

67
148

Recherches sur la Peste en Inde

M. BALTAZARD¹ & M. BAHIMANYAR¹

L'OMS a confié à l'Institut Pasteur de l'Iran le projet de recherches qu'elle avait organisé avec le Gouvernement indien dans les Provinces du Nord (Uttar Pradesh) sur les causes de la persistance de la peste et le mode de sa propagation, c'est-à-dire sur les deux seuls problèmes qui restaient posés en matière de peste rurale après cinquante ans de recherches.

Ce travail a été orienté sur le seul facteur qui n'avait pas été jusqu'à présent l'objet d'une investigation systématique : le rôle possible des rongeurs champêtres.

Les résultats obtenus montrent que ces rongeurs sont seuls en cause dans la progression de l'infection rurale et sa conservation. Les modalités de ces processus sont étudiées en détail ainsi que leur incidence sur le présent et l'avenir de la peste en Inde.

INTRODUCTION

Origine du projet de recherches

En 1952, le Gouvernement indien, désireux de baser la lutte contre la peste dans le pays sur une connaissance précise des conditions de persistance et de propagation de l'infection, demandait à l'Organisation mondiale de la Santé son assistance pour l'établissement d'un programme de recherches destiné à déterminer ces conditions. Les conversations entre l'Indian Council of Medical Research et le Bureau régional OMS de l'Asie du Sud-Est aboutissaient au choix des Uttar Pradesh (Provinces du nord, ex United Provinces, toujours désignées sous l'abréviation U.P. (fig. 1) comme étant à la fois l'une des zones de persistance endémique et d'extension épidémique les plus fortes de l'Inde et celle où existait, accumulée depuis la « Commission anglaise » (Plague Research Commission) l'une des plus riches documentations de recherches et de statistiques.

Avec l'agrément des autorités des U.P., un accord était signé en avril 1952 définissant le sens des recherches projetées

... « Réalisant pleinement que les campagnes ayant pour but la lutte et, si possible, l'éradication de la peste, ne peuvent réussir que si elles sont basées sur une investigation minutieuse de la situation de la maladie, une enquête sera entreprise dans les régions appropriées des Uttar Pradesh, en vue de :

a) détecter et délimiter les régions où l'infection est endémique;

b) étudier les facteurs responsables de l'endémicité;

c) examiner les voies et les modes de propagation de l'infection depuis les régions d'endémicité vers les autres parties des Uttar Pradesh;

d) faire la lumière sur les facteurs favorisant la propagation de l'infection dans les régions où la maladie a été importée... »

Ce programme de recherches, d'une durée de deux ans, prévoyait la venue d'un « Senior Adviser » de l'OMS, travaillant avec une équipe locale, spécialement constituée par les Medical and Health Services des U.P., l'aide de l'OMS consistant par ailleurs en matériel et véhicules.

Première phase

L'OMS s'assurait la collaboration comme « adviser » de D. H. S. Davis, le spécialiste bien connu de la peste d'Afrique du Sud, qui arrivait en Inde en juillet 1952 et organisait le travail, sur la suggestion des autorités sanitaires des U.P., dans la partie est de ces provinces, avec comme base la petite ville de Deoria, chef-lieu du district du même nom, confinant à la province de Bihar à l'est, et au royaume de Népal au nord. Le travail commençait à Deoria au milieu du mois d'octobre 1952 et portait sur la recherche de l'infection chez les rats et leurs puces, considérés comme réservoirs de la peste rurale, dans les villages où la peste humaine avait sévi au début de l'année ou dans les années précédentes.

¹ Institut Pasteur de l'Iran. Avec la collaboration de l'équipe de recherche sur la peste des Uttar Pradesh, Directeur J. K. Bhatnagar.

FIG. 1
LES UTTAR PRADESH PROVINCES DU NORD DE L'INDE*



* En pointillé, les limites des districts.

Une cause accidentelle obligeait malheureusement D. H. S. Davis à interrompre son travail et à abandonner la direction du projet en mai 1953. L'équipe nationale continuait cependant la recherche sur le même schéma pendant toute une année encore, examinant plusieurs milliers de rats et plusieurs dizaines de milliers de puces.

Aucune souche de peste ne pouvait être isolée. Par malchance, le résultat de ce considérable travail, qui eût pu fournir la preuve qu'en milieu rural en Inde ni le rat ni ses puces ne pouvaient jouer le rôle de réservoir, même d'une « saison de peste » à la suivante, était rendu ininterprétable par l'absence précisément d'une saison de peste en 1952-53 (puis 1953-54) dans le district de Deoria, où l'infection cessait ainsi de se manifester pour la première fois depuis de nombreuses années.

Deuxième phase

Dès la fin de 1953, l'OMS, à la recherche d'un spécialiste pour remplacer D. H. S. Davis, avait pris contact avec l'Institut Pasteur de l'Iran.

Les conditions très spéciales de travail que nous demandions, encore que tout à fait inhabituelles pour l'OMS, étaient rapidement acceptées et la recherche en Inde confiée à notre Institut. Ce choix de l'OMS était pour nous lourd de sens; nous avions en effet clairement indiqué, dans ces pourparlers comme en bien d'autres occasions, notre intention arrêtée d'entreprendre, partout où nous aurions à travailler, la recherche systématique de l'infection des rongeurs sauvages, considérée par nous comme la base probable de la permanence de la peste dans ses foyers endémiques (Baltazard et al., 1952, 1953). Précisément, pour l'Inde, l'affirmation maintes fois renouvelée par plusieurs générations de chercheurs, du rôle nul joué par les rongeurs sauvages dans le maintien de l'infection, nous était toujours apparue comme basée sur des enquêtes notoirement insuffisantes; les U.P. avec leur lourd passé de peste et de recherches étaient pour nous le champ d'expérience le plus redoutable et le plus tentant.

ORGANISATION DE LA RECHERCHE

Principes de l'organisation

L'un de nous arrivait en Inde fin mai 1954 et prenait aussitôt contact avec les autorités sanitaires du Gouvernement indien et de l'Indian Council of Medical Research à New Delhi, puis avec celles des Medical and Health Services à Lucknow, capitale des U.P., où s'organisait immédiatement la collaboration avec l'équipe nationale.

L'excellente documentation rassemblée depuis deux ans par N. C. Gupta, statisticien de l'équipe, sur l'histoire de la peste dans les U.P. depuis le début du Relevé épidémiologique officiel (1905), confirmait la justesse des vues de Sharif (Sharif, 1951) sur l'existence aux U.P. de deux foyers « endémiques », au sens où cet auteur définissait lui-même le mot: « continuous persistence of plague in them for several years, especially during a period of decline; duration of the plague-season for six months or more in a year », foyers bien distincts, l'un à l'est, l'autre à l'ouest, et d'où l'infection rayonnait vers les régions voisines. Indiscutablement dans ces deux foyers les districts montrant la permanence d'infection la plus constante étaient situés le plus au nord de chaque foyer, au pied de l'Himalaya, dans cette région qui forme transition entre la plaine du Gange et l'abrupte barrière de la montagne: région de collines qui bordent le pied de la montagne sur une grande partie de sa longueur et que Sharif a fort justement nommée « subhimalayenne » au sens même des géographes:

“ Sub-Himalaya, which is easily defined by the fringing line of hills, more or less broad, and in places very distinctly marked off from the main chain by open valleys (dhuns) or narrow valleys, parallel to the main axis of the chain (Godwin-Austen). ”

Autant que la documentation de N. C. Gupta, établie district par district, pouvait le montrer, c'était cette ligne de collines, portant le nom de Siwalik Range,¹ qui constituait dans les deux foyers la zone d'endémicité vraie et le point de départ de l'infection; plus exactement même le seul versant sud de ces Siwalik et la longue pente douce qui forme le pied de ce versant jusqu'à la plaine irriguée (le versant nord, abrupt, et les vallées intérieures entre ces collines et l'Himalaya restant toujours pratiquement indemnes d'infection). Les documents consultés à Delhi montraient qu'il en était de même dans les autres provinces du nord de l'Inde: c'est sur le versant sud des mêmes collines et à son pied que pouvaient être localisées d'une part à l'ouest la zone « endémique » du foyer autonome du Pendjab et d'autre part à l'est celle de Bihar, prolongeant sans discontinuité le foyer est des U.P.

¹ Au point de vue géographique, le nom de Siwalik Range est théoriquement réservé à la partie de la ligne de collines qui s'étend de la coupure de la rivière Bias dans le Pendjab à celle du Gange dans les U.P.; le plissement prend ensuite à l'est le nom de Terai Belt jusqu'au Brahmapoutre. Cependant, le nom de Siwalik Range est couramment utilisé pour tout l'ensemble de cette ligne de collines.

S'il était donc naturel, d'après le programme même du projet de recherches de continuer le travail dans cette zone subhimalayenne, il apparaissait cependant nécessaire de modifier l'organisation existante. La base des recherches, toujours installée à Deoria, trop lourde au point de vue matériel comme au point de vue administratif, ne pouvait en aucun cas être déplacée rapidement. Or, si la recherche du réservoir vrai de l'infection en foyer endémique était bien notre premier objectif, elle ne constituait qu'une partie du programme auquel était également inscrite l'étude de la marche de l'infection. Celle-ci ayant disparu depuis deux ans, non seulement du district de Deoria mais de tous les districts subhimalayens, nous devions opter entre deux solutions. La première était d'abandonner cette zone subhimalayenne et d'installer la base dans un des districts centraux, classés comme non-endémiques, mais où la peste humaine sévissait tout de même depuis dix années consécutives et où nous pouvions espérer à la fois étudier les conditions de cette persistance prolongée de l'infection, sinon celles de l'endémicité vraie, et observer à la saison de peste suivante la recrudescence habituelle de la maladie. La deuxième était de laisser la base en zone subhimalayenne, en dépit de l'absence de peste en activité et de créer un « laboratoire mobile », conçu avec le maximum de légèreté, immédiatement détachable de la base, permettant de rejoindre et suivre l'infection en tout point des U.P. où elle pourrait apparaître et s'étendre, lors de la « saison de peste » suivante.

Choix de la zone « de base »

Nous préférons la seconde solution, qui devait nous permettre dès octobre (date fixée par les autorités des U.P. et de l'OMS pour le début du travail, aussitôt après la fin de la mousson) pendant les quelque trois mois disponibles avant le début prévisible de la « saison de peste », puis pendant toute la durée du projet, de maintenir le plus gros de nos moyens de travail dans la zone dite d'endémicité bien qu'actuellement silencieuse.

Ce silence, en effet, n'était-il pas la condition même que nous avions désignée quelque temps plus tôt (Baltazard et al., 1953) comme la plus favorable à la recherche de ces petits foyers permanents de peste des rongeurs sauvages (pockets) que nous espérions bien retrouver en Inde, responsables comme en Iran de l'endémicité de l'infection ?

Cependant, la localisation, même approximative de telles « poches » ne pouvait être faite que par

l'établissement d'une carte épidémiologique parfaitement précise. Seul, en effet, un travail de repérage des villages infectés les premiers au début de chaque saison de peste dans le passé, pouvait permettre d'identifier, s'ils existaient, des points de renaissance fréquente et par conséquent de permanence vraie de l'infection et donner une chance meilleure à l'enquête sur les rongeurs sauvages à leur voisinage. C'est spécialement pour cette raison que nous décidions d'abandonner Deoria, district de création administrative récente (1946) où l'établissement de cette carte rétrospective était impossible.

Par ailleurs, la recherche dans ce district se trouvait limitée d'une part à l'est par la frontière administrative séparant les U.P. de l'Etat de Bihar, où le foyer se continue vers l'est, et d'autre part au nord par la frontière séparant l'Inde du royaume de Népal et empiétant sur la ligne des Siwaliks (Terai Belt). Or, d'une part, le Népal n'a jamais fourni de statistiques épidémiologiques, ce qui interdisait le travail d'établissement de la carte rétrospective, d'autre part la coupure politique existant entre ce pays et l'Inde et l'absence de voies de communication rendaient pratiquement impossible tout travail de l'équipe vers le nord. De même, la coupure administrative complète avec l'Etat de Bihar, due à l'organisation de type fédéral de l'Inde, ne pouvait permettre ni le travail sur documents, ni le passage de l'équipe venant des U.P. Les autres districts subhimalayens du foyer est n'offraient pas plus d'avantages, et nous décidions de transférer la base dans le foyer ouest des U.P. où la situation apparaissait beaucoup plus claire et les conditions de travail plus aisées.

Particularités de la zone choisie

Dans ce foyer ouest, un seul district, à l'inverse de ce qu'avait écrit Sharif (Sharif, 1951) pouvait être considéré comme endémique d'après les documents épidémiologiques des cinquante dernières années: celui de Saharanpur, englobant précisément les pentes sud des Siwaliks (les districts de Dehra Dun et Naini Tal n'ayant été infectés que tout à fait exceptionnellement et ceux de Muzaffarnagar, Bijnor, Moradabad et Bareilly seulement par périodes séparées par des silences plus ou moins prolongés et toujours postérieurement à un district voisin) (fig. 1). De ce district de Saharanpur, la peste rayonnait en pratique toujours et seulement en direction sud et est, les extensions vers le nord (Dehra Dun) étant tout à fait exceptionnelles et épisodiques, celles vers l'ouest (Pendjab) encore plus rares, la rivière Jumna semblant former une barrière

presque infranchissable pour l'infection. Cette position et ces particularités du foyer ouest facilitaient considérablement le travail: d'une part il était possible de remonter vers le nord autant qu'il serait nécessaire jusqu'en haute montagne dans une zone où l'histoire de la peste était parfaitement connue, d'autre part l'absence d'extension vers l'ouest au-delà de la Jumna évitait d'avoir à passer dans le Pendjab, c'est-à-dire dans un autre Etat, passage administrativement impossible.

Enfin, la situation épidémiologique dans ce foyer apparaissait très claire. Comme nous l'avons dit, seul le district de Saharanpur était resté infecté presque en permanence depuis le début de la statistique officielle des U.P. (1905), alors que la peste humaine avait à plusieurs reprises totalement disparu des districts avoisinants pour des périodes plus ou moins longues. En particulier, l'histoire de la dernière extension épidémique paraissait ne pouvoir prêter à confusion: après une période de silence total dans tous les districts du foyer ouest (sauf celui de Saharanpur) pendant huit ans pour certains, sept, quatre et deux ans pour d'autres, la peste humaine passait en 1941-42 du district de Saharanpur dans le district est limitrophe de Bijnor qu'elle envahissait complètement pendant les huit années suivantes. De ce district elle touchait à diverses reprises de 1943-44 à 1947-48 les parties limitrophes des districts voisins de Dehra Dun et Garhwal au nord, tandis que le district sud de Muzaffarnagar était envahi par l'infection venant à la fois du Saharanpur et du Bijnor de 1943-44 jusqu'à 1950-51 (voir fig. 1). Le district de Meerut, plus au sud, était touché à son tour en 1945-46 et l'infection s'y maintenait jusqu'en 1948-49.

Mais l'épidémie n'allait pas plus loin et à part quelques cas sporadiques, en bordure du Bijnor et du Meerut infectés, dans les districts limitrophes de Naini Tal (5 cas seulement en 1945-46) et de Moradabad (2 cas seulement en 1944-45), elle s'éteignait définitivement à la fin de la saison de peste 1950-51. Cette même année, pour la première fois depuis près de trente ans, la peste disparaissait du district de Saharanpur.

Prospection du foyer ouest

L'intérêt que nous trouvions à centrer la recherche sur ce district de Saharanpur était de deux ordres: d'une part, l'établissement de la carte épidémiologique pour les trente dernières années pouvait être limité à ce seul district, origine permanente de l'infection; d'autre part, nous pouvions, dans les

districts limitrophes et spécialement celui de Dehra Dun au nord, entreprendre l'étude des conditions de l'écologie des rongeurs sauvages et du rat ou de celles de l'habitat humain, qui pouvaient, à quelques kilomètres de distance (de part et d'autre des Siwaliks par exemple) maintenir indemne tel district et infecté tel autre.

Nous décidions de faire une prospection rapide de toute la région avant de fixer le point d'établissement de la base et partions au début de juin pour une longue tournée le long des Siwaliks, rendue pénible par l'extrême chaleur et difficile par le retrait, en prévision de la mousson proche, des ponts de bateaux qui permettent en saison sèche la traversée des fleuves et rivières. La transversale est-ouest sur laquelle nous nous déplaçons au pied des Siwaliks, portée sur la carte comme « motorable only in dry season » était ainsi coupée en de nombreux endroits, nous obligeant à aller chercher un passage plus au sud et à redescendre ainsi des pentes sableuses et non irriguées des Siwaliks dans la plaine irriguée du Gange. Partout, nous notions l'extraordinaire densité des terriers de rongeurs sauvages, aussi nombreux en zone irriguée qu'en zone de culture sèche.

La fin de notre tournée nous amenait au nord du district-foyer de Saharanpur: tous les terriers (trente et un) que nous pouvions ouvrir en quelques jours dans la zone de forêt clairsemée, zone de défrichements en culture sèche, qui s'étend vers le sud sur une dizaine de kilomètres en pente douce du pied des Siwaliks à la plaine irriguée, appartenaient à la même espèce: la grande gerbille (*Tatera indica*), en peuplements extrêmement denses. Nous notions l'abondance du rat (*Rattus rattus*) dans les maisons paysannes, abondance que ne peut même imaginer qui ne connaît pas les villages de l'Inde, ainsi que la présence de terriers de gerbilles aux abords mêmes de ces villages. La quasi-totalité des terriers montraient des gerbilles en estivation: approfondissement considérable des terriers jusqu'à la couche de sable humide, galeries fermées à l'air extérieur par des bouchons de sable, petites réserves de nourriture, animaux rassemblés dans de grandes chambres aux points profonds, très vulnérables à la chaleur, mourant rapidement dans les boîtes de ramassage, si celles-ci n'étaient pas enveloppées de linges humides.

Mise en place

Au retour à Delhi, l'accord définitif était fait sur l'organisation à prévoir pour le travail. Les autorités sanitaires des U.P. déplaçaient pendant la période

de mousson, où tout travail sur le terrain est impossible, la base de recherches de Deoria à Dehra Dun, choisi de préférence à Saharanpur pour des raisons de commodité d'installation. L'OMS fournissait un important matériel pour l'organisation du « laboratoire mobile ». L'aspect de la peste des U.P. pendant les années précédentes, la connaissance des conditions climatiques et du rythme ordinaire des « saisons de peste » laissaient en effet présumer que les conditions de travail pourraient être les suivantes: la recherche dans le district choisi de Saharanpur pourrait commencer au mois d'octobre, après la fin de la mousson, lorsque les voies de passage seraient rouvertes, les ponts rétablis et les chemins des champs (bullock-cart tracks) redevenus praticables; dès qu'apparaîtrait, quelque part dans les U.P., la peste humaine « prévue » pour décembre-janvier, l'équipe mobile serait détachée pour l'étude de la région contaminée. En attendant le mois d'octobre, le statisticien de l'équipe (N. C. Gupta), installé à Saharanpur, devait se charger de la lourde et difficile besogne de collection des documents épidémiologiques thana par thana,¹ village par village, pour tout le district — besogne limitée aux trente dernières années, les documents antérieurs ayant été mis au pilon.

Enfin, nous rapportons à l'Institut Pasteur de l'Iran les seules huit gerbilles que nous avons pu sauver de la mort par la chaleur: ces huit *Tatera*, aussitôt mises en expérience en parallèle avec une gamme de rongeurs de sensibilité connue, montraient une résistance à l'infection² qui renforçait notre conviction de la nécessité d'une enquête approfondie sur ce rongeur aux U.P.

PRINCIPES ET TECHNIQUES³

Travail du laboratoire

Passage à l'animal sensible. Les techniques utilisées au laboratoire dans cette recherche étaient celles mêmes que nous avons mises au point en Iran et que nous devions conserver sans modifications jusqu'à la fin de notre travail en Inde, techniques issues des

¹ Le mot « thana » (Police circle) correspond à une division par cantons, ayant au chef-lieu un poste de police où sont faites les déclarations de peste.

² Ce travail fera l'objet d'un article à paraître dans les *Annales de l'Institut Pasteur*.

³ Nous détaillons ici seulement les techniques qui n'ont pas été données dans les « Recommended laboratory methods for the diagnosis of plague » (Baltazard et al., 1956) à la rédaction desquelles l'un de nous a participé; nous expliquons également pourquoi nous avons préféré telle ou telle méthode parmi celles recommandées dans cette publication.

principes mêmes de notre travail: n'affirmer l'existence de la peste que sur isolement de souches dûment identifiées, n'infirmes cette existence que par l'accumulation de résultats indiscutablement négatifs.

Ces principes nous obligeaient à rejeter toute technique ne comprenant que l'examen direct macro- ou microscopique, ou même la culture. Nos recherches antérieures nous avaient en effet montré l'existence chez beaucoup de rongeurs de lésions macroscopiques (microbiennes ou non) simulant la peste; la présence constante de germes bipolaires morphologiquement indistincts du bacille pesteux chez tous les rongeurs trouvés morts ou tués plusieurs heures avant l'autopsie, enfin la présence fréquente de tels germes même chez des rongeurs sacrifiés, bien portants en apparence, immédiatement avant autopsie, aussi bien que dans les broyats de puces ou autres ectoparasites. Le microscope évidemment ne peut apporter aucune certitude; pas plus la culture, qui donnera le plus souvent des germes divers, difficiles à séparer, avec dominance immédiate des microbes mobiles, sans que l'absence du bacille pesteux dans le produit ensemencé puisse être absolument affirmée.

Notre travail en Iran nous avait également montré la fréquence chez les rongeurs de la forme de peste résiduelle (resolving plague): soit « inapparente » ou « occulte » (Baltazard et al., 1950) indétectable par le microscope ou la culture, soit à germes bien visibles mais en formes d'involution difficilement identifiables au microscope et pratiquement incultivables. Enfin, particulièrement chez les puces, les bacilles pesteux étaient souvent si rares qu'ils ne pouvaient être vus au microscope ni pratiquement isolés par culture.

Seul le passage systématique à l'animal sensible de tout le matériel récolté sans exception pouvait permettre d'être pratiquement sûr d'isoler le bacille pesteux, même s'il n'existait dans ce matériel qu'à l'unité. Ce passage était effectué de deux manières: voie percutanée, frottement de broyats concentrés sur la peau simplement épilée (non scarifiée); voie sous-cutanée, inoculation de broyats dilués sous la peau; la première technique utilisée pour tous les produits septiques ou plus ou moins putréfiés, la seconde uniquement pour les broyats sûrement non septiques (animaux sacrifiés, puces broyées vivantes, etc.). Les broyeurs utilisés sont des tubes de centrifugeuse à fond rond, en verre épais, de 30 ml de capacité, à couvercle d'aluminium vissable, couvercle percé d'un orifice à travers lequel passe à

fortement doux la baguette de verre à extrémités annodées dont les 15 cm dépassants peuvent être solidement tenus en main. Le tout est stérilisable par ébullition et présente les meilleures garanties contre les pollutions extérieures et surtout contre la contamination du personnel par projection de gouttelettes lors du broyage.

La souris, animal le plus sensible, n'a pu être employée dans les conditions de notre travail en Inde. Le rat blanc, le second dans l'échelle de sensibilité des animaux de laboratoire courants, n'a pu être utilisé autant que nous l'aurions voulu à cause des difficultés de son élevage en Inde: cet animal a en effet l'avantage de présenter une « perméabilité cutanée » très grande au bacille pesteux. Le frottement de broyats infectés sur le dos épilé du rat ne donne lieu à aucune défense locale, la pénétration du bacille se marquant seulement par l'apparition de taches hémorragiques: l'infection se généralise sans défense ganglionnaire, tuant l'animal en quelques jours. Cette voie est remarquablement sélective, aucun germe de contamination (en particulier les germes de putréfaction) ne passant à travers la peau du rat; elle est malheureusement peu fidèle, les produits très pauvres en germes ne donnant pas l'infection.

Le cobaye, par contre, présente une défense relativement forte contre la maladie: bien que possédant une sensibilité élevée il montre une tendance à la localisation de l'infection et à la guérison. Infecté par voie percutanée, le cobaye développe une réaction locale inflammatoire, puis purulente (charbon pesteux) et ne généralise son infection que secondairement. Si l'inoculum est peu riche en bacilles pesteux et si la virulence est faible, cette lésion a tendance à sécher et à guérir sans généralisation; ces cobayes doivent être sacrifiés dès qu'apparaissent les signes de régression des lésions cutanées, pour permettre de récupérer le bacille des lésions ou des ganglions, soit par culture, soit mieux par passage par voie sous-cutanée.

Si, en effet, la résistance des animaux de laboratoire peut se manifester par voie percutanée, elle est pratiquement toujours forcée par l'inoculation sous-cutanée. Ce n'est que dans des cas tout à fait rares, avec des inoculats très faibles ou de virulence très basse que l'animal localisera son infection et guérira; encore y aura-t-il toujours une inflammation locale et ganglionnaire forte à partir de laquelle le bacille pourra être récupéré, soit par culture, soit par passage par voie péritonéale. Cette dernière voie, d'une extrême sensibilité, ne peut cependant être

employée que pour l'inoculation de produits purs de toute contamination secondaire, de nombreux germes attaquant le péritoine plus vite que le bacille pesteux.

Culture. Enfin, la peste doit être isolée en culture pure, seule preuve définitive pour l'identification. Nous avons pu, dès le début de cette recherche en Inde, utiliser le milieu que G. Girard, à l'Institut Pasteur de Paris, achevait de mettre au point à cette époque et dont il avait bien voulu avant publication (Girard, 1956) nous communiquer la formule: extrêmement simple puisqu'il s'agit d'eau peptonée gélosée, c'est-à-dire de la gélose nutritive classique, mais sans bouillon de viande. La découverte de G. Girard, fruit de ses patientes études sur l'isolement et la multiplication du bacille pesteux, bien qu'elle puisse paraître une simple modification de technique de laboratoire, apportait en vérité une authentique révolution dans notre travail. On sait en effet quelle servitude représentait, spécialement pour les laboratoires mobiles, la préparation de la gélose au sang, jusqu'alors strictement indispensable. Nous avons essayé dès 1952, de remplacer les milieux au sang, perpétuellement contaminés, impossibles à conserver, par les milieux à l'hématine, étudiés par Rao (1940) puis par Ruth Jordan (1952), mais ceux-ci offraient encore d'assez grandes difficultés de préparation. L'eau peptonée simple¹ et, pour l'isolement, l'eau peptonée gélosée de G. Girard, représentent pour les chercheurs sur le terrain un inappréciable progrès, que ne nous paraissent pas avoir mis suffisamment en lumière les « Recommended laboratory methods » (Baltazard et al., 1950) citées plus haut.

Une autre importante commodité, que nous tenions également de G. Girard, était la possibilité de cultiver le bacille pesteux, spécialement sur ces milieux peptonés, à des températures relativement très basses. Nous pouvions ainsi en Inde, où la température du laboratoire ne descend jamais au-dessous de 20°C, mener tout le travail de culture sans incubateur, avantage énorme pour un laboratoire mobile. D'autre part, l'utilisation du bactériophage, à l'exclusion de toute autre méthode, pour l'identification des souches isolées, représente également une simplification du travail considérable. Nous avons utilisé les techniques mêmes de G. Girard, qui nous a fourni le bactériophage très actif utilisé à son laboratoire, que nous entretenions et préparions au fur et à mesure de nos besoins.

¹ Nous avons utilisé la peptone PTV que nous avait envoyée G. Girard et la Bactopeptone Difco.

