

79

**Contribution à l'étude  
du comportement des microbes pathogènes  
chez les insectes hématophages**

**PREMIER MÉMOIRE**

par Georges BLANC et Marcel BALTAZARD

---

*Archives de l'Institut Pasteur du Maroc*  
t. III, Cahier 2, 1944, pp. 21-50



CONTRIBUTION A L'ETUDE DU COMPORTEMENT  
DES MICROBES PATHOGENES  
CHEZ LES INSECTES HEMATOPHAGES

PREMIER MÉMOIRE

PAR

GEORGES BLANC ET MARCEL BALTAZARD

---

A la suite de nos recherches sur le comportement des virus typhiques chez la puce du rat, nous avons été amenés à élargir le champ de nos observations et de nos expériences et à étudier le comportement de divers microbes pathogènes chez cet insecte hématophage.

Des recherches sur le bacille de la peste <sup>(1)</sup> nous sommes passés à l'étude du bacille de Whitmore <sup>(2)</sup> et du bacille de Gessard <sup>(3)</sup>. La parfaite adaptation de ces germes à la vie et à la multiplication dans le tube digestif des puces nous a paru constituer un caractère biologique intéressant pouvant même, au moins dans certains cas, avoir une valeur systématique utilisable dans la classification et permettant la séparation ou le rapprochement de germes dans le même genre ou la même famille.

---

(1) BLANC G. et BALTAZARD M. — *C. R. Soc. Biol.*, 1942, 136, 646.

(2) BLANC G. et BALTAZARD M. — *Annales Inst. Pasteur*, 1942, 68, 281.

(3) BLANC G. et BALTAZARD M. — *C. R. Acad. Sc.*, 1942, 215, 43.

C'est ainsi que nous avons pu constater que d'autres germes très virulents, donnant aux animaux de laboratoire une intense septicémie, n'étaient pas aptes à se maintenir dans le tube digestif des puces, tel par exemple le bacille du charbon et diverses Pasteurellas (souche aviaire, souche lapin, souche porcine) (1). Or, la plupart des bactériologistes rangent le bacille de Yersin dans le genre *Pasteurella*. La différence de comportement, chez la puce, du bacille de la peste et des Pasteurellas nous incite à séparer ces germes et à les classer dans des genres différents. Si le bacille de la peste ne peut être maintenu dans le genre *Pasteurella* il paraît devoir être réuni en un genre commun avec le bacille de Malassez qui présente tant de caractères communs avec lui. Mais il est un caractère biologique non encore étudié qu'il nous a paru indispensable de mettre en lumière avant de considérer cette parenté comme tout à fait établie, c'est celui du comportement de ce bacille chez *Xenopsylla cheopis*; il paraissait probable, à priori, que ce comportement serait celui des bacilles donnant aux animaux de laboratoire une infection de type pseudo-tuberculose tels que celui de la peste, le bacille de Whitmore et le bacille pyocyanique. Les expériences ont confirmé cette supposition. Nous avons voulu également étendre nos recherches à des germes pathogènes d'autres groupes et nous avons commencé l'étude des *Salmonellas*. Ce sont les premiers résultats obtenus avec ces différents germes que nous exposons ici.

#### TECHNIQUES GÉNÉRALES

Les puces (*Xenopsylla cheopis*) sont infectées par piqûre sur un animal lui-même infecté du germe à étudier. Tantôt l'animal, le plus souvent le cobaye, est directement mis dans une cuve d'élevage de puces neuves contenant des milliers de puces; la technique de cet élevage a été donnée très en détail précédemment, nous n'y reviendrons pas ici (2); tantôt il est piqué par des puces mises dans un tube à large ouverture, type tube Borrel, fermé à ses deux extrémités par une toile de soie à bluter.

(1) BLANC G. et BALTAZARD M. — Rapport sur le fonctionnement de l'Institut Pasteur du Maroc 1942, p. 11.

(2) BLANC G. et BALTAZARD M. — *Archives de l'Institut Pasteur du Maroc*, 1941, 2, 465.

Une ou deux fois par jour, les puces sont gorgées. Pour cela le tube est appliqué par une de ses extrémités sur la paroi ventrale du cobaye infecté et maintenu le temps suffisant pour permettre à toutes les puces de faire leur repas sanguin, soit environ une demi-heure.

Des prélèvements de puces faits, soit dans la cuve, soit dans le tube, permettent de vérifier si elles sont infectées; les insectes sont broyés soigneusement dans un verre à fond rodé, le broyat est dilué dans quelques centimètres cubes d'eau physiologique ou de bouillon, ensemencé sur milieux de culture et inoculé à un animal réceptif.

Pour vérifier si les puces peuvent transmettre l'infection par piqûre, il suffit, après avoir constaté qu'elles sont dûment infectées, soit de mettre un cobaye neuf dans la cuve, soit de faire piquer un cobaye neuf par les puces contenues dans le tube Borrel. La maladie de l'animal ainsi piqué apporte la démonstration recherchée.

Nous avons, dans tous les cas, utilisé concurremment les deux techniques qui viennent d'être exposées. Il arrive qu'elles soient insuffisantes. Pour infecter de façon effective les puces il faut les faire gorger sur un animal dont la septicémie soit intense, il faut être sûr que l'insecte a bien ingéré en quantité importante, les germes étudiés pour savoir ce qu'ils deviennent dans leur tube digestif. Or certains microbes pathogènes ne provoquent pas de septicémie véritable chez les animaux de laboratoire, mais simplement une bactériémie plus ou moins légère et plus ou moins fugace. Nous avons été amenés, pour ces cas, à utiliser une technique particulière. Nous avons écarté délibérément la technique de Hindle et Duncan (1) utilisée par ces auteurs pour étudier le comportement de divers microbes dans le tube digestif d'*Argas persicus* et qui consiste à faire gorger l'acararien à travers une membrane animale: par exemple le mésentère de cobaye, recouvrant une cupule contenant un mélange de sérum inactivé et de culture microbienne, l'organe de Haller étant au préalable enlevé; cette technique très délicate nous paraissant inapplicable aux puces, nous avons utilisé, pour les infecter, la propriété qu'elles ont de se gorger avidement sur le lapin, et nous les avons mises à piquer sur un animal chez lequel nous avions provoqué expérimentalement une bactériémie intense. Voici cette

(1) HINDLE E. et DUNCAN J. — *T. Parasitology*, 1925, 17, 434.

technique : un lapin est attaché sur le dos, la peau du ventre soigneusement épilée ; il reçoit, par injection dans une veine marginale d'une oreille, 3 à 4 cc. d'une émulsion microbienne titrée à 3 milliards. Si l'on admet que le volume total du sang circulant atteigne au maximum 100 cc, il doit y avoir une bactériémie transitoire d'environ 120 à 160 millions de germes par centimètre cube, 120 à 160.000 au millimètre cube, soit de 6.000 à 8.000 dans un vingtième de millimètre cube, volume de sang que les auteurs admettent comme la quantité absorbée par une puce au cours d'un repas. Tout ce raisonnement mathématique n'a qu'une valeur théorique, la répartition des microbes dans le sang circulant n'étant pas homogène, mais en fait, dans les conditions expérimentales indiquées, en utilisant les germes, ici étudiés, on constate une bactériémie intense qui permet d'affirmer que les puces mises à piquer doivent pour la plupart s'infecter.

Cinq minutes après que le lapin a reçu l'injection intraveineuse de la dilution microbienne, les puces sont mises à piquer sur lui de la façon suivante : plusieurs centaines de puces, récemment écloses et n'ayant jamais piqué, sont introduites dans un large tube, type tube Borrel, fermé à ses deux extrémités par une étoffe de soie à bluter N° 8. Ce tube est appliqué, par une de ses extrémités, sur la paroi ventrale, soigneusement épilée, du lapin et maintenue le temps suffisant aux puces pour se gorger, soit en général une demi-heure. Des examens à la loupe binoculaire permettent de s'assurer que toutes les puces sont bien gorgées.

Au cours de l'opération, une goutte de sang prise à la veine marginale de l'oreille opposée à celle qui a servi de point d'inoculation, estensemencée sur milieux usuels. Ceci permet de s'assurer de l'intensité de la bactériémie provoquée. Dès que les puces sont gorgées dix d'entre elles sont broyées dans quelques gouttes de bouillon et la dilutionensemencée, ce qui permet de vérifier que les puces ont effectivement ingéré des microbes au cours de leur repas sanguin.

