarias* (Linné), F. Mochocidae.**

Le genre *Synodontis*, de la famille des *Mochocidae*, est représenté dans le bassin du Niger supérieur par une quinzaine d'espèces, dont quatre ont été l'objet de prélèvements sanguins.

Synodontis clarias se nourrit d'algues, de larves d'insectes, de vase et des petits coquillages bivalves qui s'y trouvent.

Les *érythrocytes* sont en forme d'ellipse courte, le grand diamètre mesurant 9 à 10μ , et le petit 7μ sur 8μ , alors que les dimensions du noyau sont $3 \mu \times 4$. Les *érythroblastes* ne sont pas rares.

Les *lymphocytes* (Pl. IV, e), parfois fixés avec des pseudopodes étendus, mesurent 8 à 9μ sur 6μ à 8 , avec un noyau d'environ 4μ sur 6μ .

Les leucocytes proprement dits appartiennent à deux types bien distincts :

1. — les *monocytes* (Pl. IV, f), grandes cellules à protoplasme basophile se colorant en bleu

clair et plus ou moins vacuolisé. Elles atteignent 14 à 15 μ de longueur et 10 à 12 μ de largeur. Le noyau, dont la position est variable, mais toujours de forme simple; mesure environ 5 μ sur 8.

2. — Les *neutrophiles* atypiques (Pl. IV, g), dont les dimensions, tant de la cellule que du noyau, sont sensiblement les mêmes, la différence essentielle étant dans la teinte neutrophile du protoplasme, qui présente en outre un aspect granuleux, mais sans réelles granulations ni vacuoles.

On peut signaler encore des cellules de dimensions intermédiaires entre les lymphocytes et les deux types précédents de leucocytes, à protoplasme assez fortement basophile, et que nous considérons comme des « *proleucocytes* ».

Les *thrombocytes* (Pl. IV, h), sont le plus souvent du type allongé ou cunéiforme. Le noyau a un volume à peu près équivalent à celui d'un érythrocyte.

***Synodontis schall* (Bloch Schneider), F. Mochocidae.**

Très commun dans le bassin du Niger, ce *Synodontis* a un régime alimentaire identique à celui de l'espèce précédente : vase, débris divers, matières animales ou végétales, vers, etc...

Les *érythrocytes*, de forme ovale, ont 10 à 12 μ de longueur sur 7 à 8 μ de largeur, et le noyau 3 μ sur 4. Les *érythroblastes* ici encore sont fréquents.

Les *lymphocytes* représentent 34 % des globules blancs. Les plus petits ont un diamètre de 5 μ avec très peu de protoplasme, les grands atteignant 7 μ .

Un autre type de cellule (Pl. IV, i) présente l'aspect d'un réseau lymphocyte (7 ou 8 μ), mais le noyau montre un réseau de chromatine moins dense avec des parties claires, tandis que le protoplasme basophile est bleu clair et non bleu foncé comme c'est le cas pour les lymphocytes, ce qui inciterait à considérer plutôt ces cellules comme de « petits hémoblastes ». Une proportion non négligeable de ces cellules (6 % des globules blancs) renferme des granulations ou plutôt des inclusions en forme de bâtonnets fortement colorés en rouge bordeaux et qui tranchent nettement sur le fond bleu clair du protoplasme. Nous ne pouvons assimiler ces cellules à aucun des trois types de granulocytes classiques.

On rencontre en outre dans le sang de ce poisson des *monocytes* à protoplasme basophile vacuolisé, dont les dimensions varient de 10 $\mu \times 10$ à 11 $\mu \times 14$, et enfin des *neutrophiles* à protoplasme mauve clair d'aspect granuleux, mais dont quelques uns seulement présentent des granulations neutrophiles évidentes.

Les *thrombocytes* sont ici de petites cellules globuleuses qui prennent assez souvent un aspect piriforme par rassemblement du protoplasme à un pôle. Le noyau, arrondi, mesure environ 4 μ .

***Synodontis batensoda* Rüppell, F. Mochocidae.**

Cette espèce, se nourrit de vase et se trouve soit dans les mares, soit sur les fonds vaseux du fleuve.

