

La courbe diurne de la température des centres
nerveux sudoripares
fonctionnant sous l'influence de la chaleur,

PAR

LÉON FREDERICQ.

Nous savons depuis les belles recherches de LUCHSINGER, que l'élévation de la température des centres nerveux sudoripares constitue pour eux une puissante cause d'excitation. J'ai montré moi-même qu'une transpiration abondante pouvait s'établir chez un homme placé entièrement nu dans un local froid ($+ 5^{\circ}$ à $+ 10^{\circ}$), si l'on avait soin d'élever la température interne du corps, en faisant respirer au sujet de l'air chauffé et saturé d'humidité. C'est aussi principalement par l'élévation de la température interne qu'il faut expliquer la transpiration qui accompagne tout travail musculaire énergique (" Tu mangeras ton pain à la sueur de ton front „, dit l'Écriture).

On n'a jamais déterminé, à ma connaissance, la valeur de l'élévation de la température interne pour laquelle les centres sudoripares entrent en action. Ces centres participent, comme les autres organes internes, aux variations diurnes de la température du corps, variations qui dépassent $0^{\circ},5$. On peut se demander quel est le degré de sensibilité des centres nerveux sudoripares vis-à-vis de l'excitant thermique aux différentes heures de la journée. Est-ce l'élévation de leur température

jusqu'à un niveau déterminé, toujours le même, quelle que soit l'heure de la journée, qui entraîne leur mise en action, ou seulement une certaine élévation de température, comptée à partir de leur température considérée au moment de l'expérience? En d'autres termes, comment se comporte la courbe diurne de température des centres sudoripares entrant en action, sous l'influence de la chaleur, comparée à la courbe diurne normale de la température interne?

Telle est la question que j'ai cherché à résoudre par une série d'expériences faites sur moi-même (âge : 48 ans ; taille : 1^m76 ; poids vif à jeun : 80 kilog.).

Pendant plusieurs jours du mois de juin 1900 (qui a été particulièrement frais) et du commencement de juillet, j'ai déterminé, trois fois par jour (vers 7 heures du matin, vers midi et vers 6 $\frac{1}{2}$ heures du soir), l'élévation de la température interne nécessaire pour provoquer le début de la transpiration de la peau du front.

Dans chacune des expériences, la température rectale était d'abord prise au repos (sujet couché au lit pour les expériences faites le matin ; debout, mais au repos, pour les autres expériences), au moyen d'un petit thermomètre à maximum, laissé en place pendant dix minutes. Immédiatement après, le thermomètre ayant été retiré, je me livrais à l'exercice musculaire consistant à monter et à descendre alternativement un escalier de soixante-quinze marches, haut de 14 mètres, jusqu'à ce que la sueur commençât à apparaître sur le milieu du front, en quantité suffisante pour faire passer du bleu au rose une bande de papier à filtre, colorée par le chlorure de cobalt, ou simplement pour humecter la main appliquée sur le front. En général, ce résultat était atteint après la cinquième ou la sixième ascension. Le thermomètre était replacé dans le rectum pendant dix minutes ; et le travail violent de cette ascension était, à partir de ce moment, remplacé par un exercice musculaire plus modéré, consistant à scier ou à raper sur place une planche de bois fixée à un établi de menuisier, de manière à maintenir la moiteur du front.

Les résultats de ces expériences sont consignées dans le tableau suivant :

Température rectale avant et immédiatement après un travail musculaire amenant la sudation (ascensions et descentes d'un escalier de 14 mètres de haut).

