

CHAPITRE VIII
LE BACILLE TÉTANIQUE

Le Bacille du tétanos a été décrit par NICOLAÏER, en 1884. (*B. de Nicolaïer*), et cultivé par KITASATO, en 1889. C'est l'agent du tétanos de l'homme et des animaux, (dont l'étude a donné naissance à un nombre incroyable de travaux). C'est, grâce à sa toxine, le microbe pathogène le mieux différencié¹.

A) ISOLEMENT, CULTURES

1° Isolement. — L'isolement du *B. de Nicolaïer* est assez délicat, car il existe dans la terre, au milieu d'impuretés de toutes sortes ; il reste cantonné dans la plaie parmi les souillures, et en disparaît même assez rapidement.

On inocule un *cobaye* avec de la terre des jardins ou avec des produits pathogènes (pus d'une plaie tétanigène). Dès les premiers symptômes, on recueille la sérosité du point inoculé, on la chauffe à + 80° pendant une heure, ou à + 100° pendant une ou 2 minutes, et on fait des cultures anaérobies, qu'il faudra souvent encore purifier.

On peut commencer par la culture dans le vide, qu'on chauffe à + 80° vers le 6^e jour et qu'on réensemence ; on opère ainsi plusieurs fois de suite. Si les cultures sont contaminées de

¹ Consultez : J. COURMONT et DOYON. *Le tétanos*. Actualités médicales. Baillière, 1899 ; et VON LEYDEN et F. BLUMENTHAL : *Der Tétanus*. Spezielle Pathologie, VON NOTHNAGEL, V, 2. Wien, 1900.

V. septique, on fera l'isolement sur gélatine en *tubes de Roux* (p. 215) ou de *Vignal* (p. 213).

2° Caractères généraux des cultures. — Anaérobie, mais moins strictement que le *V. septique*. Il se développe dans les milieux légèrement aérés, et s'y accoutume (voy. p. 185). On ne doit cependant le cultiver que dans le vide ou dans l'hydrogène ; l'acide carbonique ne lui convient pas. Végète de + 14° à + 43°. Tempér. optima = 38°. Se développe bien sur tous les milieux usuels neutres ou faiblement alcalins ou mêmes acides. Les cultures liquides deviennent rapidement alcalines.

3° Cultures sur milieux solides. — A. GÉLOSE. — Par piqûre profonde, culture nuageuse peu caractéristique. Gaz fragmentent.

B. SÉRUM. — Culture nuageuse. N'est pas liquéfié.

C. GÉLATINE. — En profondeur : vers le 6^e jour, petits points nuageux, armés d'aiguilles plantées à angle droit (fig. 158, 2 et 296). La *liquéfaction* commence vers le 10^e jour ; lorsqu'elle est complète : liquide clair avec dépôt floconneux au fond. Quelques bulles de gaz.

D. POMME DE TERRE. — Culture maigre, mince, humide, ressemblant à celle du *B. d'Eberth*.

4° Cultures en milieux liquides. — A. BOUILLON. — Le trouble apparaît, en même temps que des bulles de gaz, vers la 36^e heure, parfois plus tard si le bouillon est ancien. La cul-



Fig. 296.

B. tétanique.
Culture en gélatine (d'après FRENKEL et PFEIFFER).

ture est complète vers le 15^e jour ; le bouillon s'éclaircit ; il se forme un précipité au fond. Quand on débouche la culture : odeur puante, très forte, *caractéristique*, comparée à celle de la corne brûlée ou du fromage avancé. Le bouillon de bœuf récent est le milieu le plus favorable.

B. SÉRUM. — Culture pauvre.

C. LAIT. — N'est pas coagulé.

B) COLORATION, CARACTÈRES MICROSCOPIQUES

1^o **Coloration.** — Se colore bien par toutes les couleurs basiques d'aniline. *Prend le Gram.*

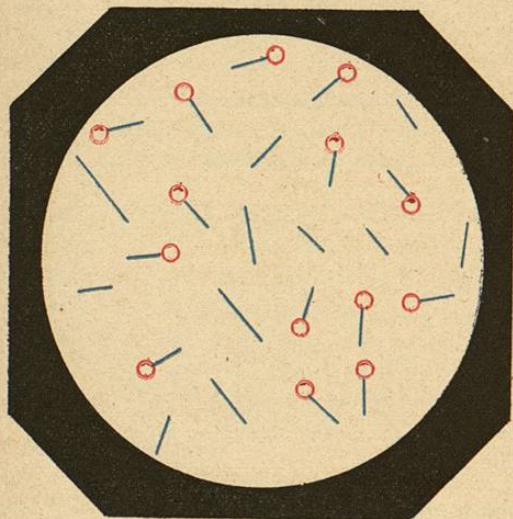


Fig. 297.

