**DESCRIPTION DE *PLASMODIUM PETERSI* n. sp.
ET *PLASMODIUM GEORGESI* n. sp.,
PARASITES D'UN *CERCOCEBUS ALBIGENA*
ORIGINAIRE DE RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE**

J. POIRRIEZ *, D. BACCAM **, E. DEI-CAS ***,
T. BROGAN ****, I. LANDAU **

RÉSUMÉ

Dans les frottis sanguins colorés au Giemsa d'un singe *Cercocebus albigena* capturé en République Centrafricaine, trois espèces d'hématozoaires ont été identifiées : *Plasmodium gonderi* Rodhain et Van Den Berghe, 1936 (nouvel hôte et nouvelle localisation géographique), *Plasmodium petersi* n. sp. et *Plasmodium georgesi* n. sp.. *P. petersi* se caractérise par la présence fréquente chez les jeunes trophozoïtes de deux ou trois vacuoles coiffées d'un gros noyau ovalaire, par la morphologie des schizontes presque mûrs contenant de 12 à 18 noyaux arrondis, homogènes et assez gros, et possédant un cytoplasme bleu clair formant souvent une auréole très pâle autour de certains noyaux, par la formation d'un pigment en aiguilles noires et par l'apparition tardive de granulations globulaires très fines, grisâtres, de même taille et relative-

ment peu nombreuses, dans une hématie augmentée de volume, à bords nets et de teinte normale. *P. georgesi* n. sp. se caractérise par l'allongement en arc de cercle du noyau de ses trophozoïtes, par la grande taille et l'aspect polygonal des noyaux des jeunes schizontes immatures (contenant de 2 à 8 noyaux), par le nombre de noyaux des schizontes presque mûrs (22 à 26), par l'augmentation de volume importante des hématies parasitées qui prennent souvent une forme polygonale, par l'apparition relativement tardive de nombreuses granulations globulaires de tailles irrégulières, devenant de plus en plus violettes et intenses au fur et à mesure que le parasite mûrit, et par la formation tardive d'un pigment punctiforme jaunâtre.

SUMMARY: Description of *Plasmodium petersi* n. sp. and *Plasmodium georgesi* n. sp., parasites of a *Cercocebus albigena* monkey in the Centralafrican Republic.

In Giemsa stained blood smears of a *Cercocebus albigena* monkey which was caught in the south of the Centralafrican Republic, three malaria parasites were identified: *Plasmodium gonderi* Rodhain et Van Den Berghe, 1936, *Plasmodium petersi* n. sp. and *Plasmodium georgesi* n. sp.. *P. petersi* is characterized by the presence of two or three vacuoles in the young trophozoites, by the morphology of the nearly mature schizonts with 12 to 18 large rounded nuclei and with a light blue coloured cytoplasm forming a pale halo around some nuclei, by black needle-shaped pigment, and by the late appearance of a scanty very fine, grey and

discrete stippling in moderately enlarged and normally coloured red cells. *P. georgesi* n. sp. is characterized by the elongated and crescentic shape of the nucleus of the trophozoites, by the large size and the polygonal appearance of the nuclei of the young immature schizonts (containing from two to eight nuclei), by the number of nuclei in almost mature schizonts (22 to 26), by the enlargement of the infected corpuscles which are often polygonal, by the heavy stippling with numerous purple dots of unequal size, and by the late formation of a fine dot-shaped yellow pigment.

* Laboratoire de Biologie, Centre Hospitalier, 130, avenue Louis-Herbeaux, BP 6367, F 59385 Dunkerque Cedex 1.

** Laboratoire de Biologie Parasitaire et Chimiothérapie associé au CNRS, URA 114, Muséum National d'Histoire Naturelle, 61, rue Buffon, F 75231 Paris Cedex 05.

*** INSERM U.42, 369, rue Jules-Guesde, BP 39, F 59651 Villeneuve-d'Ascq Cedex.

**** Department of Pathology, University of California, Davis, California 95616 USA.

Accepté le : 15 juillet 1993.

INTRODUCTION — HISTORIQUE

En 1899, à Berlin, Kossel décrit un nouveau parasite intra-érythrocytaire sur des frottis sanguins effectués par Koch en Tanzanie chez deux espèces de primates : *Cerco-pithecus aethiops* et *Papio cynocephalus*; la même année, Laveran dénomme ce parasite *Haemamoeba kochi*. Selon Garnham, il s'agissait en fait probablement d'un mélange de deux ou trois espèces d'*Hepaticystis* (Garnham, 1966).

