

La démarche exemplaire d'un épidémiologiste de terrain : M. BALTAZARD et les foyers de peste du Nordeste brésilien.

Ce sont essentiellement les résultats de ses travaux dans le sud du Kurdistan iranien qui valurent à M. BALTAZARD une renommée internationale dans le domaine de l'épidémiologie de la peste et le firent appeler à maintes reprises comme consultant par l'OMS pour tenter de résoudre les problèmes posés par l'existence de foyers pesteux invétérés à réactivation périodique en Inde, à Java, en Birmanie, au Brésil, au Pérou et en Mauritanie.

Les travaux effectués dans ce cadre par les différentes équipes qu'il coordonna et supervisa dans le nord-est du Brésil de 1965 à 1971 donnèrent lieu à quatre rapports successifs dont trois ont été publiés dans la revue Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais.

*Le quatrième est totalement inédit. C'est pourquoi nous avons jugé opportun de le rendre public dans ce numéro spécial en le faisant précéder du résumé des trois premiers rapports.**

J. F. PAYS

1. Voyage d'étude pour l'organisation d'un projet de recherches sur la peste au Brésil. Résumé du 1^e rapport de mission (avril-mai 1965)

cf. BALTAZARD M - Viagem do estudo ao Brasil para a organização de um projeto de pesquisas sobre a peste. Rev Brasil Malar, 1968, 20, 335-366.

Ce voyage a été effectué par M. BALTAZARD en avril et mai 1965, grâce à un accord entre l'O.M.S et le gouvernement brésilien pour étudier, en collaboration avec J. RODRIGUES DA SILVA, directeur du *Departamento nacional de endemias rurais* (DNERu), la faisabilité d'un projet de recherches sur la peste dans le nord-est du pays (*Nordeste*).

À cette occasion, M. BALTAZARD a pu consulter la très importante documentation, « sans doute unique au monde », rassemblée en 30 ans par le *Servicio nacional de peste* et tracer, grâce à l'expérience acquise sur d'autres terrains

(Inde, Irak, Turquie, Syrie et Java), la carte des mouvements de la peste et celle de la focalisation et de la permanence supposée de l'infection.

Les foyers de peste du *Nordeste* paraissant indépendants les uns des autres, M. BALTAZARD envisage de concentrer les recherches sur 5 d'entre eux qu'il considère comme « invétérés », c'est-à-dire permanents, fixes et de durée théoriquement illimitée, dont il résume les caractéristiques et l'historique : 1° Teresopolis, 2° Triunfo, 3° Ceara Nord, 4° Pernambuco Est, 5° Ceara Sud-Pernambuco Ouest. Au centre de ces foyers, il note la présence d'une zone d'altitude avec une pluviométrie différente de celle des plaines environnantes, où la peste se maintiendrait. Ces différents foyers semblent dater de la troisième pandémie (fin du 19^e siècle). Partie des zones portuaires selon un schéma désormais classique, la peste,

* cf. publication sur le site (www.pathexo.fr/Balta.html) de l'intégralité des 4 rapports en français

* cf. publicação integral dos 4 relatórios em francês e português no site : www.pathexo.fr/Balta.html.

véhiculée par l'homme et le rat, aurait gagné progressivement l'intérieur du pays grâce à la construction de routes et de voies de chemin de fer. Toutefois, BALTAZARD n'élimine pas la possibilité pour l'homme et le rat d'avoir trouvé sur place une peste plus ancienne sévissant chez les rongeurs sauvages et méconnue jusqu'à ce jour en l'absence du rat.

Les visites que M. BALTAZARD consacre à ces « foyers », en compagnie de ses collaborateurs, ont pour but de déterminer les possibilités et les conditions de travail, et de choisir les lieux où la recherche aurait le maximum de chances de réussite.

Après avoir discuté longuement le projet avec les responsables brésiliens, M. BALTAZARD retourne à Téhéran où il peut examiner plus à loisir la plupart des travaux publiés sur la peste au Brésil et, notamment, le rapport de J. M. DE LA BARREIRA, spécialiste de la peste des rongeurs sauvages. Il parvient aux conclusions provisoires suivantes :

a - « la persistance de la peste au *Nordeste* est, selon toute vraisemblance, le fait des seuls rongeurs sauvages car toutes les zones où l'infection réapparaît, après de longues périodes de silence, sont des zones de climatologie et de végétations particulières, avec une forte densité de rongeurs sauvages et une faible densité humaine, donc murine » ;

b - le mode d'extension de cette peste est sans rapport avec les voies de communication humaines et notamment les « transports habituels de rats ou de puces dans les chargements de denrées ou vivres par chariots, camions ou chemin de fer, si souvent invoqués... » ;

c - l'apparition de cas de peste humaine dans une ferme ou un village est probablement toujours due à la présence de l'infection chez le rat et à la piqure de *Xenopsylla cheopis* ;

d - *X. cheopis* ne semble pas parasiter les rongeurs sauvages, et les puces de ces derniers ne semblent pas piquer l'homme ;

e - Par contre, l'épidémisation de peste au *Nordeste* semble bien être due à la transmission interhumaine de *Y. pestis* par *Pulex irritans*. M. BALTAZARD a pu reconstituer en effet, d'après les documents mis à sa disposition, l'histoire de 491 fermes infectées. Dans 359 de ces fermes, il n'y avait eu qu'un seul cas de peste humaine, soit 359 cas dont 4 mortels. 58 fermes avaient abrité chacune deux cas, avec 51 fois, un premier cas mortel. 74 fermes enfin avaient connu plus de deux cas avec des premiers cas toujours mortels. Le délai d'apparition des cas secondaires dans 125 fermes où le premier cas avait été mortel était toujours supérieur à 6 jours. Ces données correspondent bien à ce que l'on sait de la transmission interhumaine de la peste par *Pulex irritans* : nécessité d'une septicémie (donc d'un cas mortel) pour que *P. irritans* puisse s'infecter et d'un délai de plusieurs jours (une semaine) entre le décès du cas primaire et l'apparition du cas secondaire (temps d'incubation extrinsèque + temps d'incubation clinique).

f - Mais l'épidémisation vraie de la peste (plus de dix cas dans une même maison ou groupe de maisons) est devenue au Brésil un phénomène très rare, conclut BALTAZARD, en raison de l'efficacité des mesures prises par le Service de la peste dès la détection des premiers cas humains.

Les dernières pages du rapport concernent les moyens matériels souhaités et le plan de travail proposé : études écologiques ; recherche de l'infection naturelle des rongeurs et des puces ; recherches expérimentales sur les rongeurs et les puces ; étude des souches de bacilles

pesteux ; recherches sur la prophylaxie de la peste.

2. État actuel du travail de recherche sur la peste au Brésil.

Résumé du 2^e rapport (13 avril 1967)

cf. BALTAZARD M - Situação atual do trabalho de pesquisa sobre a peste no Brasil. *Rev Brasil Malar*, 1968, 20, 367-389.

1-2- Les rongeurs « non domestiques » sont, au Brésil, les réservoirs de la peste. Par rongeurs non domestiques, il faut entendre : a) les rongeurs commensaux vivant des déchets produits par l'homme, mais ne pénétrant dans les habitations que la nuit, pour un temps limité, b) les rongeurs champêtres qui vivent des produits de l'agriculture qu'ils consomment *in situ* et qui ne pénètrent pas dans les maisons et les rongeurs sauvages vivant sans contact avec l'homme, ou même qui le fuient. Selon M. BALTAZARD, seul *Rattus r. rattus*, le rat noir, qui vit dans les maisons, est « domestique ». *R. r. frugivorus* et *R. r. alexandrinus* sont des rongeurs « commensaux ». Ils sont en contact constant avec l'enzoo-épizootie champêtre mais, pesteux, ils ne meurent pas dans les maisons et n'y libèrent qu'exceptionnellement des puces infectées.

3 - Il est acquis que, lors d'une épizootie violente et prolongée chez les rongeurs champêtres, la peste humaine est exceptionnelle.

4. La répartition de la peste humaine au Brésil donne une idée très inexacte de l'extension réelle de l'infection chez les rongeurs.

5 à 8 - Dans les régions arides, la peste pourrait progresser chez les rongeurs sans qu'on s'en aperçoive. On ne la détecterait que si elle traversait une zone fertile, à plus forte densité de peuplement humain, qu'on considérerait par erreur comme « un foyer ». En réalité, on n'a pas de véritables preuves de

l'existence de foyers invétérés, ceux qui ont été définis dans le premier rapport l'ayant été par cartographie des cas humains.

9. Foyers invétérés ou circulation continue de l'infection et absence de « focalité » ? Cette importante question qui se pose pour le Brésil se pose également au plan mondial car les notions de fixité des foyers, de leur limitation, de leur autonomie, bien que fondées sur de solides et nombreux arguments, ne reposent sur aucune véritable preuve.

Les silences de la peste dans ce type de foyers et ses réapparitions périodiques (authentifiées pour la première fois par l'équipe de l'Institut Pasteur en Iran) peuvent être en rapport avec la longue conservation du bacille dans le sol des terriers, sans que l'on puisse éliminer une réapparition due à sa réimportation à partir d'un foyer voisin.

10. Au Brésil, on peut démontrer mieux qu'ailleurs que la peste n'existe ni ne circule en dehors de ses foyers reconnus en montrant l'absence ou l'extrême rareté des rongeurs dans le *sertão*. Pendant un mois et demi, en saison sèche, des kilomètres de ligne de piégeage ont été posés dans la *caatinga*, couvrant plus de 100 km², sans capturer de rongeurs, mis à part sept *Cercomys* (*Trichomys apereoides*) provenant d'une colonie d'une dizaine d'individus.

11. En saison des pluies, la *caatinga* reverdit mais semble rester tout aussi vide de rongeurs qu'en saison sèche (un seul *Cercomys* capturé).

12. Il est nécessaire de poursuivre le travail de piégeage. Une fois celui-ci terminé, la limitation des foyers trouvera sans doute son explication, et leur permanence et leur fixité seront sans doute confirmés. Les foyers identifiés par les 32 années de travail du *Servicio nacional de peste* pourront alors être étudiées en toute certitude, de même

que « pourra être recherché à coup sûr le mode de conservation de l'infection pendant les longs intervalles de silence de la peste humaine ».

13. La peste est réapparue à Triunfo en novembre 1966, après plus de 9 ans de silence. Le foyer se limite à la partie haute et toujours verte des *municípios* de Triunfo et Princesa Isabel, au total, guère plus de 100 km². M. BALTAZARD se propose d'y transporter le centre de recherches. La taille réduite du foyer permettra de le prospecter presque mètre par mètre.

14. M. BALTAZARD souligne, pour terminer, l'efficacité de l'action du DNE-Ru (*Departamento nacional de endemias rurais* auquel est rattaché le *Servicio nacional de peste*) basée sur le traitement des maisons par les insecticides à effet rémanent et sur le traitement précoce des malades. Il conclut que, si la peste continue de poser au Brésil un problème épidémiologique important, elle n'est plus une maladie dangereuse ni une menace pour les populations concernées.

3. Progress Report.

Résumé du 3^e rapport (octobre 1967)

cf. BALTAZARD M - Pesquisas sobre a peste no Brasil. *Rev Bras Malariol D Trop*, 1968, 20, 371-390.

Malgré les pluies dont la saison se termine (début août), il y a eu continuité du travail. Ce rapport porte essentiellement sur la synthèse des résultats du travail de l'équipe de Y. KARIMI.

I. Ecologie des rongeurs.

Les études menées sur l'écologie des rongeurs ont pour but de résoudre trois problèmes : 1° la focalisation de la peste et la limitation géographique des foyers existants (problème le plus important) ; 2° l'épizootisation de l'infection responsable de l'apparition de cas humains) ; 3° la conservation de la

peste entre les épizooties, et sa réapparition parfois après des intervalles de silence de plus de dix ans.

La focalisation de la peste pourrait n'être qu'apparente et ne pas correspondre à la réalité des faits (cf. rapport n° 2) dans la mesure où il existerait une circulation active mais silencieuse de la peste chez les rongeurs dans le *sertão*. Mais les recherches en cours indiquent, en saison sèche, une absence d'espèces sensibles de rongeurs dans le *sertão* entourant le foyer qui paraît ainsi isolé, comme une île. Il en va de même en saison des pluies, ainsi que dans la *caatinga* toujours verte.

L'épizootisation est pratiquement toujours le fait d'une seule espèce prépondérante de rongeurs sensibles. Dans les zones prospectées au Brésil, il s'agit de l'espèce *Zygodontomys (Bolomys)* (80 % de la totalité des rongeurs locaux). Cette espèce est propre à la zone *semper viridens* et, particulièrement, aux champs et aux jachères (*capuera*). Pratiquement sans gîtes fixes et sans terriers, les *Zygodontomys* semblent disparaître durant la saison sèche. Deux autres espèces de rongeurs, *Cercomys (Trichomys apereoides)* et *Kerodon*, ont des gîtes permanents sous roches et vivent en contact étroit l'une avec l'autre. Les *Cercomys*, d'autre part, fréquentent les champs cultivés où ils entrent en contact avec d'autres espèces de rongeurs et notamment des *Zygodontomys*.

