

# Le cycle évolutif de *Spirochaeta Cytophaga* Hutchinson et Clayton.

Par

H. KRZEMIENIEWSKA.

(Planche XXIX).

---

Depuis la publication du travail de C. van Iterson, jr.<sup>1)</sup> sur la décomposition aérobie de la cellulose on a isolé et décrit des nombreuses espèces des bactéries qui sont la cause de ce processus. Parmi ces bactéries *Spirochaeta cytophaga* isolée du sol et décrite par Hutchinson et Clayton<sup>2)</sup> semble jouer un rôle remarquable. Cet organisme attire l'attention non seulement à cause de son adaptation précise à dégrader la cellulose, la rapidité et la sûreté qu'il met à le faire, mais aussi grâce à la complexité de son cycle de développement.

Dans les cultures de *Spirochaeta cytophaga* on a constaté toujours deux formes: des bâtonnets et des coccus („sporoid form“). Dans les cultures jeunes ce sont les bâtonnets qui dominent, dans les cultures plus âgées — les coccus. Hutchinson et Clayton croyaient même d'abord que c'étaient deux organismes différents et ils faisaient des efforts pour les isoler. Cependant tous les moyens employés par eux dans ce but étaient inefficaces: les deux formes paraissaient constamment ensemble.

On remarquait aussi dans les cultures des formes que l'on pouvait tenir pour formes transitoires entre elles. Ainsi Hutchinson et Clayton furent amenés à admettre qu'ils avaient à faire à un

---

<sup>1)</sup> C. van Iterson, jr. Die Zersetzung von Cellulose durch aërobe Mikroorganismen. Centralblatt f. Bakt. Abt. II. Bd. XI. S. 689. 1904.

<sup>2)</sup> Hutchinson H. B. and Clayton J. On the decomposition of cellulose by an aerobic organism (*Spirochaeta cytophaga*, n. sp.). Journ. of Agric. Sc. Vol. IX, p. 143, 1919.

seul organisme et que ces deux formes n'étaient que les stades différents de son développement. Ce serait donc organisme ayant un cycle de développement tout à fait spécifique et bien singulier, „more complex than a true bacteria“ au dire des auteurs.

Les résultats des recherches de Hutchinson et Clayton concernant le processus de la décomposition de la cellulose n'ont pas été niés, au contraire, d'autres recherches les ont confirmés et les aptitudes de *Sp. cytophaga* sous ce point de vue furent généralement reconnues. Cependant Winogradsky<sup>1)</sup> et Bokor<sup>2)</sup> ont soulevé des objections quant à son cycle de développement et sa place dans le système.

Winogradsky a cultivé du sol quelques microorganismes en forme des bâtonnets ressemblant à *Sp. cytophaga*. Dans certaines cultures ils étaient accompagnés de coccus qui manquaient dans les autres cultures. Winogradsky a donné à ce groupe des microorganismes, différents quant aux dimensions des bâtonnets et la coloration des cultures, le nom générique *Cytophaga*, jugeant, que le nom *Spirochaeta* ne répond pas à leurs traits morphologiques. Il considère une des espèces de *Cytophaga* comme identique avec celle de Hutchinson et Clayton et il l'appelle *Cytophaga Hutchinsoni*; elle répondrait donc à *Spirochaeta cytophaga* dans le stade des bâtonnets.

La manière la plus stricte dont les bâtonnets revêtent les fibres du papier à filtrer indique, que ce sont eux, qui décomposent la cellulose, Winogradsky tient donc les cultures contenant les coccus à côté des bâtonnets pour cultures infectés par un organisme étranger. Tous ses efforts pour isoler les coccus étant vains, il cesse d'étudier de plus près les cultures renfermant les deux formes.

Bokor, de même que Winogradsky admet que les coccus dans les cultures de *Spirochaeta cytophaga* sont un mélange. Il a isolé un microorganisme qu'il reconnût pour *Spirochaeta cytophaga*, l'a soumis aux expériences et il observait son développement qui, chose la plus importante, parut analogue au développement des *Actinomycètes*. Bokor le compta donc à ce groupe sous le nom de *Mycococcus cytophagus*.

Ainsi, supposant que Hutchinson et Clayton avaient à faire avec des cultures mélangées ou associations d'après les autres au-

<sup>1)</sup> Winogradsky S. Sur la dégradation de la cellulose dans le sol. Annales de l'Institut Pasteur. XLIII, p. 549. 1929.