La description de Kossel était très incomplète; en 1908, Gonder et Berenberg-Gossler (Gonder et Berenberg-Gossler, 1908; Berenberg-Gossler, 1909) décrivent en détail dans le sang d'un singe d'une autre espèce (*Cercocebus fuliginosus* = *C. torquatus atys*) (singe en captivité au Zoo de Hambourg et d'origine inconnue) un parasite qu'ils considèrent comme identique à celui décrit par Kossel et qu'ils identifient à *Plasmodium kochi* (Laveran, 1899). Dans une revue extensive de la littérature, Sinton et Mulligan (1933) montrent par la suite que les parasites décrits par Kossel d'une part, et par Gonder et Berenberg-Gossler d'autre part, sont différents; ils proposent : i) de réserver le nom de *Plasmodium kochi* (Laveran, 1899) au parasite décrit par Kossel à partir du matériel fourni par Koch; ii) de dénommer *P. inui* var. *gonderi* le parasite décrit par Gonder et Berenberg-Gossler, du fait de sa ressemblance avec *P. inui*.

En 1936, Rodhain et Van Den Berghe décrivent chez un *Cercocebus galeritus agilis* provenant du Zaïre un *Plasmodium* à leur avis identique à celui décrit par Gonder et Berenberg-Gossler (tout en émettant l'hypothèse que ces derniers avaient peut-être eu affaire à un mélange de deux espèces); ils considèrent qu'il est différent du *Plasmodium kochi* (Laveran, 1899) décrit par Kossel, et, étant donné la durée de son cycle schizogonique (48 heures, au lieu de 72 heures pour *P. inui*), proposent de le nommer *Plasmodium gonderi* Rodhain et Van Den Berghe, 1936.

En 1948, Garnham décrit le développement des mérocytes hépatiques du parasite appelé jusque là *Plasmodium kochi* et le dénomme *Hepatocystis* (puis *Hepatocystis kochi*). En 1958, il décrit le cycle complet de *Plasmodium gonderi* (à partir d'un parasite isolé d'un *Mandrillus leucophaeus* au Cameroun); il considère par la suite que le parasite décrit en 1908 par Gonder et Berenberg-Gossler représentait en fait une infection mixte par *P. gonderi* (famille des Plasmodiidae) et par *Hepatocystis kochi* (famille des Haemoproteidae) (Garnham, 1958, 1966).

Depuis cette époque, *P. gonderi* était considéré comme le seul *Plasmodium* de singes inférieurs en Afrique, en opposition avec le foisonnement d'espèces décrites en Asie. Or, l'étude des frottis sanguins d'un *Cercocebus albigena* capturé en République Centrafricaine nous a permis d'identifier (outre *P. gonderi*) deux espèces plasmodiales nouvelles présentant des caractères morphologiques bien distincts, espèces que nous nommerons *Plasmodium petersi* (en l'honneur du Pr Wallace Peters) et *Plasmodium georgesi* (en l'honneur du Pr Alain Georges).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Un singe *Cercocebus albigena* a été capturé au Sud de Bangui, dans la région de M'Baiki, en République Centrafricaine, en janvier 1988. Ce primate, appartenant à la famille des Cercopithe-

cidae, a un habitat essentiellement arboricole; il est présent du Sud du Cameroun et du Congo à l'Ouest, jusqu'à l'Ouganda à l'Est (Dandelot, 1971; Mac Donald, 1990). Des frottis sanguins ont été effectués à Bangui le 17 avril à 15 heures, le 20 avril à 22 heures et le 25 avril 1988 à 12 h 30 (prélèvement de sang capillaire à l'oreille).

Ce singe a été transporté à Paris début juin 1988. D'autres frottis sanguins y ont été effectués le 9 juin à 16 h 30, le 10 à 15 heures, le 11 à 10 h 30, le 13 à 17 h 40, le 14 à 14 h 45, le 16 à 10 h 20, le 17 à 10 h 15, 14 h 20, 17 h 15 et le 20 à 14 h 30 (43 frottis sanguins au total).

Après séchage à l'air, tous les frottis sanguins ont été aussitôt fixés au méthanol, puis colorés durant 45 minutes dans une solution de Giemsa (Merck 9204) diluée à 8 % dans du tampon pH 7,2 (ou de l'eau d'Evian). Après rinçage à l'eau du robinet et séchage à l'air, les frottis ont été montés à l'Eukitt.

