

*A. Moussier Le Docteur Ch. Féré
Médecin de Bicêtre*

DES MODIFICATIONS

*Loumagne
respectueux*

DE NOMBRE ET DE VOLUME

*de
l'Auteur*

QUE SUBISSENT LES ÉRYTHROCYTES

Res Br 170

SOUS L'INFLUENCE DE L'ALTITUDE

PAR

Le Dr A. MERCIER

(DE ZÜRICH)

(Extrait des *Archives de physiologie*, octobre 1894)

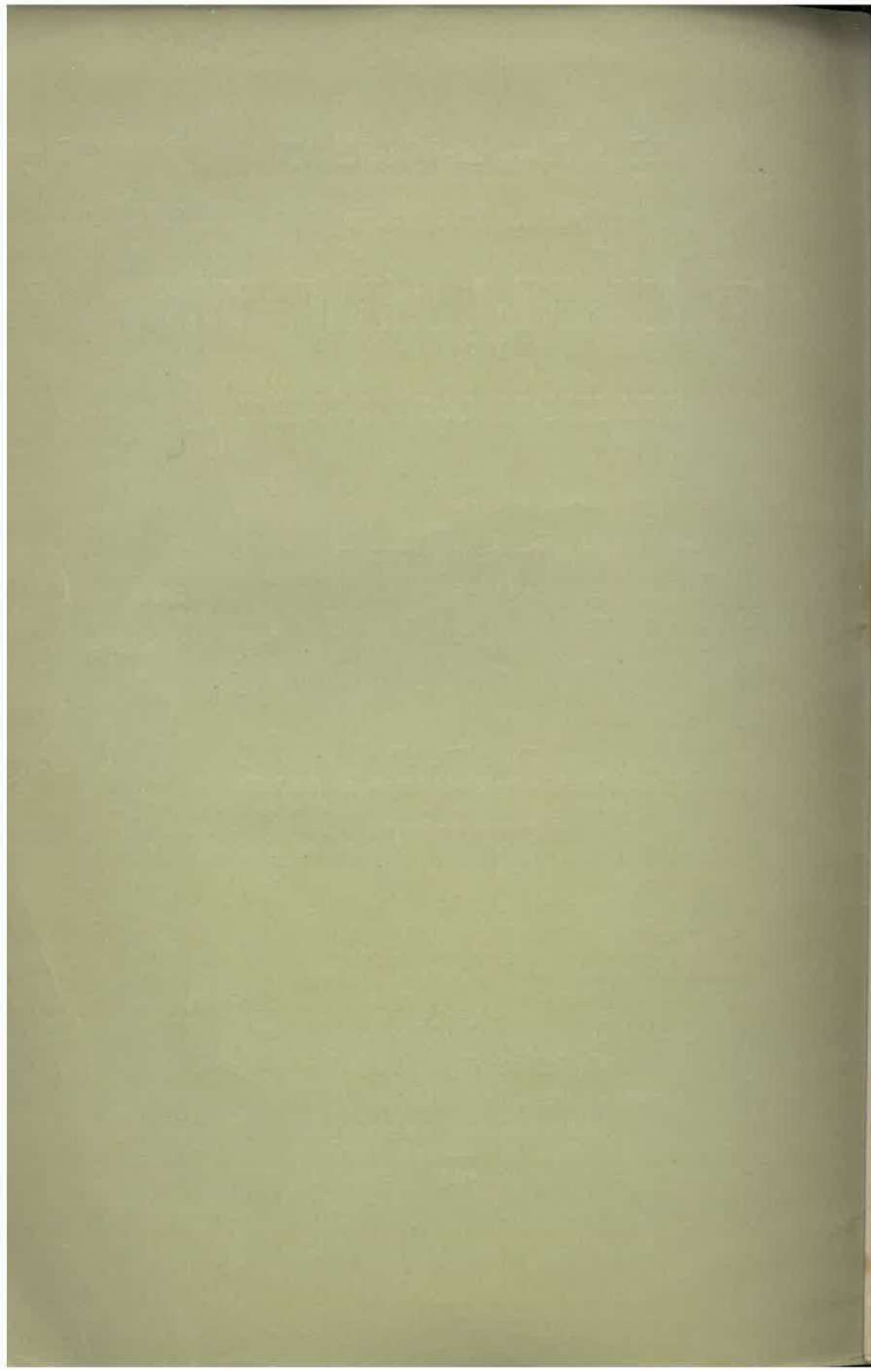
PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—
1894



II

DES MODIFICATIONS DE NOMBRE ET DE VOLUME QUE SUBISSENT LES ÉRYTHROCYTES SOUS L'INFLUENCE DE L'ALTITUDE

Par le Dr **A. MERCIER** (de Zürich).