<sup>2)</sup> Bokor M. Mycoccus cytophagus n. sp. 1929. (*Spirochaeta cytophaga* Hutchinson u. Clayton. 1919). Archiv für Mikrobiologie. Bd. I, s. 1. 1930.

teurs<sup>1)</sup>, Winogradsky et Bokor contestent l'opinion des auteurs anglais sur le rapport entre les bâtonnets et les cocci, et ils refusent de reconnaître que *Spirochaeta cytophaga* présente un cycle spécifique de développement.

Ce sont quelques lacunes dans les recherches de Hutchinson et Clayton qui expliquent la facilité avec laquelle Winogradsky de même que Bokor rejettent les observations des savants anglais. Ces derniers n'ont pas observé le changement des cocci en bâtonnets et ils ne présentent non plus des preuves que les formes qu'ils reconnaissent pour formes transitoires entre les bâtonnets et les cocci le sont en réalité. Winogradsky considère ces formes comme stades d'autolyse des bâtonnets.

D'autre côté, quelques détails des travaux de Winogradsky et Bokor font naître des doutes s'ils ne se trompaient pas en tenant les organismes qu'ils observaient pour *Spirochaeta cytophaga*.

Les cultures de *Cytophaga Hutchinsoni* reconnues par Winogradsky pour identiques avec *Spirochaeta cytophaga* sont très peu durables. D'après ses observations, au bout de quelques semaines déjà le procès d'autolyse des bâtonnets est tellement avancé qu'ils ne se laissent pas repiquer. Hutchinson et Clayton ne mentionnent point cette désorganisation remarquable dans les cultures de *Spirochaeta cytophaga* dont la possibilité de développement, d'après leurs observations n'était pas limitée par le temps. On pourrait expliquer cette différence en admettant que les cocci dans les cultures de *Spirochaeta cytophaga* sont leurs stades de repos et que la *Cytophaga Hutchinsoni* de Winogradsky ne produit pas cette forme.

L'identification de *Mycococcus cytophagus* avec *Spirochaeta cytophaga* faite par Bokor éveille encore plus de doutes. Bokor distingue trois phases du développement de *Mycococcus cytophagus*. Dans la première il paraît en forme de longs fils ramifiés, dans la seconde phase en forme des bâtonnets issus de la fragmentation des fils, dans la troisième on voit déjà la division des bâtonnets en petites spores. Cet organisme ne pourrait donc rappeler *Spirochaeta cytophaga* que dans la deuxième phase de son développement. Ni Hutchinson et Clayton ni Winogradsky n'ont observé ces longs fils ramifiés, dessinés par Bokor; le caractère granuleux des bâtonnets paraissant chez *Spirochaeta cytophaga* dans certaines conditions des cultures n'a pas pour suite la formation des spores, ainsi

<sup>1)</sup> Dubos, René J. The decomposition of cellulose by aerobic bacteria. Journ. of Bacteriology. Vol. XV, p. 223. 1928.

point de correspondance à la troisième phase du développement de *Mycococcus cytophagus*.

Vu une telle divergence des résultats des recherches et les doutes qu'ils éveillent, le développement de *Spirochaeta cytophaga* reste une question ouverte.

**Méthode des recherches.** Hutchinson et Clayton ont obtenu les cultures de *Sp. cytophaga* en infectant avec de la terre le papier à filtrer dans la solution minérale. Winogradsky cependant, partant de ce point de vue que les organismes vivant au dépens d'un corps insoluble tel que la cellulose sont plutôt adaptés à la vie sur un milieu solide, a cessé de les cultiver sur les milieux liquides. Il emploie du silico-gel dans les boîtes de Pétri, couvert de papier à filtrer et imprégné de solution minérale, sur lequel il espace des particules de terre. Au bout de 2—7 jours, selon la qualité de la terre employée pour l'infection, sur le papier à filtrer se font voir autour des particules de la terre des zones différemment colorées, formées par les microorganismes de différentes espèces capables dans un degré plus ou moins grand de décomposer la cellulose du papier.

Dans les recherches présentes nous avons adopté la méthode de Winogradsky dans le but d'isoler la *Sp. cytophaga*, mais avec cette différence que l'on posait le papier à filtrer non sur le silico-gel, dont la préparation en plus grande quantité est assez embarrassante, mais sur une couche de sable. Avant l'emploi, le sable fut immergé de l'acide chlorhydrique, puis lavé à l'eau jusqu'à la disparition de la réaction acide et soumis à l'action du feu. On humectait le sable avec la solution minérale, de composition indiquée par Hutchinson et Clayton, avec du phosphate de soude et d'ammoniaque ou bien on employait la solution de Winogradsky avec du nitrate de potasse.