Les parasites endo-érythrocytaires de ce *Cercocebus albigena* ont été comparés d'une part avec la description de *P. gonderi* par Rodhain et Van Den Berghe (1936), d'autre part avec une souche de *P. gonderi* présente dans les frottis sanguins d'un *Cercocebus galeritus agilis* suivi quotidiennement à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers du 16 avril 1947 au 28 mai 1947, juste après son arrivée en Belgique, en provenance du Zaïre (Collection PCC Garnham, confiée à I. Landau et disponible au Muséum) (70 frottis sanguins au total).

RÉSULTATS

A. — ALLURE GÉNÉRALE DE L'INFECTION CHEZ LES DEUX *Cercocebus*

1 — Les frottis sanguins effectués à Bangui chez notre *Cercocebus albigena* ne permettent de mettre en évidence que de rares parasites endo-érythrocytaires (parasitémie inférieure à 0,1 %) dont certains (trophozoïtes âgés, schizontes mûrs) sont tout à fait caractéristiques de *Plasmodium gonderi*. La schizogonie s'y effectue de façon assez synchrone. D'autres parasites nous apparaissent comme une espèce nouvelle que nous décrivons (sur les frottis sanguins du 17 avril et du 20 avril 1988) sous le nom de *Plasmodium petersi*.

2 — Sur les frottis effectués à Paris chez notre *C. albigena*, la parasitémie est plus élevée (0,2 à 0,5 %) et on note sur chaque frottis un mélange de différents stades endo-érythrocytaires plasmodiaux. Il semble y avoir coexistence et succession de deux parasites différents; *Plasmodium gonderi*, seul apparent au départ, est remplacé progressivement par un autre *Plasmodium* encore inconnu que nous décrivons sous le nom de *Plasmodium georgesi*.

3 — L'examen des 70 frottis sanguins de la collection Garnham (effectués par Rodhain en 1947 à Anvers chez un jeune *Cercocebus galeritus agilis* provenant du Zaïre) permet de noter la présence de trois Hémospordies différentes :

— *Plasmodium gonderi* est présent en assez grand nombre du 16 au 26 avril 1947. Il semble exister deux vagues de parasites, car la schizogonie est quotidienne.

— *Plasmodium georgesi* est retrouvé sur quelques-uns

des frottis effectués en avril 1947 (mêlé ici à *P. gonderi*) et sur les frottis effectués fin mai 1947. La morphologie de ses schizontes y est tout à fait caractéristique : grande taille des noyaux, finesse du pigment et modifications de l'hématie hôte (agrandie, à bords nets et remplie de granulations violettes).

— Un *Hepatocystis* sp. : des gamétocytes avec noyau en cocarde, typiques de ce genre, ont été observés tout au long de l'infection. Il semble qu'ils aient été confondus par Rodhain avec des gamétocytes de *P. gonderi*.

B — DESCRIPTION DE *Plasmodium petersi*

Les trophozoïtes (fig. 1, 2-6; fig. 2, A-B)

Les jeunes trophozoïtes se caractérisent par l'existence fréquente de 2 ou 3 vacuoles de petite taille séparées par de fines travées cytoplasmiques; ils sont de forme ovale (mesurant 3 à 4 µm de long et 2,5 à 3 µm de large) ou plus allongés (3 à 4 µm de long et 2 µm de large). Ils possèdent un noyau assez gros, ovale (long de 1,5 µm environ), homogène, avec fréquemment une zone plus claire latérale interne; le noyau coiffe le plus souvent l'un des pôles du parasite comme une calotte, ou peut se situer au milieu de 2 vacuoles ou être divisé en deux parties diamétralement opposées dans la largeur du parasite. Les infections doubles sont rares.

Les trophozoïtes âgés observés occupent les 3/4 du volume du globule rouge. Le contour du parasite est tantôt arrondi, tantôt irrégulier mais très peu amiboïde. Le noyau devient granuleux et s'étire. Le pigment apparaît tardivement sous la forme de petites aiguilles noires à reflets jaunes. L'hématie est de taille normale (6 à 7,5 µm de diamètre) ou légèrement augmentée, à bords nets et de teinte normale. Un « stippling » très fin, discret et régulier apparaît tardivement (au stade de trophozoïte âgé); les granulations globulaires sont caractéristiques : peu nombreuses, très fines, sous forme de petits points grisâtres, de même taille et irrégulièrement répartis près des bords de l'hématie.

Les schizontes (fig. 1, 7-10; fig. 2, C-D)

Nous n'avons pas observé de très jeunes schizontes.