DATES	MATIN (entre 6 1/2 et 7 1/2 h.)				MIDI (entre 11 1/2 et 12 1/2 h.)				SOIR (entre 6 et 7 heures).			
	Température de l'air	Température rectale	Nombre d'ascensions	Température rectale après travail	Température de l'air	Température rectale	Nombre d'ascensions	Température rectale après travail	Température de l'air	Température rectale	Nombre d'ascensions	Température rectale après travail
<i>Juin 1900.</i>												
Jeu	—	—	—	—	19°,5	37°	—	37°,4	18°,5	37°,42	4 1/2	37°,56
Sam	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dim	18°	36°,72	6	37°,18	—	—	—	—	18°	37°,14	5 1/2	37°,58
Lun	18°	36°,6	5	36°,98	—	—	—	—	17°	37°,25	4 1/2	37°,50
Mardi	17°,5	36°,77	5	37°,2	17°	37°,05	6 1/2	37°,48	18°,5	37°,22	5 1/2	37°,5
<i>Juillet 1900.</i>												
Dim	16°	36°,71	6	37°,2	17°	37°,2	6 1/2	37°,40	—	—	—	—
Lun	16°	36°,76	6	37°,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Mardi	—	36°,78	—	—	—	—	—	—	20°	37°,3	5	37°,5
Mer	17°	36°,71	6	37°,14	—	—	—	—	—	—	—	—
Jeu	—	—	—	—	21°	37°,27	5	37°,5	—	—	—	—
Moyennes.												
		36°,71		37°,15		37°,15		37°,44		37°,26		37°,52

La figure 1 donne une représentation graphique de ces résultats.

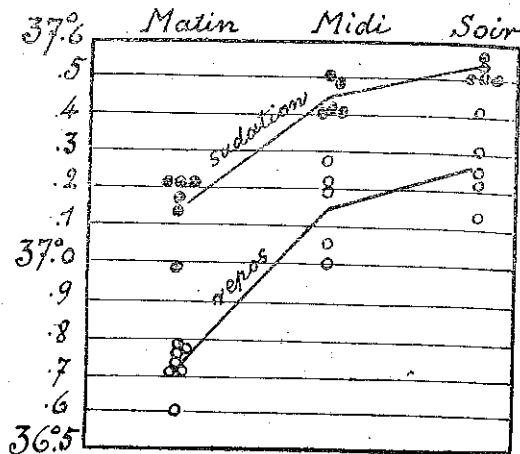


FIG. 1. — Courbe de la température à laquelle les centres sudoripares entrent en action (courbe *sudation*), comparée à la courbe diurne normale de la température interne (courbe *repos*).

Chez le sujet au repos, la température rectale fut trouvée en moyenne respectivement de 36°,71, 37°,15, 37°,26, le matin, à midi et le soir. Pour que les centres sudoripares entrassent en action, il a fallu que cette température montât respectivement à 37°,15 (soit une augmentation de 0°,44) le matin, à 37°,44 (soit une augmentation de 0°,29) à midi et à 37°,52 (soit une augmentation de 0°,26) le soir. La courbe des variations diurne de la température interne, considérée pendant la sudation, rappelle celle de la température interne chez l'individu au repos ; son amplitude est seulement un peu moindre.

Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégarines

PAR

L. CUÉNOT,

Professeur à l'Université de Nancy.

(PLANCHES XVIII à XXI)

INTRODUCTION.

Il y a cinq ans, en disséquant des Grillons domestiques pour mon travail sur la physiologie des Insectes (95), j'avais trouvé dans le cœlome une Grégarine nouvelle, en exemplaires si nombreux, que j'ai voulu profiter de ce matériel favorable pour étudier complètement l'évolution d'un Sporozoaire, considérée surtout au point de vue des transformations nucléaires.

J'ai été ensuite amené, pour confirmer et étendre les résultats obtenus, à reprendre l'étude des *Monocystis* des Lombrics, type plus classique et d'ailleurs très favorable en raison de la grande dimension des noyaux. Enfin j'aurais voulu étendre mes recherches à la Grégarine de la Blatte, mais n'ayant pu me procurer un matériel aussi abondant que pour les deux formes précédentes, j'ai dû laisser une lacune importante dans la monographie de cette espèce.

Je me suis surtout attaché à résoudre les questions suivantes, encore litigieuses : les Grégarines cœlomiques des Insectes sont-elles une variété d'une Grégarine intestinale dimorphe, capable de poursuivre son évolution dans deux milieux différents, ou sont-elles des espèces autonomes?

Comment pénètrent-elles dans le coelome? Dans le cycle de leur évolution, les Grégarines présentent-elles une fécondation karyogamique, plus ou moins semblable à celle qui est maintenant connue chez les Coccidies? Cette karyogamie a-t-elle lieu entre deux Grégarines adultes, lors de l'association qui prélude à la sporulation, comme l'a décrit WOLTERS, ou bien entre les sporoblastes, comme vient de l'annoncer SIEDECKI?