Sur le papier à filtrer on espaçait les particules de terre fraîche du jardin botanique. Après 4—10 jours, selon, que l'on tenait les cultures dans l'étuve à 25—30° C, ou dans la température de la chambre, autour des particules de terre paraissaient les zones le plus souvent jaunes de teintes diverses. Les zones jaunes-brunes étaient formées par *Sp. cytophaga*. A l'ordinaire déjà après quelques jours ces zones se font à demi diaphanes et à mesure de la destruction du papier elles deviennent muqueuses. Les fibres du papier à filtrer pris d'une zone récemment formée sont pour la plupart couverts de bâtonnets; on n'y voit point des cocci ou bien ils se trouvent en petit nombre à côté des fibres ou à leur intérieur. Les fibres provenant de zones plus âgées, diaphanes, présentent un tout autre

aspect: le nombre de coccus sur eux a augmenté de beaucoup, ils sont situés dans la masse muqueuse, sur les fibres à côté des bâtonnets ou bien ils recouvrent les fibres d'une manière si intense que l'on ne voit même point les bâtonnets, enfin, au lieu des fibres on ne voit que des gaines formées de coccus et de mucus qui ont gardé la forme de la fibre après son entière destruction. Naturellement, les deux formes, c'est à dire, les bâtonnets et les coccus dont l'union étroite avec les fibres du papier est évidente, sont accompagnées par plusieurs bactéries étrangères et par les protistes.

Il est très difficile d'obtenir les cultures pures de *Sp. cytophaga*. Le mucus entourant les bâtonnets et le coccus empêche dans un haut degré de repiquer le matériel pur et les produits de la décomposition de la cellulose sont évidemment un milieu si favorable pour les microorganismes étrangers que leur nombre ne diminue pas dans cette mesure que l'on obtient avec d'autres microorganismes dans les milieux électifs. Comme ces cultures ne devaient servir qu'à des études morphologiques on s'est contenté de leur pureté approximative, tâchant seulement d'empêcher le développement démesuré des bactéries étrangères par des fréquents repiquages.

On cultivait *Sp. cytophaga* sur le papier à filtrer, sur le tissu de coton et sur l'ouate épurée. C'est l'ouate qui s'est montrée la meilleure à l'usage, ainsi on s'en servait le plus. On plaçait 0 gr 1 environ de l'ouate dans une fiole conique d'Erlenmeyer, on l'humectait avec 10—15 cm<sup>3</sup> de la solution minérale de manière que l'ouate ne fût pas immergée et on la stérilisait dans l'autoclave. Après l'infection on tenait les cultures dans la température de 25—28° C. On remarqua cependant que les cultures sur tous ces milieux n'étaient pas propres à apporter la solution du problème du cycle de développement de *Sp. cytophaga*. Les préparations prises en différents temps de la même culture démontrent qu'elle subit des changements: dans la culture jeune dominant les bâtonnets, dans la culture vieille les coccus; quelquefois on peut remarquer sur les fibres à côté de ces formes principales, des formes transitoires entre elles. L'existence des formes différentes sur les fibres ainsi que leur succession pendant le développement des cultures ont amené Hutchinson et Clayton à prononcer l'opinion que ces différentes formes appartiennent à un seul organisme. Cependant les observations des auteurs anglais ne sont pas suffisantes pour que l'on puisse admettre leur opinion sans restrictions. Les doutes ne pourraient être écartés que par les observations de la germination des coccus. Ces observations ne peuvent pas être faites sur les fibres opaques. Comme on n'a

pas réussi à cultiver *Sp. cytophaga* sur un milieu ne contenant pas de cellulose, il fallait chercher un autre milieu parmi les préparations de la cellulose.

C'est le cellophane, préparation de la cellulose qui possède les qualités nécessaires. Le cellophane en feuilles minces est diaphane, sa surface est lisse, et il ne change pas pendant la stérilisation sous la pression d'une atmosphère. *Sp. cytophaga* se développe bien sur le cellophane, elle le détruit complètement.