Lorsque les schizontes immatures possèdent de 6 à 10 noyaux, ceux-ci sont de grande taille, de forme irrégulière (très allongée ou trapézoïdale), mais à contour précis et de structure homogène. Le pigment, en fines aiguilles noires, est irrégulièrement dispersé. Le cytoplasme globulaire est de teinte normale et contient quelques rares granulations très fines et grisâtres.

Lorsque les schizontes possèdent de 12 à 18 noyaux, ils sont presque mûrs et remplissent presque totalement le globule rouge qui est augmenté de taille (mesurant de 8,5 à 10 µm de diamètre). Leur cytoplasme est bleu clair et homogène, sauf autour de certains noyaux qui sont entourés

d'un halo très clair. Les noyaux sont bien arrondis, très homogènes, bien limités et ils mesurent 1,2 à 1,5 µm de diamètre (ils sont plus gros que ceux de *P. gonderi* au même stade). Le pigment en aiguilles est encore très dispersé. On peut voir encore de rares granulations globulaires très fines chez certains schizontes. Nous n'avons pas observé de schizonte mûr, mais dans un schizonte à 18 noyaux, le pigment se trouve encore réparti sur 2 zones mal limitées (fig. 1, 10).

La schizogonie semble très synchrone; sa durée n'a pu être précisée, l'infestation par cette espèce ayant été très fugace.

Les gamétocytes (fig. 1, 11-14; fig. 2, E)

Ils remplissent presque totalement le globule rouge qui persiste à un pôle du parasite et qui est hypertrophié (mesurant 8 à 9 µm de diamètre), de teinte normale, et contient de rares granulations très fines et grisâtres.

Deux microgamétocytes jeunes ont été observés. Leur noyau est triangulaire et très granuleux, occupe 1/4 du parasite; deux granules chromatiniens accessoires sont observés chez l'un d'eux, en périphérie du noyau. Leur cytoplasme a une couleur assez claire, bleu gris. Le pigment est caractéristique, en aiguilles noires à reflets jaunes, irrégulièrement dispersé, pouvant ou non chevaucher le noyau.

Le macrogamétocyte possède un noyau relativement petit, aux limites mal précisées. Son cytoplasme montre une teinte bleue plus soutenue que celle du microgamétocyte. Les aiguilles de pigment sont similaires à celles du microgamétocyte.

Holotype

Hôte : *Cercocebus albigena*.

Origine : M'Baïki (Rép. Centrafricaine).

Il est représenté par un grand schizonte presque mûr à 18 noyaux, cerclé au diamant sur le frottis numéroté 13 HW, du 17 avril 1988 (fig. 1, 10; fig. 2, D) et enregistré au Muséum sous le numéro PX 130.

C. — DESCRIPTION DE *Plasmodium georgesi*

Les trophozoïtes (fig. 1, 15-20; fig. 2, F-J)

Lorsqu'il mesure 2 à 3 µm de diamètre, le trophozoïte jeune, bien circulaire (« ring »), se caractérise par l'existence d'un noyau allongé en arc de cercle ou en bissac, mesurant 2 à 3 µm de long sur environ 0,7 µm de large; un mince anneau cytoplasmique coloré en bleu pâle entoure la grande vacuole centrale; l'hématie hôte n'est pas modifiée, mesurant 6 à 7,5 µm de diamètre.

En grandissant, le trophozoïte prend une forme nettement ovale, mesurant 5 µm de long sur 3 µm de large, et son noyau continue à s'allonger (jusqu'à 4 µm de long

FIG. 1. — *Plasmodium petersi* (2-14) : 2-6, trophozoïtes ; 7-10, schizontes ; 11, jeune microgamétocyte ; 12, jeune macrogamétocyte ; 13, microgamétocyte ; 14, macrogamétocyte. *Plasmodium georgesi* (15-30) : 15-20, trophozoïtes ; 21-26, schizontes ; 27, jeune microgamétocyte ; 28, jeune macrogamétocyte ; 29, microgamétocyte ; 30, macrogamétocyte. (Frottis sanguins colorés au Giemsa ; singe *Cercocebus albigena* originaire de République Centrafricaine).

sur environ $0,7\ \mu\text{m}$ de large) en arc de cercle ou en E ; la vacuole diminue du fait de l'extension interne du cytoplasme parasite qui est de teinte bleue très pâle à son centre, un peu plus foncée sur ses bords ; l'hématie hôte commence à s'agrandir ($7,5$ à $8\ \mu\text{m}$ de diamètre), à devenir polygonale (7 à $8\ \mu\text{m}$ de large sur 8 à $8,5\ \mu\text{m}$ de long) et à s'orner de granulations cytoplasmiques pâles, très fines, de courtes lignes irrégulières très minces, ou de fins cercles grisâtres (fig. 1, 17-18). Les infections doubles sont rares, concernant environ 1 % des hématies parasitées (fig. 2, H).