Le sang de ce *Synodontis* présente de grandes ressemblances avec celui de *S. schall*. Les *érythrocytes*, un peu plus grands, mesurent de 8 à 9 μ sur 10 à 13. Le noyau, souvent arrondi et d'un diamètre de 3 μ 5, est parfois de forme ovalaire comme la cellule et ses dimensions sont alors 3 μ sur 4. Un des spécimens examinés montrait une forte proportion de globules rouges anormaux à noyau fortement excentré ou accolé à la paroi. Notre but n'étant pas de décrire des anomalies, nous n'insisterons pas sur ce fait.

Les *lymphocytes* mesurent de 6 à 8 μ et sont tout à fait classiques. Ils sont nombreux et représentent 45 % du total.

Des cellules sensiblement plus grandes (8 $\mu \times 11$), à noyau simple ou encoché et à protoplasme clair de teinte bleutée, et que nous appellerons simplement « *proleucocytes* », semblent correspondre aux « *progranulocytes basophiles* » de S. JAKOWSKA.

Les *granulocytes neutrophiles* typiques à fines granulations violacées ne sont pas rares chez cette espèce. Parfois discoïdes et d'un diamètre de 12μ avec un noyau régulièrement arrondi de 5 à 6μ , ils peuvent présenter des déformations du type amiboïde à larges pseudopodes.

Enfin nous retrouvons chez cette espèce des cellules à inclusions (Pl. IV, j), très comparables à celles que nous décrivions dans l'espèce précédente (*S. schall*). Leurs dimensions ($8 \mu \times 8$ ou $7 \mu \times 10$) correspondent également à celles d'un grand lymphocyte. Mais les inclusions, toujours de teinte rose vif, sont ici plus rares, mais de plus grande dimension, en forme de bâtonnets atteignant dans certains cas une longueur de 2 ou 3μ . Ces cellules représentent moins de 1% des leucocytes.

Les *thrombocytes*, dont le noyau, de forme variable, mesure environ $3 \mu \times 5$, peuvent être du type globuleux, fusiforme court ou cunéiforme.

Synodontis budgetti Boulenger, F. Mochocidae.

Ce *Synodontis* comme la plupart de ses congénères, affectionne les fonds vaseux du Niger.

Les *érythrocytes*, en forme d'ellipse régulière mesurent 8 à 9μ sur 10 à 12μ , avec un noyau de $3 \mu \times 5$.

Les *lymphocytes* peuvent, comme c'est souvent le cas, être classés en grands ou petits suivant leur richesse en protoplasme. Le noyau a en effet des dimensions à peu près fixes : $4 \mu \times 5 \mu \times 5 \mu$ environ, la cellule elle-même mesurant environ 8μ pour les petits et 10μ pour les grands, ces dimensions étant une indication générale, la présence fréquente de pseudopodes leur donnant souvent une forme complexe.

Les leucocytes semblent appartenir à un type unique de grande taille (12 à 15μ), à protoplasme de teinte générale mauve parfois plus ou moins rosé et d'aspect grumeleux, mais sans granulations. Le noyau, relativement petit (4 à $5 \mu \times 7$ à 8μ) est le plus souvent excentrique et accolé à la paroi de la cellule. Il est parfois encoché, étranglé ou en forme d'haltères.

À côté de ces leucocytes qui, bien que dépourvus de granulations, sont des *neutrophiles*, il est des cellules de dimensions plus faibles (9 à 11μ de diamètre) à noyau globuleux relativement grand (5 à 8μ suivant les dimensions de la cellule) et à peine excentré, à protoplasme également neutrophile, mais plus clair et homogène, que nous considérons comme des *proleucocytes*.

Les *thrombocytes* (Pl. IV, k), examinés à l'état de repos, sont de petites cellules régulièrement arrondies dont le noyau de 4μ de diamètre environ, c'est-à-dire de la dimension du noyau d'un globule rouge, est entouré d'une petite zone de cytoplasme à peu près incolore. Mais certaines préparations permettent de les observer en cours de coagulation. Le noyau, sans changer de volume, arrive alors à mesurer $2 \mu \times 7 \mu$. Le cytoplasme des diverses cellules semble s'être allongé en filaments qui se rejoignent et forment un réseau où se trouvent englobés des *érythrocytes* et éventuellement des leucocytes.

Tilapia zillii (Gervais), F. Cichlidae.

Appartenant à la famille des *Cichlidae*, le genre *Tilapia* est très répandu en Afrique où il compte de nombreuses espèces dont plusieurs sont utilisées en pisciculture.

Tilapia zillii peut se rencontrer dans des milieux très divers : les adultes sont herbivores.