La longue conservation de la peste semble être due à la survie prolongée des bacilles dans le sol. Seuls les rats (*R.r.a.* et *R.r.f.*) creusent des terriers profonds où il peut se conserver, mais ces terriers sont rares et non permanents. D'autres espèces de rongeurs peuvent y entrer comme *Trichomys apereoides* et *Kerodon*, dont l'habitat rupicole est permanent.

II. Écologie de la peste.

Focalisation - Elle est liée à la répartition de *Zygodontomys (Bolomys)*. On ne connaît aucun cas de peste dans le foyer d'Exu-Bodoco depuis 1935, au-delà de la limite de répartition de cette espèce. Cette focalisation se retrouve dans les foyers de Triunfo et Teresopolis. D'autres foyers, au contraire, ne sont pas strictement limités et peuvent s'étendre progressivement pour un temps sur de longues distances. Ces foyers sont dits « foyers diffus » ou encore « foyers fixes à extensions temporaires ». Toutefois, les plus vastes extensions de ce type de foyer ne sortent jamais de la zone dite « agreste » qui est la zone de pullulation possible des *Zygodontomys*.

Épizootisation - Elle semble bien être due à l'espèce *Zygodontomys pixuna (Bolomys lasiurus)*. Au début, l'infection progresse de proche en proche sous forme de « traînées » isolées, autonomes, à travers champs (progression lente sur des surfaces réduites due à la sédentarité des rongeurs). Des cas humains peuvent apparaître si des fermes se trouvent sur son parcours. Puis, au fur et à mesure que la densité de la population des rongeurs augmente avec l'arrivée de la saison favorable à leur pullulation, les traînées se ramifient, s'entrecroisent et se complexifient pour aboutir à une progression en nappes sur de vastes surfaces, touchant toutes les espèces de rongeurs y compris les rats. C'est à ce moment que le nombre des cas humains se multiplie. Puis, l'épizootie régresse sous l'action conjuguée de la mortalité et le retour d'une saison défavorable aux rongeurs, pour ne plus subsister qu'à l'état de traînées isolées qui, dans le cas d'année parti-

culièrement défavorable à leur pullulation, peuvent aller jusqu'à s'éteindre définitivement. Ce fut notamment le cas à Java et dans le nord de l'Inde.

Conservation - L'hypothèse retenue pour expliquer les longs silences interépizootiques (7 ans à Exu-Bodoca, 9 ans à Triunfo, 11 ans à Teresopolis) est, provisoirement, la réimportation à partir de foyers voisins. De nombreux travaux ont été entrepris pour rechercher la possibilité d'une conservation du bacille pesteux dans le sol des chambres profondes des terriers et gîtes permanents des rongeurs (rats, complexe *Cercomys/Kerodon* pour lequel des gîtes expérimentaux ont été construits en raison de l'impossibilité matérielle d'explorer les gîtes naturels). L'hypothèse de la conservation de *Y. pestis* dans l'habitat rupicole des *Kerodon* est confortée par le fait que cette espèce est particulièrement résistante à la peste expérimentale.

Épidémisation - Le mot « épidémie » ne doit plus être employé car il s'agit de cas humains sporadiques contractés au contact d'une enzootie ou d'une épizootie. M. BALTAZARD propose celui d'anadémie, terme qu'il a créé et défini pour désigner ce mode épidémiologique. Pratiquement, tous les cas de peste humaine sont dus à la piqûre de *X. cheopis*, la puce du rat. *Polygenis*, qui est l'espèce de puce la plus répandue chez les rongeurs sauvages ou champêtres, pique volontiers l'homme, mais sa responsabilité dans la survenue d'un cas de peste humaine est probablement exceptionnelle.

Suivent une série de réflexions, de recommandations pratiques et la confirmation de plusieurs axes de recherches dont l'essentiel a été rapporté ci-dessus et dans les précédents résumés.



Photo Alzira de ALMEIDA

Chapada de Aripe, Exu, Brésil, après la construction de la route.



Photo Alzira de ALMEIDA

Brésil, 1968. Une partie de l'équipe d'Exu.

A droite, BALTAZARD, BAHMANYAR et Celio et Alzira de ALMEIDA. Deuxième à gauche, F. PETTER
 Dans le hamac : Givaldo PEIXOTO (procureur de la République de la ville d'Exu) et sa femme Tereza
 (professeur de collège et lycée d'Exu). A gauche, Inaldo (employé d'école agricole)

4^e rapport (mai 1970) - Progress report.

Recherches sur la peste au Brésil (texte intégral inédit)

M. BALTAZARD †

1. Introduction

Ce rapport est établi à la suite de la visite de l'auteur au Brésil du 9 au 22 janvier 1970, puis d'un travail effectué à Paris du 16 au 22 mars avec Y. KARIMI à son retour du Brésil.

Il reprend l'ensemble des données acquises par l'équipe de recherches d'Exu depuis le dernier rapport (troisième rapport. Octobre 1967) : Y. KARIMI, C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA jusqu'à fin novembre 1967 ; C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA seuls de décembre 1967 à avril 69 ; Y. KARIMI, C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA d'avril 1969 à mars 1970.

Les propositions et recommandations sont basées sur les résultats des conversations qui ont eu lieu à Rio du 5 au 8 janvier 1970, au Ministère de la Santé, entre le Pr Manuel FERREIRA, les Drs Mario FERREIRA, C. ARCOVERDE DE FREITAS, Mme A. SZUMLEVICZ et l'auteur, et d'autre part à l'Oficina Sanitaria Panamericana Zone V entre le Dr RAO (remplaçant le Dr HORWITZ) et l'auteur.

Après sa rédaction, ce rapport a été revu à Paris le 22 mai 1970 avec M. le Ministre de la Santé, Dr Francisco DE PAULA DA ROCHA LAGÔA, lors de sa visite à l'Institut Pasteur.

2. Résultats acquis

Le foyer d'Exu, choisi en 1965, est sous étude ininterrompue depuis juillet 1966. Le jeune couple brésilien de biologistes C. et A. RODRIGUES DE

ALMEIDA, formé pour cette recherche par M. BAHMANYAR de juillet 1966 à février 1967, puis par Y. KARIMI de mars à novembre 1967, a pu assurer seul le travail à partir de décembre 1967, malgré des difficultés financières sérieuses et la contamination de l'un d'eux (C.) par la peste au laboratoire.

La communication régulière établie avec l'auteur a permis de suivre et d'orienter leur travail et dès la fin de 1962, il apparaissait que les résultats acquis nécessiteraient une nouvelle orientation de la recherche. Celle-ci était établie à Paris avec Y. KARIMI du 20 au 29 mars et mise en application à Exu depuis avril 1969.

2.1. Ecologie des rongeurs

Le « Troisième rapport » étudiait la répartition, la pullulation et le mode de vie des rongeurs et leur influence sur la limitation des foyers, l'épizootisation et la conservation de la peste.

2.1.1. L'étude des facteurs responsables de la focalisation avait montré le « vide » en rongeurs de la *caatinga* du *sertão*, expliquant la limitation de la peste aux zones cultivées, c'est-à-dire au piémont de la *chapada*. Restaient cependant à expliquer les irradiations périodiques et transitoires de la peste à partir de ce piémont vers des régions à cultures dispersées, semblant plus ou moins isolées par des zones sèches ou enclavées dans la *caatinga*. Cette recherche a été faite par des sondages en série, d'une part dans les *sítios* situés sur le plat de la *chapada* mais près de

NDLR : Une révision du taxinomique a fait adopter le terme de *Bolomys* à la place de celui de *Zygodontomys* et celui de *Trichomys* à la place de celui de *Cercomys*.

son rebord (et pouvant, par conséquent, avoir des possibilités d'échange de rongeurs avec le flanc et le piémont), d'autre part dans les étroites vallées des *riachos* qui, nées du piémont de la *chapada*, descendent vers la profondeur du *sertão*. Ces *riachos*, bien que ne coulant qu'exceptionnellement et très brièvement, lors des fortes pluies, forment en certains point de leur lit des bassins de décantation de faibles dimensions où les alluvions accumulées à chaque pluie créent une couche arable relativement épaisse. Si petits que soient ces bassins, il est bien rare qu'une ferme ne se crée pas en bordure pour les cultiver.

Tous ces *sítios*, ceux de la *chapada* comme ceux des *riachos*, ont été trouvés occupés par les mêmes rongeurs que ceux du piémont (y compris le *Zygodontomys*) mais en petit nombre et seulement dans les champs cultivés et dans la bordure de la *caatinga* ou des capoeiras attenants à ces champs (ou, pour le rat, aux alentours immédiats des maisons). Dans un rayon plus large, la *caatinga*, comme ailleurs, est pratiquement vide de rongeurs ; seuls y sont capturés de rares *Cercomys* loin des *sítios*. Or, ces *sítios* sont très peu nombreux et très dispersés :

- sur le plat de la *chapada* à cause de l'impossibilité d'y créer des açudes par suite du manque de pente (les *barreiros* exigent un travail considérable et se retrouvent rapidement vides) ;

- dans les vallées des *riachos* à cause de la rareté des bassins arables).

Il n'existe donc aucune continuité écologique pour les rongeurs entre ces *sítios*, dont chacun possède une population autonome. Il faut cependant admettre une possibilité de communication entre eux ou au moins certains d'entre eux. Le simple fait qu'ils se trouvent rapide-

ment peuplés de rongeurs lors de leur création montre qu'ils leur sont accessibles. Mais cette communication est rare, voire exceptionnelle.

L'étude du foyer de Triunfo, recommandée dans le troisième rapport, a été faite et a montré l'existence, dans ce foyer, des mêmes espèces de rongeurs que dans le foyer d'Exu, avec une distribution de même type, également limitée par des barrières écologiques : zones soit vides de rongeurs (falaises rocheuses), soit très pauvres en rongeurs (mêmes îlots de populations isolés dans la *caatinga*, n'offrant que d'exceptionnelles possibilités de communication entre eux).

On verra plus loin (paragraphe 2.2.1.) le rôle que jouent ces possibilités de communication.

2.1.2. L'étude des facteurs responsables de l'épizootisation a été concentrée, d'après les acquisitions antérieures, sur l'espèce *Zygodontomys pixuna*. Si ces acquisitions montraient bien la très grande densité de cette espèce dans les zones cultivées et les fortes variations de cette densité, son écologie restait inexplicable. Sur la foi des longues et excellentes observations de J. MOOJEN dans toutes les parties du Brésil où existe cette espèce et du travail aux champs de F. PETTER dans la région d'Exu, il était admis que les *Zygodontomys* ne creusaient pas de terriers, gîtant et nichant sous le couvert de la végétation herbacée (« *galericolas* », dit J. MOOJEN). Cette conception nous avait amenés à considérer que les variations de densité observées devaient être dues à une mortalité saisonnière très forte, liée aux facteurs climatiques et provoquée par le dessèchement de la végétation détruisant la possibilité d'abri de cette espèce sous le couvert herbacé.

Y. KARIMI et C. RODRIGUES DE ALMEIDA ont eu cependant, pour continuer l'étude de l'écologie de cette espèce, l'excellente idée de constituer des parcs-terrariums où ils ont pu, d'emblée, mettre en évidence le fait que *Zygodontomys* creusait bel et bien des terriers. La méthode du moulage, imaginée par KARIMI (remplissage avec du plâtre liquide), leur a permis de connaître avec exactitude la structure de ces terriers. Aux champs, la connaissance acquise en terrariums de l'aspect de leurs orifices (deux à trois), a permis de les repérer sans peine et d'évaluer le nombre très élevé des terriers (jusqu'à cinquante par hectare) et leur localisation aux champs cultivés et aux *capoeras* de repousse récente (moins de deux ans). L'étude de ces terriers est maintenant au premier plan pour la suite de la recherche : durée, réoccupation d'année en année et lors de la remise en culture des *capoeras*, époque de leur creusement (vraisemblablement à la saison des pluies, ce qui expliquerait la disparition rapide des déblais par « lavage », disparition qui rend le repérage des orifices si difficile qu'ils ont pu, pendant tant de temps, échapper à des chercheurs comme J. MOOJEN, F. PETER et au patient travail de Y. KARIMI et C. RODRIGUES DE ALMEIDA. Dès à présent, l'étude des restes de nourriture (et peut-être des réserves existant dans ces terriers) semble bien montrer que le *Zygodontomys* n'est pas un rongeur champêtre au sens habituel du terme : c'est-à-dire un exploitant des cultures humaines. Il se pourrait que ce rongeur n'occupe les champs que parce que la qualité de leur sol d'une part, d'autre part leur mise en culture qui favorise la pousse d'une forte végétation herbacée, sont favorables à leur établissement. La présence, dans ces champs, après la

récolte, de nombreux *fejaos*, grains de maïs, etc., tombés sur le sol lors de la cueillette et que les *Zygodontomys* laissent là sans y toucher, l'absence de ces graines dans leurs terriers, opposée à la présence de grains de graminées assez nombreux pour suggérer l'idée de réserves, confirme cette hypothèse, dont la réalité a déjà été démontrée par nous-mêmes pour d'autres espèces dans d'autres pays.