TECHNIQUE.

Pour des observations cytologiques aussi délicates, la technique a naturellement une importance capitale, d'autant plus que les Grégarines sont très difficiles à fixer et que telle méthode, qui convient très bien pour une espèce, ne donne que de mauvais résultats pour une autre.

Monocystis des Lombrics. — Pour trouver tous les stades de la sporulation, il suffit de débiter en coupes sériées les vésicules séminales des Lombrics; c'est surtout en mai et juin que les Grégarines abondent dans ces vésicules; il y en a certainement moins en été. Il est très difficile de trouver un fixatif qui conserve bien la structure des Grégarines et ne les contracte pas; j'ai essayé successivement les plus renommés d'entre eux, le liquide de FLEMMING, celui d'HERMANN, le liquide de CARNOY, le sublimé, le formol picrique de BOUIN, et je n'ai obtenu que des préparations médiocres; un seul réactif m'a donné des résultats parfaits, aussi bien comme aspect d'ensemble que pour les plus fins détails cytologiques: c'est l'alcool à 70°. Les vésicules séminales y sont plongées entières pendant quelques heures, puis colorées en masse au carmin alunique; les coupes reçoivent sur lame une seconde coloration, soit à l'orange, soit au vert lumière.

Grégarines du Grillon. — Les Grillons sont ouverts par la face ventrale; après avoir enlevé les viscères, je fixe l'abdomen rempli de parasites soit au liquide de FLEMMING, soit au sublimé en solution aqueuse saturée, au liquide de CARNOY, ou au formol picrique; tous ces fixatifs donnent d'excellents résultats très

comparables, qui correspondent exactement aux examens de Grégarines vivantes, étudiées dans l'eau salée 1 % ou le sang du Grillon. Le liquide de FLEMMING est surtout à recommander pour les premières phases de la sporulation, et le sublimé pour le développement des sporoblastes et sporocystes. L'abdomen du Grillon est débité en coupes sérieées, pas trop minces; j'ai coloré avec la safranine et le vert lumière pour les pièces fixées au liquide de FLEMMING, avec l'Hämalaun, l'orange, le vert lumière ou la fuchsine acide pour les pièces fixées par les autres liquides.

Grégarine de la Blatte. — Le meilleur procédé pour étudier cette Grégarine, c'est de couper en série des intestins de Blatte; la région où l'on a quelque chance de trouver des jeunes, des adultes et des kystes comprend la seconde moitié de l'intestin moyen et la grosse poche de l'intestin terminal. Les Grégarines sont très difficiles à bien fixer; le noyau se déforme avec la plus grande facilité et prend un aspect irrégulier (noyau flammé de WOLTERS). Le seul fixatif qui m'ait donné des résultats à peu près satisfaisants est le liquide de CARNOY, agissant pendant un quart d'heure environ; les coupes sont colorées sur lame au carmin boracique et au vert lumière.

I. Grégarines des Lombrics.

Détermination des espèces.

Dans les segments génitaux des Lombriciens (*Lumbricus* et *Allolobophora*), on rencontre plusieurs espèces de Grégarines très différentes de forme à l'état adulte, mais dont les kystes et les sporocystes naviculaires sont tellement semblables, qu'on est autorisé à les ranger dans un même genre *Monocystis*. Ces Grégarines ont été si mal décrites jusqu'ici — tous les auteurs les confondant sous le nom de *Monocystis* du Lombric ou de *Monocystis agilis* — qu'il est presque impossible de se retrouver dans le dédale de leur synonymie et de leur appliquer un nom correct; je regrette que LABBÉ, dans ses *Sporozoa* du

Tierreich (99), ait délimité les formes au petit bonheur, sans en avoir fait une étude personnelle, ce qui n'a pas éclairci la situation.