I.—Le professeur Viault (de Bordeaux) a constaté le premier une augmentation numérique des globules rouges sous l'influence de l'air raréfié des hautes régions. Après un voyage en Bolivie et au Pérou (1889), il publia en 1890 (*Comptes rendus Acad. des sc.*, t. III, p. 917 et suiv.) le résultat de ses observations relatives aux modifications du sang dans les climats des altitudes. Viault avait constaté que les indigènes et certains animaux des régions visitées, présentaient un nombre considérable d'érythrocytes. Ce phénomène s'observait aussi sur les personnes immigrées et acclimatées. Sur lui-même et son compagnon de route, Viault constatait après trois semaines de séjour à Morococha, Pérou (altitude : 4,392 m. au-dessus de la mer) que le nombre des globules rouges qui était de 5 mill. par millimètre cube de sang à Lima, s'y trouvait être de 7,5 à 8,0 mill. dans la même unité de volume. Il continua ses expériences après sa rentrée en France. Sur des animaux en observation sur le Pic du Midi (altitude : 3,000 m.) il constatait après quelques semaines de séjour une augmentation numérique des érythrocytes, très marquée, augmentation qui sur lui-même était de 10 0/0 environ. Il trouvait en outre colorimétriquement une augmentation d'hémoglobine. D'après ces faits, Viault émettait l'opinion que l'hématopoïèse ne devait être sensiblement augmentée qu'à une altitude d'au moins 3,000 mètres, et que, au point de vue des effets produits sur l'organisme par la vie dans une région de moins de 2000 mètres d'altitude, cette altitude comme telle ne jouait qu'un rôle tout à fait secondaire.

Le Dr Egger (de Bâle) détermina à Arosa, Grisons (altitude : 1,860 m.),

le nombre des érythrocytes des indigènes, des personnes nouvellement arrivées de la plaine et des personnes acclimatées, et publia dans les *Actes du congrès des sciences médicales de Wiesbaden (Ueber Veraenderungen des Blutes im Hochgebirge, 1893, p. 262 et suiv., Wiesbaden)* le résultat de ses observations sur ces trois groupes de sujets. Sur les indigènes il constatait une moyenne de 7,05 mill. d'érythrocytes par millimètre cube de sang; sur les personnes nouvellement arrivées en moyenne 5,40 mill., puis après deux semaines de séjour 6,29 mill. (augmentation : 16 0/0); sur neuf lapins augmentation moyenne : 17,4 0/0. Par des numérations échelonnées, Egger constatait que cette augmentation numérique persistait chez tous les acclimatés. Les numérations faites avec du sang obtenu par piqûre du doigt, pouvaient prêter à la critique, en ce sens que les conditions climatologiques spéciales (froid, insolation, influences vaso-motrices, etc.) favorisaient peut-être une inégale répartition des érythrocytes dans les vaisseaux capillaires de différents districts: ce qui cependant n'avait pas lieu, puisque sur du sang pris dans les grosses artères (carotide, fémorale) de lapins, l'augmentation était constante et la même, que le sang provint d'un vaisseau profond ou superficiel (capillaires de la peau).

A Reiboldsgrün, Saxe (altitude : 700 m.), Kœppe et Wolff constataient sur plusieurs séries de personnes présentant à la plaine (Leipzig) une moyenne de 5,0 mill., une première augmentation numérique (moyenne : 5,97 mill. au 1^{er} jour), puis une diminution numérique des érythrocytes (au 2^e jour), suivie du 3^e au 5^e jour d'une augmentation durable (moyenne, 5^e jour : 6,0 mill., 16^e jour : 6,20 mill.). (Voir *Actes du congrès des sciences médicales de Wiesbaden, p. 277 et suiv.; Ueber Blutuntersuchung im Gebirge, 1893.*)

Postérieurement à mes recherches communiquées à Regnard (de Paris) et à Miescher, paraissait dans le *Correspondenzblatt f. Schweiz. Aerzt.* (15 décembre 1893) un travail du professeur Miescher (de Bâle) (*Ueber die Beziehungen zwischen Meereshöhe u. Beschaffenheit des Blutes*) relatant les recherches de ses élèves. Comparativement aux numérations faites à titre de contrôle à Bâle (altitude : 266 m.), Karcher constatait sur lui-même à Champéry, Valais (altitude : 1,052 m.) une augmentation numérique des érythrocytes de 15,7 0/0; sur les sujets examinés de 9,3 0/0 en vingt jours, sur le lapin de 8,3 0/0 en vingt et un jours. A Serneus, Grisons (altitude : 985 m.), Suter trouvait une augmentation moyenne de 19,5 0/0 en quatorze jours (homme), et de 24,7 0/0 en seize jours (lapin). A Langenbrück, Bâle campagne (altitude : 700 m.), Veillon constatait sur des lapins une augmentation de 5,4, 6,6 et 7,7 0/0.

A ce rapide aperçu je dois ajouter que l'idée première et le branle donné à ces recherches viennent de P. Bert, qui en 1877 émettait la supposition qu'il devait se produire une augmentation numérique des érythrocytes ou une augmentation d'hémoglobine pendant l'adaptation de l'homme et de l'animal à l'air raréfié des hauteurs.

Je rappelle également les belles expériences de Regnard qui

jettent une lumière nouvelle sur ces processus physiologiques si complexes et si captivants.

II. — Vivement intéressé par ces travaux, et résolu à passer l'hiver 1893-1894 sur la haute montagne, je me mis par un travail préparatoire dans le laboratoire de physiologie de Zürich, à même de continuer à Arosa des recherches analogues. Par de nombreuses numérations je fixai mon chiffre d'érythrocytes, et le pour cent d'erreur de mes calculs; puis la moyenne des différents membres de ma famille qui devait m'accompagner pour l'hiver à la montagne; enfin le chiffre de mes lapins. (Numérations de contrôle : Zürich, altitude 412 m.; état barométrique moyen : 759^{mm}).

Sur la haute montagne notre vie resta la même qu'à la plaine tant au point de vue de la nourriture, qu'à celui du mouvement.