Les puces dûment infectées seront alors nourries sur des cobayes neufs, changés aussi souvent qu'il apparaît nécessaire pour éviter les surinfections. A intervalles de temps fixés, généralement tous les quatre jours, des puces du tube Borrel sont prélevées, broyées et diluées dans quelques gouttes de bouillon ou d'eau physiologique. La dilution estensemencée et inoculée à des animaux récep-

tifs pour juger de l'état d'infection de ces puces. Les déjections sont recueillies dans le tube Borrel à diverses reprises etensemencées et inoculées, ce qui permet de juger si les germes ingérés par les puces sont régulièrement éliminés et partant se multiplient dans le tube digestif. Enfin des déjections sont conservées à sec et, par desensemencements répétés, il est possible de juger si les microbes qu'elles contiennent sont susceptibles de se conserver dans cet état d'anhydrobiose pendant un laps de temps plus ou moins long.

#### BACILLE DE LA PSEUDO-TUBERCULOSE DES RONGEURS

Nous avons utilisé, pour nos expériences, deux souches, l'une rapportée de Paris, isolée d'un cobaye provenant du laboratoire du docteur Boquet, l'autre isolée à Casablanca d'un lapin mort de pseudo-tuberculose. Toutes deux ont été soigneusement vérifiées au point de vue de leurs caractères biochimiques et de leurs propriétés pathogènes. Un sérum agglutinant préparé sur lapin avec les types S et R isolés de la souche de Paris, a permis d'ajouter à l'étude de ces caractères le contrôle d'agglutination.

#### EXPÉRIENCES D'INFECTION DE PUCES D'ÉLEVAGE

##### CONSERVÉES EN CUVE

La souche utilisée est celle de Paris, fraîchement isolée et fortement virulente, elle tue le cobaye, par inoculation intramusculaire, dans la cuisse, en sept à douze jours (Fig. I et II). Les cobayes de passage, inoculés également dans la cuisse, avec 1 cc de dilution de rate dans 10 cc d'eau physiologique, meurent en huit à douze jours.

Le 27 juin 1943, un cobaye inoculé le 24, dans la cuisse gauche, avec un centimètre cube de la dilution dans 10 cc. d'eau physiologique d'une culture de 24 heures de la souche de pseudo, est mis dans une cuve contenant plusieurs milliers de puces, *Xenopsylla cheopis*, d'élevage n'ayant jamais piqué. Le lendemain matin le cobaye est trouvé mort. A l'autopsie on trouve les signes d'une infection aiguë. Au niveau de l'injection, à la cuisse gauche, il y a suffusion sanguine sans abcès, les ganglions inguinaux gauches sont augmentés de volume, hémorragiques, non purulents. Le ganglion sous-lombaire gauche est augmenté de volume et purulent.

La rate est très grosse, noire, molle, friable, sans abcès. Les poumons présentent de nombreuses taches hémorragiques, le foie est congestionné et marbré. Sur frottis de la rate et du foie on trouve des bacilles le plus souvent groupés en amas suivant le type habituel du bacille de la pseudo-tuberculose.

Des cultures de la rate et du sang donnent de nombreuses colonies. Une goutte de sang donne 530 colonies, ce qui représente environ 16.000 germes au centimètre cube et moins de 20 germes au millimètre cube, donc moins d'un germe pour un vingtième de millimètre cube, capacité stomacale normale de la puce d'après Dujardin-Baumetz.

Le même jour un cobaye neuf est introduit dans la cuve, il ne s'infectera pas. A diverses reprises des lots de puces sont prélevés dans la cuve pour inoculation à des cobayes.

Le 2 juillet, soit quatre jours après le repas sur cobaye infecté, cent puces sont broyées, diluées dans 3 cc d'eau physiologique, la moitié de la suspension est inoculée à un cobaye par voie péritonéale, il meurt cinq jours plus tard avec les lésions de pseudo-tuberculose. La rate et le sang donnent des cultures positives de bacille de Malassez.

Dix jours après le repas infectant, trente-cinq puces sont broyées comme précédemment. Deux cobayes sont inoculés, l'un dans le péritoine, l'autre dans la cuisse. Le premier mourra sept jours plus tard, le second dix-huit jours plus tard, tous deux de pseudo-tuberculose, mais le dernier avec les lésions internes de l'infection à évolution lente. Enfin vingt-deux jours après le repas infectant, cinq puces sont prises dans la cuve et inoculées à un cobaye par voie intrapéritonéale. Ce cobaye meurt neuf jours plus tard de pseudo-tuberculose. Le cobaye laissé dans la cuve ne s'est pas infecté. Donc les puces se sont infectées par un seul repas sur un cobaye pseudo-tuberculeux. Elles le sont restées au moins vingt-deux jours mais n'ont pas transmis l'infection par piqûre.

Une autre expérience faite dans les mêmes conditions a permis de constater qu'un seul repas sur cobaye infecté suffisait à infecter les puces. Cette fois, vingt-quatre jours après le repas infectant, douze puces qui ont pu être recueillies dans la cuve ont infecté un cobaye par voie péritonéale. Trois cobayes neufs mis dans la même cuve et soumis successivement aux piqûres pendant ces vingt-quatre jours ne se sont pas infectés.

Enfin une troisième expérience a été faite avec trois cents puces retirées de la cuve, mises en tube Borrel et nourries deux fois par jour sur un même cobaye — pendant dix-huit jours —. Le cobaye ne s'est pas infecté mais les deux cents puces environ qui restaient au dix-huitième jour ont infecté les deux cobayes auxquels elles ont été inoculées. Il ressort de cette première série d'expériences que les puces *Xenopsylla cheopis* s'infectent sur le cobaye atteint de pseudo-tuberculose, même si la septicémie est peu intense et représente moins de vingt germes au millimètre cube.

#### EXPÉRIENCES D'INFECTION DE PUCES D'ÉLEVAGE

##### MISES EN TUBE

Etant donné que la septicémie des cobayes reste toujours assez faible et tardive, nous avons essayé d'infecter les puces de façon plus intense en les faisant se gorger sur un lapin en état de forte bactériémie à la suite d'inoculation intraveineuse suivant la technique que nous avons donnée plus haut : quatre expériences nous ont permis d'observer l'infection des puces, quatorze, vingt, vingt-quatre et trente-cinq jours après l'unique repas infectant.

Voici à titre d'exemple le protocole d'une expérience :

7 février 1944. — A 10 h. 40 le lapin 28/24 reçoit dans la veine marginale de l'oreille droite 3 cc d'une suspension de bacilles de pseudo-tuberculose, d'une culture de 24 heures de la souche 195. La suspension est d'environ 4 milliards de germes au centimètre cube. A 10 h. 45, 200 *Xenopsylla cheopis*, neuves et n'ayant jamais piqué, sont mises à gorger sur le lapin, ces puces sont enfermées dans un tube Borrel fermé à ses deux extrémités par une toile de soie à bluter. Elles sont maintenues en place pendant une demi-heure.

A 11 h. 25 quelques gouttes de sang, prises à l'oreille gauche du lapin, sont ensemencées sur un tube de gélose. Il est également fait une hémoculture de 2 cc. 5 de sang prélevés par ponction cardiaque. A 11 h. 30, enfin, dix des puces qui viennent de se gorger sont broyées, additionnées de vingt gouttes de bouillon. Une anse de la dilution est ensemencée sur un tube de gélose et le reste sur un autre tube.

Voici le résultat de ces opérations. Hémocultures : sang du cœur, très nombreuses colonies ; sang de l'oreille, très nombreuses colonies. La première psyloculture est positive, on compte quinze colonies sur le tubeensemencé avec une anse de dilution et plus de cent sur l'autre tube ; les puces gorgées sur le lapin ont donc bien ingéré des bacilles de Malassez.

8 février. — Les puces restent à jeun.

9, 10 et 11 février. — Les puces piquent un cobaye.

Le 11, une nouvelle psyloculture est faite en broyant dix puces, l'ensemencement est fait sur deux tubes comme précédemment : Les deux tubes donnent de très nombreuses colonies quasi-confluentes de bacille de la pseudo-tuberculose.

12 février. — Les puces restent à jeun.

13, 14 et 15 février. — Les puces piquent un cobaye neuf.

Le 15, troisième psyloculture qui donne également de très nombreuses colonies.

16 février. — Les puces restent à jeun.

17, 18 et 19 février. — Les puces piquent un nouveau cobaye. Le 19, quatrième psyloculture donnant le même résultat que la précédente.

20 février. — Les puces restent à jeun.

21, 22 et 23 février. — Les puces piquent un nouveau cobaye.