Pour observer le développement de *Sp. cytophaga* on l'ensemait dans une goutte de la solution minérale sur petites lamelles ( $1\text{ cm}^2$ ) de cellophane avec de la culture sur le coton ou papier à filtrer et on les plaçait dans les plaques de P é t r i sur le papier à filtrer humide ou directement sur les lames porte-objets. De temps en temps on les sujetta à l'étude sous le microscope. Déjà au bout des 24 heures on voit sur le cellophane des traits clairs et les bâtonnets situés au milieu d'eux (Planche XXIX, 1). Les bâtonnets paraissent encore plus distincts si on colore la préparation avec de l'érythrosine de manière adaptée par Winogradsky. Le cellophane de même que les fibres de la cellulose se décolore plus facilement que les bactéries, on peut donc obtenir après le lavage de la préparation les bâtonnets rouges de *Sp. cytophaga* sur le fond plus clair de cellophane. Les bâtonnets s'étendent sur le cellophane et après quelques jours ils occupent toute la surface de la plaque. Quelquefois déjà après 48 heures, le plus souvent après 3—4 jours, on peut voir à côté des bâtonnets les coccus, on voit aussi que les bâtonnets sont plus ou moins changés. Les changements des formes des bâtonnets et la situation des coccus dans les sillons tracés par les bâtonnets (Planche XXIX, 2) ne laissent aucun doute quant à l'origine de coccus.

Si les bâtonnets se changent en coccus, le procès inverse doit aussi avoir lieu dans certaines conditions. Hutchinson et Clayton et tout récemment Winogradsky faisaient des expériences pour observer ce phénomène sans arriver pourtant aux résultats. Nous les avons entreprises de nouveau sur le cellophane. Il est beaucoup plus difficile de voir la germination des coccus que leur formation. Ainsi nos premiers essais ont aussi échoué. On plaçait sur le cellophane les fibres couverts de coccus, *Sp. cytophaga* croissait, de nouveaux coccus se formaient, on ne pouvait pas cependant observer la germination des coccus repiqués. Le résultat positif ne fut obtenu qu'au moment où on a employé pour le repiquage la vieille culture, composée de coccus seuls, dans laquelle la cellulose était déjà complètement détruite. Une telle culture est due au changement

répété plusieurs fois de la solution minérale dans la culture première sur l'ouate ou, ce qui est encore plus facile, sur le cellophane. Dans une goutte de la nouvelle solution minérale infectée par la vieille culture et tenue dans la température de 25—28° C on peut voir déjà après 2 heures et demie les premières marques de la germination des coccus et après 4 heures le procès de développement est en plein cours.

On peut étudier de plus près les formes transitoires paraissant pendant la formation et la germination des coccus directement sur le cellophane ou bien en transférant une partie de la culture sur lamelle à l'aide d'une légère pression du côté inverse du cellophane. Cependant, les préparations sur lamelle provenant de cellophane sont moins propres à étudier les formes transitoires dans le procès du changement des bâtonnets en spores, car elles contiennent beaucoup de mucus. On peut obtenir les préparations plus claires de ces formes de cultures sur le coton ou papier âgées de quelques jours, quand leur surface commence à prendre une teinte jaune clair.

Le matériel sur lamelle de même que celui sur le cellophane fut fixé avec les vapeurs de l'acide osmique, puis coloré avec le mélange Giemsa. Le cellophane se colore d'une manière assez intense, mais son bleu n'est pas uniforme. Dans les endroits où *Sp. cytophaga* forme des agglomérations plus denses, la coloration est plus foncée. Quand on différencie la préparation avec du tanin, ces différences s'accroissent encore: les endroits occupés par les bâtonnets restent bleus, tandis que le reste de lamelle de cellophane se décolore ou devient rose clair. Cette manière de réagir du cellophane contre le colorant Giemsa correspond à l'observation de Winogradsky que les fibres changées par l'action de *Cytophaga Hutchinsoni* (Winogradsky) conservent mieux le bleu de méthylène que les fibres intactes.

**Cycle de développement de *Spirochaeta cytophaga* Hutchinson et Clayton.** Le microorganisme isolé suivant la méthode de Winogradsky correspond exactement à la description originale de *Sp. cytophaga*. Ses cellules végétatives ont la forme des bâtonnets droits, pliés en arc ou en forme d'S, aux bouts légèrement rétrécis. On trouve très rarement et dans les conditions qui ne sont pas favorables pour l'organisme les formes spiralées auxquelles il doit son nom générique, c'est ce qui prouve que cet organisme n'a rien de commun avec le genre *Spirochaeta*. Les dimensions des bâtonnets sont pour la plupart 3 — 5 × 0·3 — 0·4 μ, quelquefois elles atteignent 8 μ de longueur.