Observation des rongeurs. Une dernière question de technique est celle de la conservation des rongeurs capturés, sur laquelle les avis restent partagés (Baltazard et al., 1956). Il ne nous apparaît cependant pas que la question prête à discussion; outre que l'organisation du travail (voir page 180) ne permet pratiquement jamais de sacrifier immédiatement les animaux rapportés au laboratoire et que la mise en observation des rongeurs capturés est ainsi presque une obligation, c'est surtout le seul moyen que nous ayons d'étudier la question capitale dans cette sorte de recherches: l'évolution et le comportement de l'infection dans la nature chez les rongeurs.

Le passage immédiat des rongeurs capturés ne peut permettre d'établir que la présence de l'infection: les rongeurs en incubation et ceux en pleine infection destinés ou non à mourir, ceux en état de « resolving plague » destinés à guérir, donneront de la même manière un passage positif. De même le passage immédiat sans période d'observation, le même jour, du rongeur d'une part et de ses puces d'autre part, ne peut donner de résultat interprétable. Si les deux passages sont positifs, on pourra en déduire qu'il s'agissait soit d'un rongeur septicémique ayant infecté ses puces, soit d'un rongeur ayant récolté des puces pesteuses et infecté par elles, mais sans pouvoir connaître quel aurait été le sort de ce rongeur, spécialement dans le second cas. Si le passage des puces est seul positif, cas que nous avons fréquemment observé dans notre travail en Iran, il est impossible de savoir si le rongeur venait de récolter ces puces infectées et allait ou non contracter la peste, ou s'il s'agit d'un rongeur guéri portant encore ses propres puces infectées ou d'un rongeur indemne de peste portant sur lui depuis un temps plus ou moins long les puces pesteuses d'autres rongeurs tués par l'infection. C'est pour tenter d'apporter une réponse à ces questions que nous gardons systématiquement en observation tous les rongeurs capturés, au prix de quelques précautions élémentaires dont les insecticides actuels rendent l'application très aisée (Baltazard & Eftekhari, 1957). C'est la conservation des rongeurs en observation qui, en nous permettant de voir mourir de peste les uns alors que les autres survivaient, bien que récoltés porteurs de puces infectées, nous a montré le phénomène de résistance à l'infection de certaines espèces et son rôle dans le maintien de l'infection.

Deux arguments pourraient être élevés contre cette conservation. L'un est d'ordre pratique: lorsque la température est élevée, les animaux morts

en observation sont retrouvés plus ou moins putréfiés et le passage doit en être fait par la voie percutanée, moins sûre. Le second, plus grave, est d'ordre théorique: certains rongeurs peuvent guérir très rapidement de l'infection et la prolongation de la période d'observation risque de nous faire manquer une infection qu'aurait détectée le passage fait aussitôt après capture.

Il est aisé de remédier au premier de ces inconvénients par une surveillance étroite des animaux en observation qui devront être sacrifiés et passés au premier signe de maladie, surveillance qui se confond d'ailleurs avec celle qui doit de toutes façons être faite plusieurs fois par jour pour les animaux de laboratoire inoculés que l'on ne doit pas laisser mourir.

Splénectomie. Pour écarter le second inconvénient, nous avons utilisé, dans le cas des rongeurs qui nous semblaient particulièrement intéressants, la technique de la splénectomie. La tête du rongeur est introduite dans un tube contenant un coton imbibé d'éther; dès que le sommeil est profond, l'anesthésie est interrompue et n'aura pas à être reprise si la splénectomie est faite avec une rapidité suffisante. Le rongeur est couché sur le flanc droit; la partie gauche de l'abdomen est épilée puis mouillée à l'alcool à 60° qui fait apparaître la rate en transparence et stérilise la peau; la paroi abdominale (peau et muscles) est saisie au niveau de la rate avec une pince à disséquer à griffes en prenant soin de ne pas pincer en même temps les viscères; la pince est ensuite tirée vers le haut, jusqu'à soulever légèrement le rongeur pour décoller les viscères de la paroi; celle-ci est ouverte d'un seul coup de ciseaux sur 3 cm. La pince est relâchée, la rate apparaît dans l'ouverture; elle est saisie avec une pince à mors plats très douce et tirée à l'extérieur au bout de son pédoncule; celui-ci est sectionné par écrasement et cautérisation entre les mors plats rougis à la flamme d'une pince à disséquer. Les bords de l'ouverture sont à nouveau saisis et rapprochés dans une pince à griffes (qu'on tirera également vers le haut en soulevant le rongeur) et sont réunis par trois agrafes.

Le passage à l'animal sensible de la rate ainsi prélevée permet de détecter l'infection sans influencer aucunement sur l'évolution de la maladie, ainsi que nous l'a montré la pratique de cette technique largement appliquée dans l'expérimentation à l'Institut Pasteur de l'Iran. L'utilisation de la splénectomie permet de conserver les rongeurs en observation aussi longtemps qu'il est désirable avant de les sacrifier ou de les éprouver par inoculation de peste

Passage groupé. En général, la durée de l'observation sera prolongée juste le temps nécessaire pour que soient acquis les résultats, soit du passage des puces récoltées le jour même de la capture sur ces rongeurs ou dans leurs terriers, soit du passage de rongeurs trouvés morts dans le même terrier ou le même champ. La connaissance de ces résultats permettra en effet de mieux organiser le groupage pour passage (pooling test) des animaux ayant survécu à la période d'observation. Cette question du passage par lots, inévitable dans ce type de recherches pour raison d'économie d'animaux de laboratoire, est en effet la plus discutable. Technique excellente pour confirmer l'absence de l'infection, puisqu'elle permet le passage à peu de frais de quantités considérables de rongeurs, elle devrait être éliminée chaque fois qu'elle a des chances de donner un résultat positif: toute interprétation de ce résultat étant impossible. Appliqué par exemple en zone d'enzootie aux animaux d'un même large territoire de chasse, comme nous le faisons au début de nos recherches en Iran en étiquetant les animaux par « territoire de village », le groupage, s'il donne un résultat positif, ne peut permettre de localiser l'aire infectée presque toujours très petite, limitée à un groupe de terriers ou même à un terrier unique et il nous a souvent fallu des jours et même des semaines pour arriver à retrouver le lieu exact de l'infection ainsi détectée.

Même en limitant, comme nous l'avons fait ensuite, le groupage aux animaux d'un même terrier ou groupe de terriers, un résultat positif ne rendra pas compte du nombre d'animaux infectés et ce n'est que lorsque nous nous sommes décidés au cours de nos recherches en zone infectée à pratiquer le passage animal par animal que nous avons pu mettre en évidence la coexistence, dans les terriers, de rongeurs infectés et de rongeurs indemnes.

Capture et récolte

Conditions de travail. En Inde, plus qu'ailleurs, se trouvaient rassemblées les conditions rendant la détection de la peste chez les rongeurs des champs extrêmement difficile. Plus que tout autre nous a gênés le fait, déjà signalé en Iran, de la disparition de la quasi-totalité des cadavres des animaux morts de la peste. Les rongeurs sauvages en effet, comme le rat, ne meurent qu'exceptionnellement dans leur terrier et il semble également que dans ce cas les survivants aient tendance à trainer et rejeter les cadavres à l'extérieur, comme nous avons pu l'observer en terrarium. Or, en Inde, plus encore

qu'en Iran, veillent nuit et jour d'innombrables bêtes de proie: le jour les vautours et surtout les milans, à la vue perçante desquels rien n'échappe, la nuit les hyènes et les chacals que leur flair guide vers les cadavres.¹ Dans tout notre travail en Inde, nous n'avons pu trouver qu'une seule fois un rongeur mort en surface: il s'agissait du cadavre encore chaud d'un handicapé qu'avait protégé des bêtes de proie la présence dans le champ de nombreux travailleurs occupés à creuser les terriers; pour les paysans eux-mêmes, la découverte de cadavres est chose exceptionnelle et c'est là sans doute une des raisons pour lesquelles l'attention s'est toujours, en Inde, écartée des rongeurs champêtres en temps de peste, alors que dans les maisons pullulent les cadavres de rats.

En zone infectée, nous n'avons trouvé que treize fois des cadavres dans les quelque deux mille terriers défoncés par nous-mêmes: deux des treize terriers contenaient chacun un cadavre frais, dans six autres étaient trouvés douze (1, 1, 1, 1, 2 et 6) cadavres putréfiés mais non desséchés donc relativement récents, enfin dans les cinq autres neuf carcasses plus ou moins complètement momifiées. Dans les mêmes terriers et sur tout le territoire qu'a ravagé l'épizootie, le nombre des rongeurs vivants est très bas, tombé le plus souvent au dixième, parfois même au centième de la densité normale. En fait, comme on le verra plus loin, le retard considérable avec lequel, toujours, nous arrivons sur les lieux, alertés par les phénomènes secondaires et tardifs de la mortalité murine ou de la maladie humaine, joint à la brièveté habituelle de l'infection chez les rongeurs, ne nous laisse que peu de chances de retrouver la peste chez ces quelques survivants de la zone épizootique.

C'est donc surtout sur la récolte des puces de ces rongeurs et de celles des terriers en zone infectée, qui sont susceptibles de conserver longuement le bacille pesteux, que devait porter l'effort maximum.

Creusement des terriers. En principe, nous ne pouvions utiliser que deux procédés: le défoncement des terriers et le piégeage de rongeurs vivants. Le premier est le seul qui satisfasse à la fois à tous les buts de la recherche, permettant de retrouver les rongeurs morts et à côté d'eux dans le même terrier les rongeurs vivants (s'il en existe), de récolter le maximum de puces, et d'autre part d'étudier les conditions de la vie des rongeurs. Mais il a le défaut

¹ Ce flair leur permet de repérer les cadavres même sous terre: les traces de fouille des chacals à l'entrée de certains terriers étaient pour nous une indication précieuse.

d'être extrêmement pénible, les rongeurs ayant toujours tendance à se réfugier au point le plus profond, soit parfois à plus de trois mètres de la surface et d'autre part de représenter une perte de temps considérable par rapport à son rendement. D'ordinaire le travail était mené en même temps sur la totalité des terriers d'une même petite zone, par des équipes d'ouvriers composées de deux piocheurs se relayant pour creuser et d'un pelleteur évacuant les déblais; le travail étant dirigé par l'un de nous circulant entre deux à trois équipes rapprochées pour surveiller le creusement, relever les plans de terrier, examiner les déblais, rechercher les ectoparasites dans la poussière et les débris des galeries et des chambres, prendre lui-même les rongeurs découverts morts ou vivants dans le terrier, récolter les ectoparasites de leur fourrure et étiqueter toutes les prises et récoltes. Le défoncement est fait sur un bâton engagé dans le terrier, par « tranches » de galerie de 25 cm de longueur au maximum, de façon à ne pas manquer les embranchements. Avant d'engager le bâton pour la tranche suivante, la poussière et les débris du sol de la galerie sont prélevés avec une râçlette mince de 30 cm de longueur et déposés sur un plateau émaillé blanc où les ectoparasites sont aisément vus et récoltés; on fait de même avec la poussière, les débris, la litière ou les réserves de fourrage des chambres du terrier.

Piégeage. Le procédé du piégeage a, lui, l'avantage de permettre la capture de nombreux animaux au prix d'une perte de temps minime sur un territoire très vaste. Si le relevage des pièges est effectué assez tôt le matin, il permet de récolter sur ces animaux un nombre et une variété de puces pratiquement superposables à ce qui peut être trouvé sur les animaux capturés en terriers et dans ces terriers. Les pièges sont déposés dans les champs en tendues très soignées devant les terriers montrant des signes d'activité et surtout sur les pistes tracées d'orifice à orifice de terrier et des terriers vers les territoires de récolte de nourriture par les passages répétés des rongeurs. La connaissance de ces pistes, que tracent pratiquement toutes les espèces de rongeurs et qui, bien visibles après une légère pluie, sont beaucoup plus difficiles à repérer en terrain sec et non cultivé, est d'une importance capitale. Les rongeurs circulent en effet quasi exclusivement sur ces pistes et c'est seulement là où elles se terminent dans leurs territoires de récolte de nourriture que les rongeurs abandonnent pour s'égarer à courte distance en quête prudente de leur provende. Autant pour la sortie du terrier et en dehors des pistes les rongeurs

avancent lentement et avec circonspection, autant ils circulent à grande allure sur leurs pistes. Si on relâche par exemple dans un champ un rongeur que l'on vient d'y capturer, on le verra hésiter sur place un moment, avancer de quelques pas dans une direction puis une autre en flairant le sol, puis brusquement partir sans hésiter en ligne droite à pleine vitesse, bifurquer sans ralentir à droite ou à gauche et finalement disparaître dans un orifice de terrier: l'examen du terrain montrera à chaque fois que l'itinéraire suivi correspondait à une piste plus ou moins visible et à ses embranchements.

Quand on utilise, comme nous le faisons, des pièges du type « nasse » ou « boîte à trappe » on constate que ceux qui ont été mis sur les pistes capturent des rongeurs même s'ils ne contiennent aucun appât, les animaux préférant tenter de les traverser plutôt que de se détourner de leurs pistes. Les pièges déposés à l'entrée des terriers doivent au contraire être soigneusement appâtés: nous utilisons pour notre part comme appât les mêmes graines ou aliments que nous trouvons dans les terriers, c'est-à-dire en Inde, les cacahuètes (dans leur cosse) et les grains de maïs, qui mettent le moins les rongeurs en défiance. Il est exceptionnel de capturer des animaux dans des nasses disposées au hasard et nous avons abandonné la tendue dans les terrains où les animaux sortent des pistes pour rechercher leur nourriture, car ils s'y montrent d'une méfiance extrême et ne se laissent attirer par aucun appât. Les pièges que nous utilisons étaient d'une construction spécialement solide pour résister aux attaques des bêtes de proie (chacals et hyènes surtout) qui cherchent à s'emparer des rongeurs prisonniers et dont la quête nocturne interdit l'emploi des pièges tueurs du type « tapette », dont le rendement est bien supérieur à celui des autres pièges-mais qui sont toujours retrouvés vides de leur prise; d'autre part, comme nous l'avons dit, pour ce travail, la capture des rongeurs vivants est une nécessité. Le piégeage des rongeurs (rats et rongeurs sauvages) dans les villages ou à leurs abords immédiats est fait dans les maisons ou leurs cours et dépendances (silos, granges, étables, etc.), dans les ruelles ou impasses et dans les terrains vagues encombrés de détritus divers qui entourent (ou sont inclus dans) tous les villages de l'Inde.

En dehors de ces deux procédés de creusement et de piégeage, nous avons dû souvent utiliser d'autres méthodes comme l'achat des rongeurs à des creuseurs « libres » ou l'inondation des terriers, méthodes donnant un rendement élevé, mais ayant le défaut

la première de fournir des indications de lieu de captures très imprécises (les paysans ne pouvant jamais définir exactement leurs lieux de chasse), la seconde de donner des animaux sans puces (celles-ci abandonnant la fourrure mouillée) et de ne pouvoir être mise en œuvre qu'au voisinage immédiat des points d'eau.

Récolte des puces. Les rongeurs capturés dans les pièges ou dans les terriers sont, de préférence épués immédiatement sur place selon la technique que nous avons décrite (Baltazard & Eftekhari, 1957); les puces récoltées sont mises rongeur par rongeur dans de petits flacons étiquetés, en eau salée. On fait de même des puces et autres ectoparasites (gamaïdes, tiques) récoltés dans les terriers.

La capture des puces dans les maisons est faite au piège lumineux (plateau blanc à bords bas rempli d'eau éclairé par une forte lampe électrique à pile), capture complétée par une recherche dans la poussière et les débris des coins obscurs des pièces. L'habitude qu'ont les villageois indiens de fermer et de quitter immédiatement leurs maisons en cas de peste humaine ou même simplement de « rat falls »¹ pour aller s'installer sous des huttes de feuillages construites en dehors du village, a beaucoup facilité ce travail. Dans les maisons ainsi fermées depuis plusieurs jours, les puces affamées se prennent au piège en quelques instants.

Les rongeurs épués ou non sont rapportés au laboratoire dans les boîtes de ramassage obscures que nous avons décrites ailleurs (Baltazard & Eftekhari, 1957), faites ici comme en Iran avec le bidon d'essence, ustensile de base de tout paysan, boîtes qui sont soigneusement étiquetées et ne reçoivent que des animaux capturés ensemble, dans le même terrier ou le même piège.

Marche du travail

Travail aux champs. L'équipe part le matin d'aussi bonne heure que possible pour relever les pièges posés la veille dans les champs ou les villages et préparer la tendue de la nuit suivante, puis la tournée des villages de la zone infectée est faite pour prendre les nouvelles des paysans et des agents sanitaires répartis comme observateurs. Puis le travail de défoncement commence dans les champs et se poursuit jusqu'à la chute du jour. L'équipe en rentrant à la base ramasse en chemin les rongeurs

¹ Les rats, dans ces villages, nichent dans les terrasses en branchages des maisons: malades de peste, ils tombent du plafond et meurent au sol sous les yeux des paysans, d'où l'expression de « rat falls » (chutes de rats), toujours employée, même dans les rapports et statistiques officiels.

capturés par les « creuseurs libres » et leur distribue d'autres boîtes pour la chasse du lendemain.

Passage des puces. Dès le retour à la base, le premier travail est l'épucage des rongeurs s'il n'a pu être fait aux champs soit par suite de mauvais temps (pluie ou surtout vent violent) soit par manque de lumière en fin de journée, ainsi que la recherche des puces dans les litières et la poussière des terriers qu'on aura dû souvent, pour les mêmes raisons, récolter et rapporter dans des boîtes étanches. Puis viennent le triage sur lames refroidies et l'identification des puces des rongeurs, des terriers et des maisons, le choix des spécimens pour montage, puis le groupage par lots pour broyage. Ce groupage est fait en principe selon les règles suivantes: pour les puces récoltées par nous-mêmes dans les maisons ou les terriers ou sur les rongeurs aux champs immédiatement après capture et dont l'origine est certaine, on divise autant qu'il paraît intéressant de le faire par espèces de puces, par rongeurs, etc.; plus encore pour les puces récoltées dans les terriers contenant des cadavres ou des carcasses, ou pour celles trouvées dans les terriers vides dans les zones dépeuplées par l'épizootie, pour lesquelles on fait au besoin le passage puce par puce à cause de l'intérêt que présente la persistance de l'infection dans ces terriers. Pour les puces récoltées à l'arrivée au laboratoire sur les rongeurs qui n'ont pu être épués aux champs, on fait des lots « par boîte de ramassage », puisque dans chacune de ces boîtes ont été mis les rongeurs d'un même terrier ou d'un même piège, et qu'il y a pu avoir échange de puces entre eux dans la boîte; enfin pour les rongeurs capturés par les « creuseurs libres » et sur lesquels on ne possède pas de renseignements d'origine précis, on fait de très larges lots « par village » ou « territoire de chasse ».

Les puces, mises vivantes dans un broyeur refroidi, sont lavées dans trois eaux au moins (eau salée isotonique stérile), aspirées et refoulées à la pipette, puis doucement écrasées et triturées dans la goutte restant au fond du broyeur après le rejet de la dernière eau. Le prélèvement pour étalement sur lame et coloration au bleu de méthylène et pour culture est fait à partir de ce broyat concentré, qui est ensuite allongé d'eau salée (1 ml) pour inoculation sous-cutanée.

Tous les rongeurs épués aux champs ou au laboratoire sont roulés dans la poudre de DDT 5% ou dans la poudre de pyrèthre selon le sort qui leur est réservé (Baltazard & Eftekhari, 1957) et portés à l'écurie d'observation.

Passage des rongeurs. Puis commence le travail d'autopsie et de passage des animaux morts: on passe en priorité, s'il y en a, les rongeurs trouvés morts dans les terriers (les plus importants comme nous l'avons vu) dont on prélève rate, foie, reins, surrénales, ganglions, moelle osseuse, si leur état de putréfaction n'est pas trop avancé, et moelle osseuse seulement chez les animaux à viscères lysés ou momifiés. Des frottis sont faits de chacun des organes, colorés au bleu de méthylène et examinés au microscope: la culture, automatiquement contaminée par les germes de putréfaction, n'est faite que dans le cas où sont visibles sur le cadavre des lésions caractéristiques de peste ou au microscope une pullulation de bacilles pesteux. Le passage est fait par voie percutanée, chaque prélèvement d'organe à un cobaye ou rat différent, pour augmenter les chances d'isolement de l'infection.

Puis on fait l'autopsie des animaux tués au cours de la chasse du jour ou trouvés morts dans les pièges ou morts dans les boîtes de ramassage, et qui ont été mis en glacière à l'arrivée. Le principe du groupage est le même que pour les puces, mais ici où l'état de putréfaction des animaux, bien que léger, oblige à employer pour le passage la voie percutanée, nous avons la ressource d'utiliser sur le dos d'un même cobaye trois points différents, bien espacés et marqués d'un rond d'encre, pour le dépôt des broyats d'organes de trois animaux différents. La réaction cutanée à ce mode de contamination est en effet si nette dès le deuxième jour qu'elle permet d'obtenir une réponse sûre dans le cas où plus d'un broyat serait positif. Dans ce cas, il suffit en effet de sacrifier l'animal dès le troisième jour, de découper et de retourner le volet de peau portant les lésions et de prélever le tissu réactionnel de chaque lésion par la face interne pour culture ou passage.

Ensuite, on autopsie les rongeurs conservés en observation qui sont morts dans la journée et ont été mis en glacière; le passage est fait également par voie percutanée; selon le tableau d'autopsie ou les résultats de l'examen microscopique: animal par animal, ou trois animaux par cobaye. Vont être également passés par voie percutanée les organes des rats blancs ou cobayes inoculés les jours précédents, morts pendant la journée et conservés en glacière. Puis vient le tour des animaux vivants; on sacrifie et autopsie en priorité les animaux malades ou agonisants: rongeurs de la chasse du jour et rongeurs en observation, dont les organes sont passés par voie sous-cutanée; cobayes ou rats blancs inoculés les jours précédents, des organes desquels on fait des

frottis immédiatement colorés et examinés, culture et, en cas de besoin, passage de contrôle par voie sous-cutanée à un nouveau rat ou cobaye.

Si l'on compte encore les repiquages de cultures, le travail d'isolement et d'identification des souches en cours d'étude, le montage et l'identification des puces et la rédaction des protocoles de travail et d'expériences de la journée, il est le plus souvent trop tard dans la soirée ou la nuit pour pouvoir commencer le travail sur les rongeurs capturés vivants. Ceux-ci sont donc, comme nous l'avons dit, conservés en observation et le travail courant est arrêté une fois (ou deux) dans la semaine pour consacrer une matinée ou une journée à l'autopsie en série et au passage de ces rongeurs.

TRAVAIL DE RECHERCHE: « SAISON » 1954-55

Premier temps. Foyer Ouest: Saharanpur

Mise en place. Le travail commençait, comme prévu, en novembre 1954, dans le district de Saharanpur. La documentation rassemblée à cette époque par N.C. Gupta ne permettait pas encore de dresser la carte épidémiologique indispensable, mais seulement de choisir une zone comprenant le maximum de villages ou groupes de villages où l'infection avait dans le passé persisté pendant plusieurs « saisons de peste » consécutives ou avait reparu à plusieurs reprises dans les trente dernières années.

Le choix que nous avons fait de Dehra Dun comme base, la disposition des voies d'accès et les possibilités de circulation entre les villages nous amenaient à travailler dans la zone même prospectée quelques mois plus tôt, au nord du district de Saharanpur, limitée au nord par le pied des Siwaliks, à l'ouest par la rivière Jumna, à l'est par la route de Saharanpur à Dehra Dun et au sud par la limite nord des terres nivelées et des premiers canaux d'irrigation. Cette zone, située en bordure de la réserve de forêt et de chasse, nommée Radjaji Sanctuary, parcourue par d'excellents chemins forestiers au long desquels s'échelonnent des refuges (forest rest-houses) est, comme nous l'avons dit, une zone de défrichements dans une forêt de plus en plus clairsemée au fur et à mesure que l'on descend vers le sud, vite remplacée par une lande très cultivée où ne subsistent que quelques bouquets d'arbres et de buissons. Toute la zone, en pente relativement forte vers le sud (1 cm par mètre en moyenne) est en cultures sèches, non irrigables, donc relativement peu peuplée, avec des villages éloignés les uns des

autres parfois de plusieurs kilomètres: conditions très différentes de celles de la zone irriguée qui occupe les neuf dixièmes de la surface des U.P. et dont la richesse des cultures donne lieu à un sur-peuplement intense avec une densité de villages dix à vingt fois plus élevée.

La prospection commençait dans cette zone et nous amenait rapidement à nous limiter à une surface de 150 km² environ (fig. 2) comprenant 28 villages. Ce que nous savions à l'époque de l'histoire épidémiologique de cette petite région dans les trente dernières années, nous montrait des conditions qui semblaient particulièrement favorables: une première période d'infection prolongée de 1925 à 1935 suivie d'une période de silence de six ans, puis une nouvelle période d'infection de 1941 à 1946 suivie d'une période de silence durant depuis plus de huit ans.

Lors de la première période, 18 villages avaient montré l'infection, dont 14 durant une saison de peste seulement, 3 durant deux saisons mais non consécutives (séparées par une ou deux saisons de silence) et 1 pendant trois saisons, également non consécutives (séparées par deux et trois saisons de silence). Ces 18 villages étaient répartis sur toute la surface de la zone étudiée; les 30 autres villages dont certains distants de quelques centaines de mètres seulement des villages infectés, étaient demeurés indemnes. Au cours même de cette période d'infection de dix années, des « trous » étaient produits dans la continuité de l'infection:

Saisons de peste	Villages infectés
1925-26	1
1926-27	0
1927-28	14
1928-29	2
1929-30	0
1930-31	3
1931-32	0
1932-33	0
1933-34	2
1934-35	1

L'histoire de la deuxième période d'infection (1941-46) semblait apporter des indications plus précises encore. Au cours de ces cinq ans, des 28 villages de la zone, 18 avaient montré l'infection, dont 11 déjà infectés au cours de la première période (six à vingt ans auparavant). Si cette seconde période était plus courte que la première (six saisons de peste au lieu de dix), la continuité de l'infection était bien marquée:

Saisons de peste	Villages infectés
1940-41	1
1941-42	9
1942-43	8
1943-44	8
1944-45	3
1945-46	8

En effet, sur les 18 villages infectés, 6 seulement l'avaient été durant une seule saison; 6 pendant deux saisons soit consécutives (3) soit séparées par une (1) ou trois (2) saisons de silence; 3 pendant trois saisons soit consécutives (2) soit séparées par deux saisons de silence (1); 1 pendant quatre saisons échelonnées sur six ans avec deux fois une saison de silence; enfin 2 pendant cinq saisons consécutives. A l'origine des deux périodes d'infection, la peste était apparue les deux fois au même endroit à quelques kilomètres près, dans des villages purement agricoles, isolés, en dehors des voies de communication, sans marché, ni rapports fréquents avec les marchés des grands villages voisins, à l'époque indemnes (zone hachurée de la figure 2). Tout laissait donc supposer qu'il s'agissait là d'une zone-type de permanence de l'infection et que la recherche sur les rongeurs champêtres pouvait y présenter le maximum d'intérêt.

La chasse s'organisait sur les territoires de 26 villages en différents points de la zone, dont 10 infectés au cours des deux périodes épidémiques, 2 infectés seulement au cours de la première, 2 infectés seulement au cours de la seconde, 8 n'ayant jamais montré de cas de peste humaine mais représentant sur la carte des points de sondage complémentaire favorables et enfin 4 villages neufs construits depuis la dernière période épidémique.

Travail. La recherche était poursuivie pendant trois mois au cours desquels 2803 animaux étaient capturés dans la zone même et 363 à ses abords immédiats pour comparaison des conditions. L'effort principal portait sur les rongeurs champêtres, le rat n'étant capturé qu'à titre de contrôle (tableau 1).

Des 2803 animaux capturés dans la zone, 2325 étaient passés au cobaye dans des conditions valables, individuellement ou par lot. (tableau 2).