Les *érythrocytes* (Pl. II, a), mesurent 6 à 8μ sur 10 à 12μ . Les *érythroblastés* (Pl. II b), de forme plus arrondie, sont assez fréquents.

Les *lymphocytes* (Pl. II, c), aisément identifiables, ont un diamètre approximatif de 6μ pour les petits, les grands atteignant 8 à 9μ .

Parmi les leucocytes, nous distinguons d'abord les cellules du type *monocyte* (Pl. II, d), dont les dimensions sont d'environ $8 \mu \times 10$, à protoplasme vacuolaire, basophile, parfois très clair, parfois plus foncé, sans granulations.

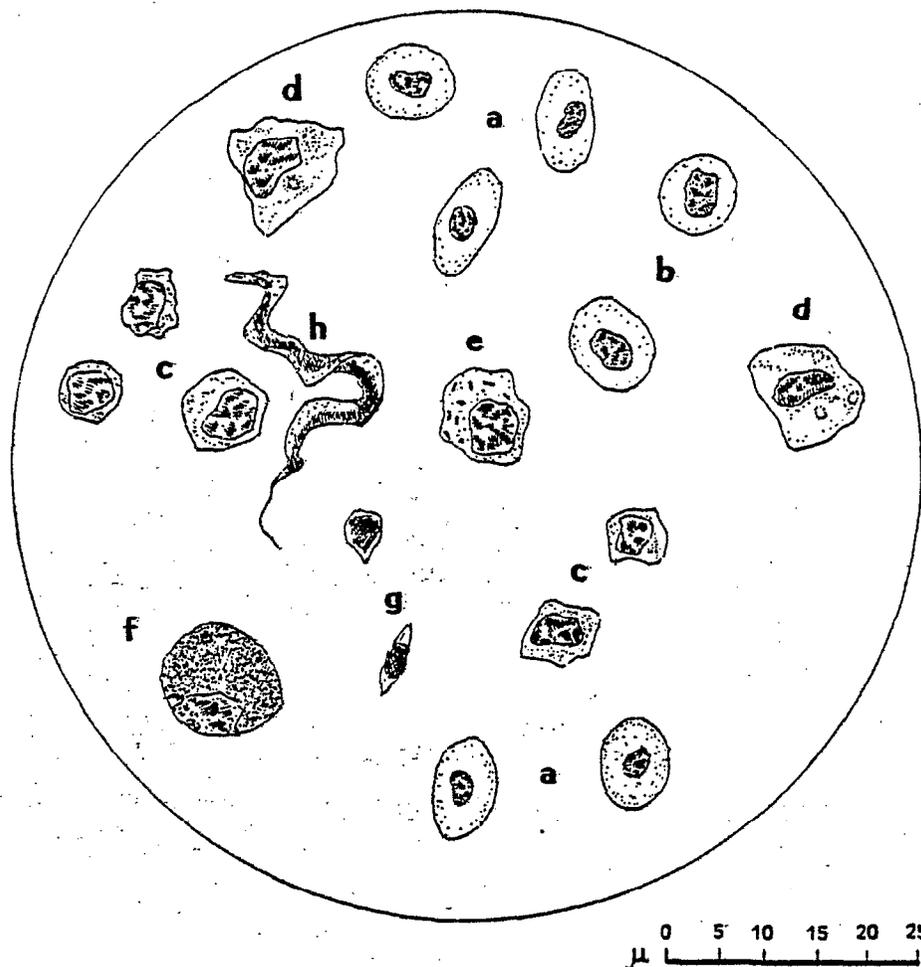


PLANCHE II. — *Tilapia zillii* (Gervais).

a : Erythrocytes. — b : Erythroblastes. — c : Lymphocytes. — d : Monocytes. — e : Granulocyte neutrophile. — f : Granulocyte basophile. — g : Thrombocytes. — h : Trypanosome.

Les *neutrophiles* (Pl. II, e), dont les dimensions varient de 9 à 12 μ , ont un protoplasme se colorant en mauve, dans lequel il est parfois possible de distinguer des granulations diffuses de teinte rouge violacé.