Les trophozoïtes âgés mesurant $5,5\ \mu\text{m}$ à $6,5\ \mu\text{m}$ de long présentent un cytoplasme pas ou peu amiboïde (un ou deux pseudopodes courts) ; le pigment apparaît tardivement sous forme de fins grains punctiformes jaunes, d'abord situés surtout en périphérie du cytoplasme parasite, puis plus dispersés. Le noyau semble se refermer sur lui-même, se présentant alors comme une large masse ovale ou rectangulaire à bords condensés et à centre plus clair, mesurant entre 3 et $4\ \mu\text{m}$ de long sur $1,5$ à $2\ \mu\text{m}$ de large ; la vacuole disparaît au moment où le noyau se referme,

FIG. 2. — *Plasmodium petersi* (A-E) : A-B, trophozoïtes ; C-D, schizontes ; E : microgamétocyte. *Plasmodium georgesi* (F-O) : F-J, trophozoïtes ; K-N, schizontes ; O, microgamétocyte. *Plasmodium gonderi* (P-T) : P-Q, trophozoïtes ; R-S, schizontes ; T, microgamétocyte. (Frottis sanguins colorés au Giemsa ; singe *Cercocebus albigena* originaire de République Centrafricaine ; échelle : valeur du trait = 5 μ m).

avant la première division nucléaire. L'hématie parasitée augmente de taille ; elle est soit arrondie (mesurant 8,5 μ m de diamètre), soit souvent polygonale, à bords nets et bien découpés (mesurant 8 à 10 μ m de long sur 6,5 à 7,5 μ m de large) ; elle contient maintenant des granulations cytoplasmiques nettes, violettes, de taille irrégulière et de teinte plus ou moins foncée selon leur taille ; ses bords restent nets, comme découpés à l'emporte-pièce (fig. 2, I-J).

Les schizontes (fig. 1, 21-26 ; fig. 2, K-N)

La première division nucléaire donne naissance à deux gros noyaux triangulaires ou rectangulaires, mesurant 2 μ m de large sur 2,5 à 3 μ m de long, d'abord contigus puis diamétralement opposés ; le parasite mesure 6 à 7,5 μ m de large sur 7,5 à 8,5 μ m de long et contient un pigment encore très fin, punctiforme, jaune et dispersé. L'hématie-hôte est souvent polygonale, assez agrandie (7 à 8,5 μ m de large

sur 8,5 à 10 μ m de long) et contient de nombreuses granulations de tailles irrégulières, violettes et plus ou moins foncées, entourant le parasite (fig. 1, 21 ; fig. 2, K) (les hématies normales mesurent entre 6 et 7,5 μ m de diamètre ; fig. 1, 1).

Les noyaux des deux stades suivants (schizontes immatures à 4 et 8 noyaux) restent de grande taille et d'aspect polygonal (soit en triangles de 1,5 μ m de large sur 3 μ m de long, soit en carrés de 2 μ m de côté) ; ils ont tendance à se répartir d'abord en périphérie du parasite, puis se dispersent au sein de son cytoplasme (fig. 1, 22-23 ; fig. 2, L-M).

Dans les schizontes à 16 noyaux (toujours immatures), les noyaux de forme triangulaire (mesurant 1 μ m de côté) ou trapézoïdale (longs de 1,5 μ m) sont éparpillés au sein du cytoplasme parasitaire bleu ; le pigment reste punctiforme, fin, de couleur jaune et très dispersé (fig. 1, 25 ; fig. 2, N).

Quelques rares schizontes plus âgés, mesurant 9 à 10 µm de diamètre, contiennent entre 22 et 26 noyaux; le pigment commence à se rassembler (points jaunes à centre noir); le cytoplasme parasitaire ne s'est pas encore divisé; il persiste autour du parasite une mince bande de cytoplasme globulaire remplie de granulations violettes (fig. 1, 26).

La schizogonie paraît très asynchrone et sa durée n'a pu être précisée. Des schizontes presque mûrs sont observés dans les frottis du 17 juin 1988 à 17 h 15.