Il est évident que le problème des fluctuations saisonnières de la densité de ces rongeurs doit être revu : il est possible qu'elles ne soient qu'apparentes, dues seulement à une chute numérique des captures liée à un rythme de sorties du terrier faible ou nul selon les conditions de climat ou de nourriture disponible.

2.1.3. L'étude des facteurs favorisant la conservation de la peste, étude basée sur l'hypothèse de la longue survivance du bacille dans le sol des terriers ou gîtes profonds des rongeurs, avait été antérieurement axée sur les seuls animaux creusant de tels terriers ou habitant de tels gîtes, c'est-à-dire, d'une part, le rat, d'autre part, le *Kerodon* et les autres espèces fréquentant également les grands abris sous roche : *Cercomys* et *Galea*. Cependant, la rareté de ces terriers et gîtes laissait à penser qu'ils ne pouvaient suffire à la conservation de la peste.

Il est évident que la découverte récente des terriers de *Zygodontomys* change totalement l'orientation du travail : c'est par millions que ces terriers existent en zones cultivées. Les premiers résultats de leur étude semblent bien montrer qu'ils offrent toutes les conditions nécessaires à la conservation « endogée » du bacille pesteux : profondeur (jusqu'à 80 centimètres), fond de terrier suffisamment humide avec large chambre de séjour, etc.

2.2 Écologie de la peste

C'est dans ce domaine que de profonds changements d'orientation de la recherche sont intervenus depuis 1969, donnant désormais un tableau plus précis des différents domaines étudiés.

2.2.1. La focalisation de la peste et son aspect très particulier au Brésil (tel qu'il a été décrit dans le premier rapport en 1965) sont maintenant bien expliqués par les recherches faites au pourtour des zones de peste sur la répartition des rongeurs. Cette focalisation indiscutable, limitée à des zones relativement très petites, avec ou sans extension périodique aux régions voisines est strictement liée à des « biotopes » où les conditions écologiques favorisent l'existence d'une population de rongeurs très dense. L'étude de la carte de la peste par rapport aux cartes orographique et climatique et l'étude sur le terrain permettent d'affirmer qu'au Brésil, chacun de ces foyers est contré par une « *chapada* » ou une « *serra* » de 1000 mètres d'altitude au moins, avec une pluviométrie plus forte que celle des régions avoisinantes.

Chacun de ces foyers, lorsque la peste y est en pleine activité épizootique, a tendance à irradier dans les territoires limitrophes. Ces irradiations se produisent aisément lorsque ces territoires abritent des populations de rongeurs très denses, comme c'est le cas du foyer Pernambuco-Est (dit foyer de Garanhuns), où « *l'agreste* » qui cerne le foyer montagneux est largement cultivé et fortement peuplé de rongeurs, ou celui du ou des foyers, mal connus et dont l'étude sur carte n'a pu être faite, des États de Bahia et Minas Geraes, situés eux aussi dans un environnement « *d'agreste* ».

Par contre, les foyers entourés de territoires vides de rongeurs (comme cela semble être le cas du foyer de Teresopolis¹ qui doit être l'objet d'une étude plus poussée) n'irradient pas et restent parfaitement limités.

Un type intermédiaire existe, où le foyer est cerné par des territoires non pas vides, mais très pauvres en rongeurs : petites populations isolées sans grandes possibilités de communication entre elles, telles qu'elles ont été décrites au paragraphe 2.1.1. Les irradiations ne peuvent se produire qu'exceptionnellement par passage accidentel à travers les zones pauvres en rongeurs, comme le prouve la rareté des atteintes des *sítios* du plat de la *chapada* autour d'Exu, *sítios* pourtant très proches d'une zone où l'infection se maintient pendant des années sous forme épizootique. Cependant, il arrive qu'à travers ces zones, la peste parvienne à gagner des régions cultivées riches en rongeurs et y produise une authentique épizootie, génératrice de cas humains, mais de durée toujours brève.

L'étude de la dernière « période de peste » dans la région de la *Chapada* do Araripe en donne un excellent exemple. Dès 1961, un mois après l'apparition des premiers cas humains dans les *municípios* d'Exu et de Bodoco, la peste a déjà irradié sur le plat de la *chapada*, mais c'est en 1964 seulement, lorsque l'épizootie bat son plein dans le foyer, que se produit une irradiation importante : le long des flancs et du piémont de la *chapada*, vers l'Est puis le Nord-Est, la peste atteint de proche en proche les *municípios* de Serrita, Jardim, Porteiros, Barbalha et Crato, tous limitrophes les uns des autres et y donne de nombreux

1. La réapparition de la peste en mai 1967, après un silence de sept ans, au *sítio* Barração dos Mendes, dans le *município* de Nova Friburgo, à moins de 7 kms du *Sítio* Santa Rosa infecté en 1960, montre bien la pérennité de ce foyer. Rappel des épisodes antérieurs connus : 1938 ; 1941 ; 1952 ; 1960.

cas humains (soixante-et-un cas reconnus). Cependant, cet épisode prend fin dès l'année suivante, 1965, avec treize cas seulement dans les mêmes *municípios*. Une nouvelle irradiation se produit à la fin de 1967, à partir du foyer d'Exu-Bodoco, demeuré en activité continue depuis 1961 : en 1968, elle touche, comme la précédente, les *municípios* de Sarrita, Jardim, Porteiras, Barbalha et Crato, mais s'étend plus loin encore du pied de la *chapada* aux *municípios* de Missao Velha et Brejo Santo, limitrophes des précédents. Cet épisode prend fin en 1969, avec trois cas seulement dans le *município* de Missao Velha et un cas dans le Juazeiro do Norte, limitrophe².

Un exemple plus typique encore est celui du foyer de Triunfo.

Depuis le début de sa mise en observation par le *Serviço de Peste* (1935), ce foyer était toujours resté strictement limité à la montagne. La peste y réapparut en 1965³ (après une période de silence de huit ans). En 1967, ayant occupé son aire habituelle, c'est-à-dire tout le sommet de la montagne de Triunfo et le flanc Nord-Est, très cultivé, jusqu'à Iraguaçu, il apparaît que, pour la première fois, elle a irradié vers l'ouest en pied de montagne en zone cultivée : le *município* de Maneira signale sept cas dont deux confirmés ; des cas sont signalés jusqu'au *município* de San José do Belmonte à 50 kms à l'Ouest : toute cette région n'avait jamais été infectée depuis les trente deux ans d'observation du *Serviço de Peste*.

L'année suivante, 1968, la réalité de cette irradiation de la peste est démontrée par l'éclosion d'un important épisode humain dans la partie nord du *município* de San José do Belmonte (29 cas), en

même temps que des cas se produisent au long du trajet de l'infection dans les *municípios* de Princesa Isabel, Manaira et Serra Tailhada. La peste disparaît de ces régions, définitivement semble-t-il, en 1969.

La prospection de cette région, rendue aisée par la récente sortie (1969) de la carte au 1/100000^e de la région, éditée par le *Serviço geografico do exercito* et le Sudene sur relevé photogrammétrique aérien, permet de se rendre compte qu'il n'existe pas de barrière écologique importante pour les rongeurs entre la montagne de Triunfo et la région très cultivée toute proche de Santa Rita, elle-même en continuité avec les champs de la région de Carmo et de San Jose do Belmonte.

2.2.2. L'épizootisation de la peste. est bien le fait du seul *Zygodontomys*, au point que l'on peut dire que là où ce rongeur n'existe pas, l'infection ne peut survenir. Les recherches ont continué dans le même sens que précédemment et ont achevé de prouver l'extrême mobilité de l'infection et sa très courte persistance sous la forme épizootique aux mêmes lieux.

Les expériences faites sur la brièveté de cette persistance, qui consistaient à relâcher dans des champs vidés par la peste de leur population depuis plus d'un mois, des *Zygodontomys* neufs, recapturés dans les vingt jours suivants et vérifiés indemnes d'infection, devront être reprises à la lumière de la nouvelle notion de leur habitat en terriers (voir paragraphe 2.1.2)

2.2.3. Le problème de la conservation interépizootique de la peste a subi un changement d'orientation complet avec la découverte des terriers de *Zygodontomys*.

2. Nous ne parlerons pas ici du *município* d'Araripina à l'extrême ouest du rebord Sud de la *chapada* qui paraît bien être un authentique foyer permanent autonome, semblable à celui d'Exu-Bodoco, distant de plus de 100 kms, mais qui, isolé dans une région inculte, ne donne pas d'irradiations.

3. Rappel des pestes antérieures : 1924-27 (?) ; 1946-1949 ; 1955-1957.



Brésil, 1968. Capture de rongeurs aux champs à Exu.

Leur nombre énorme leur donna une éminente priorité sur les terriers des rats très peu nombreux et sur les gîtes sous roches habités par *Kerodon*, *Galea* et *Cercomys* qui n'existent qu'en certains points du foyer et de surcroît ne peuvent fournir une explication à la permanence d'autres foyers du Brésil où *Kerodon* et *Galea* n'existent pas, comme à Teresopolis par exemple.

L'expérimentation avait cependant mis en évidence un facteur important, non seulement pour le Brésil, mais pour toute la peste sud-américaine : la résistance à la peste des *Kerodon* et *Galea*, qui fait la preuve que ces animaux sont bien impliqués dans le cycle de l'infection.

Au laboratoire d'Exu, dès le début des recherches, avait pu être observée la résistance du cobaye (opposée à la grande sensibilité de la souris blanche) à toutes les souches isolées dans le foyer : le cobaye faisait une infection jamais mortelle. Cette résistance du cobaye à toutes les souches d'Exu avait été confirmée sur d'autres élevages : celui de l'Institut Pasteur de Paris et celui de l'Institut Pasteur d'Iran. La même résistance a été mise en évidence chez *Kerodon* et *Galea* qui appartiennent comme le cobaye de laboratoire⁴ à la famille des Caviidae ; mais, chez les *Galea*, elle ne se montre élevée que chez les animaux capturés en zone invétérée de peste : les animaux provenant de zones jamais infectées (Recife par exemple) montrent au contraire une grande sensibilité.

D'autre part, cette résistance n'existe que vis-à-vis des souches d'Exu. Dans des séries d'expériences parallèles faites avec des souches « étrangères » tuant normalement le cobaye (trois souches « océaniques » du même type glycérine

négatif que les souches brésiliennes : Inde, Birmanie, Java et une souche glycérine positive Iran), *Kerodon* et *Galea* d'Exu se sont montrés parfaitement sensibles (mort en 3 à 5 jours). Ce caractère particulier aux souches d'Exu devra être recherché chez d'autres souches du Brésil et d'Amérique du Sud.

Le travail sur le rôle possible des terriers de *Zygodontomys* dans la conservation de la peste endogée a été mise en doute par la constitution de terrariums, en même temps que par la recherche de l'infection dans le sol des terriers aux champs. On sait que ce travail est très hasardeux : si, lors du passage de l'épizootie, pratiquement tous les terriers sont infectés, un nombre sans doute extrêmement faible d'entre eux offrira les conditions nécessaires à la conservation « endogée » de la peste. C'est à la rareté même du processus que sont dues la pauvreté des chances de résurgence de la peste et la durée des périodes de silence. Si tous les terriers pouvaient conserver la peste, l'épizootie ne cesserait jamais dans ces régions, l'infection rebondissant à chaque saison de pullulation des rongeurs. On l'a bien vu avec les terriers de rats et les gîtes sous roche de *Kerodon*, où la patiente recherche et les très nombreux essais de C. RODRIGUES DE ALMEIDA n'ont pas permis d'isoler la peste du sol des parties profondes, ainsi qu'avec les terrariums ou gîtes artificiels de *Kerodon*, *Cercomys* et rats avec lesquels Y. KARIMI n'a obtenu que des résultats négatifs.

2.2.4. Le travail sur l'épидémisation de la peste (épидémisation étant entendu dans le sens d'éclosion de la peste humaine) a remarquablement progressé.

4. On sait que le cobaye de laboratoire est considéré comme une race issue de la domestication très ancienne par les indigènes d'Amérique du Sud d'une espèce sauvage (probablement *Cavia aperea*).

5. Un envoi de trousses avait été fait de Genève en 1967, mais délivré par l'*Oficina Zone V* au D.N.E.Ru Rio, il n'était jamais parvenu à Exu, ce qui a fâcheusement retardé de près de deux ans cette expérimentation.