Quelques rares cellules nous paraissent assimilables à des *granulocytes basophiles* (Pl. II, f). Elles ont une forme régulièrement arrondie et un diamètre de 12 μ environ, le noyau de 4 μ \times 7 se trouve repoussé contre la paroi. Le protoplasme est entièrement rempli de gros granules colorés en brun violacé, serrés les uns contre les autres et prenant de ce fait une forme polyédrique. Toutefois, sur le noyau, quelques-uns de ces granules se trouvent isolés. Ils ont alors une forme arrondie et environ 1 μ 5 de diamètre.

Les *thrombocytes* (Pl. II, g), dont le noyau mesure environ 4 μ , parfois 3 μ sur 4 μ 5, ont le plus souvent une forme globuleuse, mais les formes en navette ou fuseau court ne sont cependant pas rares.

Bien qu'en principe nous ne nous occupions ici que de poissons sains, le seul *T. zillii* que nous ayons pu examiner s'est révélé porteur de trypanosomes (Pl. II, h). Ils sont toutefois en petit nombre et les poissons étant considérés comme très résistants à la trypanosomiase, nous

ne pensons pas que cette affection puisse avoir une répercussion importante sur la composition du sang.

***Tetrodon fahaka strigosus* (Bennett), F. *Tetrodontidae*.**

Unique représentant de la famille des *Tetrodontidae* dans le Niger supérieur, cette espèce est assez fréquente aussi bien dans le fleuve que dans les mares.

Les *érythrocytes* (Pl. III, a), ont une forme arrondie ou en ovale court, leurs dimensions étant relativement 8 à 9 μ ou 8 $\mu \times 10$. Le noyau est rond et d'un diamètre de 3 μ . Les *érythroblastes* (Pl. III, b), sont nombreux.

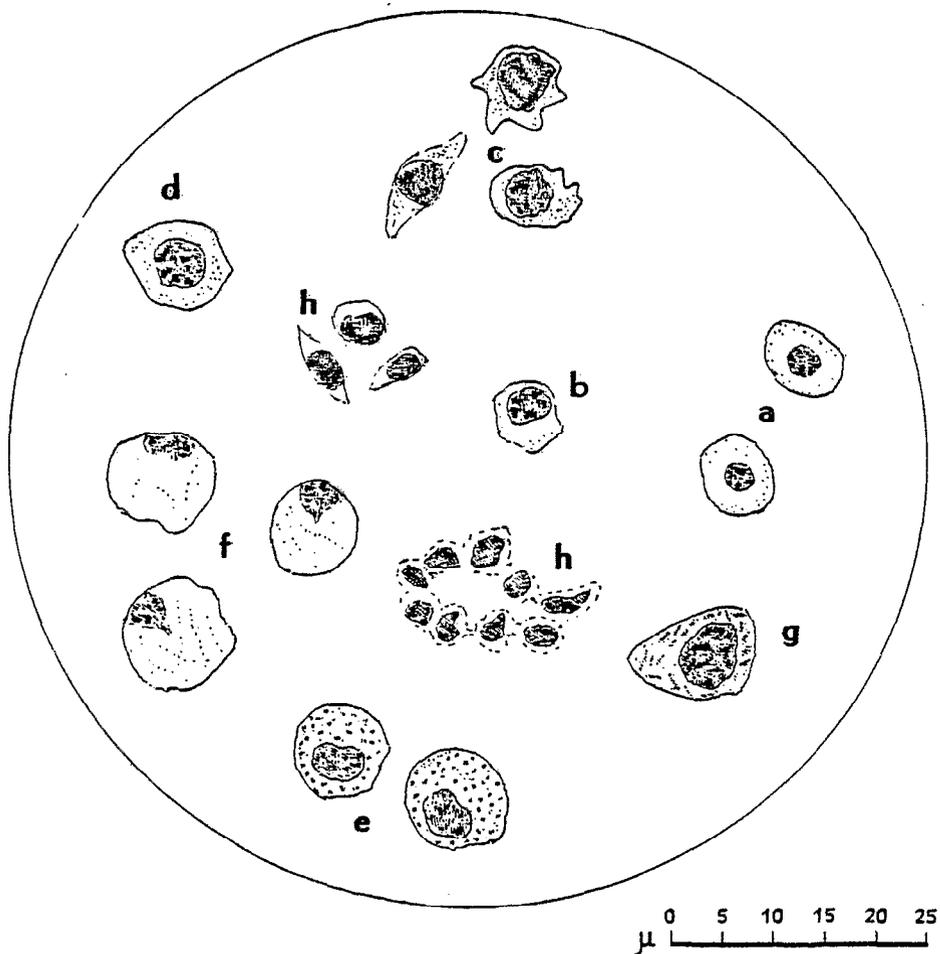


PLANCHE III. — *Tetrodon fahaka strigosus* (Bennett).

a : Erythrocytes. — b : Erythroblaste. — c : Lymphocytes. — d : Monocyte. — e : Granulocytes neutrophiles. — f : cellules nucléées. — g : Basophile. — h : Thrombocytes.

