agit comme une force d'appel, aurait une action antagoniste sur le cours de la lymphe de ces vaisseaux profonds.

Or, cela ne correspond pas ni aux bonnes conditions fonctionnelles, ni à la topographie lymphatique de la glande mammaire.

Ainsi que le lait arrive des acini des plus profonds de la glande au mamelon, de même la lymphe des vaisseaux profonds peut arriver au plexus sous-aréolaire sans être obligé d'aller directement dans le thorax !

LA CONSTANCE DES ESPÈCES BACTÉRIENNES, ENVISAGÉE PARTICULIÈREMENT AU POINT DE VUE DES RAPPORTS POSSIBLES ENTRE LE « STREPTOCOCCUS LACTICUS » ET LE « STREPTOCOCCUS PYOGENES » (1)

Par Alice C. EVANS

Bactériologiste du Service de l'Hygiène publique des Etats-Unis, Washington, D. C.

(Publié avec l'autorisation du Médecin-Chef).

Plusieurs communications ont été faites, au cours des dernières années, relativement à certains streptocoques acquérant ou perdant une ou plusieurs de leurs propriétés caractéristiques. Les communications de ce genre intéressent le bactériologiste spécialisé en matière de laiterie, car une grande partie des bactéries dont il doit s'occuper, qu'elles soient utiles ou nuisibles, sont des streptocoques. Le présent article, dans lequel il est question des rapports possibles entre le *streptococcus lacticus* et le *streptococcus pyogenes*, a été rédigé à la demande du Rédacteur en chef de la revue *le Lait*. La meilleure manière de traiter ce sujet, c'est d'étudier rapidement la constance des bactéries dans leur ensemble.

Dans les publications bactériologiques, on voit paraître, avec une fréquence croissante, des communications suivant lesquelles telle ou telle espèce de bactérie aurait été observée avec certaines caractéristiques inconnues jusque-là pour cet organisme particulier. Une espèce, qui a toujours produit sur l'agar des colonies régulières, est soumise par quelque expérimentateur à un changement de milieu ; on constate alors qu'elle produit des colonies irrégulières. Les sous-cultures des colonies irrégulières continuent à se développer sous forme de colonies irrégulières. Il est également possible d'observer qu'une race d'une espèce déterminée acquiert ou

(1) Traduction de M. C. WOLF.

perd sa propriété d'utiliser quelque hydrate de carbone ; ou bien qu'une race de quelque espèce connue sous forme de bâtonnet se développe sous la forme de microcoque.

Parmi les streptocoques, plusieurs changements surprenants dans les propriétés des races ont été notés. Quelques expérimentateurs ont signalé que le streptocoque lactique commun acquérait une certaine virulence lorsqu'on le faisait passer à plusieurs reprises à travers des lapins ; l'un d'eux a signalé que d'un streptocoque qui, au début, hémolysait les globules rouges du sang, était dérivée une race produisant la décoloration verdâtre connue sur les plaques de gélose au sang ; et un autre a indiqué qu'un streptocoque avait été transformé en staphylocoque.

Que signifient ces changements ? Les bactériologistes ont-ils été induits en erreur l'un après l'autre pour mentionner des transformations qui devraient être attribuées à des contaminations ? Certains croient qu'il en est effectivement ainsi. Une autre opinion qui a été fréquemment émise est que, si ces transformations se sont réellement produites dans des cultures pures, les caractéristiques des espèces doivent être moins constantes dans les bactéries que dans les formes de vie plus élevées et plus complexes. La présente étude se propose de montrer ce qu'il y a de fallacieux dans ces deux points de vue, et d'exposer d'autres théories plus logiques.

Il est généralement admis par les bactériologistes que, dans des conditions de culture normales, une race conserve ses propriétés avec une constance assez marquée. On admet toutefois que certains changements peuvent se produire. Par exemple, les germes pathogènes peuvent perdre leur virulence quand ils sont cultivés artificiellement. Un tel changement paraît être naturel, car il est comparable à l'atrophie d'un membre ou d'un organe non utilisé dans une forme de vie supérieure. Tout changement qui ne paraît pas être naturel est supposé immédiatement être dû à une contamination. Beaucoup de bactériologistes tiennent encore énormément à la théorie monomorphique soutenue par COHN, par KOCH et par ses élèves, et suivant laquelle un coccus ne peut engendrer que des cocci, et un bâtonnet ne peut produire que des bâtonnets, quelles que soient les conditions. Cette théorie a été la providence des conservateurs en bactériologie pendant plusieurs décades de progrès.