397 lots au total étaient donc passés au cobaye. De ces 397 lots, 85 (représentant 604 animaux, soit plus du quart de la capture totale) provenaient du très petit périmètre considéré comme origine de l'infection pour les deux périodes épidémiques (zone hachurée fig. 2).

D'autre part, 43 lots composés de 115 des 363 animaux capturés aux abords immédiats de la zone

FIG. 2
ZONE DE PROSPECTION AU NORD DU DISTRICT DE SAHARANPUR

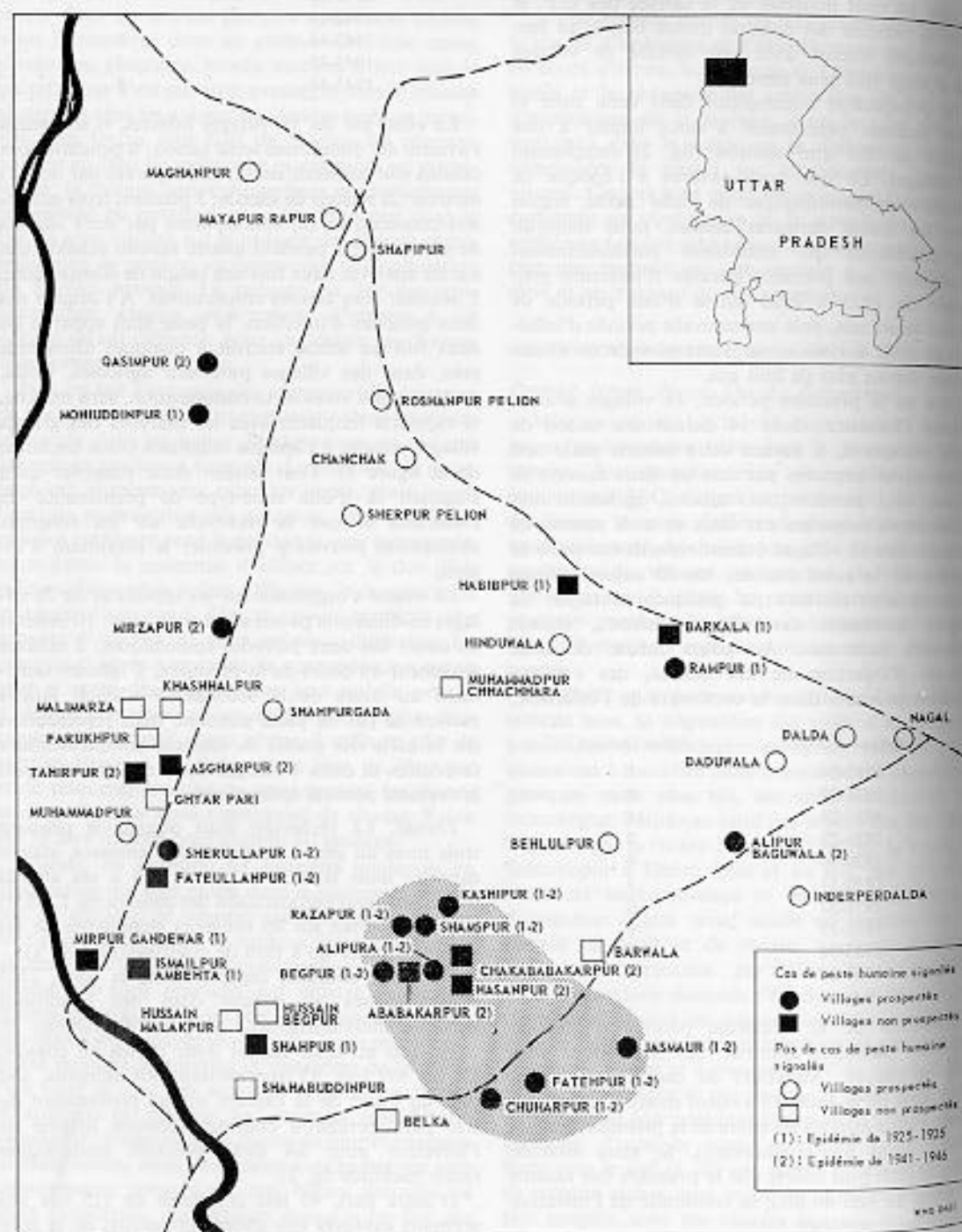


TABLEAU 1
GENRE ET NOMBRE D'ANIMAUX CAPTURES

	Zone	Abords
<i>Tatera indica</i> ^a	2 507	167
<i>Millardia melitoda</i> ^b	14	10
<i>Golunda ellioti</i> ^c	44	22
<i>Bandicota bengalensis</i> ^d	10	13
<i>Funambulus pennanti</i> ^e	21	1
<i>Mus hooduga</i> ^f	12	10
<i>Sorex murinus</i> ^g	4	
<i>Herpestes edwardi</i> ^h	3	
<i>Rattus rattus</i> ⁱ	188	140

^a Grande gerbille; Indian Gerbil. ^b Rat des champs à poil le; Soil-turred Rat; Mead. ^c Rat des buissons; Indian Bush Rat. ^d Petit bandicot; Lesser Bandicoot Rat; Indian Mole Rat. ^e Rat palmiste; Northern Palm Squirrel. ^f Souris des champs; Little Indian Field Mouse. ^g Musaraigne des maisons; House Shrew. ^h Mangouste grise; Indian grey Mongoose. ⁱ Rat noir; House Rat; Black rat.

(soit 7 *Tatera*, 9 *Millardia*, 5 *Golunda*, 6 *Bandicota*, 10 *Mus hooduga* et 78 *Rattus*) étaient également passés au cobaye.

Enfin, 46 lots de puces récoltées sur les animaux passés étaient également inoculés au cobaye, soit: 19 lots de *Xenopsylla cheopis* ou *astia* et 4 lots de *Nosopsyllus punjabensis* (528 *Xenopsylla*, 10 *Nosopsyllus*) récoltés sur *Rattus rattus* et 23 lots de *Xenopsylla astia* ou *hussaini* et 1 lot de *Nosopsyllus punjabensis* (1 373 *Xenopsylla*, 4 *Nosopsyllus*) récoltés sur *Tatera indica*.

Résultats. Tous ces passages demeuraient négatifs. Malgré le soin avec lequel cette enquête avait été effectuée, malgré le nombre et la densité des captures, nous étions loin de la considérer comme décisive. Notre travail en Iran nous avait à l'époque en effet déjà montré l'extrême difficulté du repérage de ces petits foyers de peste permanente des rongeurs sauvages que nous tentions de détecter et le risque que courait l'enquête la mieux conduite de passer à côté de ces « poches » souvent minuscules.

C'est l'établissement de la carte épidémiologique, enfin rendu possible au début de janvier par la terminaison du travail de reconstitution village par village mené depuis près de six mois par N. C. Gupta, qui devait comme nous l'avions prévu, résoudre le problème. Le relevé, pour la presque totalité des villages du district de Saharanpur, de tous les cas humains déclarés, mois par mois, depuis trente ans, reporté sur la carte, compte tenu des difficultés d'identification des noms des villages dues à l'usage de langues et d'écritures différentes, faisait apparaître au fur et à mesure que s'y inscrivaient les points contaminés, sinon la marche exacte de l'épidémie, au moins ses principaux axes de dispersion.

Deux évidences paraissaient s'imposer: d'une part le processus « habituel » de propagation de l'infection semblait être une extension très lente, de mois en mois, de saison de peste à saison de peste, de proche en proche, de village à village; d'autre part il n'existait pas de foyers permanents vrais, l'infection ne persistant jamais longtemps au même lieu, ne réapparaissant jamais de *novo* dans les mêmes villages. La confusion apparente du tableau, inter-

TABLEAU 2
PASSAGES AU COBAYE, INDIVIDUEL OU PAR LOT, POUR CHAQUE RONGEUR

Lots de	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Tatera indica</i> (2063)	21	3	3	4	54	65	116	54	5	4	2
<i>Millardia melitoda</i> (14)	1		1		2						
<i>Golunda ellioti</i> (18)	11	2	1								
<i>Bandicota bengalensis</i> (10)	4					1					
<i>Funambulus pennanti</i> (20)	4	2				2					
<i>Mus hooduga</i> (12)	3		1			1					
<i>Herpestes edwardi</i> (1)	1										
<i>Rattus rattus</i> (187)		2	2	2	3	7	4	3	1	4	1

disant pour la plupart des années de tracer sur la carte la marche de l'épidémie, semblait due à l'évolution simultanée en de multiples points du district de nombreuses petites extensions épidémiques autonomes, évoluant chacune pour leur propre compte, suivant une route fantaisiste, mais toujours possible à reconstituer, tout le temps qu'il n'existait pas de chevauchement entre leurs zones d'activité. C'était le cas pour les quelques années où, la peste ayant considérablement diminué dans l'ensemble du district, trois, deux ou même une seule de ces petites zones d'extension étaient restées en activité.

Si le district de Saharanpur était bien un district endémique au sens propre du terme, puisqu'il n'avait pas cessé de déclarer des cas pendant les trente années étudiées, la peste cependant n'avait jamais longtemps persisté en aucune de ses parties, cheminant sans cesse, abandonnant telle région (comme celle que nous étudions par exemple) pour plusieurs années pour y revenir à partir d'une région voisine, abandonnée à son tour. Très rarement, dans la période étudiée, l'infection avait envahi dans le même temps, par une série de poussées en toutes directions, la totalité du district; saisons de peste 1927-28, 1933-34, 1943-44; mais, jamais en se « rétractant », l'épidémie n'avait montré de tendance à revenir se cantonner aux mêmes lieux, les points de persistance entre les grandes périodes d'extension n'étant jamais les mêmes. A la fin de l'unique période où le district s'était trouvé indemne, c'est-à-dire dans les cinq années (1920-25) immédiatement antérieures à notre relevé, la peste y avait reparu par le sud, venant du district voisin de Muzaffarnagar.

Si donc l'étude de la carte, si difficile et confuse qu'elle pût être, nous confirmait dans notre concept d'une progression de la peste à travers champs, indépendante, suivant des axes différents de ceux du trafic humain, par contre elle démontrait à l'évidence la fausseté de l'hypothèse qui nous avait conduits dans cette région: celle de l'existence de foyers permanents de peste sauvage, tels qu'ils étaient connus d'autres pays et spécialement de nous au Kurdistan persan.

Or, au moment même où nous décidions d'arrêter la recherche dans le foyer ouest, la peste humaine, silencieuse depuis la fin de la dernière « saison », c'est-à-dire depuis juin 1954, faisait sa réapparition annuelle dans les districts infectés du foyer est: nous partions aussitôt pour le district de Bara Banki, le premier à annoncer des cas humains, en emportant seulement un matériel léger et quelques cobayes.

Deuxième temps. Foyer Est: Bara Banki (fig. 3)

Prospection. L'épidémie en cours dans ce district était du type même que nous souhaitions pouvoir observer, tel que nous pensions l'avoir identifié sur notre carte du district de Saharanpur: petite extension limitée, dense, unique, en territoire jusqu'alors indemne. Le tracé de cette extension pouvait être reconstitué de façon indiscutable au moins pour les trois dernières saisons de peste 1952-53, 53-54 et 54-55. Venant du nord, l'infection se manifestait dans le seul village de Bhanmau (fig. 4) de janvier à mars 1953 (5 morts). A la saison de peste suivante, elle apparaissait tardivement au mois de mars 1954, simultanément dans les villages de Mubarakpur (5 morts), Rasulabad (2 morts) et Mandupur (1 mort) puis au village d'Asdamau en mai (2 morts), ayant parcouru au maximum 5 km dans cet intervalle de 14 mois. Dès le début de la saison de peste suivante, en novembre 1954, soit six mois plus tard, elle apparaissait simultanément dans les villages de Purwa Buz (9 cas, 4 morts) et Purwa Khushî (12 cas, 7 morts) à moins de 7 km des précédents, puis en décembre dans les villages voisins de Kothi (11 cas, 7 morts) et Purwa Kumer (8 cas, 3 morts). Enfin, en janvier, elle touchait les villages de Nasirpur et Purwa Subedar et au sud le village de Dayalpur. Dans chacun des villages atteints, l'infection n'avait donné qu'une brève explosion, ne dépassant pas quarante jours de durée du premier au dernier cas, puis avait, semblait-il, disparu définitivement.

Le 25 janvier 1955, au moment de notre arrivée, la surface du territoire infecté depuis le début de la saison de peste ne dépassait pas 15 km². Le travail commençait aussitôt dans le village présentant des cas humains en évolution: Nasirpur. La peste y était apparue moins d'un mois auparavant, causant 10 cas avec 8 morts, dont une la veille et la dernière quelques heures avant notre arrivée. Cinq cas étaient en évolution, tous buboniques: deux étaient vérifiés, l'un par examen direct du pus du bubon inguinal, l'autre par inoculation du pus d'un bubon crural à un cobaye qui s'infectait et permettait l'isolement et l'identification du bacille pesteux. Le piégeage dans la maison des deux derniers morts, encore habitée par le reste de la famille, donnait en quelques heures 72 puces, soit: 69 *Xenopsylla*, 1 *Nosopsyllus* et 2 *Ctenocephalides*. Ces puces, divisées par espèces en trois lots, étaient inoculées au cobaye: le lot de *Xenopsylla* donnait la peste.

Dans le hameau voisin de Purwa Subedar où s'étaient produits 4 cas humains dont 1 mortel, les habitants avaient évacué le village en fermant les

FIG. 3
BARA BANKI. PROSPECTION DES MISSIONS 1954-55 ET 1955-56

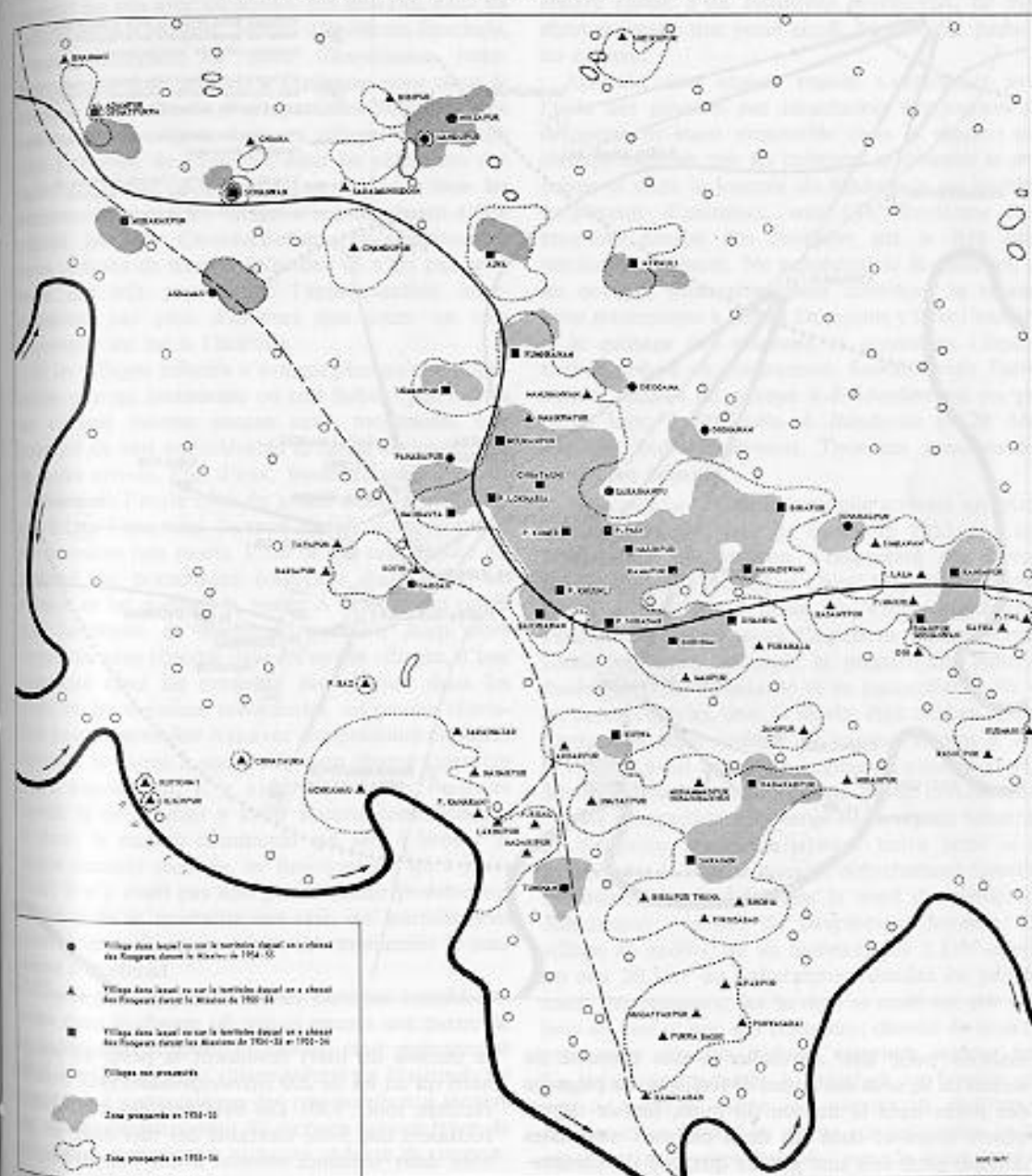
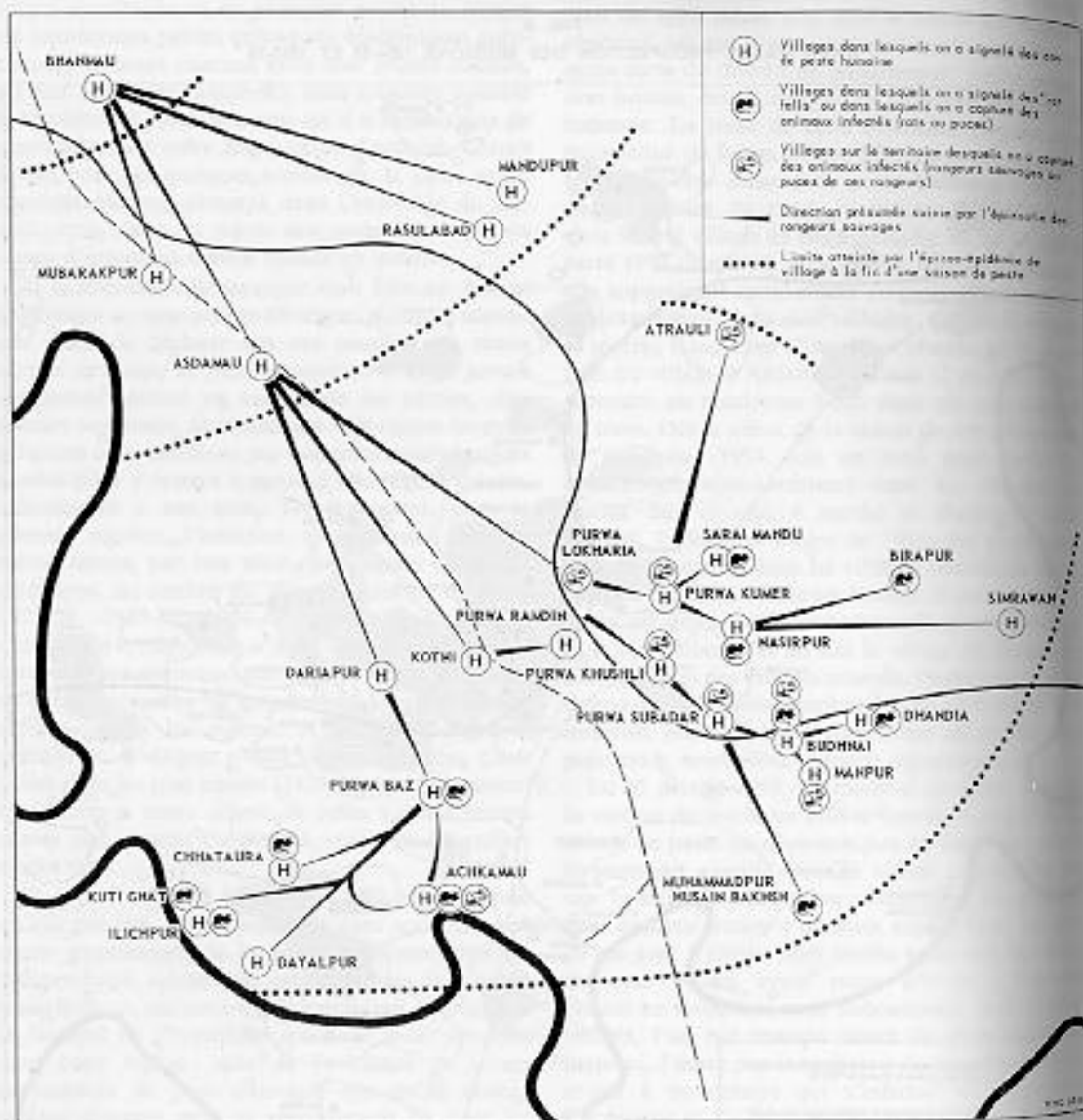


FIG. 4
BARA BANKI. MARCHÉ PRÉSUMÉE DE L'ÉPIZOOTIE



maisons pour aller s'installer à une centaine de mètres de là, sous des huttes de feuillage. Le piégeage des puces dans la maison du mort, fermée depuis quatre jours et dans les deux maisons attenantes donnait cette fois une grande quantité de *Ctenocephalides*, les animaux ayant été évacués des cours et dépendances de la maison en même temps que les habitants. Cependant, 4 *Xenopsylla* récoltées dans

la maison du mort donnaient la peste au cobaye ainsi qu'un lot de 200 *Ctenocephalides* (sur trois lots récoltés, total: 330). Les habitants des deux villages relataient une forte mortalité des rats dans les maisons deux semaines environ avant l'apparition des premiers cas. L'épidémie en cours dans ces villages était du type même que nous avons montré notre étude rétrospective du district de Saharanpur et que

d'autres auteurs (et en particulier la Commission anglaise) avaient pu étudier depuis des années dans cette partie de l'Inde: cas peu nombreux par rapport à la population totale du village, sporadiques, sans rapport les uns avec les autres. Un seul cas, deux au maximum par maison, jamais d'épidémie familiale, absence complète de toute transmission inter-humaine, ce que suffisait à expliquer pour nous le manque quasi absolu d'ectoparasites humains; une recherche très soignée dans ces villages montrait en effet l'absence de *Pediculus* dans les vêtements des habitants (poux de tête rares) et de *Pulex* dans les maisons. Bien que les villageois se plaignissent d'être piqués par les *Ctenocephalides*, qu'effectivement nous venions de trouver infectées, ce n'est pas cette puce qui eût pu assurer l'épidémisation inter-humaine, pas plus d'ailleurs que jouer un rôle important du rat à l'homme.

Si les villages infectés n'avaient plus qu'une population murine inexistante ou très faible, par contre les villages voisins encore sains montraient une quantité de rats considérable et dès le surlendemain de notre arrivée, l'un d'eux, Budhna, situé à moins de 1 km de l'autre côté du grand canal d'irrigation qui forme l'axe vital de cette région, nous montrait ses premiers rats morts. L'un de ces rats, tombé du plafond de branchages (rat fall) était passé au cobaye et lui donnait la peste. A la question posée aux habitants de Budhna, question jusqu'alors demeurée sans réponse dans les autres villages, d'une mortalité chez les rongeurs des champs dans les jours ou les semaines précédentes, un paysan répondait pour la première fois avec une précision parfaite: coupant la canne à sucre dans son champ quatorze jours auparavant, il y avait trouvé des rongeurs morts. Il ne pouvait y avoir aucune confusion sur la date, le moulin communal qui sert à broyer la canne aussitôt récoltée, ne fonctionnant qu'à jours fixes; il n'y avait pas non plus d'erreur possible sur le début de la mortalité des rats, qui parfaitement connue des villageois, venait de commencer le jour même à Budhna.

Guidé par ce paysan, nous partions immédiatement pour le champ où restait encore une partie de la canne non coupée: ce champ était précisément situé à mi-chemin du village infecté de Nasirpur. Le creusement systématique des très nombreux terriers du champ ne permettait de trouver aucune trace de vie (puces ou acariens) ni aucun cadavre de rongeur.

Le seul rongeur dans les maisons de Nasirpur était une souris morte (*Mus musculus*) qui, passée au cobaye, lui donnait la peste.

Le défoncement commençait dans les champs voisins, lorsqu'un jeune garçon à la recherche de terriers à quelque cent mètres de là, trouvait en surface, près de l'orifice d'un terrier, le cadavre encore chaud d'un *Bandicota bengalensis*: ce bandicot montrait une peste aiguë, vérifiée par passage au cobaye.

Aussitôt, une chasse rapide s'organisait avec l'aide des paysans par inondation des terriers (le défoncement étant impossible dans la plupart des champs occupés par les cultures) et donnait le soir même et dans la journée du lendemain un nombre surprenant d'animaux, soit 148, montrant l'incroyable densité des rongeurs sur le très petit territoire prospecté. Ne possédant ni le matériel, ni les cobayes nécessaires pour continuer le travail, nous retournions à Dehra Dun pour y faire l'examen et le passage des animaux et constituer l'équipe mobile prévue au programme. Soixante-sept *Tatera* étaient passées au cobaye individuellement ou par petits lots; 9 *Millardia*, 6 *Bandicota* et 20 *Mus booduga*, individuellement. Tous ces passages demeuraient négatifs.

Mise en place. L'équipe mobile arrivait sur place quinze jours plus tard, le 16 février 1955, et s'installait dans une maison d'inspection du Service d'irrigation dite Adampur Canal Inspection House, située à l'extrémité ouest du « foyer » présumé. Pendant ces quinze jours, l'aspect de la région avait considérablement changé: la plupart des cultures étaient arrivées à maturité et en particulier le blé et les autres céréales, dont la récolte était déjà en cours; l'irrigation étant arrêtée, les canaux étaient à sec; la chaleur avait beaucoup augmenté, atteignant déjà 30°C; le dur et précoce été de l'Inde commençait.

Une prospection plus large de la région montrait la différence profonde existant entre cette zone irriguée des U.P. et la zone de défrichement forestier précédemment étudiée dans le nord du district de Saharanpur; densité du peuplement humain; un village au moins, ou un hameau, aux 2 km² contre un aux 20 km² au Saharanpur; densité du peuplement des rongeurs: les terriers se chiffraient par milliers au km² et non par centaines; densité de tous les prédateurs: chacals, hyènes, vautours, milans, etc. La cultivation poussée à l'extrême ne laissait que peu de passage, même aux piétons: la circulation de ceux-ci se faisant en zigzag sur les petites levées séparant les champs irrigués; peu de voies carrossables, même pour la jeep. Le creusement des terriers restait une question difficile: les labourages pour les semences du riz en vue de la mousson succédant de

peu à la récolte des céréales; les souches de canne à sucre devant rester en terre pour rejeter à la saison suivante; les rares cultures non irriguées étant en pleine production, en particulier le arhar, légumineuse arbustive donnant une sorte de pois sec. Toutes ces raisons nous empêchaient d'organiser la capture des rongeurs comme nous l'aurions voulu et en particulier d'étendre le territoire de chasse autant qu'il eût été souhaitable.

Pendant les quinze jours de notre absence, la peste avait continué son évolution aux mêmes lieux; 7 nouveaux cas humains au village de Nasirpur, 2 à Dayalpur. A Budhnaï, le premier cas humain était apparu dans la maison même où nous avions isolé la peste du rat lors du début de la mortalité murine, seize jours plus tôt exactement (les rats d'ailleurs au dire des paysans continuaient à mourir dans la plus grande partie des maisons du village). A moins d'un kilomètre, la mortalité murine était apparue dans le village de Dhandia où le premier cas humain venait également de se déclarer.