Parmi les *lymphocytes* (Pl. III, c), les plus petits, à noyau parfois réniforme, munis ou non de pseudopodes, ont un diamètre de 5 μ à 6 μ , alors que les grands atteignent 9 ou 10 μ . Certains affectent l'aspect de « cellules fusiformes ». Toutefois leurs dimensions nettement supérieures et la coloration intensément basophile du protoplasme ne permet aucune confusion avec les thrombocytes.

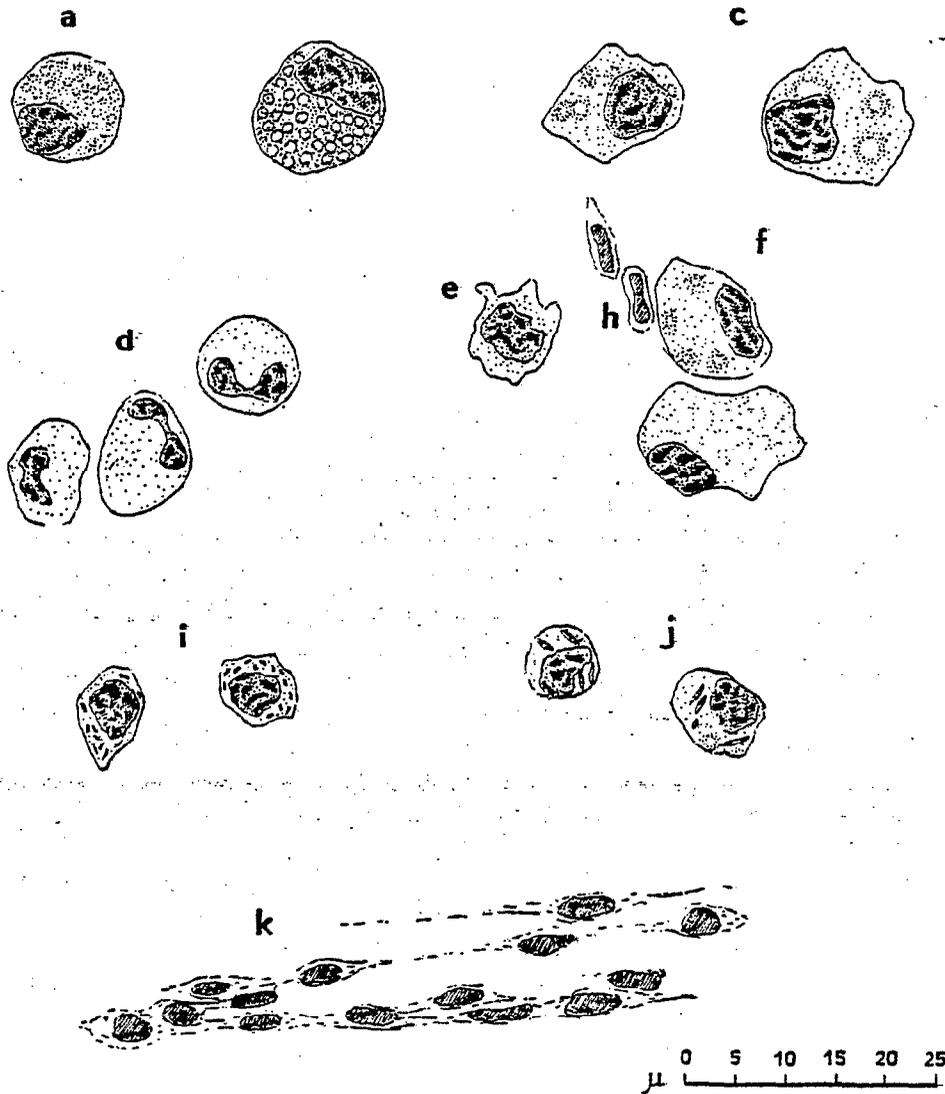


PLANCHE IV. — Cellules sanguines diverses.