A l'intérieur des bâtonnets non colorés on ne peut observer aucune différenciation. Ils ne se colorent point ou difficilement — Hutchinson et Clayton l'ont déjà remarqué — avec les colorants employés ordinairement pour la coloration des bactéries. Dans toutes les phases de leur développement le Gram n'est pas pris. L'application de l'érythrosine, d'après la méthode de Winogradsky, et du mélange Giemsa donne des bons résultats. Les bâtonnets colorés suivant la méthode Giemsa prennent la teinte violette d'une manière uniforme, à l'exception des bouts qui restent incolores (Fig. 77 a). La préparation différenciée avec précaution au tanin, les bâtonnets conservent la couleur rouge très clair, la substance se colorant présente un caractère finement granuleux dans toute la cellule. Les bâ-

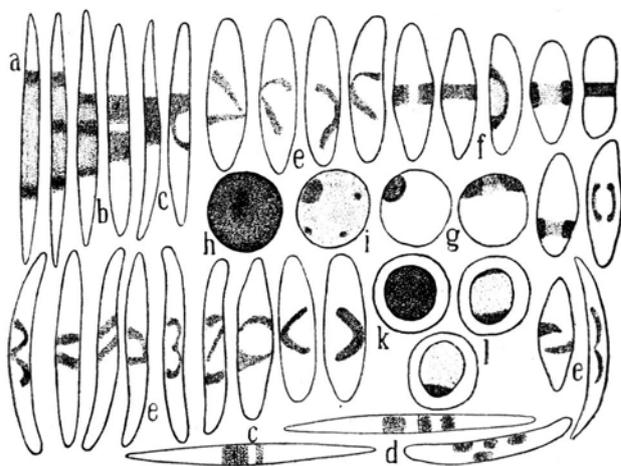


Fig. 77. Changement des bâtonnets végétatifs en microcystes.

tonnets colorés à l'érythrosine présentent un aspect analogue. La même disposition de la substance colorée est gardée pendant la division de la cellule qui se fait par rétrécissement (Fig. 78 b).

Ce n'est que dans la période de raccourcissement du bâtonnet que la chromatine se met à se différencier d'une manière distincte et les changements postérieurs de sa disposition c'est le seul phénomène que l'on puisse observer parallèlement au changement de la forme de la cellule (Planche XXIX, 3 et 4). Toutes les formes transitoires des bâtonnets depuis le moment de la différenciation de la chromatine, où le renflement des bâtonnets est à peine visible jusqu'à celui où ils atteignent la forme sphérique, présentent un aspect singulier: les cellules sont à ce point homogènes

que l'on ne réussit à différencier que la substance chromatique (Planche XXIX, 3 et 9).

Dès que le bâtonnet commence à changer sa forme, paraît en lui la substance chromatique, se colorant d'après la méthode Giemsa rouge cerise foncé. Deux agglomérations chromatiques ainsi colorées ayant des contours irréguliers se font voir d'abord près des bouts du bâtonnet (Fig. 77 a). Quelquefois on observe en outre une troisième agglomération au milieu ou plus près de l'une que de l'autre, d'où l'aspect fréquent des bâtonnets très peu accourci, ayant 2 ou 3 stries transversales plus foncées séparées par une zone plus claire (Fig. 77 b). Plus tard les agglomérations de la chromatine avancent vers le milieu des bâtonnets et à mesure de ce changement de place leur coloration devient plus intense et les contours plus précis. La substance chromatique forme une agglomération au milieu du bâtonnet ou continue d'être divisée en deux bandes (Fig. 77 c); il est plus rare qu'elle forme trois ou quatre grains (Fig. 77 d). La chromatine, divisée en deux bandes paraît dans différents stades de la réduction des bâtonnets ainsi que l'on voit les mêmes formes des bâtonnets renfermant une bande ou deux différemment posées (Fig. 77 e). Ce ne sont que les formes ovales qui présentent toujours une seule bande située au milieu ou approchée du pôle (Fig. 77 f). Enfin la cellule prend la forme sphérique et la chromatine celle d'un grain excentrique (Fig. 77 g). Finalement donc, plus tôt ou plus tard toute la chromatine s'agglomère. Dans cette période a lieu la formation de la gaine muqueuse, la cellule perd l'aspect qu'elle avait jusqu'à ce moment, elle commence à se colorer avec la melange Giemsa, d'abord rouge-claire, puis à mesure que la gaine grossit la teinte devient toujours plus intense jusqu'à la couleur violette foncée (Fig. 77 h). Jusqu'à ce que les gaines ne prennent pas encore la coloration violette foncée on voit distinctement à leur intérieur l'agglomération de la chromatine et en outre 2, 3 ou 4 petites taches de couleur rouge vif (Fig. 77 i). Quand la forme sphérique se colore sombre on ne peut plus distinguer ni la chromatine ni ces corps de teinte rouge. Si on différencie avec le tanin les cellules colorées au mélange Giemsa violet foncé, la gaine prend la couleur bleue pâle et elle se détache plus ou moins fort de la cellule enfermée en elle. La différenciation de la cellule (Fig. 77 k) à l'intérieur de la gaine part de l'agglomération excentrique de la chromatine, qui s'étend dans toute la cellule. Dans le stade suivant qui est le stade final, la cellule se différencie distinctement; elle se colore violet-clair et renferme une ou deux menues agglomérations de la chromatine (Fig. 77 l).