Travail. Le défoncement des terriers commençait autour du champ même où avait été trouvé quinze jours plus tôt le bandicot infecté, et se localisait au début à moins de 4 km², sur le territoire des villages de Budhnaï, Nasirpur, Purwa Sudebar et Purwa Khushli. Dès le premier jour, le cadavre complètement momifié d'un *Bandicota bengalensis* était trouvé dans un terrier à une centaine de mètres, soit à quatre champs de distance, du champ repéré le 29 janvier. L'état du cadavre montrait que la mort remontait à plus d'un mois: le bacille pesteux pouvait cependant être isolé de la moelle osseuse des fémurs. La zone de creusement des terriers s'étendait peu à peu dans les jours suivants, rencontrant tantôt des champs où les rongeurs étaient en pleine activité et où la capture était rapide et fructueuse, tantôt de petites zones où les terriers étaient tout aussi nombreux mais vides de rongeurs et où rarement pouvaient être retrouvés, soit un cadavre plus ou moins momifié, soit quelques puces vivantes au fond des galeries.

Le grand nombre des champs encore en culture interdisait évidemment de tenter de dresser la carte de ces terrains «morts» et d'espérer ainsi faire apparaître les «tracés» possibles de l'épizootie, dont il devenait pourtant chaque jour plus évident qu'il s'agissait d'étroites «trainées», sinuées, cheminant au hasard de champ à champ, de terrier à terrier, massacrant sur leur passage la population des rongeurs, mais laissant indemne une grande partie du territoire et non pas d'une «inondation en

nappe» de l'infection, comme on en observe par exemple dans les peuplements de gerbilles en Afrique du Sud ou les colonies de *Citellus* aux Etats-Unis.

En effet, en terrains «morts», en moins d'un mois (17 février au 16 mars) étaient trouvés par creusement des terriers, douze fois des cadavres plus ou moins anciens de rongeurs, six fois des puces soit dans ces mêmes terriers, soit dans des terriers vides, et seulement 4 rongeurs vivants. Pendant le même temps, en terrain «normal», c'est-à-dire où les rongeurs étaient nombreux et actifs et le défonçage à haut rendement, étaient capturés au terrier 532 rongeurs et sur ces rongeurs ou dans leurs terriers 362 puces, soit: aux abords immédiats des terrains «morts» (où étaient dans le même temps trouvés cadavres et puces pesteuses), 74 *Tatera*, 304 *Millardia*, 35 *Bandicota*, 28 *Mus booduga*, 13 lots de *Nosopsyllus* représentant 271 puces et 3 lots de *Xenopsylla astia* composés de 10 puces; plus loin, dans un rayon de 2 km, 15 *Tatera*, 71 *Millardia*, 7 *Bandicota*, 4 *Mus booduga*, 4 lots de *Nosopsyllus* (69 puces) et 1 lot de *X. astia* (2 puces).

Résultats. Le passage des 16 cadavres de rongeurs et des six lots de puces trouvés dans les terriers des terrains «morts» permettait d'isoler 13 souches de peste (tableau 3); les 4 rongeurs vivants (2 *Tatera*, 2 *Millardia*) capturés dans ces mêmes terrains étaient négatifs.

Quatre cent cinquante-cinq des rongeurs de terrain «normal» étaient passés au cobaye dans des conditions valables en 75 lots, soit: 78 *Tatera* en 20 lots, 321 *Millardia* en 38 lots, 38 *Bandicota* en 16 lots, 18 *Mus booduga* en 3 lots; les 21 lots de puces étaient également passés au cobaye.

Seuls 3 lots de puces provenant des abords immédiats des terrains «morts» donnaient la peste au cobaye, soit:

a) 1 lot de 1 *Nosopsyllus* et 2 *X. astia* récoltés dans les poils d'une *Tatera* bien portante dont la rate, prélevée quelques jours plus tard par splénectomie, n'infectait pas le cobaye;

b) 1 lot de 100 *Nosopsyllus* prélevés parmi les 123 récoltés sur une *Millardia* tuée à la capture et dont le passage au cobaye devait rester négatif;

c) 1 lot de 15 des 25 *Nosopsyllus* récoltés dans un terrier où étaient trouvées 4 *Millardia* nouvelles qui, mortes pendant le transport et putréfiées, ne pouvaient être passées au cobaye.

Aucun des 77 passages de rongeurs n'était positif. Dans le même temps la mortalité murine et la peste humaine continuaient dans les villages mêmes

TABLEAU 3
RÉSULTATS DES PASSAGES AU COBAYE DES CADAVRES DE RONGEURS ET DES PUCES, TERRIER PAR TERRIER

Territoire du village	Cadavres trouvés	Etat des cadavres	Puces récoltées	Animaux inoculés	Résultat
Budhnaï ^a	1 <i>Bandicota</i>	Momifié		2 cobayes	+
Purwa Lokharin			20 <i>Nosopsyllus</i>	1 cobaye	+
Purwa Khushli	2 <i>Tatera</i>	Momifiés	8 <i>Nosopsyllus</i>	2 cobayes 1 cobaye	0 +
Purwa Khushli	1 <i>Tatera</i>	Putréfié		1 cobaye	+
Purwa Khushli	1 <i>Millardia</i>	Frais		2 cobayes	+
Purwa Khushli	1 <i>Millardia</i>	Frais		2 cobayes	+
Purwa Subedar	1 <i>Millardia</i>	Frais	3 <i>Nosopsyllus</i>	1 cobaye 1 cobaye	+
Purwa Khushli	4 <i>Millardia</i>	Momifiés		4 cobayes	0
Purwa Kumer	1 <i>Millardia</i>	Putréfié	7 <i>Nosopsyllus</i>	1 cobaye 1 cobaye	+
Purwa Khushli	1 <i>Bandicota</i>	Momifié		2 cobayes	0
Purwa Khushli	2 <i>Millardia</i>	Squelettes	20 <i>Nosopsyllus</i>	1 cobaye	+
Purwa Khushli	1 <i>Millardia</i>	Frais		1 cobaye	+
Purwa Khushli	3 <i>Millardia</i>	Squelettes	10 <i>Nosopsyllus</i>	1 cobaye	+

^a Ce bandicot a déjà été cité précédemment dans le texte.

qui centraient le territoire de recherche ou tout au moins dans les plus récemment infectés d'entre eux. A Budhnaï se produisaient dans ce mois 14 cas humains et nous pouvions isoler la peste de 3 cadavres de rats (rat falls); un nouveau cas humain était déclaré à Dhandia où la mortalité murine continuait également.

Dès ce moment, nous considérons que les preuves nécessaires étaient rassemblées pour étayer la conception suivante. La peste dans cette région était bien la propriété des rongeurs champêtres sur lesquels elle sévissait sous la forme de «trainées» épizootiques touchant une faible partie de la dense population de ces rongeurs selon un parcours fantaisiste de terrier à terrier et de champ à champ. Ces trainées épizootiques touchant au passage les abords de quelques villages au hasard de leur route y

déclenchaient la peste dans la population des rats; à la mortalité murine succédait l'infection humaine.

Le fait que nous trouvions aux abords des villages montrant la peste humaine ou murine des cadavres momifiés, anciens, de rongeurs champêtres, montrait bien l'antériorité de l'infection de ceux-ci. La peste des rongeurs champêtres n'était pas, comme l'avaient toujours soutenu tous nos devanciers, un accident rare secondaire à l'infection murine: elle était le processus habituel de dispersion de l'infection et donnait la première interprétation valable du mode de progression de l'infection de village à village, jusqu'à présent demeuré inexplicable.

Troisième temps. Foyer est: Deoria

Prospection. Lors des voyages Delhi-Dehra Dun, Dehra Dun-Bara Banki, de nombreux arrêts nous

avaient donné l'occasion de prospecter les régions parcourues au point de vue de la densité, de la répartition et de l'aspect des terriers de rongeurs champêtres et nous avons pu piquer sur la carte des points de présence de *Tatera indica* et *Millardia melitana*. L'état d'avancement du travail nous permettait maintenant de faire la même rapide prospection dans le foyer est et spécialement dans sa partie endémique; Deoria, où s'était déroulée la première phase du projet, nous paraissait le point le plus intéressant.

Le voyage aller par Feyzabad, Basti, Gorakhpur, nous sortait rapidement de la zone des grandes irrigations; dès Basti, les cultures deviennent moins denses et le peuplement humain plus dispersé (voir fig. 1). A Deoria, où nous travaillions deux jours, nous retrouvions un aspect voisin de celui du district de Saharanpur: pas de canaux d'irrigation, petites zones de culture groupées autour de puits à balancier, beaucoup de cultures sèches, peu de terriers. Le creusement de quelques terriers en trois points différents du district permettait la capture de *Tatera*, *Millardia melitana*, *Bandicota bengalensis* et *Mus booduga*.

Le retour par Ghazipur, Benarès et Allahabad, nous ramenait rapidement en zone irriguée entre Gogra et Gange, où nous retrouvions l'aspect, la densité de peuplement et de terriers observés à Bara Banki.

Quatrième temps. Foyer est: Bara Banki (fig. 3).

Travail. La chasse continuait aux mêmes lieux, mais très vite nous comprenions qu'en restant ainsi localisés au même petit territoire nous étions « en retard » sur l'épizootie, qui devait sans doute à ce moment continuer son avance à travers champs en s'éloignant de nous. En effet, le village de Manpur à 1 km au sud de Budhnaï déclarait à son tour la peste, puis à 1 km au nord de Nasirpur celui de Sarai Mandu où une souche était isolée du cadavre d'une souris grise avant la déclaration des premiers cas humains, puis celui de Purwa Ramdin à moins de 2 km de notre terrain de travail, sur l'autre rive du canal d'irrigation, mais relié par un pont à la zone infectée. La peste était isolée, pour la première fois depuis le début de notre travail, de deux rongeurs vivants: *Tateras* capturées entre Budhnaï et Manpur et mortes après deux jours d'observation, ce qui montrait que l'épizootie champêtre était en activité dans cette direction; pourtant, nous décidions, pour tenter de faire la preuve décisive de l'autonomie de

l'infection champêtre, d'étendre très largement notre zone de recherches au-delà du territoire de l'infection murine ou humaine dans la direction présumée de l'extension de l'épizootie, c'est-à-dire nord-est, est et sud-est.

C'est en organisant cette chasse étendue que nous pouvions mesurer l'avance que l'épizootie avait déjà prise; en visitant le village de Birapur à 2 km au nord-est de notre zone de travail, les habitants nous annonçaient que la mortalité murine y avait commencé depuis plus d'une semaine; de même, au village de Muhammadpur Husain Baksh, à 2 km au sud de Manpur, point le plus sud de la zone. Quelques jours plus tard, un cas de peste humaine était déclaré au village de Simrawan à 1 km à l'est de Birapur. La chasse était étendue au-delà de ces derniers villages infectés, dans l'espoir de rattraper l'épizootie en marche. Elle devait être interrompue quinze jours plus tard, dès les premiers jours d'avril, par l'intolérable montée de la chaleur qui interdisait tout travail de creusement des terriers: le thermomètre posé au soleil à même le sol indiquant 75°C à midi. Pendant cette courte période, sur une aire étendue à près de 50 km² avaient été capturés près de 700 rongeurs des champs et, sur ces rongeurs ou dans leurs terriers, 414 puces: pas un seul rongeur n'avait été trouvé mort au terrier, nous n'avions pas non plus rencontré de terrains « morts ».

Résultats. Cent neuf *Tatera* en 27 lots, 306 *Millardia* en 59 lots, 189 *Bandicota* en 43 lots étaient passés au cobaye dans des conditions valables; ainsi que 333 *Nosopsyllus* en 10 lots et 81 *X. astia* en 12 lots.

Un seul de ces passages donnait un résultat positif, mais celui-ci paraissait décisif. Lors du défonçage d'un terrier, sur le territoire d'Atrauli, à plus de 3 km au nord de la zone de peste humaine et murine, étaient capturées 4 *Millardia* et récoltées 67 *Nosopsyllus*: le passage des 4 rongeurs, effectué le jour même, était négatif, mais un lot de 47 des 67 *Nosopsyllus*, inoculé au cobaye, lui donnait la peste. Une enquête faite aussitôt à Atrauli et dans les trois villages voisins montrait l'absence de toute peste murine: l'épizootie champêtre continuait donc sa progression autonome loin des foyers murins de l'infection.

Une surveillance était organisée dans ces quatre villages, mais en fait la peste murine et humaine était déjà arrêtée dans tout ce secteur (à la même époque d'ailleurs que les années précédentes): la « saison de peste » était terminée.

Cinquième temps. Foyer est: Bara Banki (fig. 3)

Travail. Nous utilisons le dernier temps de notre séjour, où la chaleur rendait impossible le travail aux champs, à compléter notre enquête sur les rats des villages, jusqu'à présent limitée (en dehors des sondages, comme celui effectué en février à Bakhsawan. Sur le territoire de ce village, confinant à celui de Purwa Khushli (où l'époque nous isolions la peste de nombreux terriers), mais séparé de celle-ci par le canal d'irrigation à ce moment en eau et formant une barrière infranchissable pour les animaux, la population des rongeurs champêtres se montrait indemne. Un trafic humain constant existant cependant entre les deux rives, nous avons mis le village indemne en surveillance et y avons effectué des piégeages dans les maisons, faisant le passage des rats qui paraissent suspects; 8 *Rattus* avaient ainsi été passés au cobaye avec un résultat négatif. Le village était d'ailleurs demeuré indemne d'infection.

Notre enquête devait consister, d'une part à définir le taux de la population murine des villages infectés lors de la précédente saison de peste, d'autre part à y démontrer l'absence d'une persistance de l'infection, enfin, au cours du piégeage, à étudier les contacts possibles entre les rongeurs des champs et les rats des villages. Trois villages étaient choisis: l'un Mandupur, gros village, ayant montré la peste humaine un an exactement auparavant; l'autre, Sohanwan, sensiblement de même population et même nombre de maisons, n'ayant pas déclaré de cas humains, mais situé au centre de la zone infectée; le troisième, Asdamau, très petit village, ayant montré l'infection humaine à la même époque.

A Mandupur, une ou deux nasses sont placées le soir dans chacune des 72 maisons du village: 100 nasses au total, qui sont relevées le lendemain au petit matin. Trente-deux contiennent de 1 à 14 rats: total 132. Les nasses sont posées sur une toile blanche poudrée de DDT, sur laquelle deux heures plus tard, au moment de sacrifier les rats, on récoltera 800 puces environ, ce qui montre à quel point les puces abandonnent rapidement les rats captifs au jour; dans la fourrure des rats sacrifiés seront également retrouvées 700 puces environ. Les 132 rats divisés en 6 lots sont passés au cobaye ainsi que 100 *Xenopsylla cheopis* ou *astia*. A Asdamau, un sondage d'une nuit donne 19 rats sur lesquels sont récoltées 39 *Xenopsylla* et 1 *Nosopsyllus*; rats et puces sont passés au cobaye. A Sohanwan, le piégeage des rats est précédé d'un piégeage de trois jours avec 100 nasses

disposées en cordon tous les dix mètres à une quarantaine de mètres des murs des maisons les plus extérieures, dans les champs de blé, de arhar, de pois et de pommes de terre ou en terrain nu sous les manguiers. La première nuit sont pris seulement 1 *Bandicota* et 1 *Millardia*, la deuxième nuit 1 *Millardia* et 1 *Rattus rattus*, la troisième 4 *Millardia*. Pour la quatrième nuit, le cordon de nasses est resserré autour du village à 2 m de distance des murs des dernières maisons: 5 *Rattus rattus* et 1 *Suncus murinus* sont récoltés le lendemain matin. La cinquième nuit, les nasses laissées à la même place capturent encore 4 *Rattus*. Enfin, la dernière nuit, les nasses sont placées dans les maisons mêmes du village: la capture est de 111 *Rattus* (1 à 13 par nasse) et 1 *Suncus murinus*. Tous les rongeurs capturés sont passés par lots au cobaye ainsi que 183 des 583 puces récoltées dans leur fourrure.

Résultats. Tous les passages demeurent négatifs.

Si rapides qu'ils aient été, ces sondages suffisaient à confirmer pour cette petite région les notions classiquement admises pour tous les foyers de peste: reconstitution rapide de la population murine après les épizooties, non-persistance de l'infection chez les rats. Quant à la possibilité de contact entre les rongeurs champêtres et les rats des villages, elle se montrait suffisante pour expliquer le passage de l'infection des uns aux autres: le *Rattus* sortant des villages à petite distance, mais parfois assez loin pour entrer en contact avec les rongeurs des champs.

Sixième temps. Dehra Dun et Téhéran

Travail. L'équipe mobile rejoignait la base de Dehra Dun dans les premiers jours d'avril. L'équipe des U.P. allait y continuer pendant les mois d'été, dans la mesure du possible, les travaux en cours sur l'écologie des rongeurs à différentes altitudes en même temps que le statisticien N. C. Gupta récolterait les documents nécessaires à l'établissement de la carte épidémiologique du Bara Banki. L'équipe de l'Institut Pasteur de l'Iran rentrait à Téhéran pour y rapporter et étudier le matériel récolté, soit: 167 rongeurs vivants, un lot de *Xenopsylla astia* vivantes, les 30 souches de peste isolées et une collection de 4174 puces en alcool.

Des 167 rongeurs, 93 seulement résistaient au long et chaud voyage de retour, soit 31 *Tatera*, 26 *Millardia*, 21 *Golanda*, 5 *Bandicota* et 10 *Furcifer*. Ces animaux étaient dans la suite mis en expérience de sensibilité comparée, en parallèle

avec des séries de rongeurs de réceptivité et de résistance connues.

Les 30 souches de peste avaient l'origine suivante:

- a) 1 souche isolée de l'homme;
- b) 6 souches de rongeurs domestiques, soit: 4 souches isolées de rats (*Rattus rattus*) et 2 de souris (*Mus musculus*), trouvés morts dans des maisons de pesteux;
- c) 3 souches de puces « domestiques », soit: 2 souches isolées de *Xenopsylla* et 1 de *Ctenocephalides*, piégées dans des maisons de pesteux;
- d) 10 souches de rongeurs champêtres, soit: 7 souches isolées de cadavres trouvés dans des terriers (1 de *Bandicota*; 1 de *Tatera*, 5 de *Millardia*) et 3 souches isolées d'animaux trouvés morts, soit en observation (2 *Tatera*), soit aux champs (1 *Bandicota*);
- e) 10 souches de puces « champêtres », soit 5 souches isolées de puces récoltées dans des terriers contenant des cadavres de rongeurs pesteux; 2 souches isolées de puces récoltées dans des terriers vides; 1 souche isolée de puces récoltées dans un terrier contenant un rongeur indemne de peste et 2 souches isolées de puces récoltées sur des rongeurs indemnes de peste (1 *Tatera*, 1 *Millardia*).

Ces 30 souches étaient étudiées sur milieux d'identification et soumises aux épreuves biochimiques pour détermination de leur pouvoir de fermentation vis-à-vis de la glycérine et du rhamnose.

La collection des puces en alcool était confiée à notre collaborateur Ch. Mofidi qui voulait bien se charger du long travail d'identification des 4174 puces provenant de 1544 animaux (986 *Tatera*, 181 *Millardia*, 366 *Rattus*, 9 *Mus booduga*, 1 *Suncus murinus*, 1 *Mus musculus*), de 8 terriers (4 de *Tatera*, 4 de *Millardia*) et de 2 maisons pesteuses. Enfin, le lot de *Xenopsylla astia* rapportées vivantes, servait à constituer un élevage destiné à étudier le rôle véritable de cette puce, c'est-à-dire non pas à reprendre ou répéter les nombreuses expériences faites depuis Hirst, la plupart en Inde, mais à tenter de définir, dans des conditions aussi proches que possible de celles de la nature, c'est-à-dire sur les hôtes champêtres naturels eux-mêmes et en particulier *Tatera indica*, les possibilités de transmission et de conservation de l'infection par cette puce.

Résultats. Les expériences sur la sensibilité à la peste des rongeurs des U.P. étaient faites par voie percutanée, c'est-à-dire par dépôt sur la peau épilée

d'une goutte d'émulsion microbienne préalablement titrée.¹

Dans la première expérience, faite avec des doses très faibles, étaient inoculées 6 *Golunda*, 5 *Bandicota*, 6 *Millardia* et 8 *Tatera* en parallèle avec des séries comparables de 7 espèces d'animaux formant une échelle de sensibilité connue. Les 6 *Golunda* mouraient en trois jours, les 5 *Bandicota* en quatre, cinq et six jours; 4 des 6 *Millardia* mouraient en trois et quatre jours, 2 résistaient, dont la rate, prélevée vingt-sept jours après l'inoculation donnait un passage négatif. Des 8 *Tatera*, 2 mouraient après six et huit jours, 6 survivaient dont 4 donnaient après vingt-sept jours une splénectomie négative et 2 une splénectomie positive. Parmi l'échelle des animaux témoins, 10 *Microtus* (réceptivité minima) inoculés résistaient et donnaient après vingt-sept jours une splénectomie négative; sur 10 souris blanches (réceptivité maximum) inoculées, 8 mouraient en trois et quatre jours, 2 résistaient: passage négatif; enfin, sur 6 *Meriones libycus* (réceptivité moyenne, résistance élevée) inoculés, 2 mouraient en quatre jours, 4 résistaient dont 1 donnait après vingt-sept jours une splénectomie positive et 3 une splénectomie négative.

Dans la deuxième expérience, faite avec des doses plus fortes, figuraient 10 *Golunda*, 10 *Millardia*, 11 *Funambulus* et 13 *Tatera* avec les séries habituelles de témoins (cinq espèces). Les 10 *Golunda* mouraient en deux, trois et quatre jours; les 10 *Millardia* en trois et quatre jours; 9 des *Funambulus* en quatre, six et sept jours, l'unique résistant donnant une splénectomie négative onze jours après l'inoculation. Par contre, des 13 *Tatera*, 4 mouraient après cinq, six et neuf jours; des 9 résistantes, 6 donnaient une splénectomie négative, 3 une splénectomie positive après onze jours. Parmi l'échelle des animaux témoins, les 10 souris blanches inoculées mouraient en trois, quatre et cinq jours; sur 10 *Meriones crassus* (réceptivité moyenne, résistance élevée) 5 mouraient en cinq, sept et huit jours, 5 résistaient dont 4 donnaient une splénectomie négative et 1 une splénectomie positive après onze jours.

Dans la troisième expérience, faite avec des doses plus faibles, étaient inoculées 5 *Golunda*, 10 *Millardia* et 10 *Tatera* en parallèle avec des séries de cinq espèces de témoins. Les 5 *Golunda* mouraient en trois jours, les 10 *Millardia* également tous en trois jours. Par contre 4 *Tatera* seulement mouraient en

¹ Le détail de ces techniques paraîtra dans les *Annales de l'Institut Pasteur*.

quatre, cinq et dix jours; des 6 résistantes, splénectomisées après douze jours, 5 donnaient un passage positif, 1 un passage négatif. Parmi l'échelle des animaux témoins, les 5 souris blanches inoculées mouraient en cinq, six, neuf et treize jours; des 5 *Meriones crassus*, 3 mouraient en trois et six jours, 2 résistaient (splénectomie négative après douze jours).

Bien que tous les animaux des U.P. eussent été récoltés dans la région de Saharanpur, actuellement indemne de peste, une expérience de contrôle était cependant instituée, pour écarter l'objection d'une résistance acquise chez les *Tatera* de l'Inde, en utilisant 19 *Tatera indica*, provenant de la région frontière irano-irakienne. Cette expérience était faite avec des doses faibles, avec les séries habituelles de témoins: 5 seulement des *Tatera* mouraient en cinq, huit, dix et douze jours; des 14 résistantes, splénectomisées après dix à treize jours, 7 donnaient un passage positif, 7 un passage négatif.

Ces expériences montraient que les rongeurs champêtres des U.P. possédaient une extrême sensibilité à la peste, sauf une espèce, la grande gerbille *Tatera indica*, qui tout en présentant un seuil de réceptivité à l'infection relativement bas, c'est-à-dire en s'infectant facilement, montrait une résistance à la maladie qui lui permettait de survivre expérimentalement dans des proportions égales à celles d'espèces très peu sensibles, comme certains mérions du Kurdistan par exemple. Cette résistance était bien liée à l'espèce *Tatera indica*: caractère spécifique, constant, tel que nous l'avions déjà observé chez d'autres espèces de rongeurs champêtres.

Les trente souches de peste étaient étudiées du point de vue de leurs caractères biochimiques et de leur pouvoir de fermentation vis-à-vis de la glycérine et du rhamnose selon la méthode que nous utilisons habituellement (Baltazard & Aslani, 1952) et qui est celle de Chen (1949) recommandée par Pollitzer et décrite en détail dans les « Recommended Laboratory methods » (Baltazard et al., 1956). Aucune des trente souches ne fermentait ni la glycérine, ni le rhamnose: cette constatation confirmait pour les rongeurs champêtres le travail de Wagle & Habbu (1951) sur quatre souches subhimalayennes, dont une des U.P., et montrait l'unité des souches infectant rats et rongeurs champêtres.

L'identification des puces donnait les résultats suivants. Pour le district de Saharanpur existaient 38 lots représentant 1042 puces provenant de 1166 animaux, soit 28 lots récoltés sur 977 *Tatera* et 10 lots récoltés sur 189 *Rattus*. Les 28 lots de *Tatera*

montraient la composition suivante: *Xenopsylla astia*: 558 (209 mâles, 349 femelles); *Xenopsylla hussaini*¹: 44 (25 mâles, 19 femelles); *Nosopsyllus panjabensis*: 30 (8 mâles, 22 femelles); *Xenopsylla cheopis*: 1 mâle. Les 10 lots de *Rattus* comprenaient: *Xenopsylla astia*: 183 (63 mâles, 120 femelles); *Xenopsylla cheopis*: 175 (102 mâles, 73 femelles); *Nosopsyllus panjabensis*: 50 (19 mâles, 31 femelles); *Ctenocephalides felis*: 1 femelle.

Pour le district de Bara Banki existaient 57 lots représentant 3132 puces provenant de 378 animaux, soit 7 lots récoltés sur 9 *Tatera*, 26 lots récoltés sur 181 *Millardia*, 10 lots récoltés sur 177 *Rattus*, 2 lots récoltés sur 9 *Mus booduga*, 1 lot récolté sur 1 *Suncus murinus*, 1 lot récolté sur un cadavre de *Mus musculus*, 8 lots récoltés dans des terriers et 2 lots piégés dans les maisons. Les 7 lots de *Tatera* comprenaient: *X. astia*: 29 (6 mâles, 23 femelles); *N. panjabensis*: 18 (8 mâles, 10 femelles). Les 26 lots de *Millardia* comprenaient: *X. astia*: 99 (32 mâles, 67 femelles); *N. panjabensis*: 711 (301 mâles, 410 femelles); 1 *C. felis* femelle. Les 10 lots de *Rattus* comprenaient: *X. astia*: 1493 (463 mâles, 1030 femelles); *X. cheopis*: 575 (316 mâles, 259 femelles); *N. panjabensis*: 42 (12 mâles, 30 femelles); *C. felis*: 2 (1 mâle, 1 femelle). Les 2 lots de *Mus booduga* comprenaient: *N. panjabensis*: 25 (11 mâles, 14 femelles). Le lot de *Suncus murinus*: *X. astia*: 3 (1 mâle, 2 femelles); *X. cheopis*: 5 (2 mâles, 3 femelles). Le lot de *Mus musculus*: *X. astia*: 2 mâles; *X. cheopis*: 1 femelle. Les 8 lots de terriers comprenaient: *X. astia*: 15 (2 mâles, 13 femelles); *N. panjabensis*: 82 (35 mâles, 47 femelles). Les 2 lots de maison: *X. astia*: 2 femelles; *X. cheopis*: 2 (1 mâle, 1 femelle); *N. panjabensis*: 1 femelle; *C. felis*: 24 (13 mâles, 11 femelles).