Détails techniques. — Je me suis servi, pour toutes mes observations, de la chambre à numération (400 carrés) et du mélangeur de Thoma-Zeiss. Pour la numération des érythrocytes : oculaire IV, objectif C (gross. 265); pour la détermination du diamètre des globules : même oculaire, objectif E (gross. 685); pour l'étude histologique : lentille à immersion homogène 1/12, oculaire IV (gross. 925), micromètre oculaire, etc., tous instruments de la maison Zeiss. Le liquide de mélange était constitué par une solution de sel de cuisine à 3 0/0. Pour l'homme le sang provenait d'une piqûre (technique rigoureuse) de la pulpe de l'annulaire gauche, pour le lapin d'une section des vaisseaux artériels de l'oreille droite.

Je constatai donc à Zürich sur moi-même, en moyenne, 5,65 mill. d'érythrocytes par millimètre cube de sang. Sur ma femme 4,80 mill., sur l'aînée de mes enfants 5,20 mill., sur la cadette 4,90 mill. Lapin adulte 6,30 mill., lapin très jeune 5,40 mill. Après trois semaines passées à Arosa (altitude de mon chalet : 1800 m., état barométrique moyen 610^{mm}) les chiffres étaient pour moi 6,89 mill. (augmentation : 1,24 mill.), pour M^{me} M... 6,36 mill. (augmentation : 1,56 mill.), pour M^{lle} D... 6,30 mill. (augmentation : 1,10 mill.), pour M^{me} I... 6,20 mill. (augment. : 1,30 mill.). Lapin A 7,44 mill., lapin B 6,80 mill.

Après cinq mois passés sur la haute montagne j'étais arrivé à 7,10 mill., les autres membres de ma famille par rang d'ordre à 6,49 (augmentation : 1,59 mill.) à 6,50 mill. (augment. : 1,30 mill.) à 6,60 mill. (augmentation : 1,70 mill.).

Sur 12 personnes examinées par moi (7 F., 5 H.) je constatai depuis le jour qui suivait l'arrivée à Arosa, jusqu'au terme de la période d'acclimatement, une augmentation qui variait de 800,000 à 1,0 mill. à 1,5 mill. d'érythrocytes par millimètre cube de sang (moyennes):

Dans les premières vingt-quatre heures de séjour l'augmentation numérique était en moyenne de 6 à 800,000; durant les 7 à 9 premiers jours de 900,000 à 1,100 mill.; durant les derniers jours d'acclimatement de 2 à 500,000. Durant le cours de mes observations, j'ai remarqué ce qui suit :

1° L'augmentation numérique peut, dès son apparition, être ou bien lente, ou bien plus ou moins brusque. Le plus souvent, peu de temps après l'arrivée sur les hauteurs, il se produit comme une explosion numérique; c'est là une réaction immédiate (Miescher) qui atteint un certain maximum d'augmentation, maximum souvent provisoire qui se maintient tel pendant quelque temps. Ce ne sera que plus tard (4 à 6 mois d'acclimatement) que l'augmentation donnera son dernier jet, que le maximum réel sera atteint, pour ne fléchir dans la suite que dans des proportions minimales, ou par le fait de circonstances spéciales dépendant de l'alimentation, du mouvement, de la température, etc.

2° J'ai constaté souvent durant les premiers jours d'acclimatement, surtout lorsque l'augmentation initiale avait été brusque et forte, un mouvement de régression numérique, tout au moins un moment d'arrêt dans la progression de l'augmentation numérique. En interrogeant soigneusement les sujets, on trouve une cause qui expliquera le fait (absorption immodérée de liquides par exemple, excès de mouvement corporel, etc.); ce qui corrobore cette idée, c'est que je n'ai pas constaté ce fait sur le lapin.

3° Toutes les personnes examinées arrivent à peu de choses près au même chiffre maximum, quel que soit le lieu de leur habitation antérieure (bords de la mer, haut plateau, plaine). Les tuberculeux présentent presque toujours une moyenne plus élevée; la ventilation de leurs poumons se faisant mal, la diète respiratoire des tissus est plus grande, il leur faut plus d'érythrocytes pour rendre cette respiration des tissus adéquate aux exigences d'une pression atmosphérique moindre, adéquate au déficit en oxygène respiré.

4° Durant la période initiale d'acclimatement aussi bien que plus tard, l'exercice corporel, le mouvement modéré a une action marquée sur l'augmentation numérique (hématopoièse). De même qu'à Zürich, à Arosa mon chiffre d'érythrocytes baissait après des phases d'inactivité musculaire (repos), il montait pendant et après des phases d'exercice (modéré) au grand air. Il baissait par parenthèse aussi après des fatigues corporelles (excès de mouvement). Ma fille D... parfaitement saine au reste fut prise d'engelures, d'où repos forcé au lit, puis en chambre. Avant cette réclusion je comptais sur elle 6,56 mill.; après douze jours d'inaction musculaire 5,80 mill. (même régime, même aération, santé parfaite). Deux jours après la guérison, c'est-à-dire la reprise de l'exercice au grand air, 6,40 mill. De même sur d'autres sujets, diminution de 2 à 400,000 érythrocytes durant des phases de repos prolongé ou d'inactivité musculaire, et réaugmentation correspondante durant les phases de mouvement (modéré).