Une expérimentation sur l'existence possible d'une résistance des puces aux insecticides a pu être faite grâce à des trousseaux OMS (WHO Kits) apportées de Paris par Y. KARIMI⁶). Cette hypothèse d'une résistance était suggérée par les plaintes des habitants, confirmées par la capture d'une quantité très grande de puces vivantes dans les jours suivant le traitement par les insecticides. Elle était fortifiée par le fait que des pulvérisations de DDT ou de BHC en suspension aqueuse (à 15 % et jusqu'à 75 % pour le premier et 30% pour le second) avaient été faites dans les maisons de la ville d'Exu et de la plupart des *sitios* de la zone infectée, de façon régulière jusqu'à trois fois par an depuis des années (au moins huit ans pour cette région) : conditions même de la sélection d'une résistance par pression continue.

Les essais avec les papiers imprégnés OMS ont été largement répétés : 54 épreuves portant au total sur 4451 puces, soit :

- *Pulex irritans* : 1041, récoltées dans 52 maisons ou fermes dans les zones d'Exu et de Triunfo

- *Xenopsylla cheopis* : 2210, dont 950 récoltées sur 106 rats dans 51 maisons en zone infectée, régulièrement traités ; 300 récoltées sur 43 rats dans 18 maisons en zone non infectée, jamais traitée ; 480 prélevées dans l'élevage constitué au laboratoire depuis mai 1967 à partir de puces récoltées sur des rats dans les maisons en zone traitée et arrivé à la 27^e génération à l'abri de toute action des insecticides. *Polygenis bohlsi jordani* : 1200, prélevées dans l'élevage constitué au laboratoire à partir de puces récoltées sur des rongeurs sauvages capturés dans les champs de la zone infectée.

Cette expérimentation a mis en évidence en zone traitée par les insecticides l'existence d'une résistance pratiquement totale de la puce de l'homme, *Pulex irritans*, aussi bien au DDT qu'à la dieldrine⁶ : résistance à 100 % en une heure de contact, à 92 % minimum en 24 heures de contact. Cette résistance est expliquée par l'écologie de cette puce qui, en dehors des courts moments qu'elle passe pour se nourrir sur l'homme, dans ses vêtements, drap ou couverture, retourne au sol, vivant dans la poussière mêlée d'insecticide, où sont pondus les oeufs, se développent et rampent les larves et séjournent longuement les nymphes avant qu'en éclosent de nouveaux adultes.

La puce du rat, *Xenopsylla cheopis*, qui n'est en contact avec les insecticides qu'autant que la fourrure du rat lui-même en est contaminée dans les maisons, montre également une résistance au DDT atteignant 94 % dans les tests d'une heure de contact pour les plus fortes concentrations (4 %), et jusqu'à 43 % après 24 heures de contact aux mêmes concentrations. Pour la dieldrine, les taux de résistance sont plus faibles mais nets : 40 % minimum en une heure de contact. Cette résistance est bien une résistante génétique puisque les *X. cheopis*, résistantes mais élevées pendant trois ans hors d'atteinte des insecticides, montrent des taux de même ordre : 88 % minimum dans les tests d'une heure, 58 % dans les tests de 24 heures. La valeur de ces résultats est confirmée par des essais parallèles faits simultanément avec des *X. cheopis* récoltées sur des rats dans des maisons de zones jamais traitées par les insecticides et qui se montrent sensibles à 100 %

6. On connaît le problème des résistances « de groupe » aux insecticides : les papiers DDT sont valables pour tous les insecticides du groupe DDT, les papiers dieldrine pour tout le groupe qui comprend le BHC.

au DDT en une heure de contact aux concentrations de 2 et 4 %.

D'autre part, les *Polygenis* récoltées sur des rongeurs sauvages n'ayant aucun contact avec les maisons traitées par insecticides montrent une sensibilité également totale : 22,5 à 82 % de mortalité dans les tests d'une heure, 100 % dans les tests de 24 heures.

L'existence d'une telle résistance, chez les puces *Xenopsylla* et *Pulex*, considérées comme les seules dangereuses pour la transmission de la peste à l'homme annule évidemment les effets de la prophylaxie de la peste humaine par les insecticides actuellement utilisée dans le foyer et infirme les conclusions optimistes des précédents rapports sur les résultats de cette prophylaxie.

Un autre fait, tout aussi important, a pu être prouvé expérimentalement : c'est le rôle possible de *Polygenis* dans la genèse de la peste humaine. L'étude épidémiologique de cette peste depuis 1966 dans le foyer montrait, d'une part, que de nombreux cas de peste n' étaient sans doute pas d'origine murine, - l'infection ne pouvant être reconnue chez les rats des maisons où se produisaient ces cas -, d'autre part, que la peste ne passait que difficilement du rat à l'homme, l'infection étant fréquemment retrouvée chez les rats des maisons où ne se présentait aucun cas humain, enfin que les captures de *X. cheopis* « libres » étaient faibles dans les maisons et la peste rarement isolée de ces puces « libres ». La question, déjà posée dans les précédents rapports, était donc celle de la possibilité de la contamination humaine autrement que par la voie classique : rat - *Xenopsylla* - homme.

Or, les captures effectuées par les habitants sur eux-mêmes, dans leurs vêtements et literie montraient la présence assez fréquente de *Polygenis* sur l'homme. L'expérimentation antérieure avait déjà montré que *Polygenis bohlsi jordanī*⁷ est un vecteur très actif de la peste de rongeur à rongeur : l'infection étant aisément obtenue par la piqûre d'une seule puce. Les premiers essais avaient également fait la preuve que cette puce piquait facilement l'homme, beaucoup plus facilement que *Xenopsylla cheopis*.

Ce travail a été repris dans des expériences parallèles avec *Pulex*, *Xenopsylla* et *Polygenis*, avec 24 lots de 13 à 39 puces, à la lumière du jour et dans le noir, en séances de 2,5 à 5 minutes, avec des puces à jeun depuis 24 et 48 heures. Les *Polygenis*, se fixent immédiatement : 87 à 92 % d'entre elles sont complètement gorgées en 2,5 minutes, 100 % en 5 minutes, au jour ou dans le noir. Les *Pulex* piquent et se gorgent sensiblement de la même manière dans le noir, moins bien à la lumière du jour : 60 à 72 % dans les expériences de 2,5, 87 % dans celles de 5 minutes. En opposition, 63 % seulement des *Xenopsylla* se gorgent en 2,5 minutes et 72 à 76 % en 5 minutes, que ce soit au jour ou dans le noir.

D'autre part, lors de l'épisode de San José de Belmonte, la preuve a pu être faite du rôle de la puce humaine, 3 sur 10 des *Pulex irritans* récoltées dans les vêtements d'un mort septicémique étaient trouvées infectées : dans la semaine suivante, quatre cas familiaux se produisaient coup sur coup dans la même maison. Le tableau de la peste humaine au Brésil se situe donc sur trois plans :

7. Une autre espèce de *Polygenis*, très proche, existe également, mais en petit nombre, sur les rongeurs sauvages d'Exu : *Polygenis tripus*.

- les cas sporadiques isolés (de loin les plus nombreux), qui se produisent dans les maisons les plus primitives des *sittios*, (lesquelles n'offrant pas de bon refuge, ne sont pas habitées mais seulement visitées par les rats) sont vraisemblablement le plus souvent dûs à la contamination aux champs par les puces *Polygenis* libérées en nombre énorme par les hécatombes épizootiques des rongeurs sauvages ;

- les cas sporadiques familiaux simultanés (deux le plus souvent, trois au maximum), qui se produisent dans les maisons les mieux construites où le rat s'installe et niche plus facilement, sont dus à la contamination par les puces *Xenopsylla*⁸ libérées dans la maison par l'épizootie murine, toujours observée en pareil cas ;

- les cas en bouffée familiale ou villageoise, échelonnés, à allure épidémique, sont dus à l'établissement d'un cycle interhumain par *Pulex irritans* infectées sur un cas septicémique. Cette circonstance, heureusement rare, comporte toujours à l'origine un cas mortel dont l'infection a pu venir du rat ou des rongeurs sauvages.

2.2.5 Ce qui avait été dit de la prophylaxie dans le Troisième rapport a peut-être été valable dans le passé, mais ne l'est plus maintenant qu'existe une résistance des vecteurs aux insecticides. Cette résistance, prouvée pour le foyer de la *Chapada* et pour celui de Triunfo, est sans doute apparue également dans toutes les zones du Brésil traitées de la même manière régulièrement par les insecticides, c'est-à-dire dans toutes les zones de peste et peut-être aussi dans les zones traitées dans d'autres buts (cam-

pagne anti-paludique, lutte contre la maladie de Chagas).

Pour l'immédiat, elle interdit l'utilisation pour la prophylaxie de la peste des insecticides organochlorés (groupes DDT et dieldrine): on verra plus loin dans les recommandations techniques (6.1.2.) les possibilités et modes d'utilisation des carbamates et organophosphorés. Pour le futur, la résistance aux insecticides du groupe DDT, la seule qui se montre totale dans les études faites par l'équipe d'Exu, étant reconnue comme de caractère génétique « récessif », on peut espérer sa disparition (après la suppression complète de toute application d'insecticides de ce groupe) à la faveur d'un apport continu de puces non-résistantes à partir des zones proches jamais traitées : on verra plus loin dans le plan de travail (3.5.) quelles recherches sont entreprises dans ce sens. De même, pourrait disparaître la résistance aux insecticides du groupe dieldrine qui est du type génétique « intermédiaire », c'est-à-dire dont on peut espérer la récession, lorsque la résistance, comme chez le *Xenopsylla* par exemple, ne concerne qu'un certain pourcentage des puces.

3. Plan de travail

Les grandes lignes du programme des recherches récemment mises en œuvre ou à mettre en œuvre au fur et à mesure des possibilités sont les suivantes :

3.1. Le travail sur la focalisation et la limitation des foyers peut être considéré comme terminé pour Exu-Bodoco et pour Triunfo. Par contre, l'étude du foyer de Teresopolis n'a pu être entreprise ; or,

8. *Polygenis* peut exister sur le rat, mais en petit nombre et, semble-t-il, temporairement. La proportion de *Polygenis* par rapport aux *Xenopsylla* sur les rats (observée sur deux années et près de 5000 puces) est d'environ 4 % : soit 1 % sur les rats capturés dans les maisons, 6 % sur les rats capturés hors de maisons.

celui-ci est le plus caractéristique de tous les foyers brésiliens. Totalemment isolé des autres régions infectées, dont il est distant de plus de 700 kms, il est le seul foyer du Brésil dont puisse être affirmée l'indiscutable autonomie. Malgré les recommandations des trois précédents rapports, aucune étude « historique » de ce foyer n'a été faite (pas plus d'ailleurs que pour les autres foyers du Brésil). Cette étude pourrait être prise comme sujet de thèse par un étudiant qui aurait seulement à consulter les collections anciennes des journaux brésiliens ou archives existantes, depuis la date où cette région de la *serra* dos Orgaos a pris place dans la vie publique brésilienne, c'est-à-dire depuis la fondation par l'empereur Pedro II de Teresopolis et de Petropolis, qui fut, un temps, capitale de l'État de Rio et où la peste n'a pu être ignorée.

Le premier rapport donnait comme épisodes connus de peste dans ce foyer depuis la création du *Serviço de peste* : 1938, douze cas ; 1941, sept cas ; 1952, quatre cas ; 1960, deux cas. Depuis, s'est produit en avril-mai 1967 un nouvel épisode de huit cas, dont deux morts, type même de la bouffée familiale par transmission interhumaine. J. R. COURA avec le regretté Rodrigues DA SILVA et leurs collaborateurs ont étudié à Rio les six malades qui y avaient été transportés (*Rev Soc Brasil Med Trop*, 1967, 1, 293). Aucune enquête n'était malheureusement faite sur place à l'époque pour faire la preuve de l'infection des puces humaines d'une part et de rongeurs sauvages alentour d'autre part. Deux ans plus tard, en 1969, l'auteur mettait sur pied avec J. R. COURA, par correspondance d'abord en avril, puis par une conversation à l'Institut Pasteur de Paris en novembre, un programme de recherche pour faire la preuve rétros-

pective du silence de la peste entre l'épisode de 1960 (*sítio* Santa Rosa) et celui de l'épisode de 1967 (*sítio* Barração dos Mendes), distants l'un de l'autre de sept kilomètres. Il n'a pas semblé à l'auteur, lors de sa rencontre avec J.R. COURA à Rio en janvier 1970, que cette recherche ait été menée à bien.

À sa visite suivante au Brésil, avant de rejoindre Exu, Y. KARIMI fera donc une enquête sur les rongeurs avec piégeages sur les pentes de la *serra* vers la plaine afin d'y rechercher l'existence d'une barrière écologique, qui expliquerait l'absence d'irradiations vers cette plaine, pourtant très cultivée et riche en rongeurs.

3.2. Sur les facteurs d'épizootisation de la peste, nous l'avons dit, tout le programme de recherche doit porter sur l'étude de l'écologie des *Zygodontomys*, sous l'angle de la connaissance nouvelle de leurs terriers. C'est sous cet angle que sont actuellement repris les problèmes posés en 2.1.2. et 2.2.2.