Ce travail montrait d'une part l'absence complète de *X. cheopis* sur les rongeurs champêtres dans les deux districts: l'identification d'une seule *X. cheopis* parmi les 1588 puces récoltées sur 1167 rongeurs champêtres ou dans leurs terriers ne faisait que confirmer la sécurité des méthodes employées pour la récolte, le transport et l'épucage des animaux

¹ Diagnose confirmée par F.G.A.M. Smit du Laboratoire de K. Jordan à Tring, auquel des spécimens étaient envoyés pour la collection Rothschild. Cette puce, décrite par Sharif (1930) de *Tatera indica* de Tundla, district d'Ambala (limitrophe à celui de Saharanpur) appartient au groupe *cheopis*, mais montre des caractéristiques bien particulières: « Male distinguished from all other known species by the combination of a very broad penis-plate (similar to that of *astia*) with an exceptionally long P2 of the clasper (twice as long as P1). Female separable by the shape of the spermatheca. G. E. H. Hopkins & M. Rothschild (1957).

(de même d'ailleurs que celle d'une seule *Ctenocephalides* parmi ces mêmes puces). D'autre part, il existait sur les rongeurs champêtres, dans le district de Saharanpur mais non dans celui de Bara Banki, une puce particulière à ces rongeurs: *Xenopsylla hussaini*.

Deux espèces étaient communes au rat et aux rongeurs champêtres, espèces nombreuses sur les uns comme sur l'autre: *Xenopsylla astia* et *Nosopsyllus punjabensis*. Bien qu'il ne put être question, dans les conditions de notre travail, d'établir un indice pulicidien général, quelques récoltes permettaient de se faire une idée suffisamment précise du nombre des puces et du pourcentage des espèces présentes sur les rongeurs. Pour le rat, à Bara Banki, la récolte de Mandupur, dont nous avons parlé plus haut, faite dans des conditions aussi parfaites que possible, donnait au total 1484 puces sur 132 rats. Des 1384 puces identifiées, 1083 sont des *X. astia* (347 mâles, 736 femelles), 294 des *X. cheopis* (159 mâles, 135 femelles) et 7 des *N. punjabensis* (7 femelles): soit un indice pulicidien moyen de 11 puces par rat et un pourcentage comparé des espèces de 78% *X. astia*, 21% *X. cheopis*, 1% *N. punjabensis*; c'est-à-dire un parasitisme relativement élevé et une prédominance très nette de *X. astia*.

De même, en ne considérant que les rongeurs sauvages capturés au terrier et pour lesquels on peut estimer que la plus grande partie de leurs puces a été recueillie soit dans leur fourrure soit dans le terrier, nous obtenions les chiffres suivants: *Tatera* pour Bara Banki: indice moyen 5 puces, *X. astia* 60%, *N. punjabensis* 40%; pour Saharanpur: indice moyen 2 puces, *X. astia* 89%, *X. hussaini* 8%, *N. punjabensis* 3%; ces différences ayant comme première explication, non la région de récolte mais la saison (Saharanpur novembre-janvier, Bara Banki février-mars). *Millardia*, Bara Banki: indice moyen 9 puces, *X. astia* 15%, *N. punjabensis* 85%.

Malgré l'intérêt qu'eût présenté, d'après ces chiffres, l'expérimentation avec *Nosopsyllus punjabensis*, puce sur le pouvoir vecteur de laquelle n'existent que les deux expériences de la Commission anglaise (1907), (sous le nom de *Ceratophyllus fasciatus*) et avec *Xenopsylla hussaini* dont le pouvoir vecteur est inconnu, nous devions nous contenter d'expérimenter avec la seule espèce que nous avions rapportée: *X. astia*. Ce travail était confié à notre collaborateur M. Eftekhari, que nous remercions de l'aide qu'il a bien voulu nous apporter. L'élevage de *X. astia* étant devenu rapidement prospère à 29° C et à 75% hygrométriques, un premier essai était

fait dans les conditions habituelles à cet Institut; ces conditions fixées depuis longtemps par G. Blanc et l'un de nous au Maroc, consistaient à n'employer que des puces nouvelles écloses, n'ayant encore jamais piqué, dont on peut être certain qu'elles piqueront toutes sans exception l'animal septicémique sur lequel on cherche à les infecter. Dans ce premier essai, 500 *X. astia* ainsi infectées sur un rat septicémique étaient réparties en 4 lots de cinquante, 7 lots de vingt et 8 lots de dix et chacun de ces lots mis dans un bac sur un rat blanc neuf; les 4 rats des bacs de 50 puces mouraient en trois, quatre et cinq jours de peste aiguë; sur les 7 rats des bacs de vingt puces, 6 mouraient (soit 5 en trois et quatre jours et 1 après sept jours) le dernier survivait; sur les 8 rats des bacs de 10 puces, 5 mouraient (soit 2 en trois et quatre jours, 3 après huit, neuf et dix jours) 3 survivaient. Cependant ces rats blancs survivants, soit 4 au total, sacrifiés après dix-sept jours et passés à des souris blanches, les infectaient: peste résiduelle. Cinquante *X. astia* étaient récupérées dans ces bacs et réparties en 10 lots de cinq puces, mis dans des bacs chacun sur un cobaye neuf. De ces dix cobayes, piqués par cinq puces seulement, 9 mouraient soit: 1 après quatre jours, 2 après cinq, 3 après six, 3 après sept, huit et neuf jours; un seul survivait qui ne s'infectait pas.

La première expérience faite sur *Tatera* comptait seulement 4 de ces rongeurs en parallèle avec rats blancs, bandicots et mérions tous piqués par des lots de 20 *X. astia* infectées. Les 4 *Tatera* mouraient en trois et quatre jours; 2 montraient une peste aiguë à l'examen direct, 2 ne montraient pas de bacilles, mais le passage de l'une d'elles à deux cobayes les infectait. Chez les témoins: 3 rats sur 5, 4 bandicots sur 5, 3 mérions sur 5 mouraient également de la peste.

Dans la deuxième expérience, 19 lots de *X. astia*, comparables en nombre à ceux trouvés sur les *Tatera* dans la nature et infectés depuis treize à vingt-quatre jours sont mis sur des *Tatera* isolées en bacs, soit: 33, 31, 25, 25, 24, 20, 20, 20, 20, 17, 16, 14, 11, 11, 10, 9, 5, 5, et 4 puces. Dix-sept des 19 *Tatera* meurent en trois et cinq jours; 15 montrent une peste aiguë à l'examen direct, le passage des deux autres provenant d'un bac de 20 et d'un bac de 25 puces est négatif. Les deux survivantes (dans un bac de 4 et un bac de 14 puces) éprouvées dans la suite par piqûre d'un gros lot de puces infectées, prennent la peste et meurent. Chez les témoins, 20 rats blancs sur 25 mouraient de peste, proportion exceptionnellement forte.

Dans l'essai de base et ces deux expériences, le pouvoir vecteur de *X. astia* se montrait donc extrêmement élevé. Le haut pourcentage de mortalité chez les *Tatera* et les témoins montrait cependant que nos conditions expérimentales étaient vraisemblablement trop sévères: les puces avaient en effet été infectées sur des animaux inoculés par voie péritonéale avec de fortes doses de bacilles pesteux, chez lesquels la septicémie était exceptionnellement riche.

Une troisième expérience était faite avec des *X. astia* infectées sur un animal contaminé par piqûre de *X. astia*, montrant une septicémie plus longue, mais moins intense. Les puces étaient réparties en lots de 10 sur des *Tatera* isolées en bacs. Cette fois, 5 *Tatera* seulement sur 12 prenaient la peste et mouraient; chez les témoins, 3 bandicots, pourtant très sensibles résistaient également, 2 mérions seulement sur 12 prenaient la peste. Cependant, sur 3 *X. astia* récupérées sur une des *Tatera* demeurées indemnes, 2 montraient des bacilles et leur broyat infectait le cobaye.

Une quatrième expérience était faite dans les mêmes conditions avec des lots de 10 *X. astia* également. Sur les 12 *Tatera* mises en expérience, 1 seule prenait la peste; de même chez les témoins, 1 mérion seulement sur 12. Cependant, sur 44 puces récupérées sur les animaux indemnes, broyées et inoculées une par une à des souris blanches, 32 montraient l'infection.

Au total, ces expériences faites avec *X. astia* sur ses hôtes champêtres, si elles montraient bien que cette puce était parfaitement capable de conserver le bacille pesteux et, si elle était richement infectée, de le transmettre aisément de rongeur à rongeur, confirmaient cependant les résultats obtenus sur le rat par nos devanciers quant au pouvoir vecteur relativement médiocre de cette puce, lorsqu'elle était faiblement infectée, c'est-à-dire en dehors du temps d'épizootie.

Acquisitions de la première « saison »

Les quatre points de notre programme avaient pu être étudiés. En ce qui concerne le point a) « détection et délimitation des zones d'endémicité de l'infection » en avril 1952, époque de la rédaction de ce programme, la question était parfaitement pertinente, cinq districts au moins à l'est et un à l'ouest (Saharanpur) montrant l'infection de façon pratiquement ininterrompue depuis plus de cinquante ans. Cependant, deux ans plus tard, la chance voulait que la peste disparaisse pour la première fois totalement de ces districts, à l'époque même où nous commen-

cions notre recherche. L'étude que nous faisons de celui qui avait été le plus typiquement endémique de ces districts (Saharanpur), nous montrait que notre hypothèse de base: le maintien de la peste dans ces zones endémiques grâce à des zones de permanence de l'infection, était inexacte; le travail aux champs prouvait qu'il n'existait pas, celui sur la carte qu'il n'avait jamais existé, de points fixes de départ ou de renaissance de l'infection. A l'échelle non plus du district mais du village, la peste ne pouvait être considérée comme endémique, l'infection ne cessant de se déplacer: la plupart des villages n'étaient infectés que pendant une seule saison de peste. Cependant l'infection montrait une certaine tendance à « trainer » sur place, certains villages restant infectés durant plusieurs saisons consécutives: cinq au maximum, après quoi elle disparaissait dans tous les cas de la région considérée.

En opposition, le district de Bara Banki, classé comme non endémique, encore qu'il fût dans le passé resté infecté pendant 25 années consécutives (1905-1930) montrait à l'époque de notre recherche une indiscutable endémicité, puisqu'il déclarait des cas depuis huit années, à chaque saison de peste. Nous y retrouvions le même aspect qu'en district dit « endémique », c'est-à-dire une infection en continu déplacement; mais ici la peste n'avait aucune tendance à s'incruster sur place et disparaissait des villages touchés au fur et à mesure de son avance.

D'autre part, en temps de forte infection, il n'existait aucune différence ni dans la gravité de la maladie, ni dans le nombre des cas déclarés, entre les districts dits « endémiques » et les autres; à l'échelle du village, le pourcentage des cas humains par rapport au nombre d'habitants était le même.

Notre réponse à la question posée était donc: il n'existe pas aux U.P. de zones particulières d'endémicité; partout où l'infection pénètre, elle prend le caractère endémique; partout où elle existe sous cette forme endémique, elle peut disparaître pour n'y revenir que si elle y est réintroduite. La distinction établie entre les districts « endémiques » et les autres n'était pas basée sur une question de caractère, mais sur une question de durée; en fait, la vraie question consistait à tenter de déterminer pourquoi les districts subhimalayens étaient restés plus longtemps et plus régulièrement infectés que les autres.

De ce fait, les questions c) « Voies et mode de dispersion de l'infection à partir des zones endémiques vers les autres parties des U.P. » et d) « Facteurs favorisant la dispersion de l'infection dans les

zones où la maladie a été importée se trouvaient confondues. Nous pensions pouvoir y apporter la réponse suivante. L'infection gagne toujours de proche en proche. Jamais dans l'histoire de la peste aux U.P. un district ne s'est infecté isolément, c'est-à-dire loin de tout district infecté. Lorsque l'infection gagne du terrain, tout nouveau district qui s'infecte est toujours limitrophe à un district infecté et nous apportions l'explication d'une dispersion par les rongeurs champêtres, donnant ainsi les raisons de la progression de proche en proche de l'infection, de champ à champ, de terrier à terrier, de sa lenteur habituelle et de son caractère divagant, par rapport aux voies de communication et de trafic humains.

C'est dans cette même infection des rongeurs sauvages que nous pensions pouvoir trouver la réponse à la question b) « Facteurs responsables de l'endémicité »: la présence à travers tous les U.P. d'une espèce de rongeurs champêtres, *Tatera indica*, nombreuse, résistante à l'infection, pouvait, comme nous l'avions observé avec le mérion au Kurdistan persan, expliquer au moins le maintien de l'infection de saison de peste à saison de peste, maintien dont tous les chercheurs devaient s'accorder à refuser le pouvoir au rat.

Quant à la persistance de la peste dans les districts à endémicité permanente, qui nous semblait due au fait que l'infection avait tendance à s'incruster aux mêmes lieux, au lieu de « passer » simplement comme elle le faisait ailleurs, nous pensions également pouvoir l'expliquer par la résistance à l'infection de cette même *Tatera*, infiniment plus nombreuse dans ces districts où elle trouvait en zone non irriguée un habitat plus favorable, et par la rareté dans ces mêmes districts des espèces sensibles, qui ont tendance à « faire flamber » l'épizootie et à en amener une extinction plus rapide.

Préparation de la deuxième « saison »

Pour la saison de peste suivante, nous devions donc nous préparer à une étude aussi complète que possible de l'écologie des rongeurs champêtres et particulièrement de *Tatera indica* en même temps que nous aurions à compléter les observations déjà faites et à tenter d'apporter la preuve décisive, qui nous avait été refusée à Atrauli par la terminaison précoce de la saison de peste, de l'antériorité de la peste des champs sur la peste des villages.

D'après les renseignements recueillis dans la région de Bara Banki sur les inondations de la

mousson et les déplacements des rongeurs, il était capital que l'équipe se trouve à pied d'œuvre avant la fin de la mousson, quelles que soient les difficultés de circulation, et qu'un zoologiste participe aux travaux. L'OMS voulait bien nous adjoindre X. Misonne, de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, qui avait déjà participé antérieurement aux recherches de l'Institut Pasteur de l'Iran dans le Kurdistan persan et avait pu mettre au point les techniques à utiliser pour ces recherches écologiques sur les rongeurs des champs dans leurs rapports avec la peste.

TRAVAIL DE RECHERCHE: « SAISON » 1955-56

Premier temps. Foyer est: Bara Banki (fig. 3)

L'équipe revenait à l'Inspection House d'Adampur au début d'octobre 1955. L'aspect de la région était exactement tel que nous avions souhaité l'observer: les dernières pluies de la mousson achevaient de tomber, toutes les parties inondables étaient sous l'eau; nous pouvions nous faire une idée très exacte de l'importance de ce phénomène annuel sur la vie et les mouvements des rongeurs champêtres, c'est-à-dire sur la persistance et la dispersion de l'infection.

Pendant que X. Misonne dressait la carte des parties inondées et commençait les observations sur les mouvements des rongeurs, l'exploration des terriers dans les rares parties émergentes de la zone infectée à la saison précédente était systématiquement organisée. Il s'agissait de quelques très rares buttes, bouquets de buissons ou d'arbres, dispersés à travers champs et très difficiles à atteindre dans l'eau et la boue, et des levées de terre des canaux d'irrigation, plus ou moins hautes selon l'importance du canal; nous pouvions cependant prospecter aisément les deux berges du canal principal, dont l'une portait une route de service déjà utilisée à la saison précédente, surplombant les champs inondés de 1 mètre au moins et 2 mètres au plus, sur lesquels quelque cinq kilomètres de sa traversée de la zone infectée.

Nous constatons avec surprise que ces terriers épargnés par l'inondation, n'étaient ni plus nombreux, ni plus peuplés qu'en saison sèche, alors que nous nous attendions à trouver ces parties surélevées grouillantes de rongeurs refoulés par l'inondation des parties basses. De toute évidence, les milliers de rongeurs dont nous avions repéré les terriers presque un par un quelques mois plus tôt étaient morts noyés, surpris en estivation dans leurs chambres

terrées (telles que nous avons pu les observer fin juin 1945 au Saharanpur) par les pluies torrentielles de la mousson.

Les études ultérieures sur l'écologie de ces rongeurs et leur sédentarisme devaient nous donner le pourquoi de cette immense hécatombe annuelle (Misonne, 1959), mais dès à présent nous comprenions que si c'était, comme nous le supposions, dans les terriers des rongeurs champêtres que se conservait l'infection de saison de peste à saison de peste, il restait à celle-ci bien peu de chances d'avoir survécu dans cette zone.

Au reste, dans les villages, tous construits sur de petites buttes isolées par l'inondation, aucune mortalité murine n'était signalée.

Deuxième temps. Foyer est: Jaunpur

Prospection. A ce moment, la nouvelle nous était transmise de l'apparition de la peste humaine dans le district de Jaunpur. Ce district, classé comme « endémique » à juste titre, puisqu'il était resté constamment infecté, sans une seule saison d'inter interruption, depuis 1905 (début de la statistique officielle) n'avait plus, depuis la fin de la saison de peste 1951-52 (mai), soit pendant trois saisons consécutives, déclaré un seul cas de peste humaine. La réapparition de l'infection posait un problème d'autant plus important que les districts limitrophes étaient à l'époque silencieux: les uns, au nord, Aramgarh et Sultanpur, les plus « endémiques » de tous les districts du foyer est, depuis deux saisons; l'autre à l'ouest, Pratabgarh, depuis la fin de la saison précédente. S'agissait-il d'une réapparition de novo dans un foyer en apparence éteint ?

Une partie de l'équipe partait aussitôt pour Jaunpur, en emportant un matériel léger; les villages infectés se trouvaient dans la partie ouest du district dans l'arrondissement (Thana) de Badlapur; l'équipe enseignait non sans peine ces villages, au prix d'un considérable détour et de plusieurs heures de marche à travers champs à pied ou à dos d'éléphant le 11 octobre. Au premier village, Gaura, où s'étaient produits depuis le 20 septembre 7 cas humains avec 5 morts, étaient trouvés deux malades en évolution; au second village, Gajainpur, éloigné de moins d'un kilomètre, existaient trois malades en évolution, également buboniques. La mortalité murine dans ces villages avait commencé au début du mois et restait importante: cinq rats morts étaient ramassés dans les deux villages et une tendue de nasses faite la nuit dans plusieurs maisons donnait 11 rats au

matin. L'évidence de la peste s'imposant, l'équipe rentrait rapidement à Adampur, où le passage au cobaye des rats trouvés morts ou capturés permettait dans les jours suivants d'isoler 4 souches de bacille pesteux.

Troisième temps. Foyer est: Bara Banki (fig. 3)

Travail. Bien que la décision ait été prise de transférer immédiatement l'équipe mobile à Jaunpur, son départ allait être retardé par deux facteurs. Le premier était la nécessité de dresser auparavant la carte épidémiologique du Jaunpur et si possible des districts limitrophes: les villages infectés étant situés en frontière même de ces districts, séparés du Sultanpur seulement par la rivière Gumti, et du Pratabgarh, infecté à la fin de la saison précédente, par moins de 10 kilomètres. Le second facteur était l'intérêt de la rapide transformation qui était en cours dans la région sous étude au Bara Banki: les pluies ayant définitivement cessé, les champs séchaient en peu de jours. Les labours commençaient immédiatement et, aussitôt après, les semailles: de tous côtés, bien visibles dans ces champs aplanis, apparaissaient les déblais des terriers, chaque jour plus nombreux, marquant la pullulation des rongeurs et leur reconquête des champs.

Cette invasion, cet intense mouvement de rongeurs et cette pullulation de jeunes, dont nous avions par avance fait notre hypothèse de base pour la dispersion et la progression de l'infection, dépassait de loin tout ce que nous avions pu imaginer. Le taux des captures montait de jour en jour à chaque point de chasse et dans notre désir de rattraper l'épizootie que nous supposions déjà en marche quelque part à partir d'un des points infectés de la saison précédente, nous étendions sans cesse notre terrain de travail, arrivant à un chiffre de captures quotidien si élevé que l'équipe ne suffisait plus au travail de laboratoire.

Dans les dix premiers jours de chasse, le total des captures des seuls 9 villages où la chasse était possible dépassait déjà 700 rongeurs, dont près de 400 provenant du territoire de deux villages seulement: 554 animaux avaient déjà été passés au cobaye. En moins d'un mois, avec l'extension de la zone de chasse à 34 villages, la capture totale se montait à plus de 2 300 animaux (dont plus de 1 900 jeunes), contre 500 environ en un mois et demi (février-mars) de la saison précédente dans la zone épizootique et 700 environ en un mois (mars-avril) en zone étendue.

Résultats. Mille neuf cent quatre-vingt dix-neuf animaux étaient passés au cobaye dans des conditions valables, soit 422 *Tatera*, 964 *Millardia*, 454 *Bandicota* et 159 *Mus booduga*. Tous ces passages demeuraient négatifs. Plus des trois quarts de ces animaux venant de la zone même où s'était montrée pour la dernière fois l'infection à la fin de la saison précédente, il devenait évident que celle-ci ne s'y était pas maintenue et que notre recherche était vaine; d'autre part, l'équilibre des rongeurs s'était à peu près établi dans les champs et le travail d'écologie pouvait être arrêté. L'équipe partait donc commencer l'enquête au Jaunpur.

Quatrième temps. Foyer est : Jaunpur

Mise en place. La carte épidémiologique du district pour les dix dernières années était prête; elle montrait que l'actuelle réapparition de la peste n'était pas une résurgence, le réveil d'un foyer occulte. L'infection était venue de l'ouest, du district limitrophe de Pratagarh, actuellement silencieux, mais où elle avait persisté jusqu'à la fin de la saison précédente, aux confins mêmes du Jaunpur, à moins de 10 kilomètres des villages actuellement infectés.

L'équipe s'installait dans l'Inspection House de Badlapur et se mettait en quête d'une voie d'accès aisée vers le foyer; l'abaissement des eaux permettait de passer la rivière Pili près de son origine et d'atteindre le foyer en jeep. Ainsi la zone entre les rivières Pili et Gumti pouvait être prospectée. Cette zone offrait un aspect bien particulier, fort différent de celle où nous travaillions au Bara Banki. Fortement en surplomb par rapport à la rivière Gumti (5 à 9 mètres), sans canaux d'irrigation, jamais inondée, elle se drainait vers la Gumti par de nombreux petits ravins. Le sol, de sable argileux, comme celui de toute la vallée du Gange, restait donc sec en toutes saisons, exactement comme au Saharanpur; seule différait la profondeur de la couche aquifère (1 mètre au lieu de 3 à 5 au Saharanpur), affleurant à la moindre dépression de terrain sous la forme de nombreuses petites mares permanentes, dont l'eau remontée par un système de paniers balancés à bras entretenait sur leur bord de petites cultures irriguées. Les berges de la Gumti, drainées directement à la rivière, formaient la partie la plus sèche de cette zone, partie plantée d'arbres (manguiers) ou en friche, avec quelques cultures sèches et des puits permettant l'irrigation de petits champs. Comme au Saharanpur, la densité des villages était relativement faible, de même celle des terriers des rongeurs.

Travail. Le défonçage des terriers commençait le 11 novembre autour des deux villages infectés, Gaura et Gajainpur. Presque tous les terriers creusés étaient extrêmement ramifiés et profonds, atteignant 2 mètres (mesure prise à la verticale); tous étaient vides. Le lendemain, sur les indications d'un paysan qui déclarait y avoir trouvé un rongeur mort trois semaines auparavant, nous défonçions systématiquement tous les terriers d'un champ de arhar. La plupart étaient des terriers profonds à orifices multiples, facilement identifiables comme terriers de *Tatera*, quelques-uns étaient des terriers de surface à deux ou trois orifices et une galerie ou deux au plus. Seuls, un jeune *Bandicota* et une *Millardia* étaient trouvés dans deux terriers profonds en huit heures de travail; mais le dernier terrier, le plus profond, creusé jusqu'à la tombée de la nuit, contenait dans une de ses galeries de fond le cadavre putréfié d'une *Tatera*. Dans les deux derniers galeries, enfin, à 2 mètres de profondeur, nous trouvions encore deux, puis trois autres cadavres: ces trois derniers momifiés. Le passage au cobaye par voie percutanée des organes de ces six gerbilles permettait d'isoler six souches de peste. Ce même jour, les nasses tendues dans tous les champs environnants capturaient 1 *Tatera* adulte et 5 jeunes, sur lesquelles étaient récoltées 8 *Xenopsylla astia* (5 mâles, 3 femelles). Ces puces broyées et inoculées au cobaye lui donnaient la peste; les 6 *Tatera* sacrifiés et passés au cobaye une semaine plus tard étaient indemnes.

En même temps nous apprenions qu'un cas de peste humaine était apparu au village de Rajwarpura à trois kilomètres au sud-ouest de Gajainpur. Les conditions se montrant identiques à celles que nous avions observées au Bara Banki, nous décidions de aussi d'élargir notre territoire de chasse pour tenter de rattraper l'épizootie en marche à travers champs. La capture par nasses et défonçage des terriers s'étendait à 40 kilomètres carrés sur le territoire de 17 villages, en même temps qu'une surveillance était organisée dans toute la région pour y détecter précocement cas humains ou mortalité murine. En fait, tous les villages restaient silencieux sauf Gajainpur où continuait la mortalité murine et le village voisin de Birampur sur l'autre berge de la Gumti: deux souches étaient encore isolées de deux cadavres de *Rattus* et une de 3 *X. cheopis* de Gajainpur les 13 et 15 novembre (soit près de trois mois après le début présumé de la mortalité murine); une souche était isolée du cadavre d'un rat apporté le 25 novembre de Birampur.

Résultats. Six cent trente-deux rongeurs champêtres étaient récoltés au cours de cette recherche, dont 550 étaient passés au cobaye dans des conditions valables en 126 lots, soit: 161 *Tatera* en quarante-trois lots, 321 *Millardia* en quarante-sept lots, 35 *Bandicota* en douze lots, 11 *Mus booduga* en neuf lots et 22 *Funambulus* en quinze lots. Cent soixante-sept puces étaient récoltées sur ces rongeurs dans leurs terriers, soit 159 *X. astia* et 8 *N. pinjabensis*; ces puces étaient inoculées au cobaye en 24 lots, soit 12 lots de *Tatera*, 3 de *Millardia*, 1 de *Bandicota*, 1 de *Millardia* et *Tatera* et 7 lots de terriers. Treize *X. cheopis* ou *astia* récoltées dans une maison étaient également inoculées en un lot au cobaye.

En dehors des 6 souches isolées des six *Tatera* trouvées mortes au terrier et de la souche isolée des puces de six *Tatera* indemnes dont nous avons parlé plus haut, soit 7 souches toutes isolées autour des villages infectés, une seule souche pouvait être isolée en « zone étendue ». Il s'agissait d'un lot de 4 puces *X. astia* (2 mâles, 2 femelles), récoltées sur 1 *Tatera* et 4 *Millardia* capturées dans les champs du village de Tiyara, à plus de cinq kilomètres au sud-ouest de la zone infectée de Gajainpur; la *Tatera* et les 4 *Millardia* passées au cobaye une semaine plus tard ne l'infectaient pas.

Ces résultats se superposaient très exactement à ceux que nous avions pu obtenir au Bara Banki. La présence de cadavres putréfiés ou momifiés de rongeurs champêtres dans les terriers près des villages infectés montrait là aussi l'antériorité de la peste champêtre sur la peste domestique. La présence de puces infectées sur des *Tatera* indemnes dans les mêmes champs confirmait la possibilité de la survivance de ce rongeur résistant en territoire vidé par l'épizootie. L'extrême difficulté éprouvée à retrouver l'infection en marche à travers champs montrait comme au Bara Banki la ténuité des « traînées » épizootiques. Cependant ici nous restait l'espoir, étant donné la précocité de l'infection dans la saison, de voir apparaître dans la suite la peste domestique autour de l'unique point où nous avions détecté l'infection champêtre autonome loin du foyer domestique actuel. Aussi une surveillance spéciale était-elle organisée au village de Tiyara et dans les villages voisins pour permettre d'y détecter à coup sûr, si elles venaient à s'y montrer, l'infection murine ou l'infection humaine. La chance voulait qu'aucune communication humaine n'existât entre ce groupe de villages et les villages actuellement infectés, ceux-ci se desservant par d'autres voies vers des marchés et des centres différents.