- a : *Hyperopisus occidentalis*, Granulocyte éosinophile,
 b : *Mormyrus rume*, Granulocyte éosinophile,
 c : *Labeo senegalensis*, Monocytes,
 d : *Labeo coubie*, Proleucocytes,
 e : } Lymphocyte,
 f : *Synodontis clarias* } Monocyte,
 g : } Neutrophile,
 h : } Thrombocytes,
 i ; *Synodontis schall*, Cellules à inclusions,
 j : *Synodontis batensoda*, Cellules à inclusions,
 k : *Synodontis budgetti*, Thrombocytes (début de coagulation).

Les leucocytes présentent chez cette espèce une grande diversité. Si certains sont classiques et facilement identifiables, d'autres nous paraissent difficiles à intégrer dans une des catégories reconnues.

1. — Les *monocytes* (Pl. III, d), grandes cellules atteignant $8 \mu \times 13$, à protoplasme fortement

basophile. Le noyau est simple et mesure environ $5 \mu \times 6$, soit à peu près les dimensions du noyau d'un grand lymphocyte. En fait on ne peut guère distinguer ces cellules des grands lymphocytes que par la plus grande abondance de leur protoplasme.

2. — Les *granulocytes neutrophiles* (Pl. III, e), sont abondants et souvent bien caractéristiques. Généralement de forme arrondie et d'un diamètre de 9 à 11 μ , avec un noyau de forme simple de 3 à 4 μ sur 5 ou 6, le protoplasme est parfois d'une teinte mauve uniforme, mais il a quelquefois un aspect marbré, certaines zones étant à affinité basophile, d'autres acidophile. Dans les cas les plus favorables, les granulations sont abondantes, punctiformes ou en bâtonnets courts, d'un aspect très similaire à celles que nous avons signalées chez certains poissons d'Indochine. On compte 38 % de ces cellules.

3. — Dans un travail antérieur (1950) nous avons signalé chez *Oxyeleotris marmorata* (F. *Gobiidae*) du Cambodge des cellules « incolores », à protoplasme d'aspect réfringent et nacré. Nous trouvons chez ce *Tetodon* africain des cellules très comparables. Elles ont un diamètre de 7 à 10 μ . Le noyau est petit, accolé à la paroi, normalement coloré et à peine plus grand qu'un noyau d'érythrocyte. Il affecte souvent une forme en coin avec la pointe dirigée vers le centre de la cellule. Le protoplasme, d'aspect nacré, le plus souvent totalement incolore, mais en certains cas légèrement rosé, apparaît strié de fines lignes formant un réseau diffus (Pl. III, f). Ce type de cellule est abondant et représente 40 % des leucocytes.

4. — Quelques rares cellules (Pl. III, g), ayant la dimension et l'aspect général d'un grand lymphocyte (7 à 8 μ) ont un protoplasme fortement basophile renfermant des granulations de forme allongée et de teinte violet foncé qui tranchent particulièrement sur le noyau de teinte plus rouge. Nous ne pensons pas cependant que ces basophiles à granulations puissent être assimilés à des labrocytes.

Les *thrombocytes* sont petits, le noyau ayant 2 μ 5 sur 3 μ , et se présentent soit sous une forme globuleuse, soit sous l'aspect de cellules fusiformes classiques.

CONCLUSIONS

L'examen du sang de ces quinze espèces de poissons d'Afrique occidentale permet de préciser quelques constatations :

On peut tout d'abord remarquer que les éléments constants, que l'on retrouve sans exception chez toutes les espèces, se réduisent à trois : *érythrocytes*, *lymphocytes* et *thrombocytes*. Leurs dimensions varient très sensiblement d'une espèce à l'autre : les globules rouges de *Polypterus* mesurent 17 $\mu \times 11 \mu$, alors que ceux de *Distichodus* n'ont que 7,5 $\mu \times 5,5 \mu$. Mais dans une espèce donnée, ces trois types de cellules ont des proportions relativement constantes (voir tableau I).

Cette relation semble exister aussi pour les éléments inconstants, elle est toutefois plus difficile à mettre en évidence du fait de leur inconstance et de leur variabilité.

La classification des éléments variables, que nous adoptons dans le tableau II, est nécessairement schématique. Elle permet néanmoins une comparaison rapide des éléments du sang entre les diverses espèces.