5° L'excès de mouvement, le surménagement, surtout lorsqu'il s'y surajoute une alimentation défectueuse, provoque sur la haute montagne comme à la plaine une diminution numérique des érythrocytes (beaucoup de macrocytes). J'ai constaté le fait sur des ouvriers italiens travaillant trop et mangeant peu. (Dans ces conditions le scorbut n'est pas rare.)

6° J'ai dit que l'augmentation numérique se produit parfois très rapidement. En effet, grâce à mes numérations de contrôle de Zürich, j'ai pu constater sur M^{lle} D..., par exemple, que cinq heures après l'arrivée à Arosa, l'augmentation était de 1,19 mill.; sur d'autres personnes le maximum d'augmentation (1/2 à 1,30 mill.) était atteint durant les premières vingt-quatre heures passées à l'altitude en question.

Il est nécessaire d'intercaler une remarque : toutes les personnes examinées par moi, à Arosa, avaient fait le trajet depuis Coire en voiture (durée du voyage : 6 heures; différence d'altitude : 1,300 m.; différence de pression barométrique : 145^{mm}); elles s'adaptaient insensiblement, sans dépenses de forces, à l'air plus raréfié. Le mouvement favorable à l'hématopoïèse dont je parlais, était remplacé alors par un travail accéléré de la respiration, jeu plus facile du thorax, ventilation plus aisée et plus profonde du poumon, au fur et à mesure de l'élévation verticale, d'où hématopoïèse plus intense sans dépenses simultanées. Plus tard je faisais restreindre l'exercice au strict nécessaire, réprimant ces premiers moments d'expansion et de bien-être où tout paraît plus facile; aussi sur près de soixante personnes interrogées, n'ai-je eu à compter que quatre fois avec ce complexe de symptômes qu'on désigne du nom de « mal de montagne », qui survient, lorsqu'au fait du passage d'un air plus riche en O dans un air moins riche en O viennent se surajouter des efforts musculaires trop intenses. Durant la première phase de l'adaptation à l'air raréfié, il faut éviter la fatigue. Il y a là un système de balance, un régulateur à respecter; il se produit vite des déchets, et les apports nouveaux demandent à être tout d'abord épargnés; les déchets nouveaux ne peuvent être supportés impunément que lorsque les déchets antérieurs auront été complètement réparés.

7° L'augmentation numérique que je signale a été constatée sur toutes les personnes examinées dans ce but (âge, état social, état corporel très différents). Chez les enfants (au-dessous de 9 ans) même augmentation (garçon de 8 ans et demi acclimaté : 6,30 mill.). Même constante augmentation chez les oligocythémiques, les intoxiqués (alcooliques), les neurasthéniques et les états psychiques secondaires (mélancolie) (augmentation : 1,10 mill.).

8° Tandis qu'en plaine on admet que le nombre des érythrocytes est moins élevé chez la femme (moyenne : 4,5), la différence constatée par moi était beaucoup moins grande sur la haute montagne qu'on prétend qu'elle est à la plaine; 2 à 300,000 tout au plus, une fois 600,000; elle n'atteignait jamais 1 mill. Et encore, lorsqu'elle était ainsi marquée, existait-il, selon moi, un état particulier qui influait sur le nombre. Je crois que dans les régions d'altitude, la femme a absolument et relativement plus d'érythrocytes qu'à la plaine, que la différence d'avec le

chiffre de l'homme disparaît, ou tend à disparaître. Par contre j'ai presque toujours trouvé plus de microcytes chez les femmes que chez les hommes, et cela durant toutes les phases de l'acclimatement (régénération plus fréquente : périodes).

III. — Dès mes premières numérations sur la haute montagne j'avais été frappé par le nombre des microcytes passant sous mes yeux. Le fait se produisant sur tous les sangs examinés, l'idée me vint, quoique tardivement, de déterminer leur nombre par rapport au chiffre total des érythrocytes dans l'unité de volume, et de mesurer leur diamètre. J'ignorais alors que Viault avait fait la même observation surtout chez les animaux. La chose paraît avoir échappé aux auteurs cités plus haut, malgré la seule et laconique assertion de Koeppe et Wolff disant seulement : « Les globules de néoformation sont petits et pauvres en hémoglobine. »

Il faut s'entendre au sujet du terme : microcyte. On a classé les érythrocytes (laboratoires des villes-plaine) en gros (diamètre 7,5 à 8^{mm},5 et plus), en moyens (diamètre 6,5 à 7^{mm},5), en petits (diamètre 5 à 6^{mm},5). D'après Hayem les gros forment les 12,5 0/0, les moyens les 75 0/0, les petits les 12,5 0/0 de la masse totale des érythrocytes, etc. En parlant de microcytes, je désigne les globules qui n'atteignent pas 5 à 5^{mm},5. Ce ne sont pas des éléments analogues ou identiques aux globules nains, aux microcytes pathologiques qu'on voit à la plaine. N'ayant pas toujours pu compter dans un sang donné les gros, les moyens et mes microcytes, j'englobe, dans le terme gros globules, ceux qui ont plus de 5,5 à 6^{mm},0. Mes microcytes observés mesurent en général 4^{mm},8, il en est qui sont plus petits (2,4 à 3^{mm},6), d'autres atteignent 5 à 5^{mm},5. Ils sont nettement sphériques, à bord foncé; ils se tassent moins vite sur le fond de la cellule à numération, et restent longtemps mobiles; ils me paraissent souvent comme granuleux.