A ce moment nous parvenait la nouvelle de la réapparition de la peste humaine dans le foyer de Bara Banki, vers lequel l'équipe retournait aussitôt.

Cinquième temps. Foyer Est : Bara Banki (fig. 3)

Enquête. L'infection était apparue au village d'Achkamau, dans la partie la plus sud de la zone, c'est-à-dire la seule où nous n'avions pas étendu notre recherche, et ceci pour deux raisons: la première, d'ordre pratique, était la difficulté d'accès à cette partie; la deuxième était le silence de la peste dans cette partie de la zone après les six cas de Dayalpur en janvier-février 1955.

Or, l'enquête devait nous montrer que c'était au contraire dans cette partie sud que l'infection avait persisté le plus longtemps et s'était éteinte en dernier. En fait, après notre départ à la fin de la saison précédente, les paysans, peut-être lassés par nos activités et celles de l'équipe de désinfection, avaient fait le silence sur la peste, alors que celle-ci continuait, ou plutôt reprenait après une courte interruption, à Dayalpur. L'interrogatoire contradictoire des habitants des différents villages permettait de reconstituer l'histoire de cette fin d'épidémie: six cas à Dayalpur dans la première moitié d'avril avec cinq morts, deux cas à Achkamau à peu près à la même époque avec apparition de la mortalité murine dans les trois villages voisins de Kuti Ghat, Illichpur et Chhataura, suivie d'un cas humain mortel dans chacun de ces deux derniers villages. Disparition de l'infection à la fin du mois d'avril.

Si regrettable que fût cette dissimulation d'un épisode qui eût certainement orienté nos recherches vers ces villages en temps utile, l'incident avait au moins l'avantage de confirmer ce que nous avions déjà compris depuis le début de notre recherche: l'extrême inexactitude des déclarations de la maladie et partant celle de la carte épidémiologique que nous essayions de dresser. Déjà, la règle adoptée en Inde de ne faire figurer à la statistique que les cas mortels faisait disparaître de la carte nombre de villages infectés; le fatalisme des paysans les poussait souvent d'autre part à n'aller faire leur déclaration au Centre de police que lorsque l'inquiétude les gagnait, c'est-à-dire seulement lorsque se multipliaient les cas et les morts. Enfin, dans certains cas, comme celui de Dayalpur, ils n'hésitaient pas à dissimuler l'infection de leur village.

Indiscutablement, dans ce Cercle de police de Kothi, le nombre des villages infectés avait été, du fait de notre présence et de notre continuelle inves-

tigation, plus élevé qu'il ne l'eût été en notre absence. Beaucoup des incohérences de nos cartes épidémiologiques trouvaient leur explication dans cette insuffisance des informations.

Travail. L'infection avait reparu à Achkamau, aux dires des paysans, le 10 novembre, date à laquelle avait été trouvé le premier rat mort dans une des maisons du village. Le premier cas humain s'était produit dans la maison voisine trois jours plus tard, pendant que l'épizootie gagnait les autres maisons du village. A notre arrivée, le 19 novembre, il n'existait pas de cas humain, l'unique malade étant mort en quarante-huit heures, mais nous trouvions 6 cadavres de *Rattus* dans quatre maisons du village; ces six cadavres montraient le bacille pesteux: passés au cobaye, cinq d'entre eux donnaient la peste. Trois jours plus tard, nous trouvions encore 4 cadavres également pesteux, alors que le piégeage à la nasse dans d'autres maisons du village nous donnait 19 *Rattus* vivants indemnes d'infection.

La chasse aux rongeurs champêtres, qui continuait sur tout l'ensemble de la zone, était étendue à cette partie sud, dont l'aspect, que nous avions ignoré depuis le début de notre recherche, était fort différent de celui du reste de notre territoire de travail. Il s'agissait à nouveau des berges de la rivière Gumti, exactement semblables à ce que nous venions de voir au Jaunpur: ces « banks » sablonneuses, larges de 100 mètres à 1 kilomètre, de relief bosselé dominant les champs irrigués de moins d'un mètre, mais surplombant de 3 à 10 mètres le lit profond de la Gumti, drainées vers la rivière par de nombreux petits ravins, montraient les mêmes friches, les mêmes rares cultures sèches irriguées par l'eau de puits, le même sol sec creusé de profonds terriers. Le défoncement systématique des terriers autour du village d'Achkamau, très lent par suite de la profondeur et de la complexité des terriers, nous montrait le tableau attendu, celui d'un dépeuplement presque total, contrastant avec le grouillement des rongeurs dans les champs en contre-bas. Dans un de ces terriers était trouvé le cadavre momifié d'une *Tatera* qui, inoculé par voie percutanée au cobaye, lui donnait la peste.

Le travail était poussé à fond sur cette partie sud, le long de la berge nord de la Gumti, où défoncement et piégeage restaient possibles en zone inculte, alors que jour après jour notre territoire de recherche se rétrécissait dans les champs irrigués de tout le reste de la zone, où l'état des cultures interdisait même le passage pour la pose des pièges.

Sixième temps. Foyer Est : Lucknow (fig. 5)

Prospection. Au même moment, nous parvenait de Lucknow, capitale des U.P. et centre des Medical and Health Services, la nouvelle de l'apparition de la peste murine dans un village du district même de Lucknow. Une petite équipe de prospection était aussitôt constituée qui partait pour Lucknow et de là vers le village infecté. Celui-ci, Rasulpur, accusait une mortalité murine durant depuis une dizaine de jours; seul pouvait être trouvé dans une maison le cadavre d'une souris que l'équipe rapportait à son retour.

L'aspect de ce village et de sa région était exactement le même que nous avions trouvé au Jaunpur et que nous étions en train d'étudier au Bara Banki. Situé sur la berge même de la Gumti, il avait exactement le même aspect, les mêmes cultures et les mêmes terriers que Gajainpur et Gaura ou Achkamau.

Résultats. Le cadavre de la souris montrait le bacille pesteux: le passage au cobaye permettait d'isoler la souche.

C'est seulement au retour de l'équipe à la base, qu'en situant sur la carte le village de Rasulpur, nous nous rendions compte qu'il était distant de moins de 10 kilomètres de notre foyer du Bara Banki, dont il tenait à l'Ouest son infection comme Achkamau à l'Est, par propagation le long des berges de la Gumti, en cette partie vide de villages qui seuls eussent pu jouer le rôle de « détecteurs » de cette propagation.¹ Parcourant le territoire des villages, origine de cette épizootie-épidémie: Bhanmau (saison 1952-53), Asdamau et Mubarakpur (saison 1954-55), que nous avions jusque-là négligé, nous pouvions voir que la quasi-totalité de ce territoire était lui aussi inclus dans la berge nord de la Gumti, plus escarpée et sèche encore en cet endroit.

C'est donc à cet « incident » de Rasulpur que nous devions l'évidence qui s'imposait à nous: la situation que nous retrouvions aux U.P. était la même que nous avions énoncée à propos du Kurdistan persan: le réservoir de virus de l'infection était le terrier profond, permanent, des rongeurs résistants. Nous devions encore à cet « incident » une deuxième évidence, le contresens de la carte de la peste « par district », utilisée dans les études épidémiologiques.

¹ Aucun cas de peste humaine ne se produisit cette saison-là à Rasulpur, ni dans sa région; mais à la saison suivante (1956-57) l'infection humaine devait toucher deux villages: Kachwa et Bigaria à huit kilomètres plus à l'ouest, toujours en zone sèche à proximité de la Gumti. L'aspect des U.P. devait y isoler la peste des rongeurs champêtres.

deux cinquante ans aux U.P. Il suffisait qu'un foyer de 10 kilomètres de rayon chevauchât la limite de deux districts pour que ceux-ci, couvrant une surface de près de 5000 km², apparaissent comme infectés sur cette carte. Cette évidence devait se confirmer l'année suivante avec le petit foyer du Jaunpur qui, s'étendant à quelques villages du district de Jaunpur et du Pratabgarh limitrophes donnait deux districts infectés sur la carte pour une extension de 10 km seulement.

Septième temps. Foyer Est : Bara Banki

Travail. Au long de la berge de la Gumti, la chasse s'étendait dans la direction présumée de l'épizootie, c'est-à-dire vers l'est, dans le sens de sa marche de la saison précédente, notre travail sur les cartes épidémiologiques nous ayant montré que l'infection ne venait pratiquement jamais sur ses pas. La plupart des villages étaient régulièrement surveillés et de nombreux sondages étaient faits sur la population murine avec passages systématiques au cobaye pour tenter de détecter précocement l'apparition de l'infection.

Peu à peu, la chasse se limitait à la seule berge de la Gumti où étaient capturés au total plus de 300 rongeurs dont 1375 étaient passés au cobaye dans des conditions valables, soit: 384 *Tatera*, 91 *Millardia*, 54 *Bandicota* et 16 *Mus booduga*; 64 puces, soit: 601 *X. astia* et 73 *N. punjabensis* récoltés sur ces rongeurs ou dans leurs terriers étaient également passés au cobaye. Tous ces passages demeuraient négatifs.

C'est à moins de 500 m en dehors de cette zone soigneusement prospectée, soit à 1,5 km au nord d'Achkamau et à 1 km du terrier où avait été trouvée la *Tatera* pesteuse, dans un village au milieu des champs irrigués: Purwa Baz, que l'infection murine allait apparaître, deux mois après l'épisode d'Achkamau. Le premier rat mort de peste était trouvé le 23 janvier (passage positif); puis 3 autres le 26 janvier (2 souches isolées); 2 souris le 27 janvier (souches isolées); 2 rats encore le 29 janvier (souches isolées); 1 rat le 31 (2 souches isolées). Entre temps le village était soigneusement traité au DDT par pulvérisation et poudrage combinés: la mortalité murine s'arrêtait.

Fin de la recherche sur les rongeurs champêtres. A ce moment nous parvenait du district de Jaunpur la nouvelle de l'apparition de la peste humaine au village même de Tiyara, celui dans les champs

duquel nous avions deux mois plus tôt détecté l'infection champêtre. Aucun autre village ne s'était infecté entre temps entre Tiyara et le premier foyer (Gajainpur-Gaura).¹

Nous considérons alors la preuve définitive de la priorité de l'infection champêtre sur l'infection domestique comme acquise et arrêtons le travail aux champs de notre foyer de Bara Banki.

Fin du travail au Bara Banki. Pendant que s'achevaient les études écologiques, nous consacrons le reste de notre séjour à une enquête sur les rats des villages, pour tenter de faire la dernière preuve de l'inaptitude du *Rattus* comme réservoir de l'infection.

Les huit villages les plus fortement infectés à la saison précédente et où l'infection s'était éteinte de 10 à 14 mois auparavant étaient choisis: Budhnaï, Nasirpur, Purwa Subedar, Purwa Khushli, Purwa Kumer, Chhataura, Kuti Ghat et Illichpur: 575 *Rattus* y étaient capturés et passés au cobaye, ainsi que 1041 puces: *X. cheopis*, *X. astia* et *N. punjabensis*. Tous ces passages demeuraient négatifs.

Les deux seuls villages infectés au cours de la présente saison étaient également mis sous étude. A Achkamau, qui pouvait être considéré comme exempt d'infection depuis 54 jours seulement, étaient capturés 124 rats tous passés au cobaye, ainsi que 8 puces récoltées sur 98 de ces rats: tous les passages étaient négatifs. A Purwa Baz, où la peste avait été isolée pour la dernière fois du rat 20 jours exactement auparavant, 97 rats étaient capturés et passés au cobaye: résultat négatif.

Au cours de ce travail, comme au cours de celui fait dans d'autres villages pour la détection de l'infection murine, nous étions frappés par le nombre des puces récoltées sur les rats de certains villages, pourtant dûment traités au DDT de deux mois et demi à un an auparavant. L'indice pulicidien, établi seulement sur les rats dont les pièges avaient été relevés à l'aube, ne dépassait pas 0,1 dans les trois villages traités sous notre propre surveillance 24, 58 et 60 jours auparavant: Purwa Baz (97 rats, 0 puce), Nasirpur (61 rats, 5 puces), Achkamau (98 rats, 8 puces). Par contre, dans les villages traités un an auparavant, il atteignait 7 et même 8: Purwa Khushli (27 rats, 215 puces), Purwa Kumer (14 rats, 104 puces), Budhnaï (24 rats, 151 puces). Cet indice se rapprochait de ce que nous considérons comme la normale, soit 9 à 11: le premier chiffre

¹ L'infection devait se maintenir pendant toute la fin de la saison de peste dans cette région, gagnant les villages les plus proches des districts limitrophes de Pratabgarh et Sultanpur.

acquis à la même époque dans un village témoin non traité (Adampur: 38 rats, 354 puces), le second obtenu à la saison précédente au mois de mars (Mandupur 132 rats, 1484 puces).

D'autres villages montraient des résultats plus surprenants: Naharpur, traité 70 jours seulement auparavant atteignait l'indice 11 (30 rats, 323 puces) et à Sheikhpur, traité 5 mois plus tôt, 243 puces étaient recueillies sur 8 rats. Compte tenu des erreurs et des fautes de technique (l'enquête montrait qu'en fait Sheikhpur n'avait pas été traité et Naharpur seulement en partie) il apparaissait que, ou bien la technique utilisée était déficiente, ou bien son action était plus brève qu'on n'aurait pu l'escompter.

Résultats. Au total, pendant cette dernière période de travail au Bara Banki, avaient été capturés plus de 2500 rongeurs champêtres et près de 1300 rats; 3200 puces avaient été récoltées.

Deux mille cent quarante-neuf rongeurs champêtres pouvaient être passés au cobaye dans des conditions valables en 578 lots, soit: 491 *Tatera* en 144 lots, 1455 *Millardia* en 318 lots, 133 *Bandicota* en 72 lots, 50 *Mus booduga* en 33 lots, 16 *Suncus murinus* en 10 lots et 4 *Funambulus* en 1 lot. Huit cent cinquante puces prélevées sur ces rongeurs ou récoltées dans leurs terriers étaient également passées au cobaye, soit 649 *X. astia* et 201 *N. punjabensis* en 44 lots. Hormis l'unique résultat positif obtenu avec le cadavre momifié de *Tatera*, dont il a été question plus haut, tous ces passages demeuraient négatifs. De même, en dehors des rats et souris positifs d'Achkamau et Purwa Baz, cités plus haut, le passage au cobaye de 909 *Rattus* en 131 lots et de 409 puces récoltées sur 193 de ces rats (338 *X. cheopis* ou *astia*, 71 *N. punjabensis*) en 6 lots donnait également des résultats négatifs.

L'échec de ce travail ne devait s'expliquer pour nous que dans les années suivantes: en fait, nous avons assisté avec l'épisode d'Achkamau et de Purwa Baz à la disparition de l'infection de cette petite région. Ce dernier temps de travail nous avait pourtant apporté un enseignement précieux, qu'expliquaient les études écologiques faites dans le même temps sur les rats des villages et leurs mouvements limités: c'était le fait, acquis à Achkamau et Purwa Baz, de la survie de nombreux rats après une épizootie, qui à Achkamau en particulier, avait été très sévère et avait duré plus d'un mois. La mortalité murine d'Achkamau, relevée maison par maison, montrait que plus de la moitié d'entre elles avait échappé à l'épizootie; le passage systématique au

cobaye des rats capturés dans ces maisons nous avait permis en cours d'épizootie, puis après la fin de celle-ci, d'établir que ces rats étaient indemnes et non survivants par résistance à l'infection.

Cet aspect de l'épizootie murine villageoise expliquait le caractère sporadique et le petit nombre des cas humains; d'autre part, il mettait en évidence la brièveté, la fragilité, le caractère accidentel de l'infection murine: les rats n'étant même pas capables dans les conditions de ces villages, de conserver l'infection assez longtemps pour qu'elle puisse atteindre, sinon la totalité, du moins la plus grande partie d'entre eux. Si pour beaucoup de villages, dans l'histoire de la peste aux U.P. (et sous nos yeux pour les villages d'Achkamau et Purwa Baz) l'infection pouvait en apparence franchir la période de silence entre deux saisons de peste (curry-over), voire durer plusieurs années, il devenait pour nous évident qu'elle ne pouvait le faire et s'y maintenant sur les rats dans le village même, mais trouvait à partir du réservoir champêtre, à chaque nouvelle saison, assez de rats indemnes pour y recréer l'épizootie murine et par elle la peste humaine.

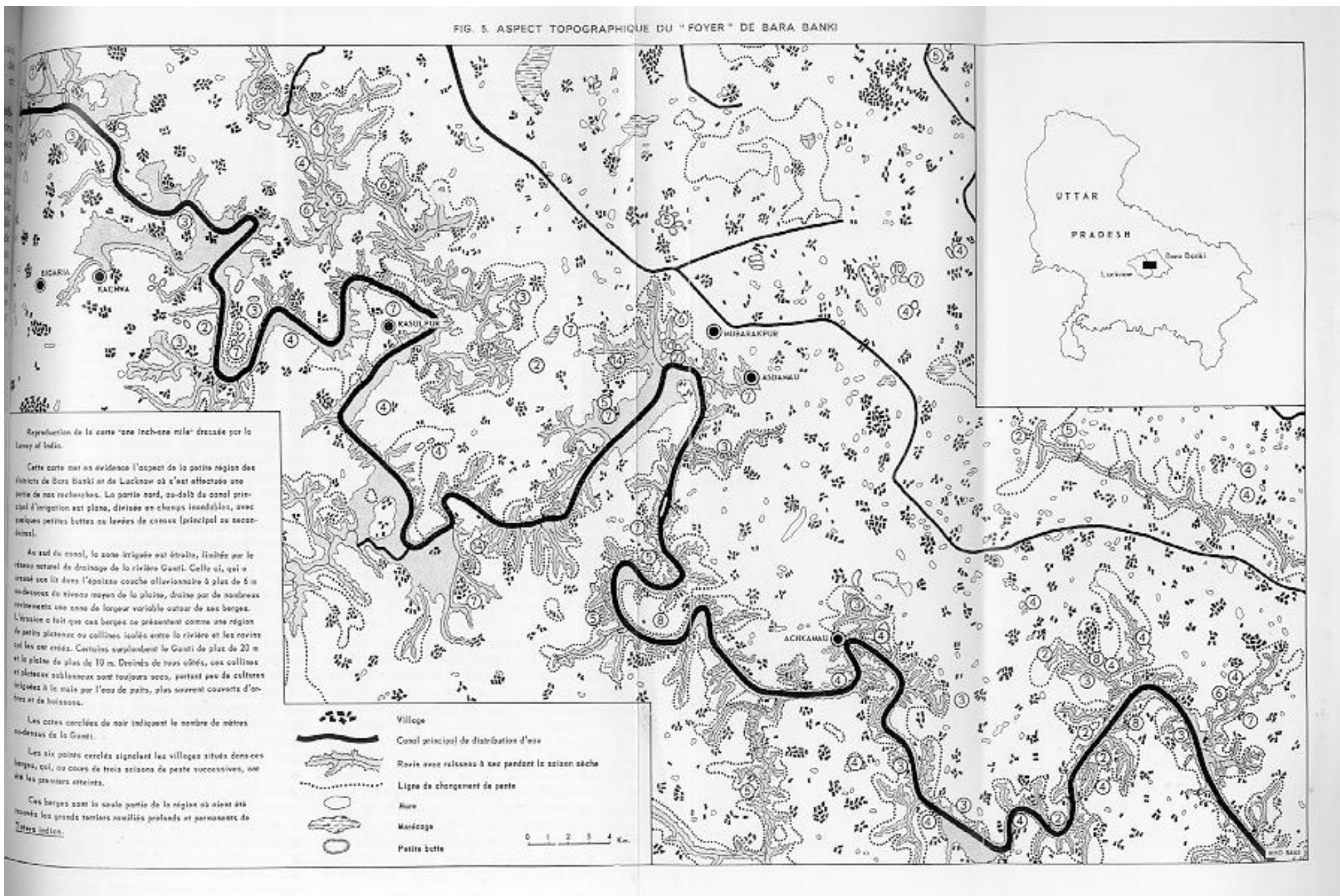
Huitième temps. Foyer Ouest: Dehra Dun

Programme. Notre travail de recherches comportait une conclusion logique, énoncée en appendice à l'accord de 1952: "... the Government and the World Health Organization agree to give their best consideration to the possibility of immediately following up the survey by a further joint programme for plague control in the areas surveyed."

Ce que nous venions de voir de la peste champêtre, de son mode de progression invisible, presque indcelable, en tous cas imprévisible quant à sa direction et sa rapidité, suffisait à nous prouver l'impossibilité pratique d'un programme de lutte contre la cause même de l'infection aux U.P. Par contre, ce que nous avions vu d'encourageant et en même temps de décevant dans les résultats de la lutte contre l'infection dans les villages par le traitement aux insecticides nous incitait à consacrer le dernier temps de notre travail aux U.P. à l'étude de la prophylaxie de l'infection humaine par cette méthode, en vue de la préparation du programme de lutte demandé.

En fait, ce traitement aux insecticides était déjà en application aux U.P. comme dans toute l'Inde depuis plusieurs années pour la lutte antipesteuse, sous l'impulsion et d'après les recherches de Wagle

FIG. 5. ASPECT TOPOGRAPHIQUE DU "FOYER" DE BARA BANKI



Reproduction de la carte "one inch-one mile" dressée par le Survey of India.

Cette carte met en évidence l'aspect de la petite région des villages de Bara Banki en de Lucknow où s'est effectuée une série de six récoltes. La partie nord, au-delà du canal principal d'irrigation est plane, divisée en champs inondables, avec quelques petites buttes ou levées de canaux (principal ou secondaires).

Au sud du canal, la zone irriguée est étroite, limitée par le réseau naturel de drainage de la rivière Gauti. Celle-ci, qui a creusé son lit dans l'épave corchée alluvionnaire à plus de 5 m au-dessus du niveau moyen de la plaine, draine par de nombreux ruisseaux une zone de largeur variable autour de ses berges. L'érosion a fait que ces berges se présentent comme une région de petits plateaux ou collines isolées entre la rivière et les ravins qui les ont créés. Certains surplombent la Gauti de plus de 20 m et la plaine de plus de 10 m. D'autres de tous côtés, ces collines et plateaux isolés sont toujours secs, portent peu de cultures irriguées à la main par l'eau de pluie, plus souvent couverts d'arbres et de buissons.

Les cotes encadrées de noir indiquent le nombre de mètres au-dessus de la Gauti.

Les six points encadrés signalent les villages situés dans ces berges, qui, au cours de trois saisons de peste successive, ont été les premiers atteints.

Ces berges sont la seule partie de la région où nient être tombés les grands sautiers sautiers profonds et permanents de l'Inde.

-  Village
-  Canal principal de distribution d'eau
-  Rivière avec ruisseaux à sec pendant la saison sèche
-  Ligne de changement de pente
-  Rivière
-  Mangrove
-  Petite butte

0 1 2 3 4 Km.

de Seal (1953). Il ne s'agissait pas pour nous de faire la preuve de son efficacité reconnue mais de tâcher d'y apporter des modifications rendant son application plus aisée et si possible plus économique.

L'équipe rentrait donc à la base de Dehra Dun qui offrait plus de commodités et d'autre part était au centre d'une région activement traitée par les équipes de la lutte antipaludique avec les mêmes méthodes de pulvérisation d'insecticides mouillables que venait d'appliquer sous nos yeux au Bara Banki l'équipe de lutte antipesteuse. Enfin, le retour à Dehra Dun permettait de continuer les études écologiques sur les rongeurs dans une région différente pour comparaison avec ce qui venait d'être fait au Bara Banki.

Travail. Un premier sondage était fait dans sept villages traités par les équipes de lutte antipaludique au DDT mouillable 50%, de 3 à 8 mois auparavant: 48 *Rattus* et 7 *Suncus murinus* capturés à la masse et épuvés avant le jour portaient seulement 18 puces, soit un indice de 0,3, alors que dans les maisons non traitées d'un autre village, 25 *Rattus* et 4 *Suncus* donnaient 165 puces, soit un indice de 5,6. Ce résultat montrait l'action évidente et prolongée d'un traitement dont la technique n'était cependant nullement orientée dans un sens favorable au résultat que nous recherchions, les équipes antipaludiques dirigeant spécialement leurs efforts sur les murs et la face interne des toitures ou des terrasses, plus que sur le sol et les recoins des pièces, les trous des rats, le dessous des lits, des coffres ou des pots de terre contenant le grain et les innombrables loques, objets et débris qui s'entassaient dans toute maison villageoise aux U.P. et fournissent aux rats leur habitat ordinaire.

Certes, il était satisfaisant de constater que la lutte entreprise aux U.P. sur une très large échelle contre le paludisme était également efficace contre la peste et que la méthode de pulvérisation employée, pour laquelle existaient un important matériel et des équipes nombreuses et bien entraînées, devait suffire en temps d'épidémie à la prophylaxie de la peste humaine. Cependant, cette méthode offrait deux inconvénients majeurs: celui de la lenteur de sa mise en œuvre d'une part, à cause du temps nécessaire pour amener sur place les équipes spécialisées et le matériel, d'autre part celui de son prix de revient élevé dû lui aussi aux frais de déplacement et d'entretien des équipes et du matériel.

En fait, il semblait nécessaire de trouver une méthode applicable immédiatement par les paysans

eux-mêmes dès le premier « rat fall », seule capable de permettre une prophylaxie de l'infection humaine suffisamment rapide et économique. Nous choisissions la méthode du « patch dusting », dépôt de poudre en petits tas sur les trajets marqués par les mouvements des rats dans les maisons (rat runs). L'efficacité de cette méthode, largement utilisée aux USA, n'avait pas à être confirmée; nous voulions seulement en éprouver les possibilités d'application et de succès aux U.P. Sept villages étaient sélectionnés dans le district de Saharanpur où le piégeage de 128 *Rattus* montrait un indice pulcicidien de 7 à 21; quatre d'entre eux étaient choisis pour l'expérimentation du poudrage en tas (patch dusting) avec trois sortes d'insecticides. Les tas de poudre étaient déposés par nous-mêmes, largement mais sans excès, sur toutes les pistes des rats (rat runs) indiquées par les paysans eux-mêmes, qui les connaissaient parfaitement, à l'entrée des trous des rats, sous les lits, coffres, etc.

Le premier village ainsi traité, le plus important de tous: Ganji, 88 maisons, était terminé en 6 heures par cinq travailleurs (soit 30 heures de main d'œuvre) avec 37 kilos de poudre de DDT 10%, soit 420 grammes par maison. Le deuxième: Nauratagarh, 27 maisons, demandait 12 kilos de poudre d'aldrine à 2%, soit 420 grammes également par maison et 7,15 heures de main d'œuvre. Le troisième: Damodarabad, 27 maisons, était traité également avec de l'aldrine poudre, mais à 5%; il demandait 13 kilos d'insecticide, soit 480 grammes par maison et 11 heures de main-d'œuvre. Enfin, le quatrième: Amanatgarh, 30 maisons, était traité avec de la poudre de dieldrine à 1,5%; 13 kilos d'insecticide soit 430 grammes par maison étaient déposés en 11 heures de main-d'œuvre.