Le 23 février, cinquième psyloculture. Cette fois les colonies de *b. pseudo-tuberculeux* sont beaucoup moins nombreuses sur les deux tubes.

24 février. — Les puces restent à jeun.

25, 26 et 27 février. — Les puces piquent un nouveau cobaye.

Le 27 février, sixième psyloculture qui est presque négative, il y a seulement trois colonies sur le tubeensemencé avec vingt gouttes de la dilution.

28 février. — Les puces restent à jeun.

29 février, 1 et 2 mars. — Les puces piquent un nouveau cobaye.

Le 2 mars, septième psyloculture qui donne douze colonies sur le tubeensemencé avec une anse de la dilution et cinquante sur celuiensemencé avec les vingt gouttes.

3 mars. — Les puces restent à jeun.

4, 5 et 6 mars. — Les puces piquent un cobaye neuf.

Le 6 mars, huitième psyloculture qui donne les mêmes résultats que la précédente ; l'expérience en est au vingt-neuvième jour et le nombre des puces restant vivantes dans le tube étant encore important, elle est continuée.

7 mars. — Les puces restent à jeun.

8, 9 et 10 mars. — Les puces piquent un cobaye neuf.

Le 10 mars, neuvième psyloculture. Elle demeure négative.

11 et 12 mars. — Les puces restent à jeun.

13 mars. — L'expérience est arrêtée au trente-cinquième jour ; il reste deux cent cinquante puces vivantes qui sont broyées dans quelques gouttes de bouillon. Une dixième psyloculture donnera une culture positive avec de nombreuses colonies de *b. pseudo-tuberculose*.

Deux centimètres cubes sont ajoutés à la suspension des puces broyées et le tout est inoculé à un cobaye 95/51, par voie péritonéale. Ce cobaye est sacrifié mourant le sixième jour. La rate est très grosse, elle est recouverte d'un léger exsudat et présente quelques petits abcès. Il y a des abcès sur l'épiploon ; le foie est gros mais sans abcès, ainsi que les poumons. Les frottis de foie et de rate montrent en petit nombre les amas de bacilles caractéristiques. Ces bacilles sont abondants sur les frottis d'abcès épiploïques.

Lesensemencements du sang du cœur et de la rate donnent des cultures de bacille de Malassez. Au trente-cinquième jour de l'expérience, les puces, après un seul repas infectant, étaient encore infectées.

#### MALADIE EXPÉRIMENTALE DU COBAYE

Les cobayes inoculés avec des puces provenant des cuves ou des tubes meurent de pseudo-tuberculose en quelques jours, six à sept en général (courbes III et IV). La rate est grosse, mais sans abcès ou avec un petit nombre seulement, le foie est gros, il n'est pas rare qu'il présente de nombreux très petits abcès. Sur frottis de la rate ou du foie on trouve d'assez rares bacilles, le plus souvent en petits amas intra ou extracellulaires, tels qu'on les observe

habituellement dans la pseudo-tuberculose. Les cultures de la rate et du sang sont positives. Ce tableau clinique et anatomopathologique est celui d'une infection aiguë provoquée par un microbe virulent. Comme nous l'avons déjà dit, les cobayes piqués par les puces infectées ne font jamais de pseudo-tuberculose, ni aiguë, ni chronique. Il n'est pas possible d'affirmer qu'ils ne font pas d'infection sans symptômes. La virulence du bacille de Malassez est relativement très faible et il n'est pas possible de conclure du fait de l'absence d'infection et d'immunité des cobayes piqués, que le bacille ne puisse être inoculé par piqûre.

Comme nous l'avons montré pour le bacille pyocyanique (1), il est possible que cette transmission se fasse sans entraîner ni l'infection ni l'immunité.

Au cours de nos expériences nous avons constaté un fait dont l'explication reste douteuse : l'apparition d'une infection à bacille de Yersin chez deux cobayes dont l'un avait été piqué par des puces infectées de bacille de pseudo-tuberculose et l'autre inoculé avec ces mêmes puces. Nous croyons intéressant de publier l'observation dans tous ses détails.

Le 27 novembre 1943, le lapin 10/80 reçoit dans la veine marginale de l'oreille gauche, 2 centimètres cubes d'une dilution de culture de bacille de pseudo-tuberculose représentant environ dix milliards de germes. La souche a été isolée à Casablanca d'un lapin présentant des lésions typiques de pseudo-tuberculose, elle a tous les caractères biochimiques du bacille de Malassez et provoque chez le cobaye une infection typique de pseudo-tuberculose. Ajoutons que cette même souche a servi à d'autres expériences d'infection de puces et que ses caractères spécifiques sont restés inchangés depuis un an que nous la conservons.

Le lapin 10/80 a reçu les dix milliards de germes à dix heures ; un quart d'heure plus tard, deux cents puces *X. cheopis* d'élevage, n'ayant encore jamais piqué, sont mises à gorger sur le lapin. Suivant la technique que nous avons donnée, les puces piquent à travers l'étoffe de soie à bluter qui ferme le tube Borrel dans lequel elles ont été mises. L'opération dure une demi-heure après laquelle il est facile de constater au binoculaire que les puces sont toutes bien gorgées. On pratique alors une hémoculture par prélèvement

de sang du cœur et une autre par ensemencement d'une goutte de sang prise à l'oreille droite du lapin, l'oreille opposée à celle qui a reçu la culture.

Les deux hémocultures sont positives et donnent de nombreuses colonies à la surface de la gélose. Enfin dix puces qui viennent de piquer sont broyées dans quelques gouttes de bouillon. L'ensemencement sur gélose inclinée de la dilution donne environ cent colonies d'un germe identifié comme bacille de la pseudo-tuberculose. Il y a donc bien eu circulation des germes inoculés et passage dans le tube digestif des puces. Ces dernières sont mises à jeun pendant 24 heures puis mises à piquer pendant quatre jours sur un cobaye neuf qui ne s'infecte pas. Le dernier jour, soit le premier décembre, dix puces sont retirées du tube, broyées dans vingt gouttes de bouillon. Un tube est ensemencé avec une anse et un autre avec le reste de la dilution. Ce dernier tube donne une culture de nappe, le premier environ cinq cents colonies. Le microbe identifié est celui de la pseudo-tuberculose. Une prise de sang par ponction du cœur est faite au cobaye piqué à quatre reprises, pendant quatre jours, la culture reste négative. Après un jour de jeûne les puces sont remises à piquer sur un nouveau cobaye pendant quatre jours consécutifs. Le dernier jour, hémoculture du cobaye et culture (psylloculture) de dix puces broyées, comme précédemment. Cette fois encore même résultat, nombreuses colonies de bacille de la pseudo-tuberculose. Hémoculture négative. A nouveau, un jour de jeûne suivi de trois jours de piqûre sur un nouveau cobaye : mêmes opérations que d'habitude. Hémoculture négative, psylloculture positive. Une fois encore les mêmes opérations sont faites : la psylloculture faite le 18 décembre, donne un bacille qui s'avère avoir tous les caractères du bacille de Malassez et qui inoculé au cobaye lui donne une infection pseudo-tuberculeuse typique. Mais un fait nouveau apparaît, le cobaye (95/47) piqué les 16, 17 et 18 décembre, soit les 20, 21 et 22 jours de l'expérience, s'infecte. Son observation sera donnée plus bas.

A l'apparition de la fièvre, les cent puces survivantes sont broyées et inoculées à un cobaye neuf (10/95) qui, comme le précédent, s'infecte. Une culture du produit inoculé donne un bacille type pseudo mais, comme les colonies ne sont pas pures, une identification précise n'est malheureusement pas faite.

Pour isoler, dans les meilleures conditions possibles, les germes

(1) BLANC G. et BALTAZARD M. — *C. R. Acad. Sc.*, 1942, 215, 43.

responsables de l'infection des deux cobayes, pour éviter les microbes pouvant passer dans le sang à la période agonique, les deux cobayes sont sacrifiés avant l'ultime période de la maladie. Voici leurs observations : cobaye 95/47, piqué les 16, 17 et 18 décembre par les puces du tube 195, soit les 20, 21 et 22<sup>ème</sup> jours de l'expérience. Après trois jours d'incubation sans fièvre, la température monte, les jours suivants, à 40°4, 40°7, 41°, 41°3, retombe à 40° puis à 39°6 le dixième jour (courbe V), date à laquelle l'animal est sacrifié. A l'autopsie on constate la présence d'un très gros ganglion inguinal du volume d'une petite noix siégeant à gauche, c'est-à-dire du côté où le tube contenant les puces était appliqué sur la surface centrale. A la coupe, le ganglion montre une structure alvéolaire ; dans les cryptes il y a un peu de pus. La rate est très grosse, elle pèse 3 g. 50, elle est farcie d'abcès. Le foie est parsemé de très nombreux petits abcès. Poumons sans lésions notables. Reins gros et blancs, surrénales grosses et pâles. Le ganglion lombaire gauche, de la taille d'un haricot, est purulent. Les frottis de rate montrent de nombreux bacilles courts à coloration bipolaire, ceux du ganglion d'innombrables bacilles du même type. Des cultures du sang du cœur, de la rate et du ganglion inguinal sont positives. Le germe isolé a tous les caractères du bacille de la peste, y compris l'agglutinabilité par un sérum antipesteux. Inoculé au cobaye il le tue avec tous les signes de la peste, il est pathogène pour le rat (réfractaire au bacille de la pseudo-tuberculose).

