

# LE FER SÉRIQUE CHEZ L'AFRICAIN DE YAOUNDÉ

par

B. BERGERET

et

P. BASCOULERGUE

*Pharmacien Capitaine  
du Service de Santé des T.D.M.*

*Médecin Commandant  
du Service de Santé des T.D.M.*

---

Extrait de

“ MÉDECINE TROPICALE ”

Vol. XXI - N° 5 - Septembre-Octobre 1961



# LE FER SÉRIQUE CHEZ L'AFRICAIN DE YAOUNDÉ

par

B. BERGERET

et

P. BASCOULERGUE

*Pharmacien Capitaine  
du Service de Santé des T.D.M.*

*Médecin Commandant  
du Service de Santé des T.D.M.*

Dès le plus jeune âge, le métabolisme du fer est perturbé chez l'Africain. Le paludisme, en hémolysant les globules rouges, entraîne un remaniement constant de la répartition du fer dans l'organisme. Agissant dans le même sens, la sicklanémie va également accélérer la vitesse de circulation du fer. Ces deux facteurs, s'ils modifient les conditions d'équilibre du fer dans l'organisme, en modifient peu le stock. Il n'en va plus de même de certaines parasitoses comme la bilharziose et surtout l'ankylostomiase qui, en spoliant régulièrement l'organisme en fer, conduisent inéluctablement le sujet qui en est atteint à une anémie hypochrome. Cette anémie est banale en région forestière où l'ankylostomiase est une des affections les plus graves.

Bien entendu, comme en Europe, la femme africaine verra diminuer ses réserves de fer chaque mois et à chaque grossesse.

Par ailleurs, des études récentes effectuées chez les Bantous d'Afrique du Sud ont montré la fréquence des hémochromatoses liées à un apport excessif de fer dans l'alimentation et à une absorption intestinale dérégulée par une malnutrition chronique.

Cet ensemble de facteurs, conditionnant les modifications du métabolisme ferrique chez l'Africain, nous a incités à étudier le fer sérique.

A Yaoundé, l'éradication du paludisme supprime un des facteurs les plus gênants pour une étude de ce genre. Nous avons également éliminé de ce travail tous les drépanocytaires, car chez eux, comme chez les paludéens, le taux de fer sérique est fonction du temps qui s'est écoulé depuis la dernière hémolyse.

Dans ces conditions, le fer sérique ne dépend plus que des réserves de l'organisme qui sont elles-mêmes la résultante du stock ferrique de la naissance, augmenté de l'apport alimentaire, et dont il faut soustraire les pertes physiologiques chez la femme en activité génitale et les pertes pathologiques chez tous les ankylostomés.

Cette étude porte sur 101 sujets qui, tous, étaient hospitalisés pour des affections variées. Ces malades étaient en traitement dans le Service du Médecin-Commandant ROUSSILHON. Nous le remercions de nous avoir permis de réaliser ce travail. Nous avons éliminé tous les drépanocytaires et les rares malades présentant des hématozoaires dans le sang.

Le sang a été prélevé sans seringue à l'aide d'aiguilles de nickel dans des tubes lavés au mélange sulfochromique.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 20.570 ex 1

Cpte : B

## TECHNIQUE

La technique de dosage utilisée pour le fer sérique est la technique maintenant classique à l'O-phénanthroline, exposée en détail par LACHIVER et LELOUP pour son application à la biochimie.

Nous rappelons succinctement les avantages de cette technique.

- Grande sensibilité ; on peut doser 10 gammas par 100 ml de sérum.
- Peu d'influence des ions interférents, en particulier dans un milieu comme le sérum sanguin.
- Solution suivant la loi de BEER-LAMBERT.
- Coloration spécifique et stable ayant un maximum d'absorption vers 5.080 Angström ; la colorimétrie peut s'effectuer entre 4.800 et 5.200 Angström.

Les dosages ont été effectués au photo-colorimètre de MEUNIER, écran 49, diaphragme 10-10, sensibilité 1, l'appareil étant alimenté sur batterie au plomb de 6 volts, 200 ampères-heure, pour éviter les fluctuations inévitables du secteur.

Dans un tube à centrifuger de 20 ml, on place 3 ml de sérum, auxquels on ajoute 1,5 ml de CIHN destiné à assurer l'ionisation du fer sérique.