Ainsi la cellule végétative en forme de bâtonnet change en formation que l'on ne peut pas appeler autrement, malgré certaines restrictions de Hutchinson et Clayton<sup>1)</sup>, que microcyste. Les dimensions des microcystes oscillent entre  $1.3 \mu$  —  $1.6 \mu$ , celles des cellules qu'ils enferment sont de  $1 \mu$  environ.

Le processus du changement des bâtonnets en microcystes, décrit ci-dessus, n'est pas conforme dans tous les détails aux observations de Hutchinson et Clayton, bien que les formes transitoires des bâtonnets étudiées à présent correspondent, quelques exceptions faites, à celles qu'avaient décrites les auteurs anglais. Ils admettent que la division du bâtonnet en deux cellules ovales, formant des „sporoides“ a lieu quand le bâtonnet est assez renflé et

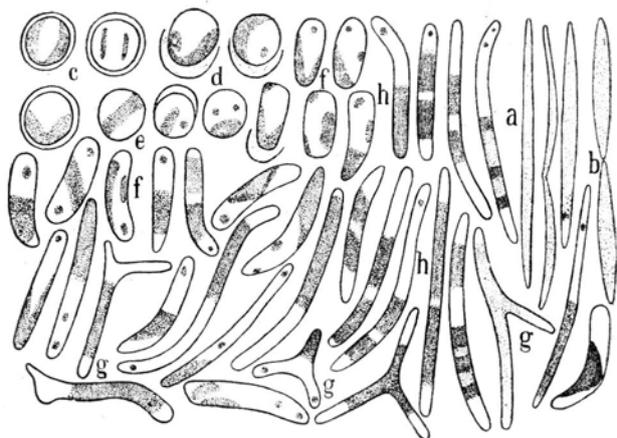


Fig. 78. Germination des microcystes et division des bâtonnets végétatifs.

enferme une bande de chromatine (Fig. 77 f). Nous n'avons observé sa division ni dans ce stade ni dans les stades antérieurs, quand le bâtonnet n'était que peu renflé. La cellule sphérique c'est à dire le microcyste ne se forme que par l'accourcissement et renflement progressive du bâtonnet.

La germination des microcystes ne s'opère pas strictement en sens inverse à leur formation. Les formes transitoires qui y paraissent sont autres. Les changements à l'intérieur de la gaine précèdent la germination des microcystes. Avant tout c'est la quantité de la substance chromatique qui augmente. Elle se différencie dis-

<sup>1)</sup> „the use of the term „cyst“ might imply more than is perhaps warrantable at the present time“. l. c.

tinctement du reste de la cellule qui ne se colore pas. La gaine se colore d'une manière beaucoup plus faible. Les microcystes prêts à germer sont très caractéristiques (Fig. 78 c) et il est facile de les distinguer des microcystes en repos. La cellule changée ainsi quitte sa gaine, et elle semble se frayer un chemin par la solution locale d'une partie de la gaine. On voit que la cellule se sépare de sa gaine d'un côté et qu'en même temps la gaine disparaît de l'autre. Immédiatement après avoir été abandonné par la cellule, la gaine reste largement ouverte (Planche XXIX, 7; Fig. 78 d). Il faut souligner que ce n'est pas toujours avec la même facilité que l'on puisse observer comment les cellules quittent leurs gaines et les laissent vides. Desfois il y avait un grand nombre des gaines vides, pendant les autres germinations il était difficile de les trouver, comme si elles disparaissaient de toute la cellule (Planche XXIX, 6, Fig. 78 e) et on n'a pu constater de quoi cela dépendait. La cellule sortie de sa gaine s'allonge en bâtonnet; elle prend d'abord une forme ovale, puis elle se change en bâtonnet court aux bouts arrondis, souvent légèrement plié (Fig. 78 f) qui à mesure de s'allonger devient toujours plus mince jusqu'à ce qu'il parvienne à la longueur naturelle; il diffère des bâtonnets végétatifs par des bouts non rétrécis (Fig. 78). On trouve rarement les bâtonnets ramifiés (Fig. 78 g), qui n'ont cependant rien de commun avec la ramification des Actinomycètes.