Peu d'heures après l'arrivée sur la haute montagne (cinq heures après l'arrivée de ma fille j'ai compté sur 100 carrés de la cellule, 210 microcytes outre 552 gros globules), probablement durant le trajet d'ascension déjà, il se produit cette poussée d'hématies dont j'ai parlé, mais qui est constituée par des microcytes (en majeure partie tout au moins). Chez tous les sujets examinés, sans exceptions, j'ai pu constater cette fournée de microcytes, c'est comme une explosion. Conjointement avec l'augmentation numérique générale (les microcytes constituent en fait cette augmentation) et jusqu'à ce qu'un maximum provisoire (total) d'érythrocytes ait été atteint, ou que l'acclimatement (l'adaptation) ait été obtenu, le nombre des microcytes va croissant (par rapport à la quantité totale des érythrocytes).

Cette explosion de microcytes varie suivant les individus, elle se maintient au-dessus ou au-dessous d'un certain chiffre à toutes les phases de l'adaptation. Celle-ci obtenue (quelquefois avant la fin de cette phase, d'autres fois longtemps plus tard seulement), on constate un nombre décroissant de ces microcytes. Cependant après la phase d'acclimatement, et sur presque tous les sangs examinés après quatre, cinq, six mois de séjour à l'altitude en question, le grand nombre des globules, que j'appelle comme terme de comparaison des globules gros, est en réalité constitué par des globules petits et cela en des proportions qui varient de 60 à 80 et à 90 0/0. Sauf les macrocytes, les globules de déchet usés, les érythrocytes sont plus petits qu'à la plaine; les véritables macrocytes ou globules réellement gros ne se trouvent, dans tous les sangs examinés, qu'en nombre relativement très minime.

Cette poussée de microcytes n'est pas sans corrélation avec ce qu'on constate relativement à l'hémoglobine, dont le pour cent baisse durant la première phase de l'acclimatement (homme et lapin). A mesure que l'adaptation fait des progrès, la teneur en hémoglobine augmente et atteint son maximum à la fin de la phase d'adaptation; le maximum est supérieur à celui de la plaine (augmentation: 16,3 0/0 pour l'homme en 33 jours, 16 0/0 pour le lapin en 27 jours), le maximum n'est atteint que plus ou moins longtemps après le maximum d'augmentation numérique des érythrocytes (Egger, Miescher). Or, c'est précisément pendant la première phase de l'augmentation numérique, phase d'un moindre pour cent d'hémoglobine, que j'ai constaté les plus fortes proportions de microcytes. Au fur et à mesure que dans l'ensemble des érythrocytes (tous jours plus petits qu'à la plaine) le nombre des vrais microcytes diminue, que celui des globules plus gros réaugmente, on constate aussi une progression quantitative d'hémoglobine. Cette première explosion de microcytes passée (32 à 50 et plus 0/0), phase qui varie en durée (de 1 à 8 et à 10 jours), il se produit des fluctuations dans leur nombre, de sorte qu'on peut compter de 4 à 11 microcytes pour un globule gros ou moyen. J'ai toujours constaté ce fait.

Ces petits érythrocytes sont petits, et les érythrocytes en général sont plus petits qu'à la plaine, sans doute parce que sous l'influence de la poussée hématopoïétique, de l'augmentation numérique des cellules, il ne peut tout d'abord se produire que de petites cellules, puisque la croissance des cellules en général est d'autant plus faible ou réduite que les cellules se fragmentent plus souvent, ou que l'augmentation numérique des cellules est plus intense. Ces microcytes sont-ils produits directement par des leucocytes, qui riches en oxygène remédieraient ainsi par un prêt momentané au déficit d'O₂, survenant tout d'abord dans les tissus? Naissent-ils de leucoblastes, et

se transforment-ils, après avoir fixé l'hémoglobine, en érythrocytes? Il se peut, étant élastiques comme nous savons, qu'ils soient plus ou moins comprimés (?), et qu'en général les érythrocytes soient plus petits en raison de nouvelles conditions mécaniques de la circulation. Toutes choses égales d'ailleurs, le sang s'épaissit plus ou moins dans l'air raréfié; il se produirait donc une certaine augmentation de frottement; d'où compression (?).

Il est bon de se rappeler que chaque modification du plasma réagit sur les éléments cellulaires du sang; inversement aussi, faudrait-il mettre les modifications de nombre, de forme des érythrocytes dans un sang donné, en regard des modifications que subit le plasma, ce qui n'est guère possible sur la haute montagne. Nous savons cependant, par des analyses de Miescher, que la quantité de substances solides, trouvées dans le même sérum de lapins saignés à Bâle et à Arosa (Egger), était plus grande dans le sérum pris à Bâle que dans celui pris à Arosa. Les chiffres sont minimes (Bâle 7,2 et 7,9 0/0, Arosa 7,7 et 8 0/0); ils parlent cependant en faveur d'un épaississement du sang, ce qui influe sur les hématies par ce que nous savons de certains états pathologiques.