B. tétanique. Culture en bouillon âgée de 48 heures. B. sporulés et non sporulés (Ziehl et bleu).

2^o **Forme.** — Dans les cultures à basse température, dans les cultures très jeunes à + 37° et parfois dans le pus, on ren-

contre des *bacilles non sporulés*. Ce sont des bâtonnets, fins, allongés, (3 à 4 μ sur 0,3 à 0,4 μ). Dans les cultures à + 37°, dès l'âge de 36 heures, c'est-à-dire presque immédiatement, dans la plupart des pus, les bacilles sont *sporulés*. La spore est terminale, ce qui donne l'*aspect en épingle* signalé déjà par NICOLAÏER ; la spore est 3 ou 4 fois plus large que le bacille qui est court ; c'est plutôt l'aspect d'un *clou* que celui d'une épingle (fig. 297) ; on l'a aussi comparé à une *baquette de tambour*. Dans les vieilles cultures, on ne trouve presque que des spores : à côté d'elles sont des débris bacillaires et des formes très variées d'involution. Il est très difficile de déclarer pure, au seul examen, une vieille culture.

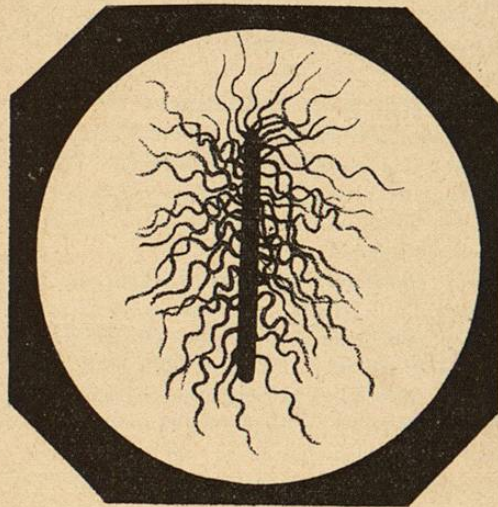


Fig. 298.

B. tétanique. Cils.

3^o **Mobilité.** — Mouvements assez vifs. *Cils* très nombreux, très longs, répartis sur toute la surface (fig. 298). Le *B. tétanique* est le plus chevelu des microbes. Pour les colorer, utiliser

une colonie de quelques heures sur milieu solide. Les cils tombent dès que la spore se forme.

4° Spores. — Se produisent très rapidement dans les cultures (voy. ci-dessus); existent dans le pus, dans la terre, etc. Elles se produisent beaucoup plus tardivement dans les cultures à + 20°. Voyez plus loin leur résistance, leur virulence, leur sort dans l'organisme, etc.

C) CARACTÈRES BIOLOGIQUES

1° Habitat. — La spore tétanique est très répandue; elle existe (comme celle du *V. septique*; voy. p. 211) dans la terre des jardins, dans les vases, dans les poussières, dans les matières fécales des herbivores, etc.

2° Vitalité. — Le *B.* est assez fragile.

Les spores sont très résistantes. En vase clos, elles supportent pendant 6 heures un chauffage humide à + 80°, et pendant plus de deux heures un chauffage identique à + 90°. Il faut 8 minutes d'ébullition pour les détruire. Les antiseptiques sont presque sans action.

Desséchées, mélangées à la terre, à l'abri de la lumière, elles se conservent pendant plusieurs mois (KITASATO). Elles supportent + 110° pendant 15 minutes (MALJEAN).

La lumière les tue en un mois, si elles sont à l'état sec et à l'air; dans le vide, elles se conservent bien plus longtemps.

C'est probablement le passage dans l'intestin des herbivores qui permet au *B. tétanique* de se multiplier et de résister à toutes les causes de destruction qu'il rencontre à la surface du sol.

Desséchées avec le pus, dans des corps albumineux, à la surface d'éclats de bois ou de vieux clous, les spores conservent longtemps vitalité et virulence.

3° Virulence. — Les *B. de Nicolaïer* sécrètent des toxines d'activité très variable. Il est même fort probable que certains

bacilles ont complètement perdu cette propriété. On trouve parfois, dans la terre, des bacilles anaérobies, en clou, qui ne sont pas pathogènes.