La nature des bactéries empêche l'expérimentateur de suivre l'histoire de la vie des organismes individuels. C'est pourquoi les changements occasionnels observés peuvent être expliqués par des contaminations. En outre, c'est seulement après des observations minutieuses, soigneusement contrôlées, que l'on peut prétendre que les changements qui se produisent dans les cultures bactériennes

ne sont pas dus à des contaminations. C'est pourquoi on peut exiger beaucoup de ceux qui prétendent avoir observé des variations dans les cultures pures. Une affirmation de ce genre devrait être accompagnée de preuves évidentes et convaincantes en établissant l'exactitude.

Dès le début de l'histoire de la bactériologie, on constate qu'un grand nombre de renseignements ont été accumulés par des expérimentateurs sérieux, qui montrent que des changements morphologiques ou de nature physiologique peuvent se produire dans des cultures pures de bactéries. Il n'est plus possible de passer négligemment sur cette foule de renseignements en se contentant de dire que tous les changements signalés étaient dus à des contaminations. Il faut admettre que des changements de milieu peuvent amener des transformations dans les cultures pures de bactéries. Cette constatation ne suffit pas toutefois pour penser que les caractéristiques spécifiques des bactéries sont plus facilement sujettes à des variations que les caractéristiques spécifiques des formes de vie supérieures. Au contraire, il n'existe aucune preuve évidente que la transmission des propriétés spécifiques s'applique moins au protoplasme bactérien qu'aux autres types de protoplasme.

Le problème de la constance des espèces bactériennes devrait être examiné à la lumière de certains faits concernant des variations se produisant dans des formes de vie supérieures, qui sont admises par les spécialistes de ces questions.

La découverte de nouveaux types variables dans presque tous les animaux ou plantes, qui ont été soigneusement examinés, indique que le phénomène de variation est très répandu. Si des variations se produisent dans les espèces bactériennes, comme dans les formes de vie supérieures, un organisme dérivé qui se trouve être mieux adapté à son milieu que le type auquel il est apparenté aura des chances de prédominer dans la culture au bout de peu de jours et même de quelques heures, à cause de la multiplication rapide des individus, tandis que dans les formes supérieures où la vie de l'individu se mesure en années, le phénomène de remplacement du type original par le type dérivé se développe si lentement que seul le paléontologiste peut l'observer.

Un autre fait, accepté par les spécialistes de la génétique, devrait retenir l'attention des bactériologistes : la même variation apparaît à plusieurs reprises dans la même espèce de plante ou d'animal.

En plus des véritables variations, il y a une autre sorte de transformations qui se présente dans les formes supérieures de vie. Les individus traversent des cycles vitaux. Dans ces transformations, il n'y a que les cellules somatiques qui soient intéressées. Les cellules germina-

les, qui, seules, peuvent transmettre les caractéristiques de l'espèce, ne subissent aucune altération. Quelques exemples familiers rappelleront au lecteur que les changements dans la morphologie, la physiologie, et autres caractéristiques, se rencontrent communément en biologie. S'il existe des changements visibles à l'œil nu à tous les degrés de la vie, il ne saurait être surprenant qu'il s'en trouve aussi dans la vie microscopique.

Un exemple de variation concernant la physiologie, sans modification notable de forme ni de couleur, peut être considéré comme quelque chose d'analogue à la variation des propriétés biochimiques des bactéries sans modification dans l'apparence générale. Le métabolisme de la marmotte qui dort pendant tous les mois d'hiver, en se nourrissant de la graisse accumulée dans son propre corps, ne ressemble pas à celui de l'animal qui, pendant l'été, consomme des herbages pour subvenir à ses besoins du moment et aussi pour constituer la provision de graisse dont il aura besoin pendant l'hiver.

Beaucoup d'oiseaux ont un plumage d'hiver tout à fait différent de leur plumage d'été. Les arbres à feuilles caduques présentent en hiver, avec leurs branches nues, un aspect tout différent de celui qu'ils présentent en été, quand ils sont couverts de feuilles vertes. Dans le cas des arbres et des oiseaux, tout le monde peut observer facilement le passage d'une apparence caractéristique à une autre. Au fur et à mesure que la grandeur de l'individu va en diminuant, l'observation correcte des métamorphoses devient extrêmement difficile. Il y a beaucoup de gens très instruits qui ne savent pas que la petite larve vivace qui s'agite dans l'eau croupissante d'un marais deviendra le moustique susceptible de donner la fièvre jaune. Pourtant, celui qui s'intéresse à cette transformation, et peut y consacrer le temps nécessaire, pourra observer les changements successifs d'un même individu de l'œuf à la larve, de la larve au cocon et du cocon à l'adulte ailé.