Après une agitation suivie d'un repos de 10 minutes, on ajoute 3 ml d'acide trichloracétique à 20 p. 100. Après agitation et repos de 10 minutes, on centrifuge 15 minutes à 4.000 tours/minute. Le liquide surnageant limpide est décanté dans une petite éprouvette graduée de 10 ml. On note le volume *n* recueilli.

Ce volume est transvasé dans une fiole jaugée de 10 ml. On ajoute II gouttes de paranitrophénol en solution alcoolique à 1 p. 100, puis on neutralise par l'ammoniaque jusqu'à virage au jaune pour une goutte. On réacidifie par quelques gouttes de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  0,5 N jusqu'à décoloration. On ajoute alors 1 ml de solution aqueuse d'hydroquinone à 2 p. 100 et 0,5 ml de solution aqueuse d'O-phénanthroline à 0,5 p. 100.

On complète le volume à 10 ml avec de l'eau bidistillée.

On agite soigneusement pour bien mélanger les réactifs, et on effectue la colorimétrie après un repos d'une heure.

On effectue un blanc, avec tous les réactifs utilisés au cours du dosage, afin d'obtenir un résultat différentiel, seul capable d'éliminer les erreurs quelquefois importantes dues à la présence de fer dans les réactifs utilisés.

Ce blanc est effectué de la façon suivante :

Dans une fiole jaugée de 10 ml, on place 3 ml d'eau bi-distillée, puis 1,5 ml de CIHN et enfin 3 ml d'acide trichloracétique à 20 p. 100 ; on ajoute, comme pour les dosages de fer, II gouttes de paranitrophénol en solution alcoolique à 1 p. 100, puis on neutralise par l'ammoniaque jusqu'à virage au jaune pour une goutte.

On réacidifie par quelques gouttes de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  0,5 N jusqu'à décoloration ; on ajoute alors 1 ml de solution aqueuse d'hydro-

quinone à 2 p. 100 et 0,5 ml de solution aqueuse d'O-phénanthroline à 0,5 p. 100. On complète le volume à 10 ml avec de l'eau bi-distillée.

*Calcul.* — Soit N le nombre de divisions de l'électrophotomètre pour le dosage.

La valeur  $x = N - N'$  est rapportée à une courbe d'étalonnage préalable et unique de la méthode, construite avec des solutions titrées de fer.

### CONSTRUCTION DE LA COURBE D'ÉTALONNAGE

La courbe d'étalonnage sera établie de la manière suivante :

Dans des fioles jaugées de 10 ml, on pipette une solution étalon de fer obtenue par dissolution de sel de MOHR bien sec,  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \cdot \text{Fe SO}_4 \cdot 6 \text{OH}_2$ ; 392,16 g de ce sel contenant 55,85 g de fer, on en préparera une solution mère à 1 mg par ml, par dissolution de 7,021 g pour 1 litre de solution dans l'eau bi-distillée. A partir de cette solution-mère, on prépare une solution de travail par dilution au 1/500<sup>e</sup>.

Cette solution contiendra donc 2 gammas de fer par ml.

On pipette dans 5 fioles jaugées de 10 ml. 1, 2, 3, 4, 5 ml de solution de fer étalon.

On ajoute 1 ml de solution d'hydroquinone à 2 p. 100 et 0,5 ml de solution d'O-phénanthroline à 0,5 p. 100. On mélange et on laisse la coloration se développer 1 heure. La mesure est faite au MEUNIER, cuve de 1 cm d'épaisseur, écran 49. La courbe obtenue est une droite.

Soit y gammas de fer par ml lus sur la courbe.

p le volume de sérum utilisé, en ml.

v le volume total sérum + réactifs.

n le volume d'aliquot après centrifugation.

100 ml de sérum contiennent :  $\frac{100 \cdot v \cdot y}{p \cdot n}$  gammas de fer.

### REMARQUES CONCERNANT L'UTILISATION DU MATÉRIEL

Le fer existant partout et en particulier sur les paillasse des laboratoires, il convient, pour éviter des erreurs grossières, de prendre des précautions particulières au cours de la manipulation.