Les études expérimentales au laboratoire, les élevages de puces, leur pouvoir vecteur, etc. recommandées dans le troisième rapport peuvent être considérées comme terminées.

3.3. De même, l'étude des facteurs de conservation de la peste doit être reprise, sur cette nouvelle base des terriers de *Zygodontomys*. La structure de ces terriers, leur durée, leur réoccupation et leur recréusement doivent être soigneusement étudiés. Ce travail doit être fait aux champs et en terrariums, de même que celui de la recherche systématique de la conservation endogée de la peste dans ces terriers.

En même temps, les phénomènes de résistance à l'infection doivent être repris, non seulement chez *Kerodon* et *Galea*, mais chez *Zygodontomys* que



Brésil, 1968. Campagne de piégeage. A droite, M. BAHMANYAR.

les premières expériences montrent être beaucoup moins sensible que *Cercomys* par exemple, lui-même aussi sensible et même plus sensible que la souris blanche, considérée au laboratoire comme l'animal test de sensibilité maximum à la peste.

Le caractère particulier aux souches d'Exu (pathogénicité faible pour les Caviidae) doit être recherché chez d'autres souches du Brésil. Fâcheusement, aucune des souches de Teresopolis 1967 n'a été conservée. Il est nécessaire que tous les laboratoires du Brésil et spécialement ceux des États de Bahia et Minas Geraes qui peuvent isoler des souches du rat ou de l'homme étudie le pouvoir pathogène de ces souches pour le cobaye (inoculation par voie percutanée ou sous-cutanée) ou les transmettent au Centre d'Exu. L'auteur continue de son côté à essayer d'obtenir des souches d'Argentine, du Pérou, de

l'Équateur, etc. pour y rechercher ce caractère.

Enfin, si (comme cela semble probable), la peste humaine vient à s'éteindre dans le foyer d'Exu dès 1970, un piégeage intensif devra dans les années suivantes tenter d'apporter la preuve que cette extinction est due à la disparition, non seulement de la forme épizootique, mais aussi de toute forme épizootique chez les rongeurs : l'hypothèse d'une telle peste « enzootique indécélable » étant invoquée par certains auteurs pour expliquer la survie de l'infection pendant les périodes de silence. Il faut en effet s'attendre, d'après l'histoire même de ce foyer, à une telle période, sans doute prolongée, pendant laquelle la recherche conjugée de la conservation endogée d'une part et de l'enzootie indécélable d'autre part, prendra tout son intérêt.

3.4. L'étude des facteurs d'éclosion de la peste humaine ou de son épidémisation tentera de déterminer le rôle joué par *Polygenis* dans l'apparition des cas sporadiques. Les variations saisonnières de la densité des puces, variations qui paraissent importantes tant sur les rongeurs que dans les maisons, seront confirmées.

L'identification systématique des puces *P. irritans*, pour la recherche de l'espèce *P. simulans* (recherche jusqu'à présent négative) sera continuée.

3.5. La prophylaxie de la peste doit faire l'objet d'une recherche véritablement expérimentale. La résistance des puces aux insecticides organochlorés oblige à changer les méthodes actuelles (voir plus loin 6.1.).

La prophylaxie du type « continu » utilisée jusqu'à présent doit être définitivement proscrite puisque c'est elle qui sélectionne les résistances. Les essais expérimentaux et sur le terrain tenteront de définir quels insecticides les moins coûteux peuvent être employés dans l'avenir et comment ils le seront.

Au laboratoire, le « métissage » des élevages de puces résistantes par des puces sensibles mettra en évidence les possibilités de récession de cette résistance.

3.6. L'organisation du projet sur le plan scientifique devrait évoluer suivant le sens proposé dans le Troisième Rapport. Les moyens mis en œuvre par le Gouvernement, le personnel, les installations, logement, etc.⁹ devraient permettre la création d'un véritable centre international de recherches sur la peste.

Le comité d'Experts de la peste de l'Organisation mondiale de la Santé, réuni récemment à Genève (Quatrième session : 21-29 octobre 1969) a reconnu « ... les besoins en personnel qualifié de nombreux pays)

9. Le transfert par le Ministère de l'agriculture de son École d'agriculture d'Exu au Ministère de la Santé donne désormais à ce projet une stabilité complète.

atteints par la peste et l'impossibilité où se trouvent certains d'entre eux d'assurer la formation de spécialistes sans une aide internationale... ». Considérant que « ... la formation des chercheurs est rendue très difficile par la complexité des études et le manque de possibilités d'entraînement pratique... », le Comité a « ...vivement recommandé à l'OMS de faciliter la formation des jeunes afin qu'on puisse disposer d'experts de la peste pour les activités nationales et internationales ».

Le Comité a d'autre part examiné le modèle de « Recherches sur l'écologie de la peste dans ses foyers naturels » présenté par le Secrétariat de l'OMS (Division de la recherche en épidémiologie et en informatique et Division des maladies transmissibles) : Document BD/PL/WP/69.11. Parmi les pays proposés par le Secrétariat de l'OMS pour de telles recherches, figurait le Brésil, dont l'auteur a présenté au Comité les possibilités, particulièrement celles offertes par le Centre d'Exu.

L'auteur poursuit actuellement la question auprès de l'OMS, Genève, pour obtenir la mise à la disposition du projet de « Subventions pour la formation de chercheurs », qui pourraient être attribuées à des jeunes de tous pays pour venir travailler à Exu. Des démarches sont également faites auprès du Gouvernement français pour qu'il subventionne la venue au Brésil des jeunes chercheurs actuellement en formation à l'Institut Pasteur de Paris. On verra plus loin (5.2.) ce que le Gouvernement brésilien et l'Oficina pourraient faire pour cette internationalisation.

4. Synthèse

Dans l'état actuel de la recherche, il semble que l'on puisse affirmer que la

peste est authentiquement invétérée au Brésil et qu'il serait vain d'espérer la disparition spontanée, telle qu'elle a pu être observée dans d'autres pays après un temps plus ou moins long.

Installée sur les rongeurs sauvages, elle s'est focalisée dans l'intérieur du pays en petits îlots où les conditions climatiques favorables lui permettent de se conserver, sous forme silencieuse pour réapparaître périodiquement et irradier de proche en proche dans ceux des territoires limitrophes qui sont riches en rongeurs, aussi loin que s'étendent ces territoires.

Le danger pour l'homme reste cependant limité à une infection sporadique des populations rurales, seules en contact avec les rongeurs sauvages. L'épidémisation (multiplication des cas et extension par transmission interhumaine) est rare à cause de la dispersion de l'habitat rural ; elle ne peut plus exister dans les villes où les conditions modernes de l'hygiène ont éliminé les ectoparasites humains. L'anadémisation (montée massive des cas sporadiques) n'est pas à craindre en dépit de l'extension des épizooties. Elle n'est pas à craindre en milieu rural, parce que la contamination de l'homme par les puces de rongeurs sauvages reste accidentelle, parce que le passage de l'épizootie est de durée très brève, parce que cette épizootie ne touche pas toujours les rats qui peuvent apporter la peste dans les maisons, parce que les puces libérées par ces rats piquent mal l'homme, parce que enfin la dispersion de l'habitat interdit l'épizootisation parmi les rats. Elle n'est pas à craindre en milieu urbain parce que le contact avec les rongeurs sauvages y est nul et parce que, en ville, les rats appartiennent à l'espèce *R. norvegicus*, dont le contact avec l'homme est très faible.

L'optimisation de la lutte contre la peste humaine au Brésil, qui est le but de ce projet de recherches, peut dès à présent être tracée et nous en donnons plus loin (recommandations 6) les lignes actuelles et futures. Nous écrivons « peste humaine » parce que l'état actuel de la recherche dans le monde prouve qu'aucune lutte ne peut être actuellement envisagée contre la peste des rongeurs ; en d'autres termes, que rien ne peut être entrepris pour « l'éradication » de la peste du Brésil. La seule ambition qui puisse être défendue est d'empêcher la peste d'atteindre l'homme ; plus modestement encore d'empêcher simplement la peste de tuer l'homme. Il est en effet certain que, quels que soient les moyens mis en œuvre, le nombre des contaminations humaines par la peste des rongeurs ne pourra être sensiblement abaissé, mais que, par contre, au prix d'une vigilance soutenue, la mortalité de l'infectien pourra être réduite à zéro.

Cet aveu de quasi-impuissance peut paraître décourageant. La situation est cependant exactement la même dans d'autres pays, dont les moyens énormes, en personnel et en financement, sont pourtant sans rapport avec ceux du Brésil. Aux États-Unis, après quarante ans de lutte contre les rongeurs, au cours desquels des centaines de millions de dollars ont été dépensés pour leur extermination dans les foyers de peste, K. F. MEYER, président de la « Sylvatic Plague Commission » a reconnu que, non seulement la peste persistait aux lieux traités, mais même qu'elle paraissait s'étendre régulièrement à l'Est, occupant à l'heure actuelle près de la moitié du territoire des États-Unis.

« L'éradication » de la peste par la lutte contre les rongeurs y a donc été aban-

donnée, tout l'effort portant actuellement sur l'information pour tenter, non tant d'empêcher les contaminations, que de supprimer la mortalité de la maladie. En URSS, où la peste des rongeurs sauvages sévit sur des millions de kilomètres carrés et où plus de cinq mille personnes travaillent en permanence à la lutte contre l'infection, son « éradication » est poursuivie, non plus par destruction systématique des rongeurs (qui n'est faite que temporairement et sur de faibles surfaces lors d'épizooties menaçantes par l'épandage par avion de grain empoisonné, le piégeage massif, etc.), mais par leur lente élimination, obtenue grâce à des modifications profondes des régions infectées (mise en culture, irrigation, etc.) qui les rendent inhabitables aux rongeurs propriétaires de la peste et amènent la disparition de celle-ci.

La situation est pratiquement la même dans tous les pays qui recèlent des foyers naturels (foyers invétérés) de peste des rongeurs sauvages : aucun de ces pays ne peut espérer se débarrasser de la menace de la peste humaine. Cette menace, cependant, est d'autant moindre que les chances de passage de l'infection de son réservoir sauvage à l'homme sont plus faibles : chances naturelles, lorsque le chaînon rat n'existe pas dans l'habitat humain, comme dans beaucoup de régions infectées des États-Unis et d'URSS, et qu'aucune puce des rongeurs sauvages ne pique facilement l'homme comme c'est encore le cas aux États-Unis et en URSS ; chances acquises, lorsque les contacts avec le réservoir sauvage sont coupés par le mode de vie de l'homme et que le modernisme et l'hygiène de son habitat en exclut rats et ectoparasites.

Un bon travail d'information dans ces pays suffit à réduire à l'extrême les chances de la peste humaine ; auprès du public, pour l'avertir du danger de contamination par contact avec des rongeurs sauvages malades ou morts ; auprès des médecins pour leur rappeler l'existence de la maladie, son tableau clinique et sa thérapeutique spécifique (excluant l'usage de la pénicilline).

Au Brésil, existent de bonnes et de mauvaises chances. Les bonnes chances, déjà indiquées dans nos précédents rapports, sont : le mode de vie du rat et sa faible densité, le morcellement des populations de rongeurs sauvages dû aux barrières écologiques, enfin la dispersion de l'habitat humain. Le rat, peu nombreux au Brésil en zone rurale, ne vit pas dans la plupart des maisons, trop petites et primitives, qui ne lui offrent pas de possibilités de s'installer et de nicher ; il n'y pénètre que de nuit et n'a donc que peu de chances d'y mourir en y libérant des puces infectées. Le morcellement des zones riches en rongeurs sauvages et les barrières écologiques empêchent la naissance de « marées épizootiques » et l'invasion simultanée d'énormes territoires. La dispersion de l'habitat rural interdit le passage de la peste de maison à maison, que ce soit par les rats ou par transmission interhumaine. Ce sont là, semble-t-il, les vraies raisons pour lesquelles la peste n'a jamais donné au Brésil d'épisodes catastrophiques, à l'inverse de ce qui a pu se passer en Inde par exemple, où l'incroyable densité du rat domestique *R. rattus* nichant dans les maisons, le tassement de l'habitat humain en gros villages et la continuité sans barrières de la faune des rongeurs sauvages a donné naissance, certaines années, à des centaines de milliers de cas humains.

Les mauvaises chances sont :

- l'existence chez les rongeurs sauvages de la puce *Polygenis*, apte à piquer l'homme,
- la présence dans l'habitat humain de *Pulex irritans*, capable d'épidémiser la peste sous forme interhumaine,
- l'habitat de la plus grande partie de la population dans les champs au contact immédiat des rongeurs sauvages, enfin (mais provisoirement seulement) la résistance aux insecticides des puces des maisons.

5. Recommandations pratiques

Après les remaniements survenus au sein du Ministère de la Santé, il a été décidé que l'activité de l'équipe de recherches sur la peste, dépendant dorénavant de la « Division des Campagnes de la Santé » du Ministère (Dr Maria FERREIRA) serait continuée au moins jusqu'à fin 1971.