La virulence des spores se conserve aussi longtemps que leur vitalité. MIQUEL a donné le tétanos à des cobayes, en leur inoculant de la terre conservée, depuis 18 ans, en tubes scellés.

4° Agglutination. — BORDET (1896) avait vu l'agglutination par le sérum de cheval. SABRAZÈS et RIVIÈRE (1897) avaient cru, à tort, à la possibilité d'un sérodiagnostic. J. COURMONT et JULLIEN (1899) ont étudié à fond la question. Voici leurs conclusions: le sérum de l'homme et d'animaux très sensibles (souris) ou réfractaires (tortue) n'agglutine pas. Le sérum du cheval et de l'âne normal agglutine à 1/30 à 1/100. L'intoxication tétanique ne s'accompagne pas de propriétés agglutinantes du sérum; *il n'y a pas de sérodiagnostic*. Le sérum de cheval fortement immunisé agglutine à 1/2 000 ou même 1/30 000. L'injection de sérum antitétanique ne développe le pouvoir agglutinant qu'à doses considérables.

5° Gaz. — CO² et CH⁴.

D) ACTION PATHOGÈNE

1° Action naturelle. — L'homme et les solipèdes sont le terrain de prédilection du tétanos naturel. Cependant, la plupart des animaux domestiques (*bovidés, porc, mouton, etc.*) peuvent prendre le tétanos, surtout après certaines opérations, telles que la castration.

Le symptôme constant est la *contracture*, d'abord locale, puis généralisée à tous les muscles. Chez l'homme, la contracture débute rarement au point infecté, mais par les masseters. Chez les animaux, la contracture envahit presque toujours en premier lieu les muscles du voisinage de la plaie, sauf chez le cheval où les deux modes de début peuvent s'observer (J. COURMONT et DOYON).

Le tétanos est relativement rare chez l'homme, depuis que

la chirurgie est aseptique ; il est plus fréquent chez le cheval ; il l'était surtout jadis, avant le sérum, à la suite de la castration. Pourquoi cette rareté relative, étant donnée la fréquence des spores tétaniques dans le sol, le fumier etc. ? On avait remarqué depuis longtemps que les plaies anfractueuses, souillées, par écrasement, étaient les plus fréquemment compliquées de tétanos. L'anaérobiose du *B. de Nicolaïer* explique les faits en partie ; on comprend pourquoi la plaie doit être privée d'air.

Les recherches de VAILLARD et de ses élèves VINCENT et ROUGET (1891) ont montré le rôle des ASSOCIATIONS MICROBIENNES dans la production du tétanos. L'inoculation d'une culture tétanique donne à coup sûr le tétanos, *parce qu'on injecte de la toxine préformée* ; les bacilles ou spores n'y sont pour rien. Si on prend soin de *laver* les spores afin de les débarrasser de toute toxine (filtrer sur bougie Chamberland et faire passer plusieurs litres d'eau après épuisement des liquides de culture), ou de détruire la toxine par un chauffage de la culture, pendant 3 heures à $+ 80^{\circ}$, et qu'on introduise ces spores sous la peau d'un animal très sensible tel que la *souris* ou le *cobaye*, même à des doses formidables (2500 spores), on ne produit aucun symptôme tétanique, si l'opération est faite très aseptiquement. C'est que les *phagocytes* s'emparent de ces spores et les digèrent, sans leur laisser le temps de produire des bacilles, qui fabriqueraient la toxine (fig. 299). Donc : *les spores tétaniques à l'état de pureté, ne se développent pas dans les tissus sains. Pour que les spores engendrent le tétanos il faut occuper ailleurs les phagocytes.* On y arrive : 1° en mélangeant les spores avec de l'acide lactique (chimiotaxie négative) ; 2° en injectant, en même temps, du charbon pulvérisé dans le sang ; 3° en les protégeant contre les phagocytes par un sac de papier filtre, de sureau ou de collodion ; 4° en les mélangeant à d'autres microbes (*associations microbiennes*). Ainsi s'éclaire la pathogénie du tétanos. Il faut une plaie anfractueuse et souillée d'autres microbes. Il y a toujours, dans un pus tétanique, un grand nombre de microbes aérobies. Le *Micrococcus prodigiosus* est un excellent favorisant. Ces faits expliquent aussi pourquoi le

tétanos n'est pas indéfiniment réinoculable en séries ; la purification du pus entraînant l'insuccès.

Les spores ainsi phagocytées peuvent rester vivantes pendant plusieurs mois et se libérer ensuite pour donner un tétanos



Fig. 299.