En même temps que le changement de forme, ont lieu les changements de la disposition de la substance chromatique. Dans la cellule qui vient de quitter sa gaine la chromatine paraît en forme d'une bande située près du pourtour de la cellule mais qui ne la ceint pas complètement. De là vient que l'aspect de la chromatine dans l'intérieur de la cellule est différent conformément à sa situation. Dans les courts bâtonnets jeunes on voit toujours la chromatine divisée en parties inégales; c'est ce qu'on voit rarement dans la cellule sphérique, plus souvent dans la cellule ovale. Dans un bout de la cellule est agglomérée une plus grande masse, dans l'autre bout on voit une ou deux condensations considérablement plus petites qui disparaissent à mesure de la croissance du bâtonnet. Déjà dans le bâtonnet court on peut remarquer très souvent, que l'agglomération plus grande de la chromatine dans un bout du bâtonnet se compose de deux parties situées l'une près de l'autre qui avancent vers le milieu du bâtonnet à mesure de sa croissance. L'aspect le plus fréquent des bâtonnets dans cette phase est celui où la chromatine est agglomérée dans une moitié du bâtonnet tandis que l'autre moitié semble être vide (Fig. 78 h). Quand la chromatine parvient à occuper

le milieu du bâtonnet, ses deux parties se séparent et continuent desfois de se diviser en plus petites parties. Les bâtonnets ne se divisent pas à l'état jeune, quand la substance chromatique forme des agglomérations. La division a lieu quand ils ont atteint une certaine dimension. Ils se divisent en leur milieu et à cet état la substance chromatique ne forme déjà des agrégations distinctes.

Déjà Hutchinson et Clayton ont remarqué que le développement de *Sp. cytophaga* diffère considérablement du développement ordinaire des bactéries. Les recherches présentes démontrent sa grande ressemblance avec le développement de Myxobactérie du genre *Myxococcus*<sup>1)</sup>. Toutes les deux paraissent sous la forme des bâtonnets et des microcystes, ont la même forme des bâtonnets végétatifs dont la division se fait par le rétrécissement local, elles produisent du mucus et rejettent leurs gaines pendant la germination des microcystes. Il y a pourtant des différences entre ces microorganismes. *Sp. cytophaga* ne forme point des groupements caractéristiques des cellules pendant la période stationnaire ce que l'on observe chez toutes les *Myxobacteriaceae*. Son développement est aussi plus simple que celui des Myxobactéries du genre *Myxococcus*.

Chez les *Myxococcus* comme l'a démontré Badian<sup>2)</sup> pour le *Myxococcus virescens*, la chromatine paraît en forme définie déjà dans les bâtonnets végétatifs, au cours du son développement a lieu le phénomène de l'autogamie et dans les microcystes la chromatine subisse la division réductrice. Dans les bâtonnets végétatifs de *Sp. cytophaga* la chromatine ne se différencie pas, son agglomération ne se fait que pendant la formation des microcystes, sa division pendant leur germination n'a pas le caractère de division réductrice, bien qu'en même temps une partie de la chromatine soit rejetée et disparaisse à mesure de la croissance du bâtonnet. Vu ces différences on ne peut pas sans restriction compter *Sp. cytophaga* au genre de *Myxococcus*.

Il y a encore une raison pour faire différer le classement de *Sp. cytophaga*. Winogradsky a cultivé plusieurs espèces des bactéries dont les bâtonnets ressemblent à ceux de *Sp. cytophaga*. Elles sont toutes aptes à décomposer la cellulose, elles diffèrent cependant de cette espèce par le manque des formes en repos — des microcystes. Les recherches sur les espèces désignées par le nom de *Cytophaga*, sans aucun doute très proches à *Sp. cytophaga*, ne peuvent

<sup>1)</sup> Krzemieniewscy, H. i S. Morfologia komórki miksobakteryj. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. V. 1928, p. (46).

<sup>2)</sup> Badian, J. Z cytologii Miksobakteryj. Acta. Soc. Bot. Pol. VII. 1930, p. 55.

pas être considérés comme finis, il est donc possible qu'après quelque temps on pourra placer tout le groupe *Cytophaga*, y compris *Sp. cytophaga*, à côté des *Myxobacteriaceae* ou bien le compter parmi elles.

### Résumé.

Les cultures sur le cellophane conviennent le mieux pour l'observation directe du cycle de développement de *Sp. cytophaga*.