Parmi les 7 ou 8 espèces de *Monocystis* qu'hébergent les Lombrics, je puis en caractériser 4, les plus communes, que j'aurai à citer au cours de ce travail (1); je n'ai pas cherché à distinguer les kystes de ces différentes formes, ce qui serait d'ailleurs d'un médiocre intérêt; il est certain qu'elles présentent des différences notables à la fois dans le volume des kystes et dans celui des sporocystes, ce qui a pu faire croire à l'existence, pour un même *Monocystis*, de kystes à macrospores et de kystes à microspores; en réalité ces sporocystes différents appartiennent à des espèces différentes.

Monocystis magna A. SCHMIDT. — Espèce bien reconnaissable par sa grande taille (jusqu'à 5^{mm}), son corps vermiforme d'un blanc éclatant, et sa situation spéciale; on ne la rencontre jamais dans les vésicules séminales, elle est toujours attachée par son extrémité antérieure (fig. 5) à une saillie cupuliforme du pavillon vibratile des segments mâles. Corps finement strié en long, et souvent revêtu de spermatozoïdes du Lombric qui lui forment comme un revêtement pileux; le noyau (fig. 8) renferme plusieurs nucléoles. Les kystes (fig. 6) sont libres dans la cavité des segments génitaux ou bien enfermés dans les nodules phagocytaires des derniers anneaux (*Lumbricus herculeus* SAV., *Allolobophora terrestris* SAV.)

Monocystis lumbrici HENLE (fig. 2). — Corps ovoïde, d'environ 200 μ . de long, excessivement contractile et changeant constamment de forme (d'où le nom de Sablier protéiforme que lui avait donné SURIRAY); l'extrémité antérieure présente un bouquet de longs poils toujours très visibles. Cuticule nettement striée en long; fibrilles contractiles transversales, beaucoup plus serrées que les stries de la cuticule; le noyau renferme plusieurs nucléoles; les grains de paraglycogène sont navicu-

(1) J'ai placé en appendice, à la fin de ce mémoire (page 633), la synonymie fastidieuse de ces *Monocystis*.

laïres et assez gros. Quand le corps se contracte, les grains de paraglycogène et le noyau sont ballottés d'un bout à l'autre du corps. Très fréquent dans les vésicules séminales des *Lumbricus*.

Monocystis pilosa nov. sp. (fig. 1). — Corps assez allongé, mais non vermiforme, d'environ 300 μ de long. Cuticule à striation longitudinale très serrée, revêtue entièrement de très longs poils; l'extrémité antérieure est nettement acuminée. Le noyau renferme un seul nucléole et se trouve toujours près de l'extrémité antérieure; les grains de paraglycogène sont ovoïdes et assez gros. Vésicules séminales de *Lumbricus herculeus*.

Monocystis porrecta A. SCHMIDT (fig. 3 et 4). — Corps très allongé et vermiforme, mesurant jusqu'à 2 et 3 mm de long; l'extrémité antérieure est souvent renflée, tandis que la région terminale du corps est plutôt amincie. Cuticule nettement strié en long et sans poils; le noyau renferme un gros nucléole, rarement deux, et se trouve presque toujours dans l'extrémité antérieure renflée; chez les très grands individus (se préparant peut-être à l'association?), le noyau est au contraire logé vers le milieu du corps; le paraglycogène est en grains très fins. Très fréquent dans les vésicules séminales des *Lumbricus* et d'*Allolobophora terrestris*.

Le noyau avant la sporulation.

Chez les *Monocystis magna* et *lumbrici* adultes, le noyau (fig. 8) renferme des nucléoles de taille inégale, dont le nombre varie (jusqu'à une douzaine chez les grands *M. magna*); au contraire les individus très jeunes n'ont qu'un nucléole unique (fig. 7), qui se divise sans aucun doute à mesure que la cellule grandit. Les autres espèces de *Monocystis* n'ont pendant toute leur existence qu'un seul nucléole.

Ces nucléoles sont sphériques ou ovalaires et renferment un grand nombre de petites vacuoles; ils prennent les matières colorantes plus faiblement que la chromatine typique, et je

pense qu'ils sont constitués, comme ceux des *Diplocystis* que j'étudierai plus loin en détail, par un corps voisin de celui qui forme les taches germinatives des œufs. Sur les coupes, le reste du noyau est rempli d'une substance granuleuse, constituée sans doute par des albuminoïdes dissous dans le suc nucléaire et précipités par l'action de l'alcool fixateur.