Spores tétaniques (en rouge) phagocytées.
(Ziehl et bleu).

dont l'étiologie devient très obscure, en raison de cette longue période latente.

Les *B. tétaniques* disparaissent assez rapidement du foyer infectieux. Souvent, ils sont déjà très rares, au moment où éclatent les contractures. On verra que la toxine exige, elle-même, une incubation pour engendrer le tétanos. Le *B.* ayant fabriqué sa toxine antérieurement, peut donc bien être absent au début des symptômes. Il faut savoir cela, car le pus de la plaie tétanique, inoculé, ensemencé, peut ne pas déceler le *B. de Nicolaïer*.

Le *B. tétanique* ne quitte jamais la plaie; il ne se répand jamais dans le sang ou dans les organes. Cette notion est capitale. Le *tétanos* est le type des intoxications microbiennes; le *B.* reste *in situ* et fabrique des toxines qui vont, dans les centres nerveux, engendrer la maladie.

2^e Action expérimentale. — L'inoculation en série du pus tétanique ne réussit pas; au 3^e ou 4^e passage, elle ne donne plus le tétanos (voy. p. 595).

Le tétanos expérimental s'obtient presque toujours, dans les laboratoires, par injection de toxine. On emploie très rarement l'inoculation de la culture, ce qui d'ailleurs équivaut à injecter la toxine (voy. plus haut, p. 594). Nous dirons plus loin comment est obtenue cette toxine (p. 605). Tout ce qui va suivre correspond aux injections de toxine, privée de bacilles et de spores.

A. SYMPTÔMES. — Les symptômes objectifs sont les mêmes que chez l'homme et aussi les mêmes chez toutes les espèces; ils se résument en la *contracture musculaire*, localisée, puis généralisée.

Il est un autre symptôme qui est variable, c'est l'état de la *température rectale*. Chez l'homme, la température monte beaucoup pendant la période terminale et même après la mort. J. COURMONT et PEHU (1900) ont étudié la marche de la température rectale dans le tétanos expérimental. Elle diffère suivant l'espèce animale considérée. Pour les adultes, le tétanos est *hyperthermique* chez l'homme, le cheval, la chèvre, le chien; il est *hypothermique* chez la souris, le cobaye, le lapin, la poule. Cette élévation ou cet abaissement de température ne débute qu'au moment de la généralisation des contractures. L'âge peut avoir une influence considérable; la jeune chèvre, le jeune chien présentent de l'hypothermie.

A la période terminale, on note une *dyspnée* formidable, et de l'*accélération du cœur*.

La mort survient après un temps variable, suivant les espèces, et, pour chacune d'elles, avec la dose inoculée. La mort est

d'autant plus rapide que l'incubation a été plus courte; et, pour l'incubation minima (voy. p. 600) que la dose de toxine a dépassé la dose limite.

Il est très facile d'obtenir un *tétanos curable*; il suffit de diminuer la dose injectée. Le tétanos, même généralisé, peut guérir chez le chien, le lapin, et même chez le *cobaye*; les contractures disparaissent progressivement en quarante ou cinquante jours. Le plus souvent le tétanos curable reste local. On peut même, en injectant une très petite dose dans un muscle (en mettant une goutte très diluée sur la conjonctive du cobaye) ne tétaniser que ce muscle.

En somme, on peut graduer le tétanos expérimental avec la plus grande facilité, en modifiant les doses de poison injecté.

B. RÉCEPTIVITÉ DES ESPÈCES ANIMALES, DOSES. — Presque tous les animaux sont sensibles. On peut les classer ainsi, si on tient compte de la quantité de toxine nécessaire pour tuer un individu, sans s'inquiéter des différences de volume et de poids des espèces animales :

Souris blanche.	Chien.
Cobaye.	Chèvre.
Lapin.	Pigeon.
Grenouille.	Poule.
Solipèdes.	

Une même toxine, par exemple, injectée sous la peau, tuera une souris à 1/1 000 000 de centimètre cube, le cobaye à 1/10 000, le lapin à 1/8 de centimètre cube, la grenouille à 1/2 centimètre cube, le cheval à 2 centimètres cubes, le chien à 4 centimètres cubes, la poule à 10 centimètres cubes.

L'homme devrait probablement être placé en tête de ce tableau. NICOLAS (1893), alors notre préparateur, a contracté un tétanos généralisé, suivi de guérison au bout de quarante-un jours, pour s'être piqué avec une aiguille simplement humide de toxine.

La *souris blanche*, le *cobaye*, le *lapin* sont couramment employés. Nous avons souvent utilisé le *chien*, le *cheval* et l'*âne*.