A l'aide de ces cultures on réussit à démontrer que *Sp. cytophaga* paraît sous deux formes qui sont, comme l'admettaient Hutchinson et Clayton, les stades de son développement. Les cocci accompagnant toujours les bâtonnets dans les cultures ne sont pas des organismes étrangers et ils ne forment point d'association avec les bâtonnets. Ce sont les microcystes formés des bâtonnets accourcis et qui reviennent à la forme des bâtonnets après avoir rejeté leurs gaines.

Le passage d'une forme à l'autre se fait par les formes transitoires. Celles qui paraissent pendant le processus du changement des bâtonnets en microcystes sont différentes des formes que l'on trouve dans le procès inverse.

Le cycle de développement de *Sp. cytophaga* l'approche à celui du genre *Myxococcus* du groupe des *Myxobacteriaceae*.

De l'Institut de Biologie et de Botanique de l'Université à Lwów (Pologne).  
Octobre 1930.

### Légendes de la planche.

Les photographies ont été prises avec l'appareil de Leitz „Makam“, les Nros 1—6 à un grossissement de 1000 et les Nros 7—9 de 2000.

Toutes les photographies ont été faites des préparations colorées avec le mélange Giemsa.

1) Jeune culture de *Spirochaeta cytophaga* sur le cellophane. Cellules végétatives disposées en stries.

2) Microcystes se formant de cellules végétatives dans les sillons tracés par elles sur le cellophane.

3) et 9) A côté de nombreuses cellules végétatives dont quelques unes en état de division, différentes formes transitoires avec les agglomérations distinctes de la chromatine.

4) Réduction des cellules avancée; formes sphériques avec les agglomérations de la chromatine et microcystes colorés sombre.

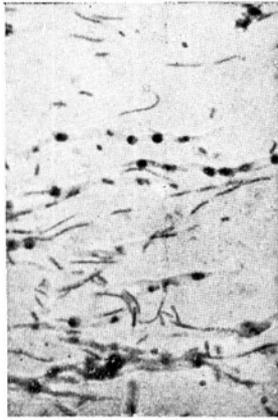
5) Formes sphériques et microcystes enveloppés dans les gaines après la coloration de Giemsa et la différenciation au tанин.

6) et 8) Jeunes cellules délivrées de leurs gaines ayant déjà la forme des bâtonnets avec la disposition caractéristique de la chromatine.

7) A côté des bâtonnets jeunes les gaines qu'ils ont abandonnées.



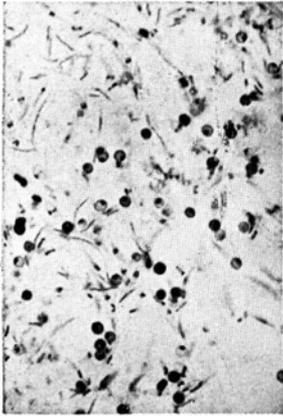
1



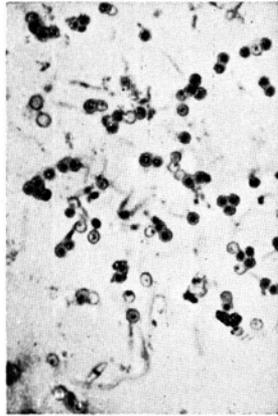
2



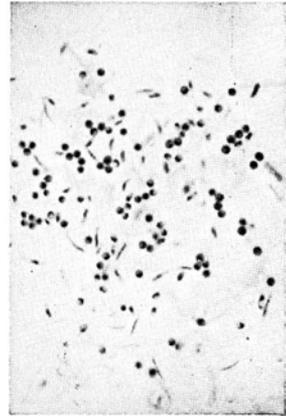
3



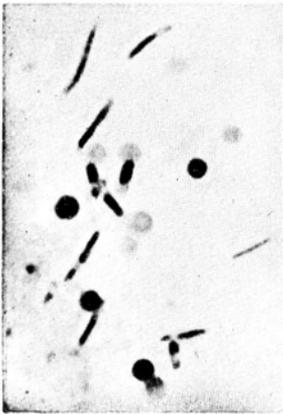
4



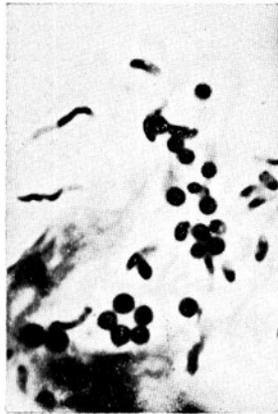
5



6



7



8



9