L'histoire de la vie de l'aphis, ou puceron, doit être comprise parmi ces exemples, car dans le cas de cet insecte une génération après une autre accuse des formes imparfaites, suivie d'une façon irrégulière par des formes plus parfaites. Le cycle n'est pas terminé au cours de la vie des individus, mais plusieurs générations peuvent se rencontrer dans une seule phase d'un cycle. Si l'on examine une colonie d'aphis pendant les mois d'été, on verra généralement qu'elle se compose en très grande partie d'individus dépourvus d'ailles ; ce sont des femelles, qui se reproduisent sans l'intervention des mâles. Dans beaucoup de cas, ces formes donnent naissance à des jeunes vivants, au lieu de pondre des œufs. La reproduction est si rapide que la provision de nourriture serait bientôt épuisée si

une autre forme de l'espèce ne se présentait pas. De temps en temps, il naît des jeunes qui sont pourvus d'ailés, ce qui assure la propagation de l'espèce. Cette forme ailée se compose aussi entièrement de femelles. Celles-ci, à leur tour, produisent la forme non ailée. Après que de nombreuses générations ont été produites asexuellement, on voit apparaître, quand le temps devient froid, ou quelquefois dans les temps chauds quand la nourriture manque, une génération qui comporte les deux sexes. Les formes sexuelles s'accouplent et les femelles produisent chacune un ou plusieurs véritables œufs. De l'œuf d'hiver s'échappe, généralement au printemps, une femelle sans ailes qui est l'origine des générations d'été.

On peut encore donner un exemple des différentes phases du cycle vital d'un organisme minuscule se rapprochant beaucoup de la bactérie. On connaît cinq différentes sortes de « spores » de la rouille du blé. Trois phases bien connues du cycle vital de cet organisme étaient considérées autrefois comme représentant trois parasites différents : la « rouille noire » et la « rouille rouge » du blé et des autres graminées, et le *berberis fungus*. On sait aujourd'hui que la « rouille rouge » passe par trois générations de très bonne heure dans la saison et, au fur et à mesure que la saison avance et que la plante hospitalière mûrit, les « spores d'hiver » se développent, donnant au parasite une apparence toute différente. C'est dans cette condition qu'on le connaissait sous le nom de « rouille noire ». Au printemps, quand les spores d'hiver germent, des spores d'une autre sorte sont produites sur les tubes germinatifs. Celles-ci, pour se développer, doivent être transportées sur la feuille de l'épine-vinette. L'infection de cette plante cesse avec la production de spores d'une autre sorte encore, qui ne germera que sur une graminée.

Il a fallu des études prolongées et minutieuses faites par des expérimentateurs très exercés, pour établir ces faits relatifs à la rouille du blé. Maintenant que le cycle complet de la vie de cet organisme est connu, personne ne saurait supposer que la transformation du parasite du blé en parasite de l'épine-vinette est une variation d'espèce. C'est simplement l'accomplissement du cycle vital d'un organisme complexe.

Il existe encore une autre sorte de variation qui se présente dans les formes plus élevées de vie, et dont on trouvera un exemple dans l'immunité telle que celle qui s'acquiert contre la fièvre scarlatine, la variole, le choléra et d'autres maladies. L'individu reste relativement résistant pendant longtemps après s'être relevé d'une attaque ; dans certains cas, la résistance persiste durant toute sa vie. La nature du changement est inexplicable pour le moment, mais il faut supposer qu'il se produit une modification physiologique des

cellules du corps. Si cette immunité acquise est transmissible, elle ne l'est qu'à un degré limité.

Il y a donc trois types de variation connus se produisant dans les formes plus élevées de la vie : 1^o les mutations vraies, dans lesquelles le changement a lieu dans les cellules germinales (les caractéristiques de l'individu qui dépendent de ce changement sont transmises sans interruption à la descendance); 2^o les cycles vitaux, dans lesquels l'individu existe sous des formes variables qui se succèdent suivant les changements de milieu et qui correspondent à celles qui ont eu lieu régulièrement dans les générations antérieures de l'espèce. Un point qui est important dans son analogie possible avec les cycles vitaux des espèces bactériennes, c'est la reproduction de plusieurs générations d'individus semblables dans une seule des différentes phases du cycle vital de l'espèce, comme dans le cas des aphidés cité plus haut; 3^o les réactions aux circonstances accidentelles, telles que la lutte contre un parasite envahisseur; des propriétés particulières se sont développées, qui seraient restées latentes si aucune occasion ne s'était présentée de les utiliser.