Le cobaye 10/95, inoculé par voie intrapéritonéale avec la suspension des cent *Xenopsylla cheopis*, fait une maladie d'évolution plus rapide. Inoculé le 20 décembre, il a 40°4 le 22, 41° le 23 et le 24, le cinquième jour, soit le 25 décembre, sa température est à 40° (courbe VI) ; on sent un très gros ganglion inguinal à gauche. L'animal est sacrifié ce même jour. A l'autopsie on note la présence d'un abcès sous-cutané au niveau de l'inoculation et un gros ganglion inguinal gauche, abcédé, du volume d'une noisette. Le ganglion lombaire gauche est gros, du volume d'un haricot, il est purulent. Pas de pus dans le péritoine, pas d'abcès. La rate est un peu grosse et granuleuse, sans enduit, le foie, les poumons, les reins paraissent normaux.

Sur un frottis de rate, du ganglion inguinal et du ganglion lombaire, se voient de très nombreux bacilles courts à coloration bipolaire.

Les cultures du sang et de la rate donnent, à l'état de pureté, en très nombreuses colonies, un bacille immobile qui est identifié comme bacille de Yersin. L'inoculation du cobaye donne une peste expérimentale.

La souche 95/47 a été passée à de nombreux cobayes, elle a servi à infecter des puces (*X. cheopis*) sur lesquelles la souche est maintenue. La piqûre de ces puces actuellement tue le cobaye, de peste, en soixante heures en moyenne.

Par contre la souche 195, isolée le 18 décembre des puces après leur dernier repas sur le cobaye 95/47, s'est comportée, depuis son isolement, comme un bacille de la pseudo-tuberculose, tant par ses caractères biochimiques que par son pouvoir pathogène.

Utilisé pour une expérience d'infection des puces, par la méthode du lapin, il a été suivi pendant 37 jours. Aucun des cobayes piqué n'a fait d'infection. Les psyllocultures ont toujours donné le bacille de Malassez ; enfin, au trente-septième jour de l'expérience des puces, au nombre de deux cent cinquante vivantes et de vingt mortes sont broyées, le tout est mis en suspension dans 2 cc. d'eau physiologique et injecté, par voie intrapéritonéale, à un cobaye qui meurt cinq jours plus tard de pseudo-tuberculose. La culture des organes donne un bacille pseudo-tuberculeux.

Comment expliquer ces faits ?

Écartons tout de suite une explication qui vient à l'esprit, à savoir que la souche de pseudo-tuberculose isolée du lapin et qui a servi à l'expérience du tube 195 était en réalité une souche de peste plus ou moins atténuée. Il n'en est rien : cette souche, toujours conservée à notre laboratoire, passée à plusieurs reprises par cobayes s'est montrée virulente pour cet animal auquel elle donne une maladie ayant tous les caractères de la pseudo-tuberculose, y compris l'aspect tout à fait typique que présentent les germes sur frottis de rate ou de foie et qu'elle garde tous les caractères bactériologiques d'un bacille pseudo-tuberculeux.

Il reste à choisir entre deux autres explications.

En résumant les faits on voit que tout s'est passé comme si le bacille de Malassez avait subi une mutation dans le tube digestif des puces, le transformant en bacille de Yersin. Outre qu'une telle mutation paraît difficilement acceptable a priori et qu'en fait elle

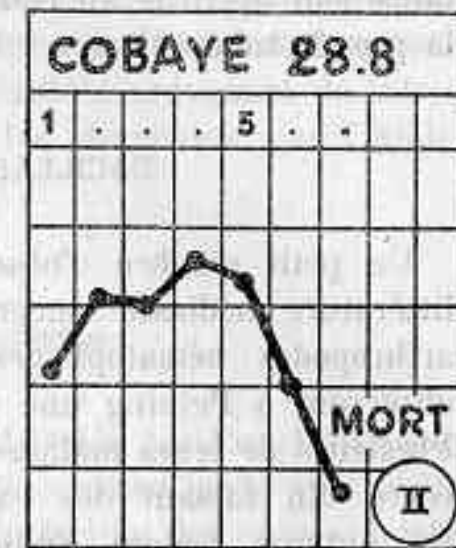
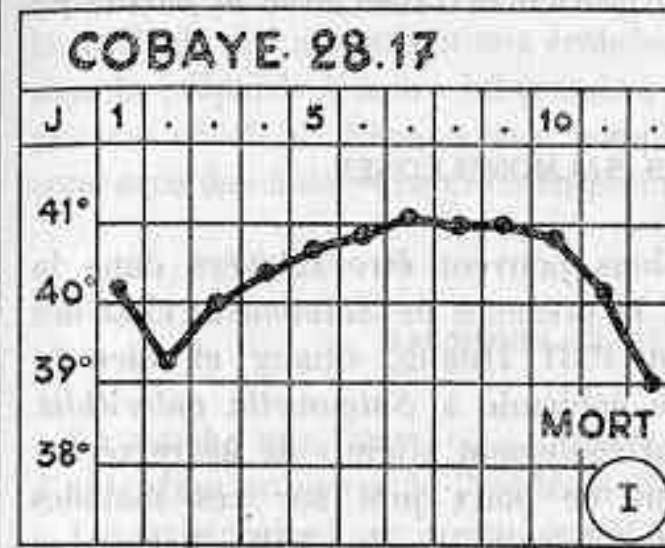
n'a jamais été constatée jusqu'à présent (1) elle n'expliquerait pas, en acceptant cette hypothèse, le cas du cobaye 95/47. Ce cobaye est piqué les 16, 17 et 18 décembre par des puces reconnues infectées de bacille pseudo-tuberculeux ; le 25 décembre, il meurt de peste, mais la psylloculture faite le 18 décembre, après les trois séances de piqûres, redonne encore du bacille de Malassez, donc la mutation se serait faite chez le cobaye et non chez la puce et ce seraient ces bacilles transformés en bacilles pesteux qui auraient infecté les puces, lesquelles, à leur tour, auraient donné la peste au cobaye 10/95 auquel elles étaient inoculées. Il serait vain de faire une telle hypothèse puisque aucun fait du même ordre n'est venu l'étayer. Et il faut renoncer à cette deuxième explication comme à la première. Reste une dernière, c'est que le dernier cobaye piqué par les puces, le 95/47, était en état d'infection latente de peste. Il faut bien accepter cette explication, encore que peu satisfaisante, car au moment où nous faisons nos expériences sur la pseudo-tuberculose nous n'avions aucune expérience en cours sur la peste, ni puces, ni cobayes ou rats infectés.

Il faut bien admettre cependant, puisque l'apparition du bacille de Yersin s'est faite en tube clos, sur les puces n'ayant piqué que les cobayes non inoculés sur lesquels elles étaient nourries, que c'est un de ces cobayes qui les a infectés, en l'espèce le dernier cobaye, le 95/47.

