

LA PESTE, FACTEUR DE REGULATION
DES POPULATIONS DE MERIONS
AU KURDISTAN IRANIEN

par Yves J. GOLVAN * et Jean A. RIOUX **

Depuis plusieurs années on sait que la Peste enzootique est localisée de par le Monde en des zones précises, relativement fixes dans le temps et l'espace (*pockets* de K. F. MEYER) et dans lesquelles se produisent, à intervalles plus ou moins réguliers des flambées épizootiques, origines du contagement humain. L'existence et la permanence de ces « foyers » sont liées à la présence d'un « complexe » de Rongeurs sauvages comprenant à la fois des populations d'espèces sensibles et d'espèces résistantes au bacille de Yersin. La Peste représente le facteur de régulation primordial de ces populations.

Un tel « foyer naturel » existe en Iran sur les hauts plateaux kurdes, entre le lac de Rezaieh au Nord et le Khouzistan au Sud, débordant vers l'Ouest sur les régions limitrophes de l'Irak et de la Turquie.

Dans le cadre des enquêtes loemologiques de l'Institut Pasteur de l'Iran (1) nous avons été amenés à étudier, sous l'angle écologique, le fonctionnement d'un de ces « foyers naturels » dans lesquels quatre espèces de Gerbilles du genre *Meriones* Illiger 1811 jouent un rôle essentiel. Ce travail a été pour nous l'occasion d'appliquer les données fondamentales de l'Ecologie à l'étude d'une maladie transmissible et, par là même, de démontrer, au-delà d'un exemple précis, l'efficacité de telles méthodes dans la conduite d'une enquête épidémiologique moderne (Y. J. GOLVAN et J. A. RIOUX 1961).

Esquissée en 1958 et 1959, étendue et complétée en

* Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

** Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier.

(1) Au Docteur Marcel BALTAZARD, directeur de l'Institut Pasteur de l'Iran, qui nous a toujours témoigné sa bienveillante sympathie, ainsi qu'aux médecins et techniciens iraniens qui nous ont aimablement aidés dans nos travaux, nous adressons nos plus vifs remerciements.

1960, notre enquête s'est déroulée en deux phases bien distinctes :

— *une phase intensive*, que nous développerons ici, et qui comportait l'étude exhaustive d'un territoire limité, de 200 km² environ, centré par le village d'Agh-Bolagh-Morched où sévit, durant l'hiver 1947, une meurtrière épidémie de Peste pulmonaire (BALTAZARD et coll. 1952).

— *une phase extensive* portant sur d'autres foyers connus de Peste humaine, étude complémentaire visant à confirmer, infirmer ou modifier les conclusions tirées de la première phase de travail.

*

**

Du point de vue biogéographie, le Kurdistan correspond, au sein de la zone irano-touranienne, à la sous-zone forestière de H. PABOT (1960), c'est-à-dire à cette région des hauts plateaux du Zagros dont l'altitude moyenne avoisine 2 000 mètres.

Le climat est de type méditerranéo-montagnard au sens de L. EMBERGER (1955). Les précipitations annuelles y sont supérieures à 350 mm et comportent schématiquement une importante flèche vernale suivie d'un été totalement privé de pluies.

En hiver, une épaisse couche de neige recouvre le sol et la température peut descendre au-dessous de -10°C . En février la neige fond peu à peu et la terre reste gorgée d'eau jusqu'aux pluies de printemps qui sont concentrées sur les mois de mars et d'avril. La saison pluvieuse se termine par quelques orages brefs et violents.

A partir du mois de mai le ciel reste immuablement clair; l'été sec et torride commence. En juillet et août les maximums peuvent dépasser 40°C mais les nuits restent fraîches. Le début de l'automne est ensoleillé et sec. Vers la fin du mois d'octobre les vents se déchaînent en bourrasques et saturent l'air de brume sèche. Ces tempêtes précèdent les quelques averses automnales qui abaissent brutalement les températures nocturnes et annoncent les premières neiges.

Sur l'ensemble de cette région le *climax* est représenté par une forêt sèche à *Quercus brandtii* et *Q. infectoria* (H. BOBEK 1951). En réalité, une dégradation progressive, amorcée dès le Néolithique, due au déboisement, au pâturage et à la culture du Blé, a transformé la sylvie primitive en une pseudo-steppe tragacanthé d'aspect sub-désertique.

Sur cet ensemble de plateaux surgissent de puissants massifs constituant la « sous-zone alti-montaine » de PABOT, caractérisée par *Juniperus excelsa*. Quant aux piedmonts, beaucoup moins arrosés (moins de 300 mm de pluie par an), ils correspondent à la « sous-zone sub-désertique » de PABOT dont la végétation primitive est constituée par une brousse sclérophylle à *Pistacia*, *Rhamnus* et *Amygdalus*.

LE « FOYER » D'AGH-BOLAGH-MORCHED

LE SITE

La région d'Agh-Bolagh-Morched peut être comparée à un gigantesque escalier descendant du Sud au Nord vers une large vallée parcourue par une rivière permanente salée (fig. 1).