Relativement à cette explosion de microcytes, et à la petitesse des érythrocytes dans l'air raréfié que je signale, on m'a objecté que le fait pouvait tenir à des particularités de technique :

Je réplique ceci : 1° la solution du mélange a été la même à la plaine et à la montagne pour tous les sangs examinés; 2° un groupe d'érythrocytes, et toujours au début de l'adaptation à l'air raréfié, réagit d'une façon particulière; 3° cette réaction n'a lieu que sur la haute montagne et coïncide avec l'apparition de l'augmentation numérique des hématies (de néo-formation); 4° une production artificielle d'un type spécial de globules, une particularité de réaction me paraît exclue; 5° une particularité de réaction d'un groupe (considérable) de cellules, dans l'ensemble des cellules d'un même sang, serait au reste pour le moins aussi curieuse que l'apparition de microcytes créés tels quels; 6° la modification de volume observée doit être acceptée comme un processus intra-vital (je n'oublie certes pas que la grosseur des érythrocytes dépend de l'âge, du degré de croissance, des conditions particulières d'inhibition, etc., etc., des érythrocytes eux-mêmes; les différentes conditions de genèse, d'évolution, de milieu, influent sur leur taille). J'ajoute que trois confrères, dont l'un très versé dans les questions histologiques, ont constaté le fait dans différentes préparations.

IV. — L'augmentation numérique des érythrocytes sous l'influence d'une altitude plus grande, une fois admise, il s'agit de savoir si cette hyperglobulie, comme l'a désignée Viault, ne représente qu'un phénomène physiologique d'adaption à un air plus raréfié, et du plus

haut intérêt, ou bien si au point de vue thérapeutique elle peut avoir quelque valeur; si cette polycytémie persiste ou si elle disparaît de nouveau. Cette question est d'autant plus nécessaire à résoudre que la spéculation s'empare du fait en lui-même à titre de réclame en faveur de telle ou telle station d'altitude. Un phénomène éminemment physiologique risque de servir de motif pour un sport nouveau qui n'est pas sans dangers pour de nombreux malades (chlorose aiguë, leucocytose, débilité sénile, accidents cardiaques etc.), qui n'ont rien à chercher sur la haute montagne.

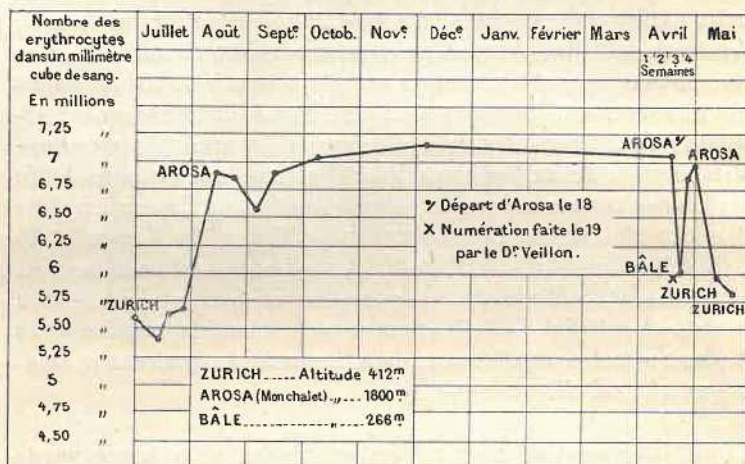
Tant que l'individu, indigène ou acclimaté, vit à l'altitude où cette polycytémie s'est produite, cette polycytémie persistera, et se maintiendra toutes choses égales, la même. Il en est autrement lorsque ces mêmes individus descendent dans une région de moindre altitude : dans ce cas, et à mesure que l'adaptation à un milieu moins élevé se consomme, l'augmentation numérique antérieure ou la polycytémie préexistante diminue, et finalement disparaît; il y a régression numérique des érythrocytes. Pour l'habitant de la plaine le chiffre des globules rouges redevient ce qu'il était avant l'ascension dans une région plus élevée. Les observations d'Egger, de Kœppe et de Wolff, celles des élèves de Miescher, les miennes sont unanimement concluantes, et confirment sans exception ce que je viens de dire (l'homme et le lapin). Cette régression ou diminution numérique se fait plus ou moins rapidement; dans l'espace de quatorze à vingt jours en général elle est complète.

Un fait intéressant signalé par Miescher : pendant qu'au laboratoire de Bâle on était occupé à compter les érythrocytes des personnes et des lapins descendus de la montagne, il survint une dépression barométrique assez sensible ($= 13^{\text{mm}}$). Or sur les sujets en observation la régression numérique ne fit pas de progrès, elle resta stationnaire tant que dura cette dépression barométrique; mieux que cela, sur deux lapins on constata durant cette phase une nouvelle et légère augmentation numérique des érythrocytes : cette phase de pression moindre influa aussi sur la teneur en hémoglobine. C'est bien là un phénomène physiologique d'adaptation, et, comme le dit Miescher, ce fait parle aussi en faveur d'un mécanisme régulateur des plus subtils et des plus intéressants, de qui dépendent les fluctuations de nombre des hématies (influence d'une pression atmosphérique plus ou moins forte).

Je tiens à communiquer l'observation suivante : Après avoir vécu sans interruption d'août 1893 à avril 1894 à Arosa, je me rendis le 18 avril à Bâle; j'y fus le soir; le lendemain matin, le Dr Veillon voulut bien prendre de mon sang et compter lui-même mes globules. Deux numérations (le 19) avec deux mélangeurs donnent: 6,15

et 6,47 mill., tandis qu'à Arosa mon chiffre était 7,40 mill. Rentré à Arosa le 22 avril je comptais les 23 et 25 avril, résultats : 6,6 et 6,76 mill. puis 6,80 mill.¹. Ma famille rentrait à Zürich le 3 mai : j'ai compté le 18. Voici les résultats : M^{me} M..., Arosa, 6,36 mill.; Zürich, quinze jours après le retour, 5,40 mill.; M^{lle} D..., Arosa, 6,56 mill.; Zürich, 5,48 mill.; M^{lle} I..., tombe de 6,60 à 5,31 mill. en quatorze jours; moi-même, Arosa 8 mai, 6,90 mill., Zürich 18 mai, 5,80 mill.