Si l'on admet que les cellules sanguines ont une origine commune, on ne peut s'étonner d'y trouver des stades intermédiaires, et le jugement de l'observateur joue fatalement un rôle.

Les cellules que nous dénommons *proleucocytes* présentent des caractères intermédiaires entre les lymphocytes et les leucocytes. Ils représentent probablement un stade transitoire, mais il ne nous paraît pas évident que leur destinée soit de devenir des granulocytes, comme le laisse supposer le terme de *progranulocyte* utilisé par S. JAKOWSKA.

TABLEAU I. — Dimensions moyennes des éléments constants (en microns)

	Erythrocytes		Lymphocytes		Thrombocytes
	Long.	Larg.	Max.	Min.	
<i>Polypterus bichir lapradei</i>	17	11	15	9	8,5
<i>Hyperopisus occidentalis</i>	11	9	8	6	4,5
<i>Mormyrus rume</i>	8,5	9,5	10	7	6
<i>Distichodus brevipinnis</i>	7,5	5,5	8	5,5	3,5 (3×4)
<i>Labeo senegalensis</i>	10	8	7	5,5	4 ×5
<i>Labeo coubie</i>	13	8	6	5	2,5×5
<i>Eutropius niloticus</i>	9,5	7,5	10	6,5	2,5×6
<i>Chrysichthys auratus longifilis</i>	11	10	8	6	4 ×6
<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	7,5	7	10	7	5
<i>Synodontis clarias</i>	9,5	7,7	9	6	4 ×5
<i>Synodontis schall</i>	11	9	7	5	5
<i>Synodontis batensoda</i>	11,5	8,5	8	6	3 ×5
<i>Synodontis budgetti</i>	11	8,5	10	8	5
<i>Tilapia zillii</i>	11	7	9	6	4 ×5
<i>Tetodon fahaka strigosus</i>	9	8,5	10	5,5	3 ×4

TABLEAU II. — Répartition des éléments variables

	Éléments normaux					Anormaux	
	Proleu- cocyte	Mono- cyte	Neutro- phile	Éosino- phile	Baso- phile	Cellules à inclu- sions	Cellules nacrées.
<i>Polypterus bichir lapradei</i> ..		×	×	×		×	
<i>Hyperopisus occidentalis</i> ...			×	×			
<i>Mormyrus rume</i>	×		(×)	×			
<i>Distichodus brevipinnis</i>		(×)			×		
<i>Labeo senegalensis</i>	×	×	×				
<i>Labeo coubie</i>	×		×				
<i>Eutropius niloticus</i>			×				
<i>Chrysichthys auratus longi- filis</i>		×	(×)				
<i>Auchenoglanis occidentalis</i> .			(×)				
<i>Synodontis clarias</i>	×	×	(×)				
<i>Synodontis schall</i>		×	×			×	
<i>Synodontis batensoda</i>	×		×			×	
<i>Synodontis budgetti</i>	×		(×)				
<i>Tilapia zillii</i>		×	×		×		
<i>Tetodon fahaka strigosus</i> ..		×	×		(×)		×

Les parenthèses indiquent des éléments atypiques.

Parmi les leucocytes, les *neutrophiles* sont de beaucoup les plus fréquents, on pourrait même les considérer comme constants, la seule espèce dont le sang n'en contient pas (*Distichodus*) ayant par contre des *monocytes* atypiques, dont le protoplasme n'est pas franchement basophile. Chez un certain nombre d'espèces, il ne nous a pas été possible de mettre en évidence dans le protoplasme de ces neutrophiles les granulations caractéristiques. Ils ne peuvent donc être considérés comme des granulocytes, et nous ne pouvons affirmer qu'ils le deviendront.

Les granulocytes *éosinophiles* et *basophiles* sont beaucoup plus rares, chacune de ces catégories ayant été observée seulement chez trois espèces.

Signalons enfin l'existence dans trois autres cas, de cellules à inclusions, et chez un *Tetrodon*, de cellules d'aspect nacré, comparables sinon identiques à celles que nous avons signalées chez certains poissons d'Indochine.

La proportion des lymphocytes par rapport aux leucocytes varie de 16 à 48 %, sauf dans un cas (*Tilapia zillii*) où elle atteint 64 %.