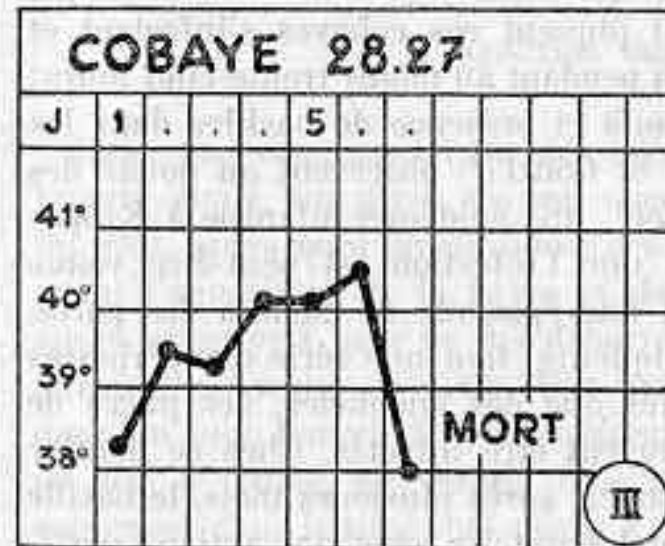
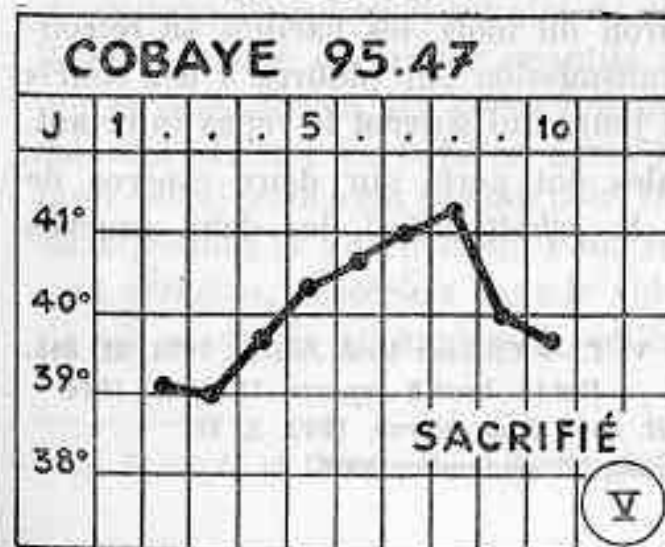
Il faut admettre que ce cobaye était infecté de peste au moment de la piqûre des puces, dans une forme latente, que les piqûres ont transformé cette infection latente en infection aiguë partant de la région traumatisée par les piqûres, d'où l'apparition du bubon inguinal gauche ; qu'au cours de cette évolution un certain nombre de puces se sont infectées et que ce sont elles qui, inoculées ensuite au cobaye 10/95, lui ont donné la peste. Nous sommes obligés de retenir, pour le moment, cette explication comme la seule admissible, encore que peu satisfaisante. Il est assez curieux que jamais à notre laboratoire pareille infection spontanée du cobaye n'a été

(1) Les seules mutations signalées, à notre connaissance, entre les deux bacilles l'ont été par Bessonova A., Leriskaya G., Molodtsova P. et Mossolova O. — Some Cases of spontaneous transmutation of *B. pestis* into *B. pseudotuberculosis rodentium*. *Rev. microb. epid. et parasit.*, 1936, 15, 151. Ces auteurs ont observé sur 214 souches de bacilles pesteux une mutation en bacille de la pseudotuberculose sur cinq d'entre elles; trois de provenance humaine et deux provenant de rongeurs.

## Pseudotuberculose par inoculation de cultures



## Pseudotuberculose par inoculation de puces broyées

Peste par piqûres de puces  
(TUBE 195)Peste par inoculation  
de puces (TUBE 195)

constatée et que le hasard ait fait que cette première infection spontanée soit apparue au cours d'expériences faites avec le bacille de la pseudo-tuberculose.

#### BACILLES DES SALMONELLOSES

Un petit nombre d'observations peuvent être relevées dans la littérature médicale concernant la présence de *Salmonella* chez des arthropodes hématophages. En 1937 Huang, Chang et Lien (1) observent à Peiping une petite épidémie à *Salmonella enteritidis*. Plusieurs de leurs malades sont également atteints de fièvre récurrente. En faisant des examens de poux pris sur ces malades les auteurs isolent *Salmonella enteritidis*. En 1940 Parker et Steinhaus (2) observent sur des cobayes utilisés pour passages de fièvre pourprée une infection à *S. enteritidis*. Ils constatent que les *Dermacentor andersoni* qui piquent ces cobayes s'infectent et peuvent conserver la *Salmonella* pendant au moins trente-cinq jours; il peut y avoir infection des œufs et présence de bacilles dans les déjections. En 1942, Messerlin et Couzi (3) observent au douar des Oulad ben Azzouz (Gharb, Maroc) une épidémie infantile à *Salmonella suispestifer* et, supposant que l'infection est peut-être venue d'un centre d'élevage, où sévit une épizootie de choléra des pores, par l'intermédiaire d'insectes piqueurs, font une série d'expériences qui leur permettent de constater que des anophèles, des puces de l'homme, des poux de porc peuvent être infectés. Chez ce dernier insecte les auteurs ont pu retrouver, après plusieurs mois, le bacille dans les cadavres conservés au laboratoire sans précautions particulières. Enfin Van Oye (4) réussit à infecter des punaises en les faisant piquer des souris infectées d'une *Salmonella* aviaire, ces punaises restent infectées environ un mois, les bacilles se retrouvent dans les déjections. La transmission par piqûres à des souris est possible pendant les quinze jours qui suivent le repas infectant.

Nos recherches expérimentales ont porté sur deux espèces de *Salmonella* : *S. suispestifer* et *S. schottmülleri*, les deux souches

(1) HUANG C. H., CHANG H. C., LIEN V. T. — *Chinese Med. Journ.*, 1937, 52, 345.

(2) PARKER R. R., STEINHAUS E. A. — *Public health reports*, 1943, 58, 1010.

(3) MESSERLIN A., COUZI G. — *Bull. Inst. Hyg. Maroc*, 1942, 2, 15.

(4) VAN OYE, d'après *Presse Médicale*, 25 septembre 1943.

ayant été isolées de l'homme. La détermination précise des deux espèces a été faite par l'étude des caractères biochimiques et par la méthode des agglutinations croisées faites avec des sérums agglutinants préparés à notre laboratoire, et d'autres provenant de laboratoires officiels. Nous avons complété les diagnostics par l'étude comparée des antigènes glucidolipidiques (5).

#### SALMONELLA SUIPESTIFER

La souche que nous avons utilisée a été isolée par Couzi du sang d'un enfant au cours de l'épidémie dont nous avons parlé plus haut.

Les expériences ont porté surtout sur l'infection des puces; quelques essais d'infection d'*Aedes aegypti* ont donné un résultat positif.

#### INFECTION DES PUCES

Dans une cuve contenant des milliers de puces neuves, n'ayant jamais piqué, on place un ou, successivement, plusieurs cobayes infectés, après quoi on introduit des cobayes neufs qui sont retirés avant l'apparition de la fièvre et dont l'observation est poursuivie après avoir pris soin de les débarrasser totalement des puces qui auraient pu rester sur eux. Une autre technique consiste à placer dans un tube Borrel, dont les extrémités sont fermées par une toile de soie à bluter, un certain nombre de puces neuves. Les puces contenues dans le tube sont mises à piquer à travers la soie à bluter, d'abord sur des cobayes infectés puis sur des cobayes neufs. Le tube est posé dans l'intervalle des séances de piqûre sur un couvercle de tube Borrel où il est aisé de récolter les déjections des puces. Pour la récolte de grande quantité de déjections on introduit dans une cuve contenant des puces infectées un rat blanc qui est sacrifié mourant (du fait des piqûres) après 24 heures. Ce rat, dont le pelage farci de déjections est devenu noir, fournit une quantité considérable de déjections (1 gr. environ). Pour recueillir ces déjections les poils sont arrachés, desséchés dans le vide, tamisés et la poudre recueillie est conservée en ampoules scellées sous le vide.

(5) BLANC G. et DELAGE B. — *Maroc Médical*, 1944, 243, 71.

## INFECTION DES STEGOMYIAS

Une centaine d'*Aedes aegypti* sont mis dans une cage, à l'obscurité, en atmosphère très humide.

A l'intérieur de la cage un vase en terre, rempli d'eau et fermé au coton hydrophile, est suspendu. La surface rugueuse et humide du vase permet la ponte des *Aedes* et l'évaporation constante de l'eau assure un état hygrométrique convenable. Dans chaque cage sont introduits successivement plusieurs cobayes infectés, attachés sur le dos, la paroi ventrale épilée : chaque séance de piqure dure une heure environ, il y en a une le matin et une l'après-midi. Aux cobayes infectés succèdent des cobayes neufs dans les mêmes conditions expérimentales.

## RÉSULTATS OBTENUS

Les puces, *Xenopsylla cheopis*, s'infectent sur le cobaye, elles restent infectées au moins quarante jours. Les *Salmonella* peuvent être isolées aussi bien des puces que de leurs déjections.

Les cobayes neufs piqués par ces puces peuvent s'infecter.