Trois villages proches étaient pris comme témoins. Le premier, Hansawala, était traité par pulvérisation de DDT mouillable à 50% (concentration du liquide: 1,25%), non plus selon la méthode antipaludique, mais en traitant avec soin le sol, les recoins, trous de rats, dessous de lits, coffres, etc.; l'opération consommait 8 kilos de DDT pour 78 maisons, soit 100 grammes par maison et demandait 60 heures de main-d'œuvre. Le second, Nanaugarh, était traité de la même manière, mais par pulvérisation de HCH mouillable à 50% (concentration du liquide: 1,25%); les 15 maisons du village demandaient 2150 grammes de HCH 50%, soit 145 grammes par maison et 18 heures de main-d'œuvre. Enfin, le troisième village: Tanda Mansing, n'était pas traité.

Une capture était organisée dans ces villages après 10 jours, 30 jours, puis dans la suite régulièrement tous les mois par l'équipe des U.P. Les résultats qualitatifs étaient nettement en faveur du « patch dusting »: l'indice pulicidien se maintenait à 0 pendant deux mois dans les quatre villages ainsi traités alors qu'il restait à 0,1, 0,4 et même 1,4 dans les deux villages traités par pulvérisation. Cependant, les résultats dans le temps étaient à peu près identiques. Les puces commençaient à disparaître sur les rats à partir du troisième mois, mais en très petit nombre, jusqu'au huitième mois: l'indice pulicidien passait lentement pendant cette période de 0 à 0,8 maximum pour les villages traités par « patch dusting » et de 0,1-1,4 à 2,7 maximum pour les villages traités par pulvérisation. A partir du huitième mois, l'indice remontait rapidement en un à deux mois vers la normale, c'est-à-dire 7 à 11, chiffres autour desquels avait oscillé le village témoin non traité pendant toute la période d'observation (15 mars-15 décembre).

Résultats. On pouvait donc estimer que le traitement aux insecticides et particulièrement le « patch dusting » devait, comme nous l'avions observé à Purwa Baz, s'il était fait soigneusement, arrêter net l'épidémie murine et partant l'infection humaine. Son action pouvait être parfaitement efficace dans les zones où l'infection ne faisait que passer sans tendance à se maintenir, comme la zone irriguée du Bara Banki; le traitement par contre devait être recommencé avant le début de chaque saison de peste dans les zones où la peste montrait une tendance à s'incruster. Quelques essais de « patch dusting » par les paysans eux-mêmes, après une démonstration d'une demi-heure faite par l'un de nous, montraient que ceux-ci, dans tous les villages, réalisaient aisément un traitement excellent avec 400 grammes de DDT 10% en poudre par maison.

Par ailleurs, nous avons pu constater au cours de l'épidémie du Bara Banki, sur les 143 cas de peste, tous buboniques, que nous avons pu observer, le remarquable effet du traitement par les sulfamides¹ s'il était appliqué, non pas nécessairement dans les premières heures, mais au moins avant l'apparition de la phase septicémique. Si, dans les villages où la déclaration était faite trop tard ou bien où l'équipe de contrôle n'arrivait pas assez vite, la

¹ Ce traitement était en application régulière aux U.P. depuis plus de dix ans, à la suite des recherches entreprises dès 1940 par Sokhey, Wagle et leurs collaborateurs.

mortalité restait considérable, par contre, pour les cas traités à temps, la mortalité était rigoureusement nulle, malgré les très petites quantités quotidiennes de sulfamides (3 grammes au maximum et souvent 1 gramme seulement) administrées par les infirmiers visiteurs. Les malades mettaient très longtemps à guérir, le ou les bubons, même pris au début, ne montraient aucune tendance à la résorption mais évoluaient vers la collection purulente et l'ouverture à la peau, la température ne s'abaissait que très lentement, mais en aucun cas la septicémie ne se produisait.

A Nasirpur, par exemple, où la peste humaine avait commencé au début de janvier, huit malades sur dix étaient morts avant l'arrivée de l'équipe sanitaire. Après l'installation d'un infirmier au village, douze cas se produisaient encore, tous traités par les sulfamides: pas de morts. A Budhna, le premier malade du village, traité trop tard, mourait de la peste; dans la suite, le village étant mis sous surveillance, tous les cas étaient traités dès la vingt-quatrième heure au plus tard, toujours avec des doses très faibles: 17 cas, pas de morts. A Suraf Mandu, avant le traitement des malades: 1 cas mortel; après institution du traitement: 2 cas guéris. A Purwa Kumer, avant: 3 cas tous mortels; après: 5 cas guéris. Daryapur: 7 cas tous mortels, puis 3 cas guéris. Kothi: 7 cas tous mortels, puis 4 cas guéris. Purwa Khushli: 7 cas tous mortels, puis 5 cas guéris. Purwa Baz: 4 cas tous mortels, puis 5 cas guéris. Dayalpur: 5 cas tous mortels, puis 4 cas guéris. Purwa Ramdin: 3 cas dont 2 mortels, puis 2 cas guéris. Dans les villages où la peste était apparue après l'installation de la surveillance, le résultat était éloquent; Bhandia: 4 cas tous guéris, Manpur: 5 cas tous guéris, Simrawan: 1 cas guéri, Sheikhpur: 8 cas tous guéris.

Au moment où devait cesser le travail en collaboration directe, et où l'équipe de l'Institut Pasteur de l'Iran rentrait à Téhéran, nous ne pouvions donc que déposer la recommandation suivante pour le programme futur de lutte contre la peste: installation d'une petite équipe dans chacune des thanas infectées, travaillant dans un rayon de 20 km au moins autour des derniers villages ayant montré l'infection humaine. Si les crédits le permettaient, « patch dusting » de toutes les maisons de tous les villages par les paysans eux-mêmes après démonstration par un technicien de l'équipe. Si les quantités nécessaires d'insecticide (25 tonnes de DDT) ne pouvaient être accordées, simple démonstration de « patch dusting » soit dans chaque village, soit dans

les centres (les jours de marché par exemple) devant les chefs de village assemblés. Puis retrait des équipes de démonstration et constitution dans chaque centre de police (Police Station)² d'un dépôt de 500 kilos de poudre de DDT à 10% et 10 kilos de sulfamides en comprimés: 400 grammes de DDT par maison et 25 grammes de sulfamides par malade devant être délivrés immédiatement à tout chef de village qui viendrait déclarer la peste murine ou humaine.

L'équipe des U.P. restait basée à Dehra Dun mais devait se déplacer au premier appel pour la surveillance de tous les points suspects et la continuation des recherches sur la peste des rongeurs champêtres, celle du rat et de l'homme, ainsi que sur l'action des insecticides.

Acquisitions de la deuxième « saison »

Les confirmations et les preuves nécessaires nous semblaient être acquises sur toutes les questions de notre programme. Aux questions a) et b) concernant les zones d'endémicité, nous pouvions maintenant répondre: les zones d'endémicité permanente sont les régions sèches, non irriguées, non inondées par les pluies de la mousson, où la densité des cultures et partant celle des rongeurs est la moins forte et où domine l'espèce à terriers profonds et permanents qui s'adapte le mieux à ce milieu sec — la grande gerbille, *Tatera indica*. La résistance à la peste de ce rongeur permet à l'infection de trouver assez longtemps aux mêmes lieux une population assez dense pour y persister plusieurs années de suite. Les zones d'endémicité permanente sont donc les zones d'enzootie permanente. Cette description correspondait à l'aspect trouvé dans les districts « endémiques » vrais de Faizabad, Basti et Gorakhpur que nous avions simplement reconnus et ceux de Deoria, Jaunpur et Saharanpur que nous avions pu étudier.

En opposition, les zones dites d'épidémicité sont les zones irriguées, inondées à chaque mousson, où la densité des cultures et partant des rongeurs est considérable et où dominent les espèces à haute sensibilité: *Millardia* et *Bandicota*, périodiquement exterminées soit par l'infection soit par les inondations de la mousson. Notre travail nous montrait qu'en fait il n'existait pas aux U.P. de « district épidémique », en dépit de la mention portée sur la

² A l'époque, l'infection n'existait déjà plus, dans toutes les U.P., que sur le territoire de douze Police Stations. C'est à ces Police Stations que les chefs de village sont tenus également de venir faire leurs déclarations de peste.

carte officielle de la peste aux U.P. sur la plupart des districts centraux.

En fait, à côté des districts à endémicité permanente, il n'existait que des districts à endémicité provisoire: tout district aux U.P. possédant au moins une petite partie de zones sèches, quelques buttes, levées ou herges surélevées de canaux ou de rivières, telles au Bara Banki les berges de la Gumti, où les *Tatera* gîtées en profondeur pouvaient pour un temps assurer la perpétuation de l'infection. La durée de ce provisoire était liée au rapport de surface entre zones sèches d'endémicité et zones inondables d'épidémicité dans chaque district. Si ce provisoire avait pu, au Bara Banki par exemple, durer plus de vingt-cinq années consécutives (1905-1930), les districts de grande irrigation comme l'Aligarh et le Bulandshar, entre Gange et Jumna, centrés par l'Upper Ganges Canal, ou l'Agra irrigués par la Jumna et l'Agra Canal n'avaient pas connu de périodes d'endémicité supérieures à sept ans, séparées par des périodes de silence de une à dix années. D'autre part, nous étions maintenant certains qu'il n'existait aucune zone de permanence vraie de l'infection et à notre départ de l'Inde dès mai 1956, nous pouvions affirmer qu'il n'existait plus aux U.P. que trois petites zones d'endémicité, une au Bara Banki-Lucknow, une au Jaunpur-Sultanpur-Pratabgarh, une au Basti-Gorakhpur.

La progression de la peste sur les rongeurs à travers champs, de proche en proche, maintenant démontrée, fournissait la réponse aux questions c) et d), tout au moins à l'échelle du village et de la « thana ». Il nous restait à dresser la carte d'ensemble de la peste aux U.P. dans les cinquante dernières années pour vérifier à l'échelle du district les possibilités de ce mode de progression.

Enfin, nous apportions également une réponse à la question posée en corollaire à notre programme — établissement d'un projet de lutte contre la peste — réponse à vrai dire décevante. Il n'existait aucun moyen de s'attaquer à la cause même de l'endémicité de la peste aux U.P., c'est-à-dire à l'infection des rongeurs champêtres. Le programme de lutte devait se limiter à combattre les effets de cette infection, c'est-à-dire la peste du rat et, par elle, la peste humaine, lutte pour laquelle nous n'avions à proposer qu'une adaptation plus pratique et moins onéreuse de méthodes déjà connues et déjà appliquées aux U.P.

Mais nos recherches nous permettaient en même temps d'élucider d'autres questions, qui, pour ne pas nous avoir été posées, n'en étaient pas moins

des questions-clés de la peste indienne. Le rythme des saisons de peste, particulier à l'Inde, trouvait son explication dans les mœurs mêmes des rongeurs champêtres, responsables et possesseurs de l'infection, mœurs liées aux conditions climatiques du pays. Aux U.P., le temps de rapide extension de la peste et de contamination des villages correspondait à la saison de reproduction des rongeurs champêtres et de leur dispersion à travers champs; dès que ces rongeurs se sédentarisèrent, la progression de l'infection cessait; à leur entrée en estivation la peste murine et humaine disparaissait. Sans nier aucun des facteurs invoqués avant nous et qui entrent certainement en ligne de compte, comme l'influence de la chaleur sur le pouvoir vecteur ou la multiplication des puces ou la reproduction des rats ou la réceptivité de ceux-ci à l'infection, leur rôle nous apparaissait comme accessoire. Nous avons pu constater nous-mêmes qu'aux U.P. le *Rattus* se reproduisait toute l'année et notre étude rétrospective village par village nous avait montré la grande fréquence de la peste humaine en pleine « saison de silence » (off season): si l'infection touchait un village en fin de « saison de peste », l'épizootie murine détectée par l'épidémie humaine s'y déroulait normalement, c'est-à-dire pendant un à plusieurs mois, en dépit des conditions climatiques.

Une autre question était celle de l'immunité pratiquement complète des districts de montagne: Dehra Dun, Tehri Garhwal, Naini Tal, Pauri Garhwal et Almora (fig. 1), où le nombre des rats dans les villages jusqu'à haute altitude est cependant le même que dans les deux autres districts. L'explication que nous en apportions était la très faible densité des rongeurs champêtres au nord de la ligne des collines du pied de l'Himalaya (Siwalik Range, Terai Belt) et l'absence complète de *Tatera indica* au-dessus de 1000 m.

La dernière question était celle du rôle du rat dans le cycle de la peste indienne. On sait qu'avant notre recherche, la peste avait déjà été trouvée chez les rongeurs champêtres. George & Webster (1934) avaient observé l'infection de *Tatera indica* et de *Mus booduga*, Sharif & Narasimham (1943) celle de *Millardia melitana*. Quant à *Bandicota bengalensis*, incriminé dès 1905 par Hossak, (cité par Pollitzer) son rôle possible dans la peste indienne avait fait l'objet de nombreux travaux. Cependant l'infection de ces rongeurs avait toujours été considérée comme secondaire à celle du rat, le passage de rongeur champêtre à rongeur domestique et le retour au rat ayant toujours été nié, sans que, comme nous

l'avons dit, aucune recherche systématique ait été, avant nous, faite sur ce sujet.¹

Notre travail aux U.P. sur le rat nous autorisait à conclure également à l'échange de la peste entre le rat et les rongeurs sauvages, mais ce phénomène prenait une importance primordiale. Plus exactement, c'était l'échange en sens inverse de celui qu'invoquaient nos devanciers, c'était le passage des rongeurs champêtres au rat, phénomène non plus accidentel, mais habituel, chaque fois que la peste des champs s'approchait assez près d'un village, qui nous apparaissait comme capital. Nous n'éprouvions pas pour autant le besoin de nier l'interprétation donnée avant nous: passage du rat aux rongeurs champêtres; celui-ci que nous considérons comme un retour, n'ayant aucune raison de ne pas se produire. Mais son rôle nous apparaissait pratiquement nul: le petit nombre des rats par rapport aux rongeurs champêtres et la brièveté de l'infection murine dans la plupart des villages atteints ne lui laissant que peu de chances d'aider à « relancer » l'infection champêtre.

Le rôle du rat, envisagé sous l'angle de l'infection humaine, restait capital et unique, en ce sens que les chances de contamination humaine directe à partir des rongeurs champêtres et de leurs puces ne pouvaient pas être aux U.P. plus grandes qu'elles ne l'étaient au Kurdistan persan et aux Etats-Unis par exemple, c'est-à-dire pratiquement nulles. Sans le rat, pas d'infection humaine en Inde ou si peu qu'elle n'eût jamais pu y être reconnue, n'ayant pas comme au Kurdistan la chance de l'épidémisation par les ectoparasites humains. Par contre, envisagé sous l'angle de la conservation de l'infection, le rôle du rat était nul: sans le *Rattus*, aux U.P., la peste se fût maintenue exactement aux mêmes lieux et pendant le même temps.

Enfin, l'ultime conséquence de notre travail nous semblait être la possibilité de l'extension aux autres foyers de l'Inde des conclusions que nous adoptions pour les U.P. Nous connaissions par les travaux de nos prédécesseurs, la présence de *Tatera indica* et même de *Tatera indica* infectée dans le foyer de Bombay, et son existence dans le foyer du Bihar confinant aux U.P. Nous savions que la carte de sa

¹ Pour ces travaux comme pour tous les autres travaux rappelés dans cette publication, nous n'avons pas jugé nécessaire de reprendre et de commenter les résultats obtenus ni même d'en donner une bibliographie complète: Pollitzer (1934) dans son admirable monographie, éditée par l'OMS, ayant présenté et discuté dans le plus petit détail chacun de ces travaux, avec la bibliographie la plus riche qui ait jamais été rassemblée.

distribution se superposait à celle des foyers endémiques de la peste et que l'une comme l'autre ne dépassaient pas le Bihar à l'est, le Pendjab et Delhi à l'ouest; la *Tatera* existait dans le foyer des Provinces centrales, dans le foyer de Madras et de Mysore comme dans le foyer de Bombay, et de celui-ci au foyer d'Hyderabad. La carte détaillée du foyer de la province de Bombay et de ses relations avec le foyer d'Hyderabad et l'étude que donnait Sharif (1951) de l'infection dans cette zone montraient que la peste ne s'y maintenait qu'en zone de collines, d'où elle descendait toujours vers les plaines. Les mots de « watersheds » et « hills » revenaient toujours dans la description donnée par Sharif des différents foyers endémiques de l'Inde et nous savions qu'à ces mots correspondaient des conditions identiques à celles observées par nous au Saharanpur ou au Deoria par exemple, ainsi que nous l'avait confirmé le rapide voyage d'information de l'un de nous aux Provinces centrales. Nous insistions donc sur la nécessité d'une enquête sur les rongeurs champêtres et particulièrement la *Tatera* dans ces foyers.

TRAVAIL DE RECHERCHE 1956-1957

L'équipe de l'Institut Pasteur de l'Iran rejoignait Téhéran à la fin de mai 1956. Le travail expérimental sur le matériel rapporté et le travail épidémiologique sur les cartes allaient continuer pendant une année encore. L'OMS acceptait de nous envoyer pour un temps à Téhéran le statisticien N. C. Gupta. L'un de nous pouvait également en 1957 visiter à deux reprises, en avril à l'aller et en octobre au retour d'un voyage de recherches sur la peste également organisé par l'OMS à Java, l'équipe des U.P. à Dehra Dun et garder ainsi le contact.

Travail

L'équipe rapportait à Téhéran 37 souches de peste dont 21 du Bara Banki et 16 du Jaunpur, 80 *Tatera* et 30 *Millardia* vivantes et une collection de 5268 puces en alcool.

Les 37 souches de peste avaient l'origine suivante:

a) 27 souches de rongeurs domestiques, soit: 22 souches isolées de rats (*Rattus rattus*) et 3 de souris (*Mus musculus*) trouvés morts dans des maisons de pestes; 2 souches isolées de rats vivants capturés dans les mêmes villages.

b) 1 souche de puces « domestiques », isolée de *Xenopsylla*, récoltées dans une maison de pestes.

c) 7 souches de rongeurs champêtres, isolées de cadavres de *Tatera* trouvés dans des terriers.

d) 2 souches de puces « champêtres », isolées de puces récoltées sur des rongeurs vivants, indemnes d'infection.

Ces 37 souches étaient confiées comme celles de la saison précédente à notre collaborateur M. Eftekhari pour étude sur milieux d'identification et milieux d'épreuve biochimique: glycérine et rhamnose. Trois d'entre elles étaient également soumises à des épreuves de virulence en comparaison avec des souches connues sur gammes d'animaux de sensibilité différente. Des 110 rongeurs rapportés vivants, 60 *Tatera* et 8 *Millardia* seulement résistaient au voyage de retour et servaient à une nouvelle série d'expériences de sensibilité comparée. Enfin, notre collaborateur Ch. Mofidi acceptait de nouveau de se charger de l'identification des 5268 puces, provenant du Saharanpur et du Bara Banki.

D'autre part, un long travail de cartographie de la peste aux U.P. depuis 1905 était entrepris dans le but d'étudier l'ensemble des mouvements de l'infection au cours des cinquante dernières années.

Résultats

Les nouvelles expériences sur la sensibilité à la peste des *Tatera* des U.P. étaient faites comme les précédentes par voie percutanée en séries parallèles avec des séries de rongeurs de sensibilité connue. Les expériences de la fin de la première saison, augmentées entre-temps de deux expériences sur *Tatera* de l'Iran, ayant fait la preuve de la résistance à la maladie de ce rongeur, les 60 *Tatera* des U.P. étaient cette fois soumises à une épreuve très forte destinée à déterminer leur capacité de défense devant une contamination sévère comme celle du temps d'épizootie; 38 *Tatera* mouraient de peste, soit 6 en trois jours, 19 en quatre jours, 5 en cinq jours, 1 en six jours, 3 en sept jours, 1 en huit jours, 2 en neuf jours et 1 en dix jours; 22 résistaient dont 10 donnaient une splénectomie positive et 12 une splénectomie négative. Les 8 *Millardia*, dans la même expérience, mouraient en 3, 4 et 5 jours. Des 10 *Meriones libycus* inoculés en parallèle comme témoins de résistance élevée, 4 mouraient de peste en sept et huit jours; des 6 résistants, 3 donnaient une splénectomie positive, chiffre exceptionnellement élevé. Cette expérience confirmait la grande résistance de *Tatera indica* à la maladie; elle montrait également que le seuil de réceptivité de ce rongeur était certainement plus élevé que nous ne l'avions estimé lors des expériences de la saison précédente.

Les 37 souches de peste, comme les 30 de la première saison, se montraient toutes du type océanique, ne fermentant ni la glycérine ni le rhamnose. Trois d'entre elles: une souche domestique (*Rattus*) et une souche champêtre (*Tatera*) du Bara Banki, une souche champêtre (*Tatera*) du Jaunpur, étaient testées dans 11 expériences portant au total sur 178 rats blancs, 130 cobayes, 153 *Meriones libycus*, 62 *Meriones tristrami*, 48 *Meriones vinogradovi*, 63 *Meriones persicus* et 48 *Tatera indica* capturées en Iran. La virulence des trois souches se montrait égale à celle des deux souches du Kurdistan iranien conservées à l'Institut Pasteur comme souches étalons de virulence forte.

L'identification des puces donnait les résultats suivants. Pour le Bara Banki, existaient 48 lots représentant 1808 puces provenant de 606 animaux, soit 6 lots récoltés sur 47 *Tatera*, 13 lots récoltés sur 82 *Millardia*, 2 lots récoltés sur 11 *Mus booduga*, 14 lots récoltés sur 451 *Rattus*, 2 lots récoltés sur 9 *Suncus murinus*, 2 lots récoltés sur 6 *Mus musculus*, 4 lots de terriers et 5 lots de maisons.

Les 6 lots de *Tatera* comprenaient: *X. astia*: 19 (6 mâles, 13 femelles); *N. punjabensis*: 11 (3 mâles, 8 femelles). Les 13 lots de *Millardia* comprenaient: *X. astia*: 68 (21 mâles, 47 femelles); *N. punjabensis*: 81 (6 mâles, 75 femelles). Les 2 lots de *Mus booduga* comprenaient 5 *N. punjabensis* (1 mâle, 4 femelles). Les 14 lots de *Rattus* comprenaient: *X. astia*: 952 (287 mâles, 665 femelles); *X. cheopis*: 520 (207 mâles, 313 femelles); *N. punjabensis*: 98 (18 mâles, 80 femelles). Les 2 lots de *Suncus* comprenaient: *X. astia*: 3 (1 mâle, 2 femelles); *X. cheopis*: 8 (3 mâles, 5 femelles). Les 2 lots de *Mus musculus* comprenaient: 3 *X. astia* (1 mâle, 2 femelles). Les 4 lots de terriers 11 *X. astia* (4 mâles, 7 femelles). Enfin, les 5 lots de maisons comprenaient: *X. astia*: 10 (3 mâles, 7 femelles); *X. cheopis*: 6 (2 mâles, 4 femelles); *N. punjabensis*: 10 (2 mâles, 8 femelles); *C. felis*: 3 (1 mâle, 2 femelles).

Pour le Saharanpur existaient 33 lots représentant 3460 puces provenant de 533 animaux, soit 3 lots récoltés sur 95 *Tatera*, 1 lot récolté sur 1 *Millardia*, 1 lot récolté sur 1 *Suncus* et 28 lots récoltés sur 436 *Rattus*. Les 3 lots de *Tatera* comprenaient: *X. astia*: 295 (37 mâles, 258 femelles); *X. hussaini*: 17 (7 mâles, 10 femelles). Le lot de *Millardia* comprenait 1 *X. astia*; le lot de *Suncus* 1 *X. cheopis* mâle. Les 28 lots de *Rattus* comprenaient: *X. astia*: 265 (81 mâles, 184 femelles); *X. cheopis*: 2376 (1274 mâles, 1102 femelles); *N. punjabensis*: 504 (178 mâles, 326 femelles); *C. felis* 1 femelle.

Ce travail confirmait l'absence de *X. cheopis* sur les rongeurs champêtres, et la non-existence de *X. hussaini* au Bara-Banki. Les lots récoltés sur *Rattus* tant au Bara Banki qu'au Saharanpur l'ayant été dans d'excellentes conditions à l'aube permettaient de se faire une idée exacte du pourcentage des espèces: celui-ci s'établissait pour le Bara Banki à *X. astia* 60%, *X. cheopis* 33%, *N. punjabensis* 6%, pourcentages très proches de ceux observés la saison précédente. Pour le Saharanpur par contre, où aucun pourcentage n'avait été établi en 1954-1955, les proportions étaient totalement différentes: *X. astia* 9%, *X. cheopis* 75%, *N. punjabensis* 16%.

Le travail cartographique était terminé à la fin de 1957 et mettait en évidence les changements d'aspect de la peste aux U.P. dans les 50 années antérieures. En fait, la carte montrait que le phénomène des deux foyers dits endémiques est et ouest était un aspect récent de l'endémie. En 1905, année où commence le relevé officiel des U.P., l'infection occupe la totalité des U.P. sauf les trois districts de montagne. C'est l'année où les U.P. déclarent le maximum de morts: 383 802. La situation reste presque inchangée jusqu'à 1919-1920, où s'amorce une rétraction vers l'est et l'ouest, les districts centraux perdant l'infection. Mais en 1922-1923, une nouvelle poussée se produit et la quasi totalité des U.P. est de nouveau envahie, avec une densité d'infection toutefois beaucoup moins forte qu'en 1905: 74 187 morts déclarées. A partir de 1929 s'amorce le mouvement de rétraction qui va aboutir en 1936 à l'aspect en deux foyers est et ouest, qui persiste pendant 10 ans. En 1946, se produit une brusque poussée à partir du foyer est, tendant à une nouvelle invasion des U.P.; puis la rétraction reprend mais cette fois seul le foyer est persiste: le foyer ouest disparaît dès 1952.

Tous ces mouvements de la peste pendant cinquante ans, vus à l'échelle du district, ont suivi un rythme lent qui cadre parfaitement avec le processus de proche en proche que nous avons décrit et qui est celui de la peste champêtre, sauf en une seule occasion: l'extension brusque de la «saison de peste» 1945-1946. Cette année-là, si l'on veut sauvegarder la théorie de la continuité géographique de l'épizootie,¹ on doit admettre qu'elle aurait pu partir du Faizabad, du Sultanpur, du Pratabgarh ou de l'Allahabad où elle était en pleine activité, traverser les districts limitrophes de Bara-Banki.

¹ La continuité géographique épidémique est, elle respectée: tous les districts qui s'infectent sont limitrophes les uns des autres.

Bara Bareli, Fatehpur et Banda pour atteindre l'Unnao, le Lucknow, etc. soit un trajet de plus de 100 km en ligne droite en quelques mois, hypothèse incompatible avec les mœurs habituelles des rongeurs champêtres.

D'autre part, si l'on tente de localiser à l'échelle du village l'aspect de cette brusque invasion, comme nous avons pu le faire pour le Bara Banki, le Lucknow et l'Unnao, l'apparition de la peste s'y fait de façon apparemment inexplicable, sans que la continuité géographique épidémique puisse être reconstituée. Ces trois districts sont à l'époque indemnes d'infection humaine depuis 15 ans. Dans le Bara Banki, l'infection apparaît en 1946 presque simultanément dans trois villages éloignés de 30 à 80 km des frontières infectées du Faizabad et du Sultanpur et distants l'un de l'autre de plus de 20 km; si l'un de ces villages, Budhwara, est situé à 1 km seulement de la ligne de chemin de fer Lucknow-Faizabad, les deux autres par contre sont en pleine campagne, loin de toute voie de communication et sont de très petits villages sans marché, ni chemin carrossable. Dans le Lucknow, qui n'a pas de frontière commune avec le Faizabad ou le Sultanpur infectés, l'infection apparaît en même temps (à un mois près) qu'au Bara Banki dans deux petits villages situés à plus de 30 km des villages infectés du Bara Banki, en dehors de toute voie de communication également. Dans ces deux districts, aucun autre village ne s'infectera cette année-là; le nombre des morts et la durée de l'infection dans chacun des cinq villages infectés exclut toute idée de cas importés d'une peste contractée ailleurs. Dans l'Unnao, au contraire, éloigné de 80 km des districts infectés de Faizabad et Sultanpur, l'infection apparaît en 1946 sur toute la surface du district dans 15 villages différents.