Les gamétocytes (fig. 1, 27-30; fig. 2, 0)

Ils sont de grande taille, mesurant 8 à 8,5 µm de large sur 9 à 10 µm de long, de forme ovale ou polygonale, remplissant presque la totalité de l'hématie parasitée. Un fin liseré de cytoplasme globulaire permet de voir encore quelques granulations violettes très serrées. Le pigment est fin, toujours punctiforme, sous forme de points jaunes à centre marron foncé; il est dispersé au sein du cytoplasme parasitaire et chevauche le noyau. Le noyau du macrogamétocyte est ovale (2 µm de large sur 4 µm de long), dense et de couleur rouge foncé, le plus souvent en position latérale. Le noyau du microgamétocyte peut être allongé le long du bord du parasite (mesurant alors environ 6 µm de long sur 3 µm de large), ou présenter un aspect diffus, étalé au centre du parasite, en occupant plus de la moitié, et de couleur rose foncé.

Holotype

Hôte : *Cercocebus albigena*.

Origine : M'Baïki (Rép. Centrafricaine).

Il est représenté par un schizonte immature à 4 noyaux, cerclé au diamant, sur le frottis sanguin du 17 juin 1988 à 14 h 20, numéroté 231 PP et PX 64 (fig. 1, 22; fig. 2, L).

D. — RAPPEL DES PRINCIPAUX CARACTÈRES DE *Plasmodium gonderi*

Modifications de l'hématie hôte

Nous retrouvons un des aspects les plus remarquables de *P. gonderi*, caractéristique notée par tous les auteurs qui l'ont étudié : l'apparition d'une hypochromie des hématies parasitées par *P. gonderi* « pâleur qui augmente avec la croissance de l'hématozoaire ». (Coatney et coll., 1971; Garnham, 1966; Rodhain et Van Den Berghe, 1936). Le « stippling » commence précocement (au stade de trophozoïte moyen, encore arrondi), par la formation de cercles et de boucles grisâtres, qui se transforment ensuite en granulations d'abord nombreuses, grisâtres et fines, puis plus éparses et rose pâle, entre lesquelles le cytoplasme globulaire apparaît très pâle. Les hématies parasitées sont de taille normale ou peu augmentée de volume, souvent hérissées, parfois très déformées chez les parasites âgés.

Les trophozoïtes (fig. 2, P-Q)

Chez les jeunes trophozoïtes, le noyau est petit et rond, et une fine bande cytoplasmique bleu vif entoure une grande vacuole nette et régulière. Avec la croissance du parasite qui reste longtemps de forme arrondie, puis devient un peu amiboïde, le noyau grossit mais reste bien limité, très chromophile et apparaît souvent troué à son centre. Le pigment se forme précocement; il est de couleur noire, d'abord punctiforme et fin; il prend vite l'aspect de courts bâtonnets assez épais.

Les schizontes (fig. 2, R-S)

Les noyaux en division s'étirent et restent de petite taille. Le cytoplasme est bleu foncé. Le pigment noir bacilliforme commence à se rassembler précocement. Les schizontes mûrs comptent en moyenne 14 noyaux denses, ovales ou arrondis, petits (inférieurs à 1 µm de diamètre), bien limités, très chromophiles. Le pigment se rassemble en une masse centrale noire. Le schizonte ne remplit pas totalement l'hématie hôte, qui apparaît très décolorée et souvent effilochée et déformée, avec quelques granulations rose pâle souvent situées à l'extrémité des franges.

Les gamétocytes (fig. 2, T)

Ils ne remplissent pas totalement le globule rouge, laissant persister un liseré globulaire décoloré et parsemé de quelques granulations rose pâle. Le pigment est abondant, sous la forme de courts bâtonnets noirs irrégulièrement dispersés. Le macrogamétocyte possède un cytoplasme bleu foncé et un petit noyau ovale, bien limité, de teinte rouge vif, parsemé de quelques granules chromatiniens plus foncés; ce noyau se trouve le plus souvent en périphérie du parasite et peut être bordé d'un reste de vacuole dans les formes jeunes. Le microgamétocyte possède un cytoplasme bleu gris et un grand noyau diffus, mal limité, paraissant parfois bilobé, de teinte rose foncé, occupant environ un quart du parasite.

DISCUSSION

Différences morphologiques entre P. petersi, P. georgesi et P. gonderi

Les principales différences morphologiques entre les trois espèces sont résumées dans le tableau I. En dehors de notre matériel et de celui de Rodhain, il existe deux autres descriptions de *P. gonderi*.