Association et débuts de la sporulation.

Lorsqu'ils sont arrivés au terme de leur vie libre, les *Monocystis*, jusque là isolés, s'attirent réciproquement et s'accolent deux à deux; pour les *Monocystis magna*, qui sont fixés sur un pavillon séminal, c'est sans doute le proche voisinage de deux individus qui détermine leur association; ici, l'accolement est longitudinal (fig. 5), comme l'a déjà vu BOSANQUET (94); chez d'autres espèces, ce sont les extrémités antérieures qui s'appliquent l'une sur l'autre (fig. 10) (1). Quoi qu'il en soit, les deux *Monocystis* ainsi rapprochés perdent bientôt leur forme spécifique; ils se raccourcissent et chacun d'eux devient à peu près sphérique (fig. 6). A ce moment, a lieu la sécrétion de la paroi kystique, composée de deux enveloppes (HENNEGUY), une externe rigide (épikyste) et une interne mince et flottante (endokyste); il est évident que les deux associés diminuent notablement de volume pendant ou après la sécrétion du kyste, car entre celui-ci et les Grégarines, il existe presque toujours un assez grand espace libre, rempli par un liquide (fig. 6, 10, 14).

(1) A voir certaines images comme celle que j'ai représentée fig. 10, on pourrait croire que la région d'accolement est déterminée par la présence des noyaux, mais je crois que ceux-ci n'interviennent pas. Le compte doit appartenir à une espèce dont le noyau est normalement au pôle antérieur, comme chez *Monocystis pilosa* et *porrecta*, par exemple; de telle sorte qu'après l'accolement, il est tout naturel que les deux noyaux soient en face l'un de l'autre, comme s'ils s'attiraient réciproquement. Chez *Monocystis magna* et *lumbrici*, les noyaux des deux associés sont distants l'un de l'autre (fig. 6), et il est visible qu'il n'y a entre eux aucune attraction.

Modifications et division du noyau. — Dans chaque associé, le noyau commence à se modifier : le ou les nucléoles diminuent de volume, parfois se divisent en petits granules dont une partie au moins se dissout dans le suc nucléaire (fig. 9). Il apparaît ensuite dans le suc nucléaire, sans aucun rapport visible avec le nucléole, des grains ou de courts filaments groupés en un petit amas (fig. 11 et 12, noyaux de gauche) qui prennent les couleurs nucléaires avec plus d'intensité que le nucléole; je pense que ces chromosomes sont constitués par de la chromatine typique, et nous allons voir qu'ils constituent la substance du premier noyau de segmentation; pour abrégé, je donnerai à ce dernier, ainsi qu'à ses descendants, le nom de *miconoyau*.

Entre temps, il s'est développé dans le cytoplasme, tout contre le noyau, un amas archoplasmique, formé de courtes stries émanant d'un centre (fig. 11, à gauche); cet archoplasme se divise probablement en deux, car je vois ensuite des noyaux munis de deux sphères attractives étroitement accolées à la membrane nucléaire et à peu près aux deux extrémités d'un diamètre (fig. 12); des radiations émanées de ces deux sphères traversent le noyau, et les grains chromatiques se placent sur la région équatoriale de ce fuseau intra-nucléaire. La membrane nucléaire, qui s'est dissoute d'abord au niveau des deux sphères, disparaît totalement.

Le fuseau s'allonge de plus en plus et ses deux pôles arrivent à buter contre la membrane limitante de la Grégarine (fig. 13); il m'a bien paru qu'au point de contact le contour du corps présente une légère dépression, comme si les filaments archoplasmiques exerçaient une légère traction sur la membrane. Le fuseau ainsi développé présente presque toujours une torsion ou une inflexion en son milieu, sans doute parce que les filaments composants continuent à s'allonger, alors que les deux pôles sont devenus des points fixes; des fuseaux analogues, tordus en spirale ou à plissements anguleux, sont du reste connus chez les Infusoires (fuseaux des micronucleus, PROWAZEK, 99), les *Actinosphaerium* (R. HERTWIG, 99), les *Trichosphaerium* (SCHAUDINN, 99), etc.