Quelques expériences faites avec des *Stegomyias* nous ont permis dans un cas de retrouver *S. suispestifer* chez l'insecte dix jours après le dernier repas infectant et d'obtenir une fois l'infection du cobaye par piqure.

Voici à titre d'exemples les protocoles de deux expériences.

1<sup>re</sup> Cuve à *Xenopsylla*. Cuve 185.

2 septembre 1943. — Dans une cuve sont mises plusieurs milliers de puces (*X. cheopis*) venant d'éclorre et n'ayant jamais piqué.

Le même jour est introduit dans la cuve un cobaye, 10/11, qui vient d'être inoculé. Il a reçu par voie intrapéritonéale 4 cc d'une suspension de rate d'un cobaye infecté de *S. suispestifer* (souche Couzi). Le cobaye 10/11 meurt le 8 septembre. L'hémoculture est positive.

9 septembre. — Un nouveau cobaye, 10/21, inoculé avec une culture de la même souche de *S. suispestifer*, par voie intramusculaire, est mis dans la cuve 185. Il est trouvé mort le 13 septembre. L'hémoculture est positive.

13 septembre. — Un premier sondage est fait pour savoir si les puces qui ont piqué les cobayes 10/11 et 10/21 se sont infectées. Cent cinquante sont retirées de la cuve et broyées, mises en suspension dans quatre centimètres cubes d'eau physiologique et inocuées, par voie intrapéritonéale, au cobaye 10/24. Celui-ci meurt le 21 septembre. La rate est énorme, friable, noire avec un enduit épais. L'hémoculture et la splénoculture sont positives.

15 septembre. — Un nouveau cobaye, le 10/23 inoculé avec la suspension de rate du cobaye 10/21 est introduit dans la cuve, il meurt le 21 septembre. L'hémoculture est positive.

21 septembre. — Un quatrième cobaye, 10/14, inoculé la veille, par voie intramusculaire, avec une culture de *S. suispestifer*, est mis dans la cuve 185. Il y reste jusqu'au lendemain. Trouvé mort le 22 septembre, l'hémoculture est positive.

23 septembre. — Cent puces sont retirées de la cuve, broyées, mises en suspension dans 3 cc. d'eau physiologique, le tout est inoculé par voie intrapéritonéale au cobaye 15/16. L'animal meurt six jours plus tard, le 29 septembre. A l'autopsie on note que la rate est très grosse, noire, recouverte d'un enduit. Le poumon gauche est le siège d'une congestion intense, il y a quelques infarctus. Les capsules surrénales sont très grosses, de couleur violacée. La culture du sang et celle de la rate donnent *S. suispestifer*.

Les puces de la cuve étant dûment infectées on introduit des cobayes neufs qui ne seront laissés que quelques jours.

24 septembre. — Le cobaye 95/16 est mis dans la cuve jusqu'au 2 décembre. Il s'infectera mais survivra à l'infection décelée par la fièvre et par une hémoculture positive à *S. suispestifer* (courbe VIII).

2 octobre. — Un autre cobaye neuf le remplace, 95/20, il est laissé dans la cuve pendant dix-sept jours sans présenter la moindre réaction fébrile. Retiré et ponctionné, pour hémoculture, il fait immédiatement une élévation de température au-dessus de 40°2, il mourra le 29 décembre. La rate est peu augmentée de volume, on note une pleuropéricardite avec intense congestion pulmonaire, la culture du sang et celle de la rate donnent *S. suispestifer*. L'infection aiguë paraît avoir été déclenchée par le traumatisme de la ponction du cœur (courbe VII).

12 octobre. — Cent puces sont lavées, broyées dans 6 cc. d'eau physiologique. Le tout est inoculé dans la cavité péritonéale du cobaye 95/24 qui mourra le 18 octobre. Vingt autres puces sont inoculées de la même façon à un autre cobaye, 95/25, qui lui aussi mourra d'infection à *S. suipestifer*, le 20 octobre (courbe XI).

19 octobre. — Un nouveau cobaye est mis dans la cuve où il est laissé jusqu'au 2 novembre; il fait une infection fébrile et meurt le 9 novembre; la mort est due probablement à la ponction du cœur. Les lésions macroscopiques sont peu marquées. La rate est augmentée de volume, sans enduit, l'examen de frottis ne montre pas de bacilles. La culture du sang et celle de la rate donnent *S. suipestifer*.

2 novembre. — L'expérience est arrêtée. Les cent puces qui restent dans la cuve sont broyées, additionnées de 3 cc d'eau physiologique, le tout est inoculé dans la cavité péritonéale du cobaye 10/64 après avoirensemencé quelques gouttes de la suspension. Cette culture donne de nombreuses colonies de *S. suipestifer*. Le cobaye meurt le 10 novembre (courbe X). A l'autopsie on trouve une très grosse rate de couleur noire avec enduit, le foie paraît normal. Les capsules surrénales sont grosses et violacées. On note une congestion intense des lobes supérieurs médian et inférieur du poumon droit.

La culture du sang, celle de la rate sont positives, *S. suipestifer* est isolée.

De cette expérience qui a duré deux mois on peut conclure que les puces *X. cheopis* s'infectent en piquant des cobayes infectés eux-mêmes de *S. suipestifer*. L'infection s'est maintenue du 23 septembre au 2 novembre, soit quarante jours. Des cobayes neufs piqués par des puces se sont infectés. La *S. suipestifer* a été isolée des cobayes, des puces et de leurs déjections.

#### 2<sup>e</sup> Cage à *Stegomyias*.

19 juillet. — Un cobaye infecté est introduit dans une cage contenant environ trois cents *A. aegypti* capturés dans la nature.

20 juillet. — Nouvelle exposition aux piqûres dans la cage. Le cobaye est mourant.

22 juillet. — Nouveau cobaye infecté introduit dans la cage.

23 et 24 juillet. — Le même cobaye est soumis deux fois par jour aux piqûres de *Stegomyias*.

26 juillet. — Un cobaye neuf, A. 69, est introduit dans la cage le matin et l'après-midi puis isolé, sa température étant prise chaque jour. A aucun moment, il ne présente de fièvre. Il meurt le 30 août. A l'autopsie peu de signes, les ganglions inguinaux de la grosseur d'un grain de blé sont hémorragiques. La rate est grosse, de couleur foncée, il y a un peu de liquide péritonéal. L'hémoculture et la splémoculture donnent *S. suipestifer*. Un fragment de foie est broyé dans 10 cc d'eau physiologique, 3 cc de cette suspension sont inoculés par voie intrapéritonéale à un cobaye qui mourra d'infection à *S. suipestifer*. D'autres passages également positifs sont continués.

Du 27 au 30 juillet. — Un autre cobaye, le A. 70, est mis dans la cage, puis le cobaye A. 80 le remplace du 2 au 4 octobre. Aucun d'eux ne s'infectera.

29 juillet. — Dix *Stegomyias* broyés sont inoculés à un cobaye qui ne s'infecte pas.

5 août. — Il reste dix *Stegomyias* vivants dans la cage, ils sont broyés dans 1 cc d'eau physiologique et inoculés au cobaye A. 83 qui ne s'infectera pas.

De cette expérience il est à retenir la possibilité pour les *Stegomyias* de s'infecter et de transmettre l'infection par piqûre. Il semble que l'infection soit moins forte que celle des puces et que peu d'insectes s'infectent puisque, dans cette expérience, nous n'avons pas retrouvé *S. suipestifer* chez les *Stegomyias* broyés. Par contre dans une autre expérience il a été possible d'isoler la souche *S. suipestifer* chez des *Stegomyias* dix jours après leur dernier repas infectant.

#### MALADIE EXPÉRIMENTALE DU COBAYE

Le cobaye inoculé dans le péritoine avec des puces broyées fait une infection de courte durée et toujours mortelle. Du 3 au 5<sup>e</sup> jour la fièvre apparaît, la température s'élève au-dessus de 41°, reste en plateau, et la défervescence, le plus souvent très brusque, annonce la mort qui survient de cinq à dix jours après l'inocula-

tion. La courbe de température est comparable à celle des animaux de passage (courbes IX, X, XI). Les lésions observées à l'autopsie sont celles de l'infection aiguë, rate noire, très grosse, capsules surrénales grosses et violacées. L'hémoculture et la spléno-culture sont toujours positives mais, sur frottis de rate, les bacilles sont relativement peu nombreux, quelquefois très rares; on observe jamais cette pullulation de germes qui est si marquée dans la peste.