La description de Garnham est basée sur des frottis sanguins colorés au Giemsa en partie après avoir été fixés humides dans du liquide de Bouin et effectués soit chez un *Mandrillus leucophaeus*, soit chez des *Macaca mulatta* (singes Rhésus), tous infestés de façon expérimentale à partir d'un *Mandrillus* splénectomisé capturé au Cameroun

TABLEAU I. — Principales différences entre *P. gonderi*, *P. petersi*, et *P. georgesi*.

<i>Plasmodium gonderi</i>	<i>Plasmodium petersi</i>	<i>Plasmodium georgesi</i>
HÉMATIES PARASITÉES		
Très décolorées Non ou peu augmentées de volume (6-8 µm) Bords souvent déformés, hérissés, frangés	Teinte normale Augmentées de volume (8-10 µm) Bords nets, réguliers	Teinte normale Augmentées de volume (8-10 µm) Bords nets, réguliers; forme souvent polygonale
Granulations précoces : boucles grises, puis nombreux points gris égaux, devenant rose pâle sur fond d'hématie décolorée	Granulations tardives : grisâtres, discrètes, peu nombreuses et de même taille	Granulations tardives : fines et grises, puis violettes et de taille irrégulière, nombreuses, se condensant à la périphérie du globule
TROPHOZOÏTES (T.)		
T. jeune arrondi : noyau petit; vacuole unique et régulière T. âgé : noyau rond à centre clair; cytoplasme un peu amiboïde Pigment précoce, noir, en courts bâtonnets	T. jeune ovale; noyau coiffant un des pôles; souvent 2 ou 3 vacuoles T. âgé : noyau granuleux irrégulier; cytoplasme non amiboïde Pigment tardif, noir à reflets jaunes, en aiguilles	T. jeune arrondi : noyau allongé en arc de cercle; vacuole peu nette T. âgé : noyau homogène, en arc de cercle; cytoplasme peu amiboïde Pigment tardif, jaune, punctiforme, fin
SCHIZONTES (S.)		
S. jeune : noyaux petits étirés; pigment se rassemblant précocement	S. jeune : non observé S. presque mûr : grand (8-10 µm), contenant 12 à 18 gros noyaux arrondis (1,2-1,5 µm) S. mûr : non observé	S. jeune : gros noyaux polygonaux bien limités; pigment souvent aligné S. presque mûr : grand (9-10 µm), contenant 22 à 26 noyaux S. mûr : non observé
GAMÉTOCYTES		
Petits (7,5 µm)	Grands (8-9 µm)	Grands (8-10 µm)

TABLEAU II. — Hôtes naturels de *Plasmodium gonderi*.

Auteurs	Primates hôtes naturels	Localisation géographique
Gonder et Berenberg-Gossler (1908-1909)	<i>Cercocebus fuliginosus</i> (= <i>Cercocebus torquatus atys</i>)	Zoo de Hambourg
Rodhain et Van Den Berghe (1936)	<i>Cercocebus galeritus agilis</i>	Zaire (Kinshasa)
Garnham et coll. (1958)	<i>Mandrillus leucophaeus</i>	Cameroun
Bray (1959)	<i>Cercocebus fuliginosus</i> (= <i>Cercocebus torquatus atys</i>)	Libéria
Poirriez et coll. (1993)	<i>Cercocebus albigena</i>	République Centrafricaine

(Garnham, 1958; 1966). Les aspects morphologiques donnés par cette fixation sont différents de ceux que nous avons observés. Nous n'avons pas tenu compte de la description de Coatney et coll. (1971), qui est probablement basée sur des frottis sanguins effectués chez des *Macaca mulatta* inoculés de façon expérimentale à partir d'une souche de *P. gonderi* d'origine non précisée.

Répartition géographique des trois espèces plasmodiales étudiées

P. gonderi avait été identifié auparavant au sud-ouest du Zaïre, à l'ouest du Cameroun et au Libéria (tableau II). Notre *Cercocebus albigena* a été capturé au sud de Bangui, près du Congo et du Zaïre, et pas très loin du Cameroun.