BIBLIOGRAPHIE

- ARVY (L.), 1955. — Les Labrocytes (« Mastzellen »). *Rev. d'Hématol.*, 10, pp. 55-94.
- BARBIER (F.), 1961. — Bijdrage tot de kennis van de morfologie van de granulocyten bij de mens en de gewervelde dieren. — Thèse, Bruxelles, pp. 284, 20 tab.
- BAUDIN (L.), 1936. — Recherches sur le sang des poissons. *Mém. Soc. Vaudoise Nat. Lausanne*, pp. 227-294.
- CATTON (W. T.), 1951. — Blood cell formation in certain teleost fishes. *Blood*, 6, pp. 39-60.
- DAWSON (A. B.), 1953. — The relative numbers of immature erythrocytes in the circulating blood of several species of marine fishes. *Biol. Bull.*, vol. LXIV, pp. 33-43.
- DRURY (A. N.), 1915. — The eosinophil cell of teleostean fish. *J. Physiol.*, 49, pp. 349-366.
- DRZEWINA (A.), 1909. — Leucocytes à granulations acidophiles dans le sang des poissons Téléostéens. *C. R. Soc. de Biol.*, 66, p. 514.
- DRZEWINA (A.), 1911. — Contribution à l'étude des leucocytes granuleux du sang des poissons. *Arch. Anat. Micr.*, 13, pp. 319-376.
- DURAND (J.), 1943. — Étude morphologique comparative du sang de quelques poissons marins. *42^e note Inst. Océanogr. Indochine*.
- DURAND (J.), 1950. — Étude morphologique et physiologique du sang, de l'immunité naturelle et acquise chez quelques poissons indochinois. *Ann. Inst. Océanogr.*, 25, pp. 110-206.
- DUTHIE (E. S.), 1939. — The origin, development and function of the blood cells in certain marine Teleosts. *J. Anat.*, 73, pp. 394-412.
- JAKOWSKA (S.), 1956. — Morphologie et nomenclature des cellules du sang des Téléostéens. *Revue Hématol. Fr.*, 11, pp. 519-539.
- JORDAN (H. E.), et SPEIDEL (C. C.) 1924. — Studies on lymphocytes. *J. Morph.*, 38, pp. 529-548.
- JORDAN (H. E.), 1938. — Comparative hematology. In « Handbook of Hematology », edited by Hal Downey, 2, pp. 703-862.
- KAWAMOTO, 1930. — Physiological studies on the eel. Microscopical observations of the Blood. *Journ. of the Imper. Fisheries Instit.*, Vol. 26.
- LANINE (P.), 1912. — Des globules blancs éosinophiles dans le sang des poissons d'eau douce. *Arch. Biol.*, 27, pp. 525-574.
- LEWIS (M. R.) et LEWIS (W. H.), 1926. — Transformation of mononuclear blood cells into macrophages, epithelioid cells and giant cells in hanging drop cultures from lower vertebrates. *Contr. Embryol., Carnegie Inst. Wash.*, 18, pp. 95-120.
- LEWIS (W. H.), 1928. — Comparative study of fish blood. *Carn. Inst. Wash., Yearbook*, 27, pp. 279-280.
- LOEWENTHAL (N.), 1909. — Contribution à l'étude des globules blancs du sang éosinophiles chez les animaux vertébrés. *J. Anat. et Physiol. Norm. et Path. de l'homme et des animaux*, 45, pp. 97-121.

- LOEWENTHAL (N.), 1927. — Sur les variétés des globules blancs du sang chez le cyprin doré (*Carassius auratus*). *Arch. Anat. Hist. et Embryol.*, 7, pp. 317-322.
- MICHELIS (N. A.), 1922. — Les labrocytes (mastzellen) chez les poissons *C. R. Soc. Biol.*, 87, pp. 115-116.
- OSGOOD (E. G.), 1949. — The terms and definitions of the cells of the leukocytic, thrombocytic and erythrocytic series. *Blood*, 4, pp. 85-96.
- PLESSIS (J.), 1958. — Note préliminaire sur le sang de *Protopterus annectens* (Owen 1839). *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, XXX, n° 4, pp. 345-351.
- POLICARD et BESSIN, 1960. — Le lymphocyte. Point de vue de l'histologiste et de l'hématologiste. *Revue d'hématologie*, 15.
- YOKOYAMA (H. O.), 1947. — Studies on the origin, development and seasonal variation in the blood cells of the perch, *Perca flavescens*. Ph. D. Thesis, *Univ of Wisconsin*, I-IV, pp. 1-150.