Les deux noyaux-fils qui résultent de la première mitose sont généralement éloignés l'un de l'autre (fig. 14), par suite de l'allongement du fuseau; ils entrent en mitose à leur tour, pour donner quatre noyaux petits-fils, plus petits que les deux précédents.

Dans ces premiers stades, on constate facilement un fait qui devient moins frappant à mesure que la segmentation s'avance: les deux associés ne marchent pas strictement ensemble; il y en a presque toujours un qui est légèrement en avance sur l'autre (fig. 11, 12, 14). Cette légère asynchronie suffit à montrer que chaque associé a conservé son individualité.

Sort des nucléoles. — Pendant la formation du fuseau et des chromosomes de la première division, le ou les nucléoles du noyau primitif ont persisté, plus ou moins diminués de volume, et lorsque la membrane nucléaire disparaît, ils deviennent libres dans le cytoplasme (fig. 14, 16); quelquefois ils s'accrochent à l'un des fuseaux et peuvent être ainsi transportés à quelque distance. Ces nucléoles se dissolvent lentement dans le cytoplasme, car j'en ai retrouvé encore dans des kystes renfermant huit micronoyaux (fig. 15). Ce sont ces nucléoles en voie de disparition qu'HENNEGUY (88) a vus, sous la forme de grains chromatiques, à côté des noyaux résultant des premières divisions.

Division des micronoyaux. — Depuis le premier fuseau jusqu'au stade sporoblaste, les noyaux se divisent toujours par une mitose des plus typiques, dont j'ai représenté fig. 17-19 les étapes caractéristiques; après chaque division, les noyaux se reconstituent et reviennent au repos; ils renferment alors des grains de chromatine épars, et chez quelques espèces des nucléoles vacuolaires, prenant mal les couleurs, qui me paraissent rappeler beaucoup, par leur composition chimique, le gros nucléole des Grégarines. A l'approche de la mitose, la chromatine se groupe en filaments contournés (spirème, fig. 17); puis les sphères attractives deviennent apparentes et forment un fuseau qui traverse le noyau, et enfin la membrane nucléaire disparaît. Les chromosomes se portent sur l'équateur du fuseau,

d'abord en désordre, puis se groupent sur celui-ci, les chromosomes touchant le fuseau par une seule de leurs extrémités (fig. 18); celle-ci se fend graduellement; les deux bâtonnets chromatiques produits par cette division longitudinale s'appliquent sur le fuseau, à mesure que la fente progresse, se séparent, et émigrent vers les pôles.

Lorsque les deux noyaux-fils ont émigré aux pôles, le fuseau se contracte et entre rapidement en régression (fig. 19); on dirait qu'il est logé dans une vacuole et qu'il se dissout dans le liquide de celle-ci.

Ce qui varie beaucoup suivant les espèces, c'est la constitution des pôles: tantôt ils sont occupés par de magnifiques et volumineux centrosomes entourés d'irradiations (fig. 18), tantôt le fuseau se termine brusquement aux deux bouts sans trace d'asters polaires (fig. 11), ce qui indique la contingence de ces formations. Parfois, lorsque le noyau est revenu au repos, l'archoplasme qui a servi à la division précédente, s'évanouit, tandis que dans un kyste d'espèce différente, j'ai vu (fig. 19) des images rappelant tout à fait celles offertes par les blastomères de beaucoup d'animaux, c'est-à-dire une division précoce des sphères attractives aux deux pôles du fuseau, ébauchant ainsi une prochaine mitose, alors que la précédente s'achève à peine.

Les micronoyaux se multiplient ainsi, leur taille et naturellement aussi celle des fuseaux, allant toujours en diminuant; la grande majorité d'entre eux se porte à la périphérie du corps cellulaire; très peu restent dans la région centrale. Quand la taille des noyaux est arrivée à un minimum déterminé, ceux-ci ne se divisent plus et la formation des sporoblastes commence.

Conjugaison des sporoblastes.

Formation des sporoblastes. — Lorsque les micronoyaux sont à peu près tous formés, la Grégarine se morcelle en fragments irréguliers, à la périphérie desquels se portent les noyaux, qui font saillie à la surface (fig. 20). Du cytoplasme