- N'utiliser que de la verrerie Pyrex, nettoyée au mélange sulfonitrique et rincée à l'eau bi-distillée.
- On évitera de poser les pipettes sur la paillasse. Après utilisation, les rincer à l'eau bi-distillée et les placer sur un portoir en bois destiné à cet usage uniquement.
- Dans toutes les manipulations, boucher les fioles au coton pour éviter les souillures atmosphériques, et en particulier pour les opérations de centrifugation dans une centrifugeuse en fer.
- Tous les réactifs seront préparés avec de l'eau bi-distillée provenant d'un appareil en Pyrex ou en silice.

- L'acide chlorhydrique sera redistillé dans un appareil en Pyrex.
- Il est indispensable que le blanc soit inférieur au 1/10<sup>e</sup> de la valeur moyenne du dosage, sinon les réactifs sont trop chargés en fer.

TABLEAU I

Taux du fer sérique chez l'Africain à Yaoundé

	Nombre de sujets étudiés	Fer sérique gammas/100 ml	
		Moyenne	Extrêmes
Sang du cordon .....	5	158	123 — 200
2 - 3 ans .....	7	63	33 — 102
4 - 7 ans .....	19	101	37 — 176
4 - 7 ans, ankylostomés .....	3	62	37 — 85
8 - 15 ans .....	14	101	34 — 177
Hommes adultes .....	22	132	58 — 190
Hommes ankylostomés .....	5	96	62 — 163
Hommes, cirrhoses alcooliques ..	3	208	170 — 245
Femmes, 16 - 45 ans .....	19	124	42 — 208
Femmes enceintes, dernier trimestre .....	4	89	67 — 120
<b>TOTAL</b> .....	<b>101</b>		

TABLEAU II

Taux de fer sérique chez l'Européen (selon SCHAPIRA)

AGE	Fer sérique gammas/100 ml
Naissance .....	170
3 mois .....	110
1 an .....	60
2 ans .....	90
10 ans .....	90
10 - 15 ans .....	80 — 120
Adultes .....	130 (hommes) 120 (femmes)

Si nous comparons nos résultats aux chiffres du tableau II, nous voyons que le fer sérique, à peu près normal à la naissance, est très bas chez l'enfant de 3 ans, qui a un taux analogue à celui de l'enfant européen de 1 an. Ceci indique que le petit Africain met beaucoup plus longtemps que l'Européen à reconstituer ses réserves de fer épuisées par l'hématopoïèse intense du jeune âge.

Aucun des enfants en bas âge étudiés n'avait d'ankylostomiase et la seule explication à l'hyposidérémie prolongée apparaît donc comme due à une insuffisance de l'apport alimentaire. Aux multiples erreurs diététiques qui auréolent la période du sevrage chez le petit Africain, et dont une des traductions les plus spectaculaires est le kwashiorkor, vient s'ajouter la carence en fer qui, à notre avis, est très souvent associée à la carence en protéines et explique sans doute plusieurs aspects cliniques du kwashiorkor, entre autre certaines lésions des phanères

L'apport de fer dans l'alimentation se fait à peu près uniquement par les feuilles vertes. Les familles que nous avons interrogées sur l'alimentation de leur enfant ne donnent pas de légumes verts aux nourrissons au moment du sevrage. Ces enfants sont uniquement nourris de bouillie de manioc ou de maïs et d'un peu de viande ou de poisson.

Dans ces conditions, l'enfant est incapable de reconstituer ses réserves de fer, d'où cette hyposidérémie beaucoup plus longue que chez l'enfant européen. On comprend dès lors facilement les effets dramatiques que peut avoir l'ankylostomiase sur un organisme présentant une telle hyposidérémie et ainsi s'expliquent les anémies gravissimes que l'on rencontre chez le jeune ankylostomé de 2 ou 3 ans.

Dès l'âge de 4 ou 5 ans, l'enfant mange comme les adultes et, très vite, il va reconstituer son stock ferrique en consommant des quantités importantes de végétaux verts, à condition bien entendu que les ankylostomes n'éliminent pas ce fer au fur et à mesure de son absorption, transformant ainsi l'enfant en véritable tonneau des Danaïdes, comme nous le montre le taux de fer sérique chez les enfants ankylostomés de 4 à 7 ans.