Les recommandations du Gouvernement brésilien et de l'Oficina sanitaria panaamericana nous apparaissent pouvoir être les suivantes :

5. 1. Oficina sanitaria panaamericana

La participation demandée est, comme dans les années antérieures, une participation en personnel et en matériel.

5.1.1. La participation en personnel est déjà prévue au budget de 1970 et de 1971. Pour 1970, la partie du crédit qui reste disponible pourrait être affectée ; un *short term* de trois mois au Dr KARIMI, prévu pour octobre-décembre et à un *short term* d'un mois du Dr. M. BALTAZARD prévu pour décembre.

Pour 1971, le montant exact du crédit n'était pas encore fixé lors des conversations de janvier à Rio. Il serait souhaitable qu'il permette trois séjours de trois mois de consultant *short term*. En dehors de cette participation déjà pré-

vue, l'auteur recommande à l'*Oficina* de reprendre la question du séminaire sur la peste à Exu, prévu dans les années antérieures et qui devait avoir lieu en 1971. Ce séminaire permettrait de lancer « l'internationalisation » du projet, prévue en 2.3.6.

5.1.2. La participation en matériel consisterait en l'achat de pièges au vif, qui ne peuvent être fabriqués sur place et doivent être importés de l'étranger. Sur le reliquat du budget de 1970 et sur le budget de 1970 devraient être achetés deux mille pièges, soit :

-1000 pièges Chauvancy, identiques à ceux précédemment fournis au Projet par l'*Oficina**.

- 1000 aluminium flat traps (large model) : H. B. Sherman, P.C.B. 683, DE LAND, Florida, U.S.A. Environ 2 dollars pièce.

5.2. Gouvernement brésilien

Les questions pratiques posées dans le troisième rapport ont été pour la plus grande part résolues : seules demeurent des questions très importantes de personnel et de matériel.

5.2.1. Personnel. La question la plus grave est celle du personnel scientifique. En dépit des demandes répétées de l'auteur, les deux jeunes biologistes qui devaient être recrutés et affectés au projet, aux côtés de Celio et Alzira RODRIGUES DE ALMEIDA, ne l'ont pas été. Lors de la réunion de janvier à Rio, il a été formellement entendu que ce recrutement serait cette fois fait sans délai et confié à Celio RODRIGUES DE ALMEIDA, qui reste en relations à Recife avec de nombreux jeunes biologistes et avait déjà antérieurement trouvé des candidats.

La formation de jeunes chercheurs dans ce domaine de la peste est d'un intérêt primordial pour le Brésil. En faisant ce travail, ils n'apprennent pas seulement

* Ce type de piège a aujourd'hui disparu du marché



Brésil, 1968. BALTAZARD, Celio et Alzira DE ALMEIDA (à droite) et BAHMANYAR (entre Robinson ALENCAR, garçon de piégeage, et un *vaqueiro*) : discussion à propos de la capture.

à connaître la peste, mais toutes les disciplines de l'épidémiologie : les jeunes chercheurs formés à Exu seront, dans la suite, capables d'aborder n'importe quelle recherche épidémiologique liée à la nature, aux rongeurs, aux ectoparasites (maladie de Chagas, leishmaniose, etc...). D'autre part, la vie du projet ne peut reposer sur les seuls C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA, qui, par fidélité au travail, m'ont pris aucune vacances depuis quatre ans. Si tout l'ensemble du personnel n'avait fait preuve d'une remarquable conscience professionnelle (et Alzira d'un courage peu commun) lors de la contamination par la peste de Celio RODRIGUES DE ALMEIDA, des mois de travail auraient été perdus. Il est nécessaire d'autre part que C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA puissent être remplacés lorsqu'une bourse de forma-

tion de chercheurs sera demandée pour eux à l'OMS pour venir à Paris se perfectionner en bactériologie.

L'auteur donne, pour sa part, une priorité absolue à cette question du recrutement de deux biologistes.

D'autre part, la question du personnel technique est également sérieuse. De vingt-deux travailleurs à l'origine, ce personnel est actuellement réduit à douze : les équipes de prospection et de piégeage en jeep sont les plus touchées. Manquent deux chauffeurs et sept *guardas*, et lors du séjour de l'auteur à Exu, ce manque de personnel ne permettait de faire travailler que deux jeeps sur quatre en état de rouler ; manque également du personnel de laboratoire et de service. Il semble que C. RODRIGUES DE ALMEIDA ait de bonnes possibilités de recrutement sur place dans la

petite ville très active d'Exu. Les crédits nécessaires devraient lui être accordés d'urgence pour empêcher le ralentissement, actuellement désastreux, des activités du projet.

5.2.2. Matériel. Les véhicules posent également une question urgente. Une des jeeps ne roule plus et est passée à l'état de squelette par prélèvement de pièces de secours pour les autres jeeps. Deux doivent être révisées à fond. L'achat et l'affectation au Projet de deux jeeps neuves est donc absolument nécessaire.

6. Recommandations techniques

Pour la prophylaxie et le traitement de la peste, les recommandations du troisième rapport doivent être complétées et modifiées.

6.1. Prophylaxie. La seule prophylaxie efficace au Brésil est basée sur l'information et la désinsectisation¹⁰, c'est-à-dire que le système ancien du *Serviço de peste* où intervenait, dans un rayon de 6 km autour du sitio reconnu infecté, un travail long et onéreux de nettoyage des maisons et du terrain attenant, et de dératisation par piégeage ou poison, doit être définitivement supprimé comme nous l'avions recommandé dès notre premier rapport (*Viagem de estudo*), tout en notant d'ailleurs qu'il était déjà, en fait, pratiquement abandonné.

6.1.1. L'information, telle que nous l'avions recommandée dans le troisième rapport, c'est révélée impraticable. L'expérience très poussée pratiquée par l'équipe d'Exu, auprès de la quasi-totalité des paysans dans toute la région menacée, les instruisant et les réinstruisant de la signification de la mortalité des rongeurs ou des rats, et leur demandant de la signaler d'urgence avant qu'elle engendre la peste humaine, n'a

pratiquement pas donné de résultats. Les observations faites par l'équipe ont montré que ceci était dû non à une indifférence ou à une négligence particulière des paysans, mais au fait qu'ils n'ont pratiquement jamais trouvé de cadavres de rongeurs dans les champs, même au cours d'une recherche poussée, même en pleine épizootie. De même, il est rare que soient trouvés des rats morts dans les maisons, ou que les gens aient l'occasion d'observer des rats malades.

Quant à la peste humaine, malgré la longue connaissance qu'en ont les habitants de cette région, particulièrement depuis les neuf ans, de l'épisode actuel, la déclaration des cas suspects, au moins pour les fermes les plus éloignées des centres, est restée incomplète et, en tout cas, le plus souvent trop tardive.

C'est cependant sur cette déclaration précoce de la peste humaine et désormais pratiquement sur elle seule, que vont être basées les possibilités, de prévention de la mortalité humaine. En effet, ce que nous savons maintenant de la contamination possible et sans doute fréquente de l'homme aux champs, de l'impossibilité de repérer, dans ces champs, l'existence de la peste, de la rareté relative de l'infection du rat, fait qu'il est impossible d'éviter l'écllosion impromptue des cas primaires de peste. Mais la déclaration immédiate de ces cas permettrait, d'une part, d'en réduire à zéro la mortalité par un traitement précoce, d'autre part d'empêcher l'apparition d'autres cas, en particulier de cas secondaires, par l'épidémisation interhumaine.

C'est sur l'absolue nécessité de cette déclaration précoce que doit désormais se baser tout le travail d'information de la population.

10. Nous ne parlerons plus, comme dans le troisième rapport, de la chimioprophylaxie par les sulfamides, que nos connaissances actuelles des conditions du Brésil montre être inapplicables.

6.1.2. La désinsectisation devra suivre des règles très strictes.

Premièrement, tout travail avec les insecticides utilisés jusqu'à présent (Groupes DDT et dieldrine) doit être immédiatement arrêté dans tous les foyers actuellement traités. Ce travail est rigoureusement inutile et ne peut qu'aggraver le problème de la résistance des puces.

Deuxièmement, la désinsectisation sera faite uniquement avec des organophosphorés (malathion ou autres) de préférence avec des insecticides solubles en kérosène plutôt qu'avec des suspensions aqueuses (*dispersible powder*). Voir, à propos de l'usage du kérosène, le troisième rapport, paragraphe 3.1.2.

Troisièmement, étant donné le prix élevé des insecticides organophosphorés, la désinsectisation sera strictement limitée aux zones où la peste est en activité, c'est-à-dire celles où existent ou viennent de se produire un ou des cas humains et celles où aurait été exceptionnellement repérée une mortalité anormale des rongeurs dans les champs ou des rats dans les maisons, avant qu'apparaisse la peste humaine. Considérée comme un travail d'extrême urgence, la désinsectisation doit être faite dans le délai le plus court, de façon centrifuge, en commençant en priorité absolue par la maison du malade ou le point repéré comme suspect.

Quatrièmement, la désinsectisation sera étendue à toutes les habitations dans un rayon de 6 kms autour du point infecté (c'est-à-dire l'ancien rayon du *Serviço de peste*), basé sur observation épidémiologique qu'a depuis confirmé la recherche. La désinsectisation devra être totalement et rigoureusement arrêtée en période de silence de l'infection.

Cinquièmement, la désinsectisation ne sera jamais répétée dans les six mois

dans les mêmes habitations, même s'il s'y produit de nouveaux cas.

Sixièmement, étant donnée la toxicité plus forte des organophosphorés, on évitera de pulvériser vêtements, draps et couvertures.

Septièmement, la poussière des recoins, angles, etc. dans les maisons au sol de terre battue devra être profondément imprégnée par l'insecticide.

6.2. Traitement. Rien n'est changé aux recommandations du troisième rapport : sulfamides, streptomycine, chloramphénicol, etc. (sauf pénicilline). Mais l'attention doit être attirée très sévèrement sur la nécessité de l'extrême précocité du traitement (problème lié à celui de la précocité de la déclaration dont nous venons de parler). Cette précocité doit permettre de réduire à zéro la mortalité, ce qui reste le vrai but à atteindre et coupe en même temps toute possibilité d'épidémisation interhumaine.

Si, comme nous l'avons dit plus haut (6.1.1.), cette loi de précocité ne peut être respectée, il faudra mettre sur pied en zone infestée au Brésil l'organisation proposée par l'auteur pour d'autres pays où le personnel sanitaire est trop peu nombreux et le territoire trop vaste pour une bonne surveillance médicale. Cette organisation est basée sur la mise en dépôt, entre les mains d'une personne sûre (par exemple le responsable municipal) dans tous les villages, d'une provision de sulfamides de l'ordre de deux cents comprimés (ou tablettes) de 0,50 gr.

Les habitants des fermes isolées seraient dûment informés de l'existence de cette provision dans le village le plus proche et le responsable aurait à remettre trente comprimés (permettant un traitement de trois jours) à toute personne malade ou à son envoyé, ce qui laisserait le temps aux habitants d'aller prévenir le poste de Santé, même s'il est éloigné.

L'expérience de M. BAHMANYAR et de l'auteur en Inde a en effet montré que les sulfamides (même à petites doses : 1 gr par jour), s'ils ne suffisent pas toujours à guérir le malade, suppriment cependant totalement la mor-

talité, à condition d'être administrés précocement. Ces sulfamides devraient être largement distribués, même dans les cas douteux, même s'il s'avère qu'ils sont quelque peu gaspillés.

Research on the plague in Brazil.

4th report – May 1970. M. BALTAZARD

This report has been made after a visit of M. BALTAZARD in Brazil from 5 to 22-1-1970 and following several work sessions in Paris with Y. KARIMI (16 to 22 March 1970). He takes up the total data collected in the focus of Exu (1). Proposals and recommendations appearing at the end of this document have been issued upon results of conversations held in Rio from 5 to 8-1-70 at the Ministry of Health, involving M. BALTAZARD and Pr Manuel FERREIRA, Drs Mario FERREIRA, C. ARCOVERDE DE FREITAS, Mrs A. SZUMLEVICZ, and Dr RAO (supplying Dr HORWITZ) in the Oficina sanitaria panamerica, Zone 5. This report has been revised after its writing in Paris on 22 May 1970 with the Minister of Health Dr Francisco de Paula da Rocha Lagôa while visiting the Institut Pasteur.

A. Final results

The focus of Exu was the subject of a study interrupted in 1966. The results obtained by C. and A. RODRIGUES have required a new orientation of the research applied in April 1969.

1. Ecology of the rodents

Caatinga and sertão are empty of rodents. The plague is limited to cultivated lands ie to the chapada piemont but recurring and transitory spreadings of the plague occur from this piemont towards areas of scattered cultivated lands, isolated by dry areas or enclosed within the caatinga. Many drillings have been carried out on the plate of the chapada near its edge (possible exchange zone of rodents with the slope and the piemont) and in the narrow valleys of the riachos (ravines), which from the chapada piemont go down to sertão. Habitations and cultivated lands are frequent over there.