Les cobayes piqués par les puces infectées réagissent différemment. La maladie est de type subaigu. L'incubation d'une dizaine de jours, incubation apparente, période qui précède la fièvre, mais, bien avant l'apparition de celle-ci, il est possible d'isoler *S. suispestifer* des organes et même du sang. La courbe fébrile, en cas de mort de l'animal, ne diffère pas de celle décrite chez les animaux infectés par inoculation de puces broyées et les lésions constatées à l'autopsie sont identiques. Il n'y a donc pas à proprement parler une forme clinique de type chronique mais simplement un allongement de l'incubation. La maladie se déclare plus tard mais est aussi aiguë. Parfois l'animal guérit de son infection. Nous avons observé un cobaye mis à piquer dans une cuve pendant huit jours qui fit une forme longue, pyrétique, de plus de dix jours et qui cependant survécut. Une ponction du cœur faite au cinquième jour de la fièvre permit d'isoler *S. suispestifer*.

Enfin il est une autre forme qui paraît bien se rencontrer, c'est la forme inapparente. Véritable infection sanguine sans symptômes et particulièrement sans fièvre. Mais l'animal ainsi infecté est en état d'équilibre physiologique instable, et un traumatisme même peu important transforme immédiatement cette infection inapparente en maladie fébrile, aiguë, mortelle. Dans un cas, par exemple, nous avons un cobaye qui est maintenu dans une cuve de puces hyperinfectées, pendant dix-sept jours. La température est prise régulièrement, elle est tout à fait normale et l'animal, malgré les piqûres anémiantes, est en parfait état. Il est sorti de la cuve, débarrassé de ses puces, la température est à 39°2. Ponction du cœur et hémoculture qui sera positive mais très pauvre. Un seul tube sur deux ayant donné quelques colonies de *S. suispestifer*. Le soir la température est à 40°, elle se maintient en plateau entre 40° et 41° pendant neuf jours, l'animal meurt le dixième jour. La rate est peu augmentée de volume, on n'y trouve de bacilles qu'à la culture mais non à l'examen direct. Il y a une intense congestion

pulmonaire avec péricardite, lésions provoquées par la ponction et point de départ de la généralisation de l'infection.

Dans un autre cas, un cobaye retiré de cuve dans les mêmes conditions, après douze jours, sans avoir présenté le moindre signe d'infection, est piqué par des puces non infectées dans le but d'isoler, par la méthode si sensible du xénodiagnostic, la *S. suispestifer*: l'animal est deux fois par jour maintenu pendant vingt minutes étendu sur le dos avec un tube contenant environ trois cents puces, appliqué sur la paroi abdominale. Peu après cette épreuve, la température monte et l'animal meurt des suites d'une ponction du cœur. Lésions discrètes à l'autopsie. Pas de bacilles à l'examen direct de frottis de rate. Cultures du sang et de la rate positives.

#### VIRULENCE DES DÉJECTIONS DE PUCES

Les *Salmonella suispestifer* ingérées par les puces non seulement se conservent dans le tube digestif de l'insecte mais elles s'y multiplient et sont éliminées avec les fèces en grande quantité. La culture d'une faible quantité de déjections donne de très nombreuses colonies sur milieux solides. Dans les déjections sèches la conservation des *S. suispestifer* s'avère d'une durée considérable avec maintien de la virulence. Actuellement, après exactement un an, cette conservation paraît non diminuée, les cultures de déjections donnant toujours un nombre considérable de colonies quasi-confluentes, même avec un vingtième de milligramme.

#### RÉSUMÉ

De ces premières recherches sur le comportement de *S. suispestifer* chez les insectes piqueurs, et particulièrement chez une puce du rat *Xenopsylla cheopis*, les faits suivant peuvent être retenus:

1° Une puce qui pique un cobaye infecté de *S. suispestifer* s'infecte elle-même. Les bacilles ingérés se multiplient dans le tube digestif de l'insecte, passent dans les déjections, où ils peuvent se conserver à sec pendant un temps considérable.

2° Une puce infectée qui pique un cobaye sain peut lui donner l'infection.

3° Les cobayes infectés par piqûres de puces font une maladie fébrile, le plus souvent mortelle. Ils peuvent faire aussi une infection sans symptôme et en particulier sans réaction fébrile. Cette infection s'accompagnant de septicémie. Des animaux atteints de cette salmonellose inapparente sont en équilibre physiologique instable, et un traumatisme même léger peut être suffisant pour transformer cette infection inapparente en infection de type aigu.

De ces faits quelques suggestions paraissent pouvoir être tirées :

A. Les infections à *S. suipestifer*, en particulier le choléra du porc, pourraient être propagées par insectes hématophages.

B. La très longue conservation à l'état virulent des *S. suipestifer* dans les déjections d'insectes hématophages pourrait constituer un facteur important dans la conservation et la transmission de cette salmonellose.

C. L'existence de forces inapparentes et fragiles de salmonelloses chez les animaux de laboratoire, ne leur est peut-être pas spéciale et il est à envisager leur existence chez les animaux domestiques et même chez l'homme.

**SALMONELLA SCHOTTMULLERI (Paratyphique B)**

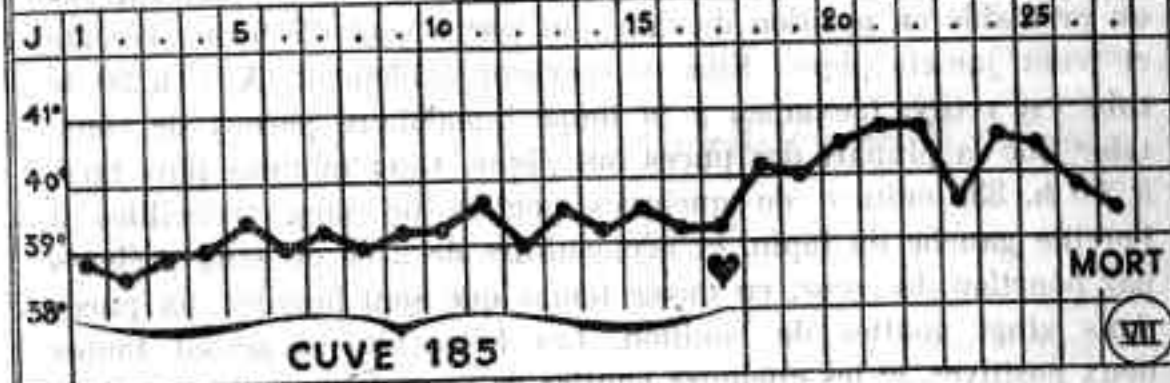
Les résultats obtenus avec la *Salmonella* du Hog. choléra, nous ont amenés à rechercher quel serait le comportement du bacille paratyphique B de l'homme, la *S. schottmüller*, chez le même insecte hématophage, la puce du rat *Xenopsylla cheopis*. La détermination précise de la souche utilisée (1) a été faite comme précédemment par l'étude des caractères biochimiques sur milieux de culture, par l'agglutination avec différents sérums et la mise en évidence de l'antigène glucidolipidique spécifique (2). Cette souche de paratyphoïde B, peu pathogène pour le cobaye, ne permettait pas l'emploi de la technique de la cuve utilisée pour les recherches sur *S. suipestifer*. Nous avons utilisé la méthode décrite ici même de la bactériémie transitoire du lapin permettant l'infection facile des puces. Voici un tableau d'expérience :

(1) Souche isolée du sang de l'homme par le docteur Couzi à Rabat.