Chez l'enfant d'âge scolaire et chez l'adulte, homme ou femme, les taux sont analogues à ceux que l'on rencontre en Europe. On peut donc en déduire que le fer apporté par l'alimentation est suffisant. C'est d'ailleurs ce qu'avaient montré les enquêtes alimentaires effectuées dans des régions voisines. L'apport en fer était de 11 mg par jour et par personne, correspondant sensiblement aux besoins de ces populations. Là encore, bien entendu, les taux trouvés chez les ankylostomés nous montrent que si cet apport de fer est suffisant chez l'individu normal, il ne l'est plus lorsque les ankylostomes spolient régulièrement l'organisme.

Que penser de la diminution du fer sérique chez la femme enceinte dans les derniers mois de la grossesse ? Classiquement, les pertes de fer entraînées par la gestation et évaluées à 300 mg sont facilement compensées par l'apport alimentaire. Il ne semble pas en être de même ici. Il est probable que l'alimentation couvre juste les besoins ordinaires chez la femme et que dès qu'une demande supplémentaire est faite, l'organisme doit puiser dans ses réserves, ce qui se traduit par la diminution du fer sérique.

Chez les cirrhotiques observés par nous, le fer sérique est constamment élevé; malheureusement, nous n'avons pas pu faire d'étude anatomo-pathologique des dépôts de fer dans l'organisme, ce qui nous interdit de parler d'hémochromatose.

Enfin, nous noterons que si la moyenne du fer sérique est

normale chez l'enfant à partir de 4 ans ainsi que chez l'adulte, les extrêmes présentent des différences énormes, aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte. Ces différences signent bien l'instabilité du fer sérique chez l'Africain qui, toute sa vie, oscille entre l'hypo et l'hypersidémie.

En conclusion, l'étude du fer sérique chez l'Africain de Yaoundé nous montre que chez le grand enfant et chez l'adulte, l'alimentation apporte suffisamment de fer pour couvrir les besoins normaux.

S'il se produit une demande accrue en fer : gestation chez la femme, ankylostomiase chez tous, l'alimentation ne suffit plus à combler les pertes et l'organisme fait appel à ses réserves, ce qui se traduit par une baisse du taux de fer sérique.

Mais l'hyposidémie la plus lourde de conséquences est certainement celle de l'enfant de deux à trois ans qui est incapable de reconstituer son stock martial, en raison de la pauvreté en fer de son alimentation.

*Travail de l'Institut Pasteur  
et de l'Institut de Recherches Scientifiques  
du Cameroun (O.R.S.T.O.M.).*

## BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS (E.B.). — Anaemia in Kwashiorkor. — *Brit. Med. J.*, 1 (4861), 537-541, 1954.
- BOISSIERE (H.), CAGNAT (R.) et DUVAL-ARNOULD (Ph.). — Le traitement de l'anémie ferriprive du nourrisson par le fer injectable. A propos de 32 observations. — *Sem. Hôp. Paris*, 36 (42-43), 2318-2329, 1960.
- CACHIN (M.), FERGOLA (E.) et LEVILLAIN (R.). — Relations entre l'alcoolisme et l'hémochromatose. — *Bull. Schweiz. Akad. Med. Wiss.*, 16 (June), 53-64, 1960.
- CHARMOT (G.), REYNAUD (R.) et RIGAUD (J.-L.). — Le fer et sa pathologie. Intérêt en médecine tropicale. — *Méd. Trop.*, 20 (1), 32-40, 1960, et 20 (2), 165-179, 1960.
- DREYFUS (J.-C.) et SCHAPIRA (G.). — Le fer. (Biochimie. Physiologie. Pathologie.) — Expansion Scientifique Française, Paris, 1958.
- EDOZIEN (J.C.). — Serum copper, iron and iron binding capacity in Kwashiorkor. — *J. Trop. Pediat.*, 6, 60-64, 1960.
- FEUILLEN. — Iron metabolism in infants. Absorption of dietary iron. — *Acta Paediat.*, 43 (2), 181-187, 1954.
- FOY (H.) et KONDI (A.). — Anaemias of the tropics; relation to iron intake, absorption and losses during growth, pregnancy and lactation. — *J. Trop. Med. Hyg.*, London, 60 (5), 105-118, 1957.
- GERRITSEN (T.) and WALKER (A.R.). — Serum iron and iron binding capacity in the South African Bantu. — *South Afr. M. J.*, 27 (28), 577-581, 1953.
- Nature*, London, 171 (4355), 699, 1953.
- GILLMAN (J.) and GILLMAN (T.). — Perspectives in human malnutrition, pp. 246-266. New York, Grune and Stratton, 1951.
- HEMMLER (G.). — Métabolisme du fer. Physiologie. Pathologie. Traitement, pp. 132-136. Masson, édit., Paris.
- HUGH. — The iron of the newborn baby. — *Acta Paediat.*, 48 (4), 403-418, 1959.
- LACHIVER (F.) et LELOUP (S.). — Microdosage colorimétrique du fer - in : Techniques de Laboratoire de LOISELEUR. Masson, édit., Paris, 1954, p. 408.
- LAHEY (M.E.), BEHAR (M.), VITERI (F.) and SCRIMSHAW (N.S.). — Values for copper, iron and iron binding capacity in the serum in the Kwashiorkor. — *Pediatrics*, Springfield, 22 (1), part. I, pp. 72-79, 1958.