De même que l'augmentation numérique sur la haute montagne, la régression en pays de plaine procède tantôt d'une façon continue



Graphique n° 1.

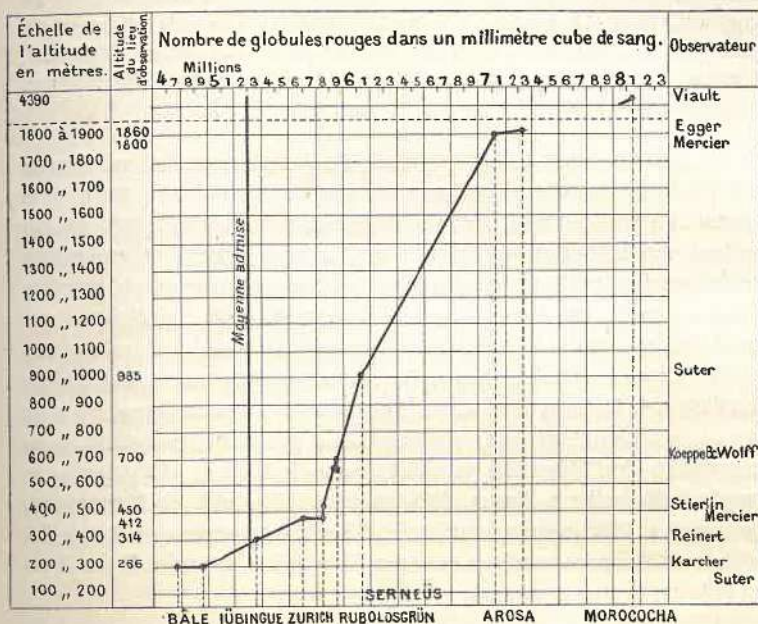
et lente, tantôt plus brusquement. Il se produit le plus souvent tout d'abord une chute très marquée, puis la diminution progresse plus insensiblement. A mesure que la régression numérique s'accroît, le nombre des microcytes diminue; au fur et à mesure que la nouvelle adaptation ou la réadaptation se fait, l'ensemble des érythrocytes est représenté par des globules de plus grand diamètre.

Viault avait au reste déjà constaté que l'hyperglobulie disparaissait de nouveau aussi rapidement qu'elle était apparue, après le retour dans un milieu moins élevé, en même temps que la capacité respiratoire diminuait dans les proportions dans lesquelles elle avait augmenté, hormis les cas où un séjour très prolongé dans une région plus élevée avait pu créer une adaptation stable.

On est en droit de se demander quand donc une adaptation stable

¹ Voir mon graphique n° 1.

est acquise ? J'ai vécu sans interruption huit mois et demi sur la haute montagne, ma famille également ; Egger avait passé près de quatre ans à Arosa, et néanmoins l'adaptation stable n'avait pu se faire dans le sens de Viault. Egger tombait en quinze jours de 7,3 à 5,6 mill. ; moi en dix jours de 6,90 à 5,80 mill. etc. ! L'adaptation n'est pas et ne peut pas être stable, pas plus que les phénomènes atmosphériques qui régissent cette adaptation. Il y a autre chose que l'accoutumance, il y a une loi en vertu de laquelle, à mesure



Graphique n° 2.

que nous nous élevons plus haut, augmente le nombre des érythrocytes, et à mesure que nous redescendons d'une région plus élevée dans une région moins élevée, le nombre des hématies diminue ou régresse. Il y a corrélation constante entre le nombre des cellules respiratrices sanguines et la pression atmosphérique.

V. — Ce que je viens de dire ressort d'une part des observations produites ici, de l'autre des numérations de globules rouges faites par les différents auteurs qui se sont occupés de la question, et qui opéraient, c'est-à-dire comptaient à des altitudes très différentes. Lorsqu'en regard du chiffre moyen indiqué par un auteur pour le nombre des érythrocytes contenus dans une unité de volume, on met le

chiffre de l'altitude, c'est-à-dire le chiffre représentant le degré de l'élévation verticale, on peut constater ceci :

Lorsque l'observation, c'est-à-dire la numération a été faite dans un lieu à altitude plus élevée, le nombre des globules indiqué s'élève au-dessus de la normale ou du chiffre admis comme représentant la normale (5,25 mill. pour l'homme); la moyenne du nombre des globules est au-dessous du chiffre admis comme normal, lorsque la numération a été faite dans un lieu à altitude moins élevée. Ainsi à Bâle, 266 mètres, le chiffre moyen des numérations indique 4,87 mill. d'érythrocytes par millimètre cube de sang; à Zürich, 412 mètres, 5,75 mill. (Stierlin), 5,65 mill. (Mercier); à Ruboldsgrün, 700 mètres, 5,97 mill.; à Arosa, 1,800 mètres, 7,10 mill. (Mercier), 1,860 mètres, 7,30 mill. (Egger); à Morococha, 4,392 mètres, 8,0 mill. (Viault), etc.