(2) BLANC G. et DELAOR B. — *Loc. cit.*

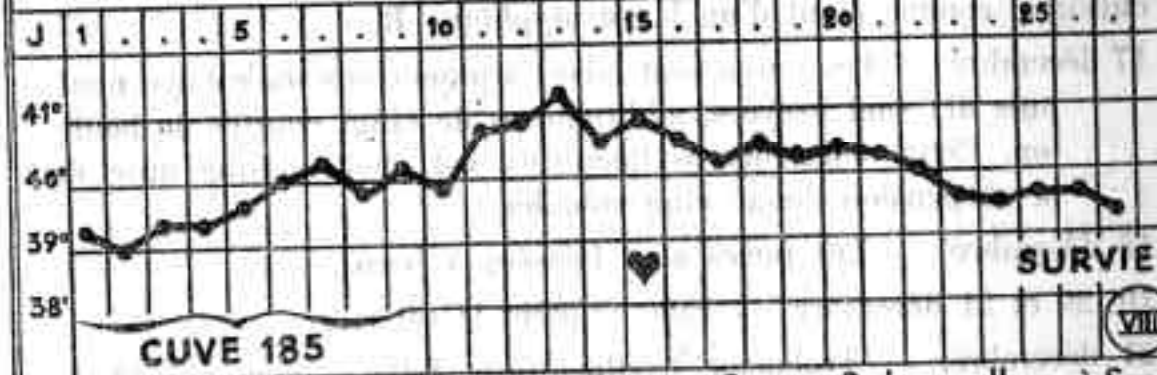
**Salmonellose à S. p. par piqûres de puces infectées**

**COBAYE 95.20**



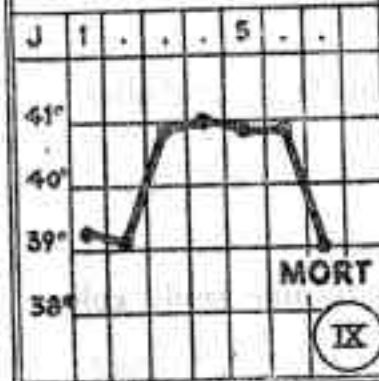
**Salmonellose à S. p. par piqûres de puces infectées**

**COBAYE 95.16**



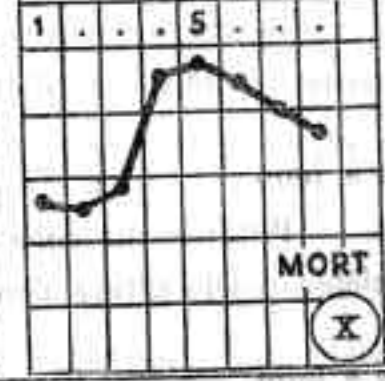
**Salmonellose à S. p. passage rate péritoine**

**COBAYE 10.5**



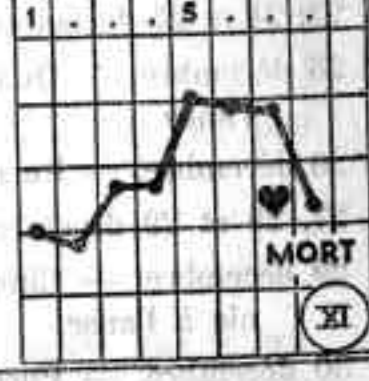
**Salmonellose à S. p. inoculation 100 puces péritoine**

**COBAYE 10.64**



**Salmonellose à S. p. inoculation 20 puces péritoine**

**COBAYE 95.25**



Le 16 décembre 1943 un lapin reçoit dans la veine marginale de l'oreille droite 4 cc d'une suspension de bacilles paratyphiques B à 3 milliards de germes au centimètre cube. L'inoculation est faite à 10 heures. A 10 h. 30 un tube Borrel contenant 240 *Xenopsylla cheopis* est appliqué sur la face ventrale épilée de l'animal attaché au préalable en position dorsale. Les puces sont d'éclosion récente et n'ont jamais piqué. Elles se gorgent avidement. A 10 h. 30 le tube est retiré. L'examen à la loupe binoculaire permet de constater que la plupart des puces ont piqué. Cinq minutes plus tard, à 10 h. 35, culture de quelques gouttes de sang recueillies à l'oreille gauche du lapin, et hémoculture de 2 cc de sang prélevés par ponction du cœur, en même temps que sont broyées dix puces dans vingt gouttes de bouillon. Les hémocultures seront toutes deux positives, et les quelques gouttes de sang donneront sur gélose inclinée des colonies confluentes. La psyloculture sera également positive. Une anse de la suspensionensemencée sur gélose donnant 13 colonies identifiées, ainsi que celles provenant des hémocultures, comme étant d'un b. paratyphique B.

17 décembre. — Les puces sont mises à piquer sur un cobaye neuf, puis dix sont broyées, additionnées de vingt gouttes de bouillon. Cette deuxième psyloculture est positive, une anse de la suspension donne cinq colonies.

18 décembre. — Les puces sont laissées à jeun.

19, 20 et 21 décembre. — Elles piquent le cobaye.

21 décembre. — Troisième psyloculture, faite comme précédemment avec dix puces. Une anse donne dix colonies de paratyphique B.

22 décembre. — Puces à jeun.

23, 24 et 25 décembre. — Piqûres sur cobaye.

25 décembre. — Quatrième psyloculture donnant vingt colonies à l'anse.

26 décembre. — Puces à jeun.

27, 28 et 29 décembre. — Piqûres sur cobaye.

29 décembre. — Cinquième psyloculture donnant une seule colonie à l'anse.

30 décembre. — Puces à jeun.

31 décembre, 1<sup>er</sup> et 2 janvier. — Piqûres sur cobaye.

2 janvier. — Sixième psyloculture, donnant six colonies à l'anse. Une hémoculture du cobaye, piqué depuis le 17 décembre, est négative.

3 janvier. — Puces à jeun.

4 janvier. — Un milligramme de déjection des puces est récolté du tube Borrel. Dilué dans un centimètre cube de bouillon. Ensemencé un tube de gélose avec une anse de la dilution. La culture donne d'innombrables colonies de bacille paratyphique B.

4, 5 et 6 janvier. — Piqûre sur un cobaye neuf.

Septième psyloculture. Également positive, mais cette fois le tube ensemencé avec une anse de la dilution donne d'innombrables colonies.

7 janvier. — Puces à jeun.

8, 9 et 10 janvier. — Piqûres sur le cobaye.

10 janvier. — Huitième psyloculture donnant comme la précédente d'innombrables colonies.

11 janvier. — Puces à jeun.

12, 13 et 14 janvier. — Piqûres sur le cobaye.

14 janvier. — Neuvième psyloculture, donnant comme les deux précédentes, d'innombrables colonies.

15 janvier. — Puces à jeun.

16, 17, 18 et 19 janvier. — Piqûres sur le cobaye.

19 janvier. — Dixième psyloculture. Toujours aussi riche.

20 janvier. — Puces à jeun.

21 au 27 janvier. — Piqûres sur cobaye, coupées d'un jour de jeûne.

27 janvier. — Onzième psyloculture qui ne donne plus que quelques colonies.

28 janvier. — Puces à jeun.

29, 30 et 31 janvier. — Piqûres sur cobaye.

31 janvier. — Douzième psyloculture, aussi pauvre que la précédente ; il n'y a que quelques colonies, toujours de paratyphique B.

A partir du 31 janvier, quarante-septième jour de l'expérience, quatre psyllocultures sont encore faites, toutes négatives, la dernière avec quarante puces encore vivantes (il y en a cinquante de mortes), faite le 16 février.

#### RÉSUMÉ

De ces premières recherches sur le comportement de *S. scholtmülleri* (bacille paratyphique B) chez la puce du rat *Xenopsylla cheopis*, peuvent, dès maintenant, être retenus les faits suivants :

1° Une puce qui pique un animal (lapin) en état de bactériémie intense s'infecte.

2° La puce infectée peut héberger des bacilles pendant au moins quarante-sept jours.

3° Les bacilles ingérés par la puce se multiplient dans son tube digestif et passent dans les déjections.

D'autres faits demandent, pour être interprétés, de nouvelles recherches. Tout paraît se passer comme si, à un moment donné (psyllocultures 7, 8, 9 et 10), il y avait une multiplication intense des bacilles suivie d'un arrêt et d'une disparition des germes. A cela peut être objecté qu'au fur et à mesure que l'expérience se poursuit, il y a diminution du nombre de puces, et que si elles n'ont pas été toutes infectées le nombre de celles porteuses de germes est en diminution. Seule la répétition des expériences permettra de tirer une conclusion.

Les cobayes piqués par les puces ne sont pas infectés et l'hémoculture est restée négative. Là encore aucune interprétation ne peut être donnée. Le bacille paratyphique B est trop peu virulent pour infecter le cobaye alors même qu'il pourrait être transmis par piqûre ; nous avons montré ailleurs à propos du bacille pyocyanique que bien que la piqûre de puce ne soit jamais infectante il était possible de retrouver le germe dans la peau du cobaye piqué, peut-être en est-il de même avec le bacille paratyphique B.

#### EN CONCLUSION

Les résultats obtenus avec deux espèces de *Salmonella*, l'une surtout d'infection animale, l'autre exclusivement d'infection

humaine paraissent tout à fait comparables ; si on en rapproche les faits observés par Parker avec *S. enteritidis*, on est amené à étendre à tout le groupe des *Salmonella* (paratyphiques B), le caractère d'être apte à se développer dans le tube digestif des arthropodes hématophages, à passer dans les déjections et à s'y conserver, à sec, pendant un laps de temps considérable. Ces faits permettront peut-être d'envisager pour les insectes hématophages un rôle actif dans la transmission et la conservation des bacilles du genre *Salmonella*.