La *grenouille* n'avait pas été utilisée avant J. COURMONT et DOYON (1892). Pour devenir tétanique, elle exige, ainsi que nous l'avons montré, des conditions spéciales de *température ambiante*. On injecte deux lots de grenouilles (1 centimètre cube de toxine sous la peau de la cuisse); on laisse le premier à une température inférieure à $+20^{\circ}$; on place l'autre (voy. p. 304) dans l'étuve à $+30^{\circ}$ ou $+38^{\circ}$. Les grenouilles du premier lot résisteront indéfiniment; celles du deuxième deviendront tétaniques le sixième jour et mourront vers le quinzième. En été, par des températures supérieures à $+20^{\circ}$, la grenouille prend le tétanos sans avoir besoin d'être chauffée. La toxine se conserve longtemps dans le corps de la grenouille froide. Si on met celle-ci à l'étuve, même plusieurs mois après l'injection, elle devient tétanique après une incubation de six jours, comptés à partir du commencement du chauffage. Nos expériences ont été confirmées par BUSCHKE et OERGEL (1893), GUMPRECHT (1894), METCHNIKOFF (1897), KNORR (1898), COLLINA (1898), etc.

La *poule* passait pour être réfractaire. J. COURMONT et DOYON ont montré (1893) qu'il n'en était rien. Il faut seulement de fortes doses.

Le *pigeon* est plus sensible que la poule (BEHRING et RANSOM).

La *tortue*, le *caïman*, le *scorpion* (même chauffés) sont réfractaires (METCHNIKOFF).

Si, au lieu de considérer les individus, on calcule la dose qui tue *un gramme d'animal*, l'ordre de la sensibilité change. Le *cheval* est alors le plus sensible de tous (KNORR); il faut 13 fois plus de toxine pour tuer 1 gramme de *souris* et 2000 fois plus pour tuer un gramme de *lapin*.

C. VOIES D'INTRODUCTION. — Les doses que nous venons de donner, les symptômes que nous venons de décrire, correspondent à l'injection sous-cutanée ou intramusculaire. Doses nécessaires et symptômes varient suivant la voie d'introduction.

La *voie sous-cutanée ou musculaire* donne un tétanos local, puis généralisé (parfois le début n'est pas local, chez les solipèdes (J. COURMONT et DOYON).

L'*injection intraveineuse* produit un tétanos généralisé d'emblée. Il faut une dose 8 ou 10 fois plus forte que sous la peau.

L'*injection intracérébrale* (ROUX et BORREL; 1898) engendre une forme spéciale: excitation, crises convulsives intermittentes, troubles moteurs, polyurie, etc. (*tétanos cérébral*), au lieu des contractures permanentes (*lapin, cobaye, rat*). Le *lapin* est sensible à des doses 23 fois plus faibles que sous la peau, tandis que le *rat* exige des doses plus fortes.

L'*injection dans la carotide* donne un tétanos généralisé, mais la dose mortelle est sensiblement la même que pour l'inoculation sous-cutanée.

L'*injection dans la cavité arachnoïdienne* produit les mêmes effets que l'injection intraveineuse (TIZZONI et CATTANI, C. BRUNNER, etc.).

BINOT (1899) a tenté l'injection de la toxine dans les *différents viscères du cobaye*. Ce *tétanos splanchnique* a des allures spéciales. La dose nécessaire est à peu près la même que sous la peau, l'incubation est plus longue, mais la marche plus rapide après l'apparition des premiers symptômes. Ceux-ci sont: frémissement vibratoire symétrique, dyspnée, hoquet, spasmes musculaires du membre débutant loin du point inoculé, *jamais de contractures permanentes*, mort en hypothermie, flaccidité pendant l'agonie. C'est probablement le tétanos du *grand sympathique* à opposer au *tétanos moteur*. L'injection de sérum antitétanique est efficace plusieurs heures après l'inoculation de la toxine.

L'*ingestion*, l'*inoculation dans la vessie* échouent. L'introduction dans le *poumon*, dans les *fosses nasales*, donne un tétanos splanchnique. L'inoculation dans la *moelle osseuse* donne le tétanos moteur.

D. FRACTIONNEMENT ET DISSÉMINATION DES DOSES. — J. COURMONT et DOYON (1899) ont montré que la dissémination et le fractionnement d'une seule dose mortelle de toxine, injectée sous la peau du *cobaye*, augmentent la puissance de l'injection. En injectant, en 4 ou 8 points de la surface cutanée, une seule