Il y a lieu en outre de tenir compte de l'état barométrique moyen pour l'altitude donnée. Nous savons que le baromètre baisse plus lentement à partir d'une certaine hauteur qu'avant, et qu'il baisse d'autant plus lentement qu'on s'élève plus haut. Pour l'augmentation numérique des érythrocytes il semble qu'il se produise un phénomène analogue, mais en sens inverse. L'augmentation numérique me paraît plus accentuée à l'altitude qui correspond aux échelons moyens de l'élévation verticale, qu'à celle correspondant aux échelons les plus élevés¹. La progression de l'augmentation numérique, à partir d'un certain chiffre atteint, est très faible proportionnellement à la progression de l'élévation verticale. Ainsi à Zürich, 412 mètres, je compte 5,65 mill.; à Arosa, 1800 mètres, 7,10 mill.; à Morococha, cependant à 4392 mètres d'altitude, Viault ne compte que 8,0 mill., chiffre relativement modeste eu égard à pareille altitude. Il y a dans ces faits matière à réflexion.

Pour l'avenir il me paraît désirable de compléter les numérations d'érythrocytes dans une unité de volume, surtout celles qui auraient la prétention de représenter une moyenne, par les données suivantes : altitude du lieu où l'on opère, état barométrique moyen. En vertu de ce qui précède il me semble risqué de continuer à dire : l'homme a en moyenne tant d'érythrocytes, ou bien le chiffre normal du nombre des érythrocytes est chez l'homme de tant; il sera préférable, je crois, de dire que l'homme à telle altitude a en moyenne tant d'hématies, à telle autre tant, etc. Dans le but de puiser des renseignements qui nous font défaut encore et de procéder à d'ultérieures recherches comparatives d'une façon vraiment utile, il serait bon d'élaborer un programme commun, de procéder aux numérations suivant les mêmes règles, avec la même technique, car l'unité seule dans les méthodes d'investigations

¹ Voir mon graphique n° 2.

peut donner des résultats satisfaisants et le point d'appui indispensable pour formuler des déductions subséquentes.

Est-ce à dire que cette augmentation numérique des globules rouges du sang n'ait pas de valeur thérapeutique ? Ce n'est pas le lieu d'épuiser la question, cependant comme elle s'impose je tiens à formuler mon impression.

En tant qu'augmentation et comme telle, je ne le crois pas ; pas plus que l'altitude comme telle ne guérit rien, ni personne. Le climat des altitudes agit par un complexus de facteurs : soleil, froid sec, absence de vents, exposition abritée, pureté de l'air, mouvements, etc., etc. et par la raréfaction de l'air, mais non pas seulement en vertu de la raréfaction de l'air qui est cependant la caractéristique de l'altitude. Cet ensemble de facteurs agit sur l'organisme et provoque : la dilatation du thorax, l'augmentation du poumon, la ventilation plus parfaite des alvéoles, une circulation plus active, une combustion intra-organique plus intense, etc., etc. L'augmentation numérique des globules rouges crée des conditions plus favorables pour la respiration des tissus, et prépare comme le dit Miescher, le terrain pour une action combinée de ces facteurs. Elle provoque donc la force de résistance et surexcite la possibilité d'une résistance ; en cela elle constitue un phénomène d'adaptation mais physiologique. En favorisant la respiration des tissus, elle augmente l'énergie de ces tissus et facilite l'action des facteurs cités, en cela elle est aussi thérapeutique. La respiration des tissus (cerveau, cœur, etc.) étant plus parfaite, la circulation activée, il s'ensuit que la tension d'O dans les tissus est plus grande, d'où réaction subséquente sur le cœur, le cerveau, les autres organes (Miescher). La circulation étant activée, il s'ensuit une excitation de la moelle osseuse, d'où apparition du maximum de la réaction hématopoiétique ; au moment où ce maximum apparaît s'opère la régression des microcytes dont j'ai parlé et que j'ai constatée, régression qui est accompagnée d'une réapparition de globules plus gros (mais toujours plus petits qu'en pays de plaine), phase qui clôturerait la période de l'acclimatement. Cette augmentation est à vrai dire thérapeutique par contre-coup ; on pourrait prétendre qu'elle a une action primaire (physiologique) et secondaire (thérapeutique). Mais, je le répète, je n'ose pas entrer dans des discussions théoriques à cet égard.

Je conclus : de l'ensemble des observations présentées ici, on peut établir, il me semble, ce qui suit : 1° plus le degré de l'élévation verticale où l'homme vit est haut, plus grand est le nombre des érythrocytes dans une unité de volume ; 2° à mesure que l'homme s'élève, c'est-à-dire qu'il passe d'une région à pression atmosphérique plus forte dans une région à pression moindre, à mesure aussi grandit le nombre des érythrocytes dans l'unité de volume ; 3° l'augmentation numérique des érythrocytes est alors caractérisée par la

néo-formation d'éléments cellulaires de plus petit volume; 4° cette polycytémie ascensionnelle (Mercier) ou hyperglobulie (Viault), constituée en majeure partie par des érythrocytes plus petits, diminue au fur et à mesure que l'homme passe d'une région à pression atmosphérique moindre dans une région à pression plus forte; 5° l'augmentation numérique visée a été constatée jusqu'ici sur tous les sujets examinés dans ce but, elle est indépendante des particularités individuelles : âge, sexe, état de santé ou de maladie, occupations professionnelles, état social; 6° elle constitue un phénomène physiologique d'adaptation à un milieu autre.