Les exemples de variation donnés ci-dessus montrent que le changement dans la morphologie ou dans l'activité physiologique, considéré comme une adaptation à un changement dans le milieu environnant, est une loi biologique. On peut donc s'attendre raisonnablement à trouver aussi cette variation chez les bactéries. En effet, il semble que le poids des preuves s'accumule sur ceux qui voudraient prétendre qu'il ne peut y avoir aucun changement dans le cas des bactéries.

LOHNIS, qui a publié récemment un résumé très clair de la littérature concernant les cycles vitaux des bactéries, dit que chaque espèce de bactérie, qui a été étudiée à fond, a été trouvée susceptible de développer des formes tendant à des types supérieurs de vie. On s'est déjà demandé parfois si les bactéries ne sont pas simplement une phase à cellule simple de l'histoire de la vie d'organismes plus complets. Quoi qu'il en soit, on a accumulé des preuves suffisantes pour établir que les bactéries ne sont pas les organismes extrêmement simples que l'on croyait être autrefois, se présentant toujours avec la même forme de cellule et se reproduisant toujours simplement par segmentation.

Quand une transformation complète d'une caractéristique donnée quelconque apparaît dans une culture pure de bactéries, nous ne savons généralement pas si c'est un cas de mutation vraie, ou si c'est simplement une réaction momentanée due au milieu environnant. S'il est possible de ramener la race au type original, la transformation peut être considérée comme analogue aux cycles vitaux des

formes plus élevées de vie. Si la race ne retourne pas au type original, il peut s'agir, dans ce cas, d'une mutation vraie, ou bien il se peut que l'organisme se trouve dans une certaine phase de son cycle vital qui exige des conditions spéciales pour sa transformation, ou que l'investigateur ne sache pas comment pourvoir au milieu nécessaire. Ces possibilités ne sont citées qu'à titre d'indication pour faire comprendre au lecteur que les bactériologistes ne savent pratiquement rien, au sujet des variations des espèces bactériennes, avant qu'elles ne se produisent. Il n'est pas nécessaire toutefois que les bactériologistes continuent à ignorer tout à ce sujet. Les recherches feront graduellement la lumière sur ce point, comme sur d'autres problèmes scientifiques.

Il semble probable que la rapidité du progrès en bactériologie dans le plus prochain avenir dépendra de la facilité avec laquelle les investigateurs accepteront la théorie du polymorphisme et de la polybiose. De grandes découvertes en bactériologie ont eu lieu, avec une fréquence décroissant graduellement, depuis les années 1879 à 1887, au cours desquelles des découvertes de grande importance se succédèrent rapidement par suite du perfectionnement de la technique bactériologique par PASTEUR, KOCH et d'autres. A ce moment, la théorie monomorphique était la théorie pratique. Il était inutile de perdre du temps à suivre les complications inextricables du polymorphisme bactérien, du moment que la théorie la plus simple suffisait pour favoriser de grandes découvertes. On peut encore faire de grandes découvertes, mais l'ancienne théorie a presque complètement cessé d'en produire.

Il existe encore un problème, qui ne peut être abordé pour le moment par les bactériologistes : c'est celui qui concerne les virus filtrants, dont aucun n'a été cultivé d'une façon satisfaisante. Les virus filtrants restent en grande partie un mystère. Il semble probable que, dès que ce mystère sera dévoilé, quelque chose viendra s'ajouter à nos connaissances du polymorphisme bactérien.

En appliquant ces faits généralisés, concernant la variation dans une espèce particulière quelconque, aux streptocoques, il est indispensable, on ne saurait trop le répéter, de procéder avec la plus grande circonspection. Il ne semble pas absurde d'admettre qu'un gain ou qu'une perte de virulence puisse avoir lieu chez un streptocoque possédant toutes les propriétés biochimiques d'une des races utiles en laiterie. Il y a cependant certains points susceptibles de faire s'égarer l'investigateur s'il s'efforce de réunir des preuves expérimentales évidentes qu'un streptocoque lactique commun peut devenir virulent.