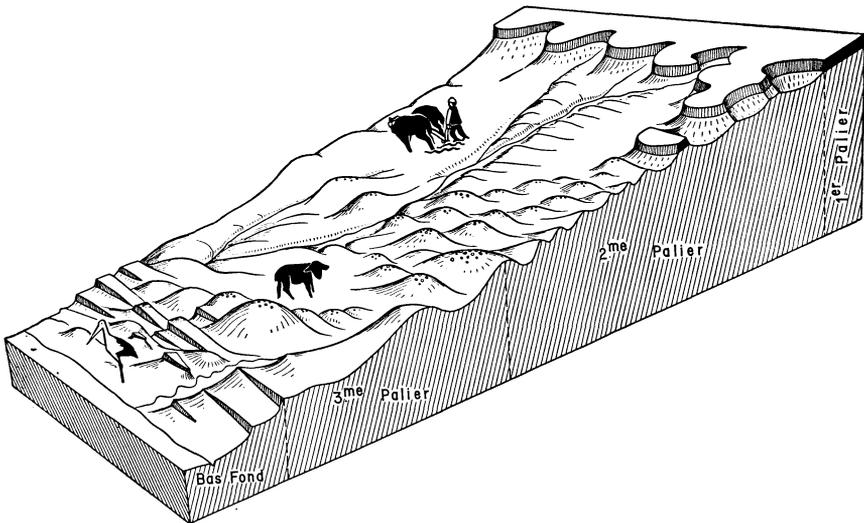


Figure 1. — Bloc-diagramme de la région d'Agh-Bolagh-Morched.

Situé à une altitude moyenne de 2 000 m, le *palier supérieur* constitue le « Bann » (lieu plat et élevé dans le dialecte turc local), vaste plateau parfaitement horizontal s'étendant sur 50 km de long et environ 20 km de large. Inhabitable, car dépourvu de point d'eau, mais recouvert d'une terre argilo-calcaire remarquablement fertile (rendzine loessique), très propice aux cultures céréa-

lières sèches, ce replat est *un immense champ de Blé* que n'interrompent ni haies, ni talus, ni villages. L'horizontalité du plateau est due à la présence d'une épaisse table calcaire comprenant elle-même une couche superficielle sub-lithographique et une couche inférieure formée d'un conglomérat de gros cailloux roulés. Sous cette couche dure, et en discordance avec elle, alternent des strates de marnes gypseuses et de grès calcareux bleutés que l'érosion déblaie facilement. Le rebord Nord du plateau, souligné d'une haute falaise calcaire, forme ainsi un talus d'une centaine de mètres de hauteur, capricieusement découpé, qui tombe en pente raide sur le palier moyen. En certains endroits toutefois (région de Sarin-Bolagh) une légère bascule Sud-Nord du plateau a favorisé le glissement de l'argile du « Bann ». Il en est résulté un enfouissement de la falaise et une atténuation très sensible de l'inclinaison et de la hauteur du talus. Nous soulignerons l'intérêt d'une telle disposition à propos de la marche des épizooties.

Le *palier moyen* est constitué par une série de collines au relief atténué, séparées par des ravinelles et des thalwegs, aux pentes raides. La quasi-totalité de sa surface est vouée aux cultures sèches de Blé et d'Orge, d'autant plus riches qu'elles sont plus proches du pied du « Bann ». Le sommet des buttes est encroûté de cailloux roulés libérés par la dissolution de la gangue calcaire. Pour faciliter le labour des pentes et des sommets les paysans entassent souvent en bordure (voire au milieu) de leur champ ces cailloux mis à jour par la charrue. Il en résulte une multitude de « cairns » plus ou moins réguliers dont nous verrons plus loin l'importance épidémiologique (cf. *Meriones persicus*). C'est enfin, contre le talus que sont bâtis les villages, aux rares points où jaillissent des sources permanentes.

Un talus très raide, de quelques mètres de haut sépare le palier moyen du *palier inférieur*. Ce dernier, large de dix kilomètres environ, descend en pente douce vers le bas-fond salé. Ici ne subsiste aucun reste de la couverture calcaire. Les reliefs sont formés par les barres de grès très inclinées et séparées par des dépressions sablonneuses correspondant aux strates de marnes déblayées. Par suite du lessivage le sol de ces dépressions est de plus en plus chargé en sel à mesure que l'on se rapproche de la rivière. Ces sols halomorphes forment d'abord des taches, puis des cordons continus et finissent, près de la « Rivière salée », par s'étaler en un « takyr » scintillant de sel. La pauvreté du sol fait de ce palier inférieur un vaste terrain de parcours pour les

troupeaux de moutons et de chèvres. Dans ce bas-fond le paysan a aménagé tout un réseau complexe de prés salés qui fournissent un fourrage d'appoint pour l'été ainsi que de belles cultures irriguées de Blé et de Luzerne. Les villages, petits et misérables, sont approvisionnés en eau par des puits peu profonds qui atteignent à quelques deux à trois mètres de la surface une nappe phréatique légèrement salée.

En résumé, la surface entière du « Bann », au sol fertile, est vouée au Blé en culture sèche. Il en est de même pour la plus grande partie du palier moyen, en particulier pour le piedmont du « Bann » et les hautes collines de cailloux roulés. A l'inverse, le palier inférieur reste le