CONCLUSION

Les espèces de *Plasmodium* des singes inférieurs africains sont plus nombreuses qu'on ne le croyait. Leur étude est rendue difficile du fait que les infections sont souvent polyparasitaires et qu'elles ne peuvent être mises en évidence que par des frottis sanguins effectués à intervalles de temps réguliers et durant plusieurs mois. Dans ces infections polyparasitaires, on observe le plus souvent à un moment donné la prédominance d'une espèce, ce qui masque souvent les parasites d'autres espèces présents en petit nombre; ceux-ci ne sont souvent détectés que lorsque la parasitémie de l'espèce prédominante diminue et que l'on assiste à la montée de la deuxième ou éventuellement de la troisième espèce; ce phénomène est couramment observé chez les Muridae africains, les lémurien malgaches, (Landau et coll., 1989) l'orang-outang et l'homme (Peters et coll., 1976).

Il est intéressant de noter que bien que nos trois espèces présentent des différences morphologiques nettes, leurs gamétocytes appartiennent tous au même groupe « *malariae* » (Landau et coll., 1976).

Le paludisme chez les singes inférieurs africains est apparemment limité à un groupe de Cercopithecidae appartenant à la sous-famille des Papioninae et dont les espèces sont très proches du point de vue caryotypique (Muleris et coll., 1986). Leur habitat géographique est cantonné dans la forêt ombrophile africaine, dans la zone de climat équatorial. Cette situation est très proche de ce que l'on observe chez les Muridae occupant grossièrement la même distribution géographique (*Thamnomys rutilans*, *Grammomys surdaster*) et parasités par 4 espèces de *Plasmodium* (*berghei*, *chabaudi*, *vinckei*, *yoelii*). Chez ces dernières, on assiste à des phénomènes de vicariance et les souches de différentes origines géographiques ont subi des spéciations. Il est possible qu'une étude des cycles biologiques complets ou des iso-enzymes de souches géographiques des *Plasmodium* de singes inférieurs africains révèle les mêmes phénomènes de spéciation.

Remerciements. — Nous remercions particulièrement, pour leur très aimable collaboration, Mlle C. MARTIN et le P^r E. HERMAND.

RÉFÉRENCES

- Berenberg-Gossler H. Von. Beiträge zur naturgeschichte der malaria-plasmodien. *Arch. Protistenkd.*, 1909, 16, 245-280.
- Bray R. S. : Range of *Plasmodium gonderi*. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1959, 53, 300-301.
- Coatney G. R., Collins W. E., Warren Mc W., Contacos P. G. : *The primate malariae*. U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., 1971, 366 p.
- Dandelot P. : *Order primates*. In : The mammals of Africa. An identification manual. Meester J. and Setzer H. W., ed., Smithsonian Institution Press, Washington, 1971, 45 p.
- Garnham P. C. C. : The developmental cycle of *Hepatocystes (Plasmodium) kochi* in the monkey host. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1948, 41, 601-616.
- Garnham P. C. C., Lainson R., Cooper W. : The complete life cycle of a new strain of *Plasmodium gonderi* from the drill (*Mandrillus leucophaeus*), including its sporogony in *Anopheles aztecus* and its pre-erythrocytic schizogony in the Rhesus monkey. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1958, 52, 509-517.
- Garnham P. C. C. : *Malaria parasites and other haemosporidia*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1966, 1114 p.
- Gonder R., Berenberg-Gossler H. von : Untersuchungen über malaria-plasmodien der affen. *Malaria-Intern. Arch.*, Leipzig, 1908-1909, I, 47-56.
- Landau I., Miltgen F., Chabaud A. G. : Les différents types de gamétocytes chez les hémospories de mammifères. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1976, 51, 175-187.
- Landau I., Lepers J. P., Rabetafika L., Baccam D., Peters W., Coulanges P. : Plasmodies de lémurien malgaches. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1989, 64, 171-184.
- Mac Donald D. W. : *Les primates*. Equinox, Oxford, 1986; Solar, 1990, 143 p.
- Muleris M., Couturier J., Dutrillaux B. : Phylogénie chromosomique des Cercopithecoidea. *Mammalia*, 1986, 50, n° spécial, 38-52.
- Peters W., Garnham P. C. C., Killick-Kendrick R., Rajapaksa N., Cheong W. H., Cadigan F. C. : Malaria of the orang-utan (*Pongo pygmaeus*) in Borneo. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 1976, 275, 439-482.
- Rodhain J., Van den Berghe L. : Contribution à l'étude des plasmodiums des singes africains. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 1936, 16, 521-531.
- Sinton J. A., Mulligan H. W. : A critical review of the literature relating to the identification of the malarial parasites recorded from monkeys of the families Cercopithecidae and Colobidae. *Rec. Malar. Surv. India*, 1932-1933, 3, 357-443.