- LAMBRECHTS (A.), FEUILLEN (V.) et HUBIN (C.). — L'absorption du fer chez le nourrisson à partir des légumes. Valeur des préparations homogénéisées. *Rev. Méd. Liège*, 12 (3), 63-65, 1957.
- MASSEYEFF (R.), CAMBON (A.) et BERGERET (B.). — Le groupement d'Evodoula (Cameroun). Etude de l'alimentation. — O.R.S.T.O.M., Paris, 1958.
- METZ (J.) et STEIN (H.). — Iron deficiency anaemia in Bantu infants and its association with Kwashiorkor. — *South Afr. M. J.*, 33 (30), 624-627, 1959.
- MOURIQUAND (Cl.). — Vitamine C et métabolisme du fer. — *Sem. Hôp. Paris*, 34 (18/4), 1116-1119, 1958.
- NEIMANN (N.), VEZEAUX DE LAVERGNE (E. de), PIERSON (M.), STEHLIN (M<sup>me</sup> S.) et DAUBINET (G.). — Le métabolisme du fer chez le nourrisson et le problème de l'anémie hypochrome « physiologique » de la première enfance. Essai de traitement martial. — *Sem. Hôp. Paris*, 33 (68/2), 4007-4018, 1957.
- O.M.S. — L'anémie ferriprive. *Série de Rapports techniques*, n° 182. O.M.S., Genève, 1959.
- REIFF (B.) and SCHNIEDEN (H.). — Plasma copper and iron levels and plasma Paraphenylene diamine oxidase activity (Plasma copper oxidase activity) in Kwashiorkor. — *Blood*, 14 (8); 967-971, 1959.
- SCHAPIRA (G.). — Métabolisme du fer - in : Cours sur la nutrition. Paris. (15 sept. - 11 oct. 1958.) Centre International de l'Enfance, Paris, 1958.
- SMITH (N.J.). — Iron deficiency in infants and children. — *Med. Clin. North America*, 36 (6), 1683-1692, 1952.
- SRIKANTIA (S.G.) and GOPALAN (C.). — Role of ferritin in nutritional oedema. — *J. appl. physiol.*, 14 (5), 829-833, 1959.
- TASKER (P.W.). — Ferrokinetics and iron utilization in malnutrition. A study using radioactive tracer methods. — *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 53 (6), 467-474, 1959.
- TROWELL (H.C.) and SUNPKISS (M.J.). — Intramuscular iron in the treatment of the anaemia associated with Kwashiorkor. — *Lancet*, London, 273 (6989), 265-267, 1957.
- VAN OYE'E. — L'anémie dans la malnutrition et dans la dénutrition en Afrique Centrale. — *Inst. Roy. Col. Belge Bull.*, 24 (2), 632-668, 1953.
- WALT (F.), HOLMAN (S.) and HENDRICKSE (R.G.). — Megaloblastic anaemia for infancy in Kwashiorkor and other diseases. — *Brit. Med. J.*, 1 (4977), 1199-1203, 1956.

# LE FER SÉRIQUE CHEZ L'AFRICAIN DE YAOUNDÉ

par

B. BERGERET

et

P. BASCOULERGUE

*Pharmacien Capitaine  
du Service de Santé des T.D.M.*

*Médecin Commandant  
du Service de Santé des T.D.M.*

Extrait de

" MÉDECINE TROPICALE "

Vol. XXI - N° 5 - Septembre-Octobre 1961



B  
20.570  
ex 1 3<sup>a</sup>  
M