Les streptocoques du pis de la vache sont généralement éliminés

dans le lait. Il peut arriver qu'une race provenant du pis soit virulente pour les animaux de laboratoire, mais la plupart des races ne sont ni virulentes ni hémolytiques. Cependant aucune différenciation n'a été faite entre ces familles non virulentes, non hémolytiques du pis, et certains streptocoques qui se multiplient dans les produits de la laiterie et contribuent à la production d'arômes désirables. Bien que commun dans le lait et les produits de la laiterie, le streptocoque du pis n'est pas le *streptococcus lactis*, qui prédomine dans le lait qui s'acidifie, mais il peut être facilement distingué en ce qu'il lui manque la propriété caractéristique de l'organisme lactique commun, qui est la propriété réductrice. Il y a encore d'autres différences moins nettes entre les deux types de streptocoques et il faut souligner le fait que le *streptococcus lactis* n'infecte pas le pis des vaches. Il ne se trouve pas dans le lait trait aseptiquement. Cependant la différence entre les deux types de streptocoques des laiteries n'a pas toujours été claire pour les bactériologistes. C'est pourquoi il convient de demander à ceux qui ont indiqué que le streptocoque lactique commun avait été rendu virulent, s'ils se trouvaient en présence du vrai *streptococcus lactis* ou d'une race atténuée provenant du pis.

Il y a une autre raison pour laquelle il faut être prudent quand on tire des conclusions d'expériences entreprises dans le but de démontrer que le *streptococcus lactis* peut devenir virulent par son passage dans le corps d'un animal : des streptocoques identiques morphologiquement à l'organisme lactique commun, infectent communément les animaux des laboratoires. La possibilité de cultiver un streptocoque pathogène, infectant naturellement les tissus d'un animal inoculé par voie expérimentale, est trop grande pour tirer des conclusions de quelques expériences seulement. Jusqu'à présent, on n'a pas encore publié de renseignements suffisants permettant d'énoncer des conclusions définitives en ce qui concerne le point de savoir si la virulence peut être acquise par les streptocoques des laiteries.

Le praticien ne doit pas, toutefois, s'inquiéter outre mesure de ces problèmes. Il a déjà été dit plus haut que, dans des conditions normales de culture, on peut admettre que les bactéries présentent leurs caractéristiques connues avec une constance considérable. Une culture de streptocoques, choisie en vue de quelque usage pratique, se conservera pendant longtemps, quoique pas indéfiniment, avec les caractéristiques qui en font une race spéciale, pourvu qu'on la conserve pure dans des conditions usuelles de culture. Si l'on constate un changement dans une culture de ce genre, ou bien la culture a été contaminée, ou bien sa capacité de se multiplier dans les condi-

tions existantes est épuisée, et des propriétés spéciales se sont développées pour s'adapter à ces conditions ; ou bien il s'est produit un changement avantageux et l'individu transformé surpasse le type original. Tout bactériologiste doit être certain que les bactéries, aussi bien que les formes de vie plus élevées, sont gouvernées par les lois biologiques.

**QUELQUES REMARQUES SUR L'ÉTUDE
DE CH. BARTHEL :
INFLUENCE DES MOISSURES
SUR LES FERMENTS LACTIQUES (1)**

Par le Dr JAROSLAV DVORAK

Dans le travail de Ch. BARTHEL, celui-ci a trouvé que la présence des moisissures dans un milieu nutritif exerce une influence favorable sur les bactéries lactiques, parce que les matières produites par celles-là ont un effet stimulateur sur celles-ci.

Se basant sur toute une série d'essais, cet auteur émet la supposition que l'influence incontestablement favorable des moisissures sur les bactéries lactiques peut avoir certaine importance pratique dans la fromagerie, où les deux groupes de micro-organismes se développent simultanément dans un milieu naturel, comme cela est dans la fabrication des fromages de Roquefort, de Gorgonzola, etc.

Déjà, pendant les années 1915-1917, j'ai fait des expériences à l'Institut lactologique de l'Ecole polytechnique à Prague, où j'étudiais l'influence qu'exercent les bactéries lactiques sur la croissance des moisissures utiles pour fromagerie du genre de *Penicillium* et j'ai obtenu des résultats analogues à ceux de Ch. BARTHEL.

J'ai publié l'ensemble de ces études dans l'ouvrage : *Etudes biochimiques de quelques moisissures du genre Penicillium*, importantes en fromagerie (*Rozpravy české akademie ved a umeni*, classe II, n° 31, 1917). C'est le professeur LAXA qui en a rapporté le résumé dans la revue *le Lait*, 1^{re} année, p. 361, 1920.

Puisque l'auteur ne cite pas mon travail, je crois de mon devoir d'attirer, moi-même l'attention sur les conclusions que j'y ai formulées.

A part une quantité d'autres observations, j'ai étudié l'influence symbiotique des bactéries lactiques et des moisissures sur la peptonisation de la caséine en présence du lactose dans un milieu neutre et dans le lait. Dans mon travail, à la page 20, je dis ce qui suit : « Les bactéries lactiques, par leur formation d'acide lactique, favo-

(1) *Le Lait*, 4^e année, n° 39.