Alors donc que sur les cartes détaillées que nous avons pu dresser du Saharanpur pour trente ans, du Bara Banki et du Jaunpur pour dix ans, la peste n'a jamais fait de sauts (jumps) et que la continuité géographique épidémique suit parfaitement les mouvements ordinaires et les migrations à courte distance des rongeurs champêtres, en 1946 au contraire il faudrait admettre qu'ait pu se produire une vaste migration de rongeurs d'est en ouest, une invasion «en nappe» sur un territoire de plus de 30 000 km².

Aucun des modes jusqu'ici invoqués pour expliquer l'extension de la peste: migrations ou transports de rats, transports de puces infectées, modes dont nous ne songeons d'ailleurs pas à nier l'existence,

même en temps «ordinaire», superposés ou mêlés à l'épizootie champêtre, ne peut en effet rendre compte d'une telle rapide généralisation à un territoire aussi vaste. En fait, il faut bien admettre que si l'hypothèse d'une migration devait être retenue, les rongeurs champêtres sont les plus aptes à ce phénomène exceptionnel et sont seuls assez nombreux pour réaliser l'invasion en nappe observée. Tout, en 1946, s'est passé comme si la peste avait traversé rapidement les districts voisins des districts infectés (comme le Bara Banki ou le Lucknow), y laissant seulement quelques points infectés, pour aller s'arrêter et s'épanouir dans les districts plus éloignés (comme l'Unnao par exemple).

Fin de la recherche

Pendant la saison 1956-1957, deux des trois dernières petites zones d'endémicité que nous avons étiquetées à notre départ des U.P. à la fin de la saison précédente, devenaient à leur tour silencieuses: zones de Basti-Gorakhpur et de Jaunpur-Sultanpur-Pratabgarh. Seule une très petite zone restait infectée au Lucknow-Bara Banki. Dès la fin de 1957, nous proposons donc l'organisation d'un programme d'éradication portant sur ce foyer et également, pour surcroît de sécurité, sur le Jaunpur-Sultanpur-Pratabgarh, le dernier éteint. Les méthodes proposées étaient ainsi décrites: «... soit par la méthode classique: destruction aussi totale que possible des rongeurs champêtres sur une surface qui peut être estimée au maximum à 5000 km² au total pour les deux foyers, par le poison et par le traitement aux gaz toxiques de tous les terriers; soit par la méthode la plus moderne, i.e. seulement désinsectisation massive de toute la zone par le «patch dusting» de tous les terriers de rongeurs champêtres dans les champs et de tous les gîtes de rats dans les maisons des villages; soit enfin par les deux méthodes associées.»

Cependant la «saison» 1957-58 devait passer tout entière sans qu'un seul cas de peste humaine ou de mortalité murine soit signalé à l'équipe des U.P. toujours prête à venir enquêter sur place. Il faut donc actuellement se rendre à l'évidence: la peste s'est éteinte spontanément aux U.P. en même temps qu'elle semble s'éteindre dans tout le reste de l'Inde, suivant une régression évidente dans le monde entier. Quel est le sens de ce silence? Il signe à nos yeux la fin, par lente dégradation, dans la plaine du Gange et sa zone subhimalayenne, c'est-à-dire dans la région connue depuis soixante ans comme «le foyer des

U.P. », du processus d'équilibre instable que nous y avons étudié; il marque le terme d'une période fortunée de l'infection dans une de ses conquêtes temporaires.

Ce silence correspond-il à une disparition totale de la peste de ce foyer? Nous pensons avoir établi la certitude qu'il n'y existe pas de points où la peste puisse s'incruster pour longtemps, pas de « poches » permanentes de l'infection et que si la peste a cessé de s'y manifester, c'est qu'elle a cessé d'y exister.

Pour que la peste puisse réapparaître dans cette région, il faudrait donc qu'elle y soit réintroduite. Les conditions écologiques demeurant rigoureusement inchangées, pourrait-elle alors y retrouver le même terrifiant succès qu'elle y a connu pendant les soixante-cinq dernières années?

Tablant sur l'histoire de l'infection dans cette partie de l'Inde, nous croyons pouvoir répondre par la négative: jamais la peste ne connaîtra à nouveau la chance unique qui lui a été donnée à la fin du siècle dernier. Il paraît en effet certain que la gigantesque invasion de la fin du XIX^{me} siècle n'a pas trouvé son origine dans les vieux foyers himalayens du Garhwal et du Kumaon, d'où la peste n'a jamais réussi, depuis que nous connaissons son histoire, à descendre et à se répandre en plaine. L'épidémie du Garhwal en 1823, celles de 1834-35, sont des épisodes limités à la haute montagne; celle de 1849 prend également naissance dans une haute vallée de l'Himalaya et si elle a tendance dans les années suivantes à gagner vers le Sud, elle s'éteint cependant à son arrivée en plaine, comme l'observe Francis (1853). En 1876-77, puis à nouveau en 1880, la peste reparait au Garhwal et au Kumaon, toujours en haute montagne, toujours en épisodes limités: l'infection humaine y est bien étudiée et la mortalité murine, dont le rôle est pourtant encore inconnu, y est même relatée avec précision. Mais à la fin du siècle la peste fait silence dans ces foyers himalayens; lorsqu'un peu plus tard les deux provinces du Garhwal et du Kumaon seront divisées en districts rattachés administrativement aux U.P., ces cinq districts (Almora et Naini Tal pour le Kumaon; Dehra Dun, Tehri Garhwal et Pauri Garhwal pour le Garhwal), figureront sur la statistique officielle (à partir de 1905) comme remarquablement indemnes. Seuls les trois districts les plus au Sud: Dehra Dun, Pauri Garhwal et Naini Tal accuseront quelques rares épisodes, toujours dans leur partie sud, au contact des districts de plaine infectés, comme nous l'avons montré au début de ce travail pour les districts de Dehra Dun et Pauri Garhwal.

La nature même de ces foyers himalayens anciens, qui existent non seulement au Nord des U.P., mais aussi du Pendjab et vraisemblablement du Bihar, nous est inconnue. Le temps nous a manqué pour y entreprendre une recherche du type de celle qui nous avait permis en Iran de retrouver la peste des rongeurs sauvages dans des foyers anciens, silencieux eux aussi depuis près d'un siècle; d'autre part, nous ne pouvions localiser l'origine des épisodes himalayens du siècle dernier avec la même précision que nous avons pu obtenir pour ceux du Kurdistan persan. Sont-ce là de simples importations temporaires du foyer tibétain ou bien, hypothèse plus redoutable, d'authentiques prolongements de cet immense foyer d'Asie centrale où la peste a été reconnue sur les rongeurs sauvages en altitude sur la face nord de cette même chaîne himalayenne? Seule, une nouvelle éclosion de peste dans ces montagnes pourrait apporter la réponse à cette question en permettant de centrer la recherche sur les rongeurs; elle apporterait en tous cas la possibilité, par l'identification biochimique des souches, de faire la preuve de leur origine: la peste centre-asiatique étant glycérine positive, alors que toutes les souches jusqu'à présent identifiées en Inde sont glycérine-négatives.

En fait, l'hypothèse la plus probable est qu'il s'agit là de foyers invétérés authentiques; il semble aussi que l'on puisse affirmer que Garhwal et Kumaon, quoique rattachés administrativement aux U.P., en sont totalement distincts au point de vue géographique comme au point de vue épidémiologique et n'ont joué aucun rôle dans la création du « foyer des U.P. ». A moins, en effet, d'admettre une coïncidence et la possibilité, historiquement sans exemple, d'une descente massive de la peste en plaine à partir de ces foyers de montagne, la date de l'implantation de l'infection dans la vallée du Gange correspond à celle de l'immense invasion d'origine maritime, qui se produisait à cette époque en d'autres parties de l'Inde et dans tant de régions du monde: invasion massive, prolongée, de la « pandémie moderne »; peste « océanique », glycérine-négative. On peut affirmer sans crainte que les conditions qui ont permis cette invasion, en un temps où l'homme, ignorant des moyens de son ennemie, lui fournissait ses meilleures chances, ne se retrouveront plus. Les foyers historiques de l'Himalaya, au reste silencieux depuis plus d'un demi-siècle, s'ils demeurent bien un danger potentiel, ne représentent pas plus que dans le passé, une menace sérieuse pour l'avenir.

CONCLUSIONS

1. Cette recherche a porté uniquement sur les conditions de la peste rurale dans les provinces du Nord de l'Inde (Uttar Pradesh; ex-United Provinces, U.P.). Elle s'est proposée seulement, tant dans sa partie enquête épidémiologique (rétrospective ou actuelle) que dans sa partie recherches sur le terrain, d'élucider les modes de persistance de l'infection villageoise et de la dispersion de la peste en zone rurale.

2. En effet, les raisons du maintien prolongé de la peste en zone urbaine et spécialement dans les grands ports étaient déjà parfaitement étudiées; depuis la date de l'invasion de ces ports les longues recherches et enquêtes, faites en particulier par les chercheurs de Haffkine Institute et ceux du All-India Institute of Calcutta¹ avaient apporté la preuve du rôle unique du rat dans la persistance de la peste urbaine et sa dispersion à grande distance vers l'intérieur du pays.

3. Le foyer dit « foyer des U.P. » est de date récente, correspond à celle de l'invasion de l'intérieur de l'Inde à partir de ses grands ports dans les dernières années du XIX^{me} siècle. Cette formation récente du « foyer des U.P. », son extinction actuelle, suggèrent — en dépit de l'endémicité la plus dense et la plus continue du monde depuis cinquante années —, l'hypothèse d'un caractère « provisoire », en opposition au caractère « invétéré » d'autres foyers du monde, pourtant moins tristement renommés, à cause de la rareté qu'y présente la peste humaine.

4. L'Inde ne mériterait plus alors la redoutable réputation de pays « infecteur » qui lui a été faite dans l'histoire récente de la peste; elle ne serait, au contraire, que la victime la plus éprouvée de la « pandémie moderne », envahie à coups répétés par les vagues de la peste « océanique » venue de l'extérieur.

5. Il semble bien, en effet, que l'étude détaillée de la carte épidémiologique puisse permettre d'affirmer que le foyer des U.P., comme ceux du Bihar et du Pendjab éteints avant lui, strictement limité à la plaine du Gange jusqu'au pied des collines sub-himalayennes (Siwalik Range, Terai Belt), soit sans rapports avec les foyers himalayens proprement dits (Garhwal, Kumaon, Himachal Pradesh). L'histoire antérieure de ces foyers, bien connue depuis le début du XIX^{me} siècle, si elle suggère la suspicion d'un

caractère invétéré, montre en effet que la peste a toujours échoué dans ses tentatives de descente de la montagne vers la plaine.

6. A cette hypothèse d'un caractère « provisoire » du foyer des U.P., l'établissement de la carte épidémiologique rétrospective à l'échelle du village, d'une part pour des districts à « endémicité permanente », subhimalayens (Saharanpur, Bijnor) ou non (Jaunpur, Sultanpur), d'autre part pour des districts à « endémicité intermittente » (Bara Banki, Azamgarh, Pratabgarh), nous permet d'apporter la première confirmation: celle de l'absence de points fixes où l'infection aurait longuement persisté ou aurait reparu *de novo* après un silence prolongé.

7. En effet, l'étude de cette carte montre que dans aucun de ces districts l'infection n'est jamais demeurée longtemps aux mêmes lieux en zone rurale. La persistance la plus longue qui puisse être relevée dans un même village ou groupe de villages dans les districts les plus « endémiques » est de cinq années. D'autre part l'infection, après une période de silence prolongé ne repart jamais des derniers points où elle s'est éteinte, ni de ceux où elle a le plus longuement persisté au cours des années qui ont précédé cette extinction; la peste est toujours introduite ou réintroduite à partir d'un territoire voisin infecté.

8. L'infection est en continu déplacement, progressant de village à village de façon continue sans rapports avec les voies de communication humaine et le sens de leur trafic. Les « sauts » de l'infection en zone rurale sont exceptionnels et ne se produisent que certaines années; encore ne semble-t-il pas qu'il s'agisse la plupart du temps de sauts véritables, mais d'une expansion très rapide, jalonnée de points infectés.

9. Si donc la peste est bien endémique aux U.P. à l'échelle de l'ensemble des districts, elle est épidémique à l'échelle du village, puisqu'elle ne fait qu'y passer pour un temps le plus souvent très bref, pour n'y jamais revenir ou n'y revenir qu'après des années.

10. Cependant l'épidémie villageoise n'est pas une épidémie de peste au sens historique du terme, sens que lui ont donné les hécatombes du Moyen-âge ou les brutales explosions du Maroc ou du Kurdistan persan. L'absence de transmission inter-humaine y conserve à la maladie un caractère sporadique: les cas sont échelonnés dans le temps, peu nombreux par rapport au nombre d'habitants dans chaque village. C'est l'énorme surface envahie à certaines époques et la densité des villages, qui,

¹ Voir en particulier les articles de S. C. Seal, pages 283 et 293 de ce numéro.

en multipliant le nombre des cas, ont fait des U.P. l'un des territoires les plus infectés du monde.

11. La recherche sur le terrain devait nous montrer que cet aspect de l'épidémie villageoise est dû d'une part à l'extrême sédentarisme du *Rattus rattus*, qui se déplace peu de maison à maison: l'épizootie ne gagne ainsi que très lentement et épargne beaucoup des habitations du village; d'autre part à la répugnance avec laquelle les puces du rat, y compris le vecteur principal *Xenopsylla cheopis*, piquent l'homme.

12. Cependant si le *R. rattus* reste bien le seul facteur de contamination de l'homme, la carte épidémiologique montre et les recherches confirment que son sédentarisme même le rend incapable d'assurer la propagation de l'infection (spread) de village à village.

13. Ce rôle revient aux rongeurs champêtres, dont la densité est considérable aux U.P. et qui propagent l'infection de deux manières: a) rapidement et à distance à l'époque où les jeunes quittent le terrier natal pour rechercher leur propre établissement, c'est-à-dire deux mois environ après le début de la grande période de reproduction de septembre-décembre et pendant toute celle-ci, soit de novembre à février; b) lentement et de proche en proche, de champ à champ, de terrier à terrier, à l'époque où la chaleur commence à sédentariser les rongeurs et limite leurs mouvements à la simple quête de nourriture (mars à mai).

14. La première forme de propagation est pratiquement impossible à détecter; la seconde se fait sous forme de minces « traînées » épizootiques, serpentant à travers champs et qu'il est également fort difficile de détecter lorsque, comme dans notre recherche, ces traînées sont peu nombreuses.

15. Cette difficulté vient de deux faits: le premier est l'enlèvement immédiat de la plupart des rongeurs agonisant ou mourant en surface par les innombrables prédateurs qui les guettent de jour comme de nuit: seuls demeurent les animaux morts dans les terriers; le second est l'avance que l'épizootie champêtre prend toujours sur son détecteur: l'infection murine ou humaine, dans une direction imprévisible.

16. L'épizootie champêtre touche au passage les rats des villages et l'infection murine apparaît avec un retard d'une à deux semaines; les villages s'infectent au hasard d'abord, semble-t-il, et dans un large périmètre, au moment des migrations des

jeunes rongeurs champêtres (novembre-février), puis dans un périmètre rétréci à partir de leur sédentarisation (mars).

17. L'infection humaine n'apparaît à son tour que lorsque la mortalité murine est totale dans certaines maisons, obligeant les puces de rat à se rabattre sur l'homme, soit avec un retard d'une à deux semaines sur le début de l'épizootie murine et de deux à quatre semaines sur le passage de l'épizootie champêtre.

18. Le caractère sporadique de l'infection des villages, c'est-à-dire le fait qu'en plein territoire infecté de nombreux villages restent indemnes, correspond au trajet capricieux des traînées épizootiques. L'immunité de villages en contact humain constant avec les villages infectés et dans certains cas distants de moins de cent mètres suffit à montrer que les processus jusqu'ici incriminés, transport par l'homme de puces infectées dans ses vêtements ou marchandises, passages de rats de village à village, ne jouent pas, dans la progression de la peste rurale aux U.P., le rôle unique qui leur a été attribué.

19. A partir de mai, les rongeurs champêtres entrent en estivation, ferment leurs galeries et vivants des réserves qu'ils ont emmagasinées dans leurs terriers; aucune sortie ne se produit plus: l'épizootie s'arrête aux champs.

20. La contamination des rats des villages prend fin du même coup. A la même époque interviennent les facteurs connus, qu'ont étudiés dans le détail les chercheurs indiens: chaleur forte, hygrométrie basse, abaissement du nombre des puces ou de leur pouvoir vecteur, etc., entraînant l'extinction de l'épizootie murine dans les villages, et, par elle, celle de la peste humaine. La « saison de la peste » (plague season) est terminée. C'est seulement dans les villages contaminés les derniers à la fin de l'épizootie champêtre que l'infection murine, et avec elle la peste humaine, pourront persister pendant un mois ou plus (parfois pendant toute la durée de la « off season »).

21. Ce phénomène de prolongation de la peste sur le rat reste cependant exceptionnel et ne pourrait suffire à assurer la conservation de l'infection. La carte épidémiologique montre, et les recherches prouvent, qu'aux U.P., en zone rurale, à l'inverse de ce qui a été démontré en ville et particulièrement dans les grands ports (Bombay et Calcutta), le rat est incapable de jouer le rôle de réservoir de l'infection. Il semble qu'au village le nombre et la répartition

des rats, la brève durée de la présence de l'infection, ne puissent permettre que s'établissent les conditions qui assurent la persistance de la peste urbaine, telles que ces sélections génétiques opérées sur la population murine par la longue durée de l'infection, sa circulation et ses retours, de dock en dock, de bloc d'immeubles à bloc d'immeubles, créant ces phénomènes de résistance à la peste qu'ont remarquablement étudiés les auteurs indiens.

22. Le rôle de réservoir « habituel » de l'infection en zone rurale revient aux rongeurs champêtres, mais seulement à certains d'entre eux et sous certaines conditions. Une seule espèce, *Tatera indica*, est en effet assez résistante à l'infection pour survivre en territoire vidé par l'épizootie et entretenir l'infection des puces pendant toute la durée de l'estivation dans son terrier profond, fermé, à micro-climat favorable.

23. C'est seulement en zone sèche, drainée, non inondable, que se trouvent de tels terriers et la carte épidémiologique montre que c'est de ces zones que part toujours l'épizootie au début de chaque saison de peste.

24. En effet, en zone irriguée, les inondations de la mousson, non seulement submergent les champs plans et aménagés en bassins, noyant les rongeurs surpris en estivation et détruisant leurs terriers, mais sur niveau est assez haut pour noyer à travers le sable le fond des terriers creusés dans les buttes, rivières et berges de canaux. En fait, la carte épidémiologique montre et les recherches confirment que l'infection disparaît toujours, chaque année au moment de la mousson, des zones irriguées.

25. La peste persistera donc d'autant mieux dans une région qu'il y aura moins de zones inondables et plus de zones sèches, ce qui est le cas des districts classés depuis cinquante ans comme « endémiques ».

26. Elle persistera également d'autant mieux qu'il y aura plus de *Tatera*, espèce résistante, et moins de *Wistaritia*, *Bandicota*, etc., espèces à haute sensibilité qui ont tendance à faire « flamber » l'épizootie et à en amener l'extinction rapide. Ceci est également le cas de toutes les zones sèches, donc des districts « endémiques ».

27. Cependant la *Tatera* n'est ni assez résistante, ni assez sédentaire pour assurer la perpétuation de l'infection dans une même petite zone, dans un même terrier, comme l'assurent ailleurs d'année en année sous la forme de petite poches (pockets)

permanentes des espèces à haute résistance et rigoureusement sédentaires, telles certaines espèces de mérions au Kurdistan persan par exemple; la dureté du climat intervient également pour rendre les chances d'une longue conservation plus aléatoires.

28. En fait, les cartes de progression montrent que l'infection ne se conserve guère aux mêmes lieux en zone rurale que d'une saison de peste à la suivante. Si l'infection peut apparaître plusieurs années de suite dans un même village ce n'est pas tant que la peste se soit fixée dans son voisinage mais plutôt qu'elle y est revenue, au gré de ses trajets capricieux.

29. On peut donc conclure qu'il n'existe pas, dans le « foyer des U.P. », dans les limites géographiques que nous lui avons définies au paragraphe 5 de ces conclusions, de foyer fixe, invétéré, de l'infection et que le silence actuel de la peste humaine correspond bien à la disparition authentique de l'infection de ce foyer.

30. Le rôle que nous attribuons aux rongeurs champêtres aux U.P. y explique donc la propagation, la conservation et le caractère saisonnier de l'infection. Le rôle du rat, qui reste capital et unique en ce qui concerne la peste humaine, est réduit à celui d'un simple rongeur de liaison (liaison rodent) du réservoir vrai à l'homme. Le rat aux U.P., en zone rurale, n'est en effet pas assez nombreux par rapport aux rongeurs champêtres, ses contacts avec ceux-ci sont trop rares et son infection trop brève pour qu'il puisse jouer un rôle dans le destin de cette maladie infectieuse.

31. Le rôle que nous attribuons à *Tatera indica* explique l'immunité relative, en tout cas la non-endémicité des districts montagneux des U.P. où ce rongeur est rare, ou manque complètement, et sans doute aussi celle des autres régions indemnes de l'Inde. La carte de sa répartition géographique coïncide en effet avec celle des foyers endémiques ruraux de la peste indienne, tous centrés par des zones de pentes sèches.

32. Le mode de propagation et de conservation de l'infection que nous décrivons est le mode habituel aux U.P. en zone rurale. Il n'entre pas pour autant dans notre esprit de nier l'existence d'autres modes invoqués avant nous: en fait l'implantation de la peste, lorsqu'elle se produit de façon durable dans quelque région du monde, est due à la conjonction de nombreux facteurs favorables.

33. Un facteur cependant nous apparaît indispensable: c'est la présence de rongeurs résistants, capables d'entretenir dans leur terrier profond, à micro-climat favorable, l'infection des puces. Ces

conditions ne peuvent, à notre sens, être remplies, quelque part que ce soit dans le monde, que par des rongeurs champêtres.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont d'abord à ceux qui, à l'OMS, ont accepté de confier ce projet à l'Institut Pasteur de l'Iran: les D^{rs} W. M. Bonne, E. J. Pampana et M. Giacinto. Cette recherche n'eût cependant pu être ce qu'elle a été sans la compréhension et l'aide inconditionnelle du D^r C. Mani, Directeur du Bureau régional OMS pour l'Asie du Sud-Est et de tous ses collaborateurs, particulièrement J. S. McKensie Pollock, ainsi que des autorités indiennes et spécialement des dirigeants des Medical and Health Services des U.P.: MM. E. N. Chopra, K. M.

Lal et A. C. Banerjee. Notre reconnaissance est due à S. E. M. le D^r J. Saleh, Ministre de l'Hygiène et Président du Conseil supérieur de l'Institut Pasteur de l'Iran, qui a bien voulu autoriser cette recherche hors d'Iran.

Enfin, nos collaborateurs et amis, les D^{rs} Charmedine Mofidi, Mirza Eftekhari et Yves Golvan ont bien voulu se charger, le premier, du travail d'identification des puces, le second, d'une partie de l'expérimentation sur puces et rongeurs, le troisième, de l'établissement des cartes.

SUMMARY

The World Health Organization entrusted the Institut Pasteur de l'Iran with the execution of a research project, organized jointly by the Government of India and WHO, designed to determine the reasons for the persistence of plague and its method of spread in Uttar Pradesh—these being the only two problems still requiring solution after fifty years of study. This work was carried out in the very place in which the former Plague Research Commission had compiled what was thought to be final proof that only the domestic rat and its fleas were implicated in the genesis of rural human plague and was directed towards the elucidation of the one factor which had not yet been systematically studied—namely, the possible role played by field rodents.

The results obtained showed that the spread of infection in rural areas is caused by field rodents, among which epizootic outbreaks flare up, spreading from burrow to burrow and infecting village rats in passing; and that the persistence of rural plague is due to the relatively high resistance to the disease of the most plentiful field species, the Indian gerbil (*Tatera indica*).

The principal role played by the domestic rat is to act a "liaison rodent" between man and the field rodents. This method of spread explains the sporadic nature of rural plague throughout Indian history; and the persistence of the infection among the Indian gerbils aestivating in their burrows similarly explains the seasonal plague cycle, in which, after the annual period of quiescence, there is a recrudescence of the infection in places formerly affected. However, climatic factors (particularly monsoon floods), the fact that the Indian gerbil is not truly sedentary and that its resistance to plague, though high, is not quite high enough combine to create conditions in which the permanent pockets of infection, which are a characteristic feature of true inveterate foci, cannot exist.

This lack of stubborn foci should ensure the disappearance from India of rural plague, which is already in a state of unstable equilibrium. A campaign concentrated on the eradication of field rodents in the very limited areas where plague persists would hasten and ensure this disappearance. The disease will not then reappear in the interior of India unless it is reintroduced.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baltazard, M. & Aslani, P. (1952) *Ann. Inst. Pasteur*, **83**, 241
 Baltazard, M., & Eftekhari, M. (1957) *Bull. Org. mond. Santé*, **16**, 436
 Baltazard, M. & Mofidi, Ch. (1950) *C.R. Acad. Sci.*, **231**, 731
 Baltazard, M., Bahmanyar, M., Mofidi, Ch., & Seydian, B. (1952) *Bull. Org. mond. Santé*, **5**, 441

- Baltazard, M., Seydian, B., Mofidi, Ch., Bahmanyar, M. & Pournaki, R. (1953) *Ann. Inst. Pasteur*, **85**, 411
 Baltazard, M. et al. (1956) *Bull. Org. mond. Santé*, **14**, 457
 Chen, R. H. (1949) *J. infect. Dis.*, **85**, 97
 Francis (1853) *Trans. epidem. Soc. Lond.*, **4**, 407
 George, P. V. & Webster, W. J. (1934) *Indian J. med. Res.*, **22**, 77

- Graed, G. (1956) *Ann. Inst. Pasteur*, **90**, 8
 Hopkins, G. H. E. & Rothschild, M. (1957) *An illustrated catalogue of the Rothschild collection of fleas*, London
 Hussack (1906) *J. & Proc. Asiat. Soc. of Bengal*, New Series, **5** (cité par Pollitzer, 1954)
 Jordan, R. M. M. (1952) *Brit. J. exp. Path.*, **33**, 27, 36
 Misonne, X. (1959) *Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, **35**, n° 17
 Pollitzer, R. (1954) *La peste*, Genève (*Organisation mondiale de la Santé: Série de Monographies*, n° 22)
 Rao, M. S. (1940) *Indian J. med. Res.*, **27**, 617, 833
 Sharif, M. (1930) *Rec. Ind. Mus.*, **32**, 52
 Sharif, M. (1951) *Bull. Org. mond. Santé*, **4**, 75

- Sharif, M. & Narasimham, A. S. (1943) In: Sokhey, S. S., *Report of the Haffkine Institute for the years 1940 and 1941*, Bombay
 Sokhey, S. S. & Dikshit, B. B. (1940) *Lancet*, **1**, 1040
 Sokhey, S. S., Wagle, P. M. & Habbu, M. K. (1953) *Bull. Org. mond. Santé*, **9**, 637
 Wagle, P. M. & Habbu, M. K. (1951) *Glycerin and raffinose fermentation by P. pestis*. In: Wagle, P. M., *Report of the Haffkine Institute for the year 1949*, Bombay
 Wagle, P. M. & Seal, S. C. (1953) *Bull. Org. mond. Santé*, **9**, 597