The same rodents are to be found in the scattered sites of the chapada and riachos but in small amount and only present in cultivated lands or in the nearby surroundings. The caatinga as everywhere else is nearly empty. Only some Cercomys (trichomys) have been captured. Thus for rodents there is no ecological continuity between the different prospected sites. Each of them has an autonomous population with very scarce possibilities of communication between them or between some of them.

In the focus of Triunfo as in the Exu focus the same species of rodents are to be found with a same type of distribution.

Unlike what had been said in the previous reports, - that is Zygodontomys (Bolomys) didn't dig burrows but just lived in grass shelters which made them vulnerable to climatic factors - Y. KARIMI and C and A. RODRIGUES DE ALMEIDA thanks to the construction of a park-terrarium have been able to point out the fact that these rodents effectively dig burrows whose number could reach more than 50 per hectare. In these burrows, tunnels and wide living rooms sink deeply into the ground making the preservation of the plague bacillus possible.

2. Ecology of the plague

a. Focalization

Each "focus" would be centred by a chapada or a serra located at altitude of at least 1000 m with high pluviometry. During peak period of the plague, each focus tends to spread over the nearby territories when rodents are specially numerous. If empty territories (Teresopolis) surround the foci, they remain limited (Barracao dos Mendes). If they are surrounded by non-empty territories but with few rodents (small isolated populations) exceptional spreadings may occur.

According to these statements M. BALTAZARD gives two examples: 1- the last "period of plague" in the Chapada de Aripe region and 2- the focus of Triunfo.

(1) Y. KARIMI, C. & A. RODRIGUES DE ALMEIDA till November 1967; C. & A. RODRIGUES DE ALMEIDA from 1967/12 until 1969/4; Y. KARIMI, C. & A. RODRIGUES DE ALMEIDA from 1969/4 until 1970/3.

b. Epizootization:

This is characteristic of the *Zygodontomys* (*Bolomys lasirius*): where this rodent is not to be found the plague cannot develop.

Infection on an epizootic form lasts a very short time in a same place.

c. Inter-epizootic preservation of the plague

Research regarding the solution to this problem underwent a complete change of orientation with the discovery of the *Zygodontomys* (*Bolomys*) burrows. The role of these burrows played in the preservation of the plague (*peste endogée*) is being assessed by the construction of terrariums together with the research in the field of infection of the burrows soil. However this role is difficult to point up in nature because if all burrows are infected during enzooty, very few present the necessary conditions for the preservation of a plague "endogée" ("buried").

Many experiences have allowed to point out the resistance of *kerodons* to isolated strains of the Exu foci. An identical resistance has been revealed in the guinea pig; both guinea pigs and *kerodons* belong to the same family: the *caviidae*. Until now this resistance which has not been pointed up towards strains coming from India, Burma and Java (glycerine-negative strains as Brazilian strains) and towards a glycerine-negative strain from Iran, will have to be systematically looked for in the whole Brazilian and South-American strains.

d. Epidemization (outbreak of human cases)

Results of works undertaken with WHO and confirmed by the capture of fleas in houses have allowed to bring to light a resistance of fleas to DDT and to dieldrine. This resistance regards *P. irritans* (nearly 100% of resistance to DDT) as well as *X. cheopis* (94% to 43% according to the product concentration and duration of the test.) There is no resistance in *Polygenis bolhsi jordani* main vector of the plague in wild rodents. This fleabites easily human more easily than *X. cheopis* and unlike what had been written, it can play a non-neglectable role in the epidemization of the disease. This role will have to be precised.

B. The human plague in the Nordeste of Brazil

It can appear in three different ways:

- by isolated sporadic cases, by far the more important more often due to a contamination in the fields by *Polygenis* sting. These fleas arrive massively in case of epizooty.

- by simultaneous sporadic cases in family due to *X. cheopis* bites in houses where rodents are settled and preceded of a murine epizooty.

- by epidemic outbursts in family or villages due to an inter-human cycle maintained by infected *Pulex irritans* in individual suffering from septicaemia (first case always lethal due to the bite of rat flea or infected wild rodent.)

What had been said in the 3rd report regarding prophylaxis is nullified by new observations. It is probable that resistance of fleas to insecticides discovered in Exu and Triunfo exists in all plague foci regularly treated and also probably in zones similarly treated for malaria and Chagas disease. Organochlorinated insecticides should not be used any longer. Hopefully these resistances will disappear in as much as the pressure of selection caused by these insecticides ceases.

C. Work plan

1. Focalization

The limit of Exu-Bodoco foci is finished.

Unfortunately the limit of Teresopolis could not be undertaken although it represents one of the most characteristic of all the Brazilian foci. Moreover being 700 km away from all the others it remains definitely autonomous. Its history should be entrusted to a PhD student. Investigation on rodents by trapping is planned during the next visit of Y. KARIMI in order to look for the ecological barrier accounting for the absence of spreading towards the plain which characterises this focus.

2. Epizooty factors

All research programs must now focus on *Zygodontomys* (*Bolomys*) ecology taking now into account their ability to dig burrows.

All experimental studies recommended in the 3rd report are complete.

3. Factors of preservation of the plague

Studies will have to be taken up on new basis: structure, duration, reoccupation, redigging *Zygodontomys (Bolomys)* burrows "in the fields" and in terrarium with research of the buried preservation of the bacillus. At the same time the studies on resistance of *Kerodons*, *Galea*, *Zygodontomys (Bolomys)* will have to be carried on. This latter is less sensitive than *Cercomys (Trichomys)* which is at least if not more sensitive than the white mouse.

The low pathogenicity of *Exu* strains for the *Caviidae* will have to be looked for in other strains in Brazil and in the entire South America.

If human plague disappears as soon as 1970 which seems possible, intensive trapping will have to be implemented in the following years to demonstrate that this extinction is due to the disappearance of "all epizootic form" in rodents.

4. Epidemization of the plague

In case of human plague, the role of *Polygenis* in sporadic case will have to be determined. It will be also necessary to check the seasonal variation of the flea's density on rodents and in houses as well as the absence of *Pulex simulans* by systematic identification of *Pulex irritans*.

5. Plague prophylaxis

A constant prophylaxis by chemical insecticides is to be avoided as it selects resistances.

An experimental research will have to be carried out to select efficient and cheap insecticides others than organochlorinated compounds and notify their directions for use. By crossing between resistant and sensitive fleas, a research on possibilities of recession of this resistance will have to be undertaken.

D. Synthesis

At the present time of the research, it seems possible to confirm that the plague is inveterate in Brazil. Its spontaneous extinction cannot be expected. It remains in small islets, comes out again and irradiates in these rural human populations of these islets but inter-human transmission is rare due to habitations being scattered. A massive arrival of sporadic cases (anademization) is not to be feared as human contamination by fleas of wild rodents remains incidental because of the very shortness of the epizooty. It doesn't always affect rats likely to bring the plague in houses because rat fleas hardly ever bite human and finally because scattered dwellings avoid murine epizootization. Plague is not to be feared either in urban area where there are no wild rodents and where *Rattus norvegicus* has very few contacts with man.

As eradication of the plague remains impossible in Brazil, the only realistic measures suggested so far aim at preventing it from striking man or more simply from killing him. However after a forty year' fierce struggle, Brazil just like the United States no longer claim to eradicate the plague in rodents. The same applies in other countries with inveterate plague foci. Only the USSR seems to obtain some results by modifying deeply the ecology of infected regions through irrigation and farming thus making the land hostile to rodents "owners" of the plague.

Pesquisas sobre a peste no Brasil.

Mai de 1970

Este relatório foi elaborado depois de uma estada de M. BALTAZARD no Brasil de 05 a 22/01/1970 e das discussões em Paris com Y. KARIMI (16 a 22 de março de 1970). Ele analisa os dados obtidos no foco de *Exú* (1). As propostas e recomendações no final do documento baseiam-se nas discussões travadas no Ministério da Saúde, no Rio, de 05 a 08/01/1970, entre M. BALTAZARD e o Prof. Manuel FERREIRA, os Drs. Mário FERREIRA, C. ARCOVERDE DE FREITAS, Sra. A. SZUMLEVICZ, e na Oficina Sanitária Pan-americana, 5a zona, com o Dr. RAO (substituindo o Dr. HORWITZ). Este relatório foi revisto depois de sua redação, em 22 de maio 1970, em Paris, com o Sr. Ministro da Saúde, Dr. FRANCISCO DE PAULA DA ROCHA LAGOA, durante sua visita ao Instituto Pasteur.

(1) Y. KARIMI, C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA até o fim de novembro de 1967; C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA de 12-1967 a 4-1969; Y. KARIMI, C. et A. RODRIGUES DE ALMEIDA de 4-1969 a 3-1970.

A. Resultados obtidos

O foco de Exu foi estudado ininterruptamente a partir de 1966. Os resultados obtidos por C. e A. RODRIGUES determinaram uma nova orientação à pesquisa, que foi posta em prática em abril de 1969.

1. Ecologia dos roedores

Não há roedores na caatinga e no sertão. A peste está limitada às zonas cultivadas, isto é, ao piemonte da chapada; mas há irradiações periódicas e transitórias da peste, do piemonte para as regiões de cultivo dispersas, isoladas por zonas secas ou incrustadas na caatinga. Foram realizadas sondagens em série sobre a chapada, nas proximidades dos rebordos (possível zona de intercâmbio de roedores com o flanco e o piemonte) e nos estreitos vales dos riachos (ravinas) que nascem no piemonte da chapada e descem para o sertão. *Aí, encontram-se habitações e campos cultivados.*

Locais dispersos da chapada e dos riachos têm os mesmos roedores que o piemonte, mas em pequeno número e apenas nos campos cultivados ou nos seus arredores. A caatinga, como suas imediações, é praticamente vazia. Apenas alguns *Cercomys (Trichomys)* foram capturados. Não há contigüidade ecológica para os roedores entre os diferentes pontos prospectados. Cada um deles tem uma população autônoma e as possibilidades de comunicação entre elas ou entre algumas delas são raras.

No foco de Triunfo, as espécies e a distribuição dos roedores são as mesmas de Exu. Ao contrário do que foi mostrado nos relatórios anteriores, - isto é, que os *Zygodontomys (Bolomys lasiurus)* não cavavam tocas e viviam em abrigos na vegetação herbácea, o que os tornavam particularmente vulneráveis aos fatores climáticos - Y. KARIMI e C. e A. RODRIGUES DE ALMEIDA, graças a construção de parques-terrários, demonstraram que estes roedores as constroem e o número pode ultrapassar 50 por hectare. Estas tocas são profundas e possuem grandes câmaras, o que torna possível a conservação do bacilo da peste.



Brésil, 1968. BAHMANYAR et BALTAZARD
avec un enfant probablement malade (pesteux) et son père.

2. Ecologia da peste

a. Focalização

O epicentro de cada foco seria uma chapada ou uma serra com pelo menos 1000 m de altitude com elevados índices pluviométricos. Nos períodos de atividade da peste, cada foco pode irradiar para as terras vizinhas desde que os roedores sejam numerosos. Se os focos são cercados de áreas desprovidas de roedores (Teresópolis), eles permanecem limitados (Barracão dos Mendes). Excepcionalmente, se eles são cercados de terras não completamente vazias, mas pobres de roedores (pequenas populações isoladas) podem ocorrer irradiações.

Para apoiar estas assertivas, M. BALTAZARD cita dois exemplos: 1 - o último período de peste na região da chapada do Araripe e 2 - o foco de Triunfo.

b. Epizootização

Deve-se exclusivamente ao *Zygodontomys* (*B. lasiurus*). Onde este roedor não existe a peste não consegue sobreviver. A infecção na sua forma epizootica só persiste por curto tempo no mesmo local.

c. Conservação inter-epizootica da peste

As pesquisas sobre esta questão mudaram completamente de orientação com a descoberta das tocas dos *Zygodontomys* (*B. lasiurus*). O papel destas tocas na conservação da peste (peste endógena) está sendo avaliado pela construção de tocas artificiais (terrários) e pela pesquisa da infecção no seu solo. Mas este papel é difícil de comprovar na natureza porque praticamente todas as galerias são infectadas por ocasião da passagem da epizootia, mas poucas delas oferecem condições necessárias para a conservação da peste endógena. Diversas experiências permitiram evidenciar a resistência dos *kerodons* (*Kerodon* spp) às cepas isoladas no foco de Exu. Resistência similar foi evidenciada no cobaio. Saliente-se que cobaios e *kerodons* pertencem à mesma família: Cavidae. Esta resistência, até o momento só evidenciada com as cepas originadas da Índia, Birmânia (Myanmar) e de Java (cepas glicerol-negativas, como as cepas brasileiras) e de uma cepa glicerol-negativa do Irã, deverá ser estudada sistematicamente entre as cepas brasileiras e sul-americanas.

d. Epidemização (aparição dos casos humanos) Os resultados dos trabalhos realizados com os kits da OMS com pulgas capturadas nas casas evidenciaram a resistência desses vetores ao DDT e ao dieldrin. Esta resistência ocorre em *Pulex irritans* (praticamente 100 % de resistência ao DDT) e em *Xenopsylla cheopis* (94% a 43%, dependendo da concentração do produto e a duração do teste). Para a *Polygenis bohlsi jordani*, principal vetor da peste entre os roedores campestres não foi detectada resistência. Esta pulga pica facilmente o homem, sobrepujando a *X. cheopis*, e pode, então, ter uma importância, ao contrário do que já foi enunciado, não desprezível na epidemização da doença. Isto deverá ser aprofundado.

B. A peste humana no Nordeste do Brasil

Ela pode se manifestar de três maneiras:

- casos esporádicos isolados, de longe os mais numerosos, devidos mais freqüentemente a uma infecção nos campos pela picada de *Polygenis*. Estas pulgas são liberadas em massa nas epizootias.
- Casos esporádicos familiares simultâneos, devidos as picadas de *X. cheopis*, contraídos nas casas onde os ratos se instalaram e são precedidos de uma epizootia murina.
- Surtos epidêmicos familiares ou em povoados que decorrem de um ciclo interhumano mantido pela *P. irritans* que se infectou em um paciente septicêmico (o primeiro caso é sempre mortal e se deve à picada de pulgas do rato ou de roedor campestre infectado).

O que havia sido enunciado no terceiro relatório sobre a profilaxia foi invalidado pelas novas observações. É incontestável que a resistência das pulgas aos inseticidas demonstrada em Exu e Triunfo existe em todos os focos de peste regularmente tratados e, provavelmente, também nas zonas de malária e doença de Chagas tratadas da mesma maneira. Não se deve utilizar os inseticidas organoclorados. Pode-se esperar que esta resistência desapareça à medida que cesse a pressão seletiva por esses inseticidas.

C. Plano de trabalho

1. Focalização

A limitação dos focos Exu-Bodoco e Triunfo está concluída. A de Teresópolis não pôde ser realizada,

o que é de se lamentar porque se trata do foco mais característico do Brasil. Além disso, distando dos outros focos mais de 700 km, é indiscutivelmente autônomo. Sua história deveria ser confiada a um doutorando. Está prevista, na próxima vinda de Y. KARIMI, uma investigação sobre os roedores através de capturas, para detectar uma barreira ecológica que explique a ausência de irradiação para a planície, o que caracteriza este foco.

2. Fatores de epizootia

Todos os programas de pesquisa devem, de agora em diante, privilegiar o estudo do *Zygodontomys* (*B. lasiurus*), em consequência das descobertas sobre sua capacidade de cavar tocas. Os estudos experimentais recomendados no terceiro relatório foram concluídos.

3. Fatores de conservação da peste

Os estudos devem ser orientados sobre novas bases: estrutura, duração, reocupação e reescavação das galerias de *Zygodontomys* (*B. lasiurus*) nos campos e nos "terrários" com pesquisa da conservação endógena do bacilo.

Os estudos sobre a resistência de *Kerodon*, *Galea* e *Zygodontomys* (*Bolomys*) devem continuar. Este último é menos sensível do que *Cercomys* (*Trichomys*), que é tão, se não mais sensível que os camundongos.

A baixa patogenicidade das cepas de Exu para os cavideos deve ser pesquisada em outras cepas do Brasil e da América Latina.

Se ocorrer a extinção da peste humana em Exu após 1970, o que parece possível, convém proceder a uma captura intensiva nos anos seguintes para provar que o evento deve-se ao desaparecimento de toda forma epizootica entre os roedores.

4. Epidemização da peste

Na vigência de casos de peste humana convém determinar o papel da *Polygenis* na aparição dos casos esporádicos. Será igualmente necessário verificar a existência de variação sazonal da densidade das pulgas sobre os roedores e nas casas, assim como a ausência da *P. simulans* pela identificação sistemática de *P. irritans*.

5. Profilaxia da peste

A profilaxia contínua por inseticidas químicos deve ser proscrita porque seleciona espécimes resistentes. Deverá ser realizada uma pesquisa experimental para selecionar outros inseticidas, eficazes e baratos de outros grupos, definindo o seu modo de emprego. Convém pesquisar a possibilidade de reversão dessa resistência pelo cruzamento de pulgas resistentes e pulgas sensíveis.

D. Síntese

Neste ponto das pesquisas parece que se pode afirmar que a peste no Brasil é inveterada. Não se pode esperar por seu desaparecimento espontâneo. Ela se conserva em "pequenas ilhas", reaparece e irradia-se nas populações rurais dessas ilhas, mas a transmissão inter-humana é rara por conta da dispersão das habitações. Um aumento maciço de casos esporádicos (anademização) é improvável porque a infecção do homem pelas pulgas dos roedores campestres é acidental; a passagem da epizootia é rápida, nem sempre atingindo os ratos que poderiam levar a peste para dentro das casas; as pulgas liberadas pelos ratos raramente picam o homem e, enfim, porque a dispersão das habitações impede a epizootização murina. A ocorrência de peste no meio urbano, onde não houver roedores selvagens e o contato do *R. norvegicus* com o homem seja limitado, não deve ser temida.

Como a erradicação da peste no Brasil é impossível, as únicas medidas realistas que podem ser propostas visam a evitar que a peste não atinja o homem e, se isto vier a ocorrer, que não o mate. O Brasil está na mesma situação dos Estados Unidos que abandonou toda a veleidade de erradicar a peste dos roedores após quarenta anos de luta com todos os recursos disponíveis. O mesmo vale para outros países que possuem focos inveterados. Somente a U.R.S.S. parece ter alcançado alguns resultados modificando profundamente a ecologia das regiões afetadas, às custas de cultivos irrigados, tornando-as inadequadas aos roedores "proprietários" da peste.

Le plan pilote de peste à Exu

Alzira de Almeida

Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, FIOCRUZ, Recife/PE, Brésil

The plague pilot program in Exu.

After the death of M. BALTAZARD, works went on following the 4th report recommendations.

The results obtained in Exu have contributed to the implementation of a continuous nationwide surveillance program. Thus an integrated network of laboratories has been set up including a national laboratory, regional laboratories and research laboratories in the field (among those the Exu laboratory, still functioning).

The plague incidence has decreased in all Brazilian foci (ref. 10).

No case of human plague has been declared after the eighties in the focus of Chapada do Araripe.

Après la mort de M. BALTAZARD, les travaux ont continué à Exu en suivant les recommandations du 4^e rapport.

Les résultats obtenus à Exu ont contribué à la mise en place d'un programme de surveillance permanent à l'échelle nationale. Ainsi, un réseau intégré de laboratoires a été mis en place comprenant un laboratoire national, des laboratoires régionaux et des laboratoires de recherches sur le terrain (dont celui d'Exu, encore en activité).

L'incidence de la peste a décliné dans tous les foyers brésiliens (réf. 10).

Aucun cas de peste humaine n'a été signalé après les années 1980 dans le foyer de Chapada do Araripe.

Publications ultérieures au 4^e rapport :

1. AA - *Controle da Peste - Normas Técnicas*. FUNASA, Brasília, 1994.
2. AA - *Guia de vigilância epidemiológica*. 5^e ed., FUNASA, Brasília, 2002.
3. ALMEIDA CR, ALMEIDA AMP & BRASIL DP - Observations sur le comportement de fousissement de *Zygodontomys lasiurus pixuna*, Moojen, 1943. Reproduction au laboratoire (Rongeurs, Cricetidés). *Mammalia*, 1981, **45**,

415-421.

4. ALMEIDA AMP, BRASIL DP, CARVALHO FG & ALMEIDA CR - Isolamento da *Yersinia pestis* nos focos do Nordeste do Brasil no período de 1966 a 1982. *Rev Inst Med trop São Paulo*, 1985, **27**, 207-218.
5. COUTINHO EM, ALMEIDA AMP & ALMEIDA CR - Histopatologia da infecção por *Yersinia pestis* em roedores dos focos de peste do Nordeste brasileiro. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 1982, **77**, 139-151.
6. KARIMI Y, ALMEIDA CR & ALMEIDA AMP - La peste expérimentale chez les rongeurs du Brésil. Dédutions Épidémiologiques. *Bull Soc Pathol Exot*, 1974a, **67**, 591-601.
7. KARIMI Y, ALMEIDA CR, ALMEIDA AMP, KEYVANFAR A & BOURDIN M - Particularités des souches de *Yersinia pestis* isolées dans le nord-est du Brésil. *Ann Microbiol (Institut Pasteur)*, 1974b, **125**, 243-246.
8. KARIMI Y, ALMEIDA CR & PETTER F - Note sur les rongeurs du nord-est du Brésil. *Mammalia*, 1976, **40**, 257-266.
9. KARIMI Y, EFTEKAHARI M & ALMEIDA CR - Sur l'écologie des puces impliquées dans l'épidémiologie de la peste et le rôle éventuel de certains insectes hématophages dans son processus au nord-est du Brésil. *Bull Soc Pathol Exot*, 1974c, **67**, 591-601.
10. ORG MOND SANTE - La peste humaine en 2002 et 2003. *Rel Épidémiol Hebd*, 2004, **79**, 301-308.
11. PETTER F - Les rongeurs et la peste en Iran et au Brésil. Nouvelles données. *Bull Soc Pathol Exot*, 1999, **92**, 411-413.



Brésil, 1968. L'équipe d'Exu. : de droite à gauche, PETTER, Alzira et Celio de ALMEIDA à la gauche de BALTAZARD et trois des garçons de laboratoire.

La recherche épidémiologique et son évolution.

L'exemple d'un travail d'équipe sur la peste.

Marcel BALTAZARD

Fin 1969, dans une revue du Bulletin de l'Institut Pasteur (1), M. BALTAZARD avait donné son sentiment sur l'état présent de la recherche en épidémiologie et s'était efforcé de tracer les grandes lignes de ce qu'elle devrait être. Publié seulement deux ans avant sa mort, ce texte nous est apparu comme une sorte de testament scientifique. C'est la raison pour laquelle nous en donnons ici un extrait. Après avoir redéfini le terme d'épidémie par rapport à celui d'anadémie - qu'il avait créé pour désigner l'addition de cas sporadiques de maladies non contagieuses - et rappelé les multiples travaux effectués aux quatre coins de la planète par les différentes équipes qu'il inspira, coordonna et dirigea, M. BALTAZARD conclut :

Jean-François PAYS

[...] Cette longue recherche menée dans les pays les plus divers et dans des conditions de climat, de faune et d'habitat totalement différentes, peut aujourd'hui nous donner une plus juste idée de ce que doit être ou devenir la recherche épidémiologique.

Certes, la peste, zoonose-type, est un sujet bien particulier qui ne nous autorise guère à généraliser. Mais la grande variété des moyens, des disciplines et des conceptions qu'elle a fait mettre en jeu nous a aussitôt amenés à les appliquer, dans la pratique et surtout dans l'esprit, aux recherches sur les typhus, les fièvres exanthématiques, les fièvres récurrentes, la rage, les leishmanioses, la variole, le choléra. Cela représente assurément la plus large partie de l'éventail de la recherche épidémiologique.

Plus que toute autre chose, la mutation provoquée récemment, dans le travail de renseignement épidémiologique, par l'utilisation de l'informatique, est venue changer la conception de base de la recherche épidémiologique. Celle-ci ne saurait plus être entreprise sans être conçue à partir des résultats du travail des Statistiques sanitaires (OMS) où sont codifiés les moyens et les méthodes de ce travail, tant en ce qui concerne l'utilisation des statistiques, la collecte des données et leur traitement, les éléments et méthodes d'analyse et même la formation du personnel [46], qu'en ce qui concerne le travail spécialisé des enquêtes par sondages [47]. La place faite au traitement des données « statistiques » par les ordinateurs y est capitale. Il est déjà certain que ceux-ci peuvent définir non seulement

[46] Douzième rapport du Comité d'Experts de Statistiques sanitaires, OMS, Sér. Rapp. techn., 1968, n° 336.

[47] Dixième rapport du Comité d'Experts de Statistiques sanitaires, OMS, Sér. Rapp. techn., 1968, n° 336.

(1) *Bull Inst Pasteur*, 1969, **67**, 235-262.



© Paul Almay, OMS

Kurdistan iranien, années 1950. Les pièges sont placés à l'extérieur des terriers des rongeurs.

ce qu'il convient de chercher d'urgence, mais où et quand il faut le chercher.

Le travail des Statistiques sanitaires peut aller plus loin encore, particulièrement par le traitement des données des enquêtes et sondages spécialisés, qui peuvent déterminer le rôle de certains facteurs en matière de santé. Il existe bien, en épidémiologie, une « recherche statistique ». Le danger serait qu'elle soit tentée de se suffire à elle-même, alors qu'elle doit rester l'amorce, la base de la recherche épidémiologique. Celle-ci, partant du fait statistique, peut seule tenter d'en élucider et le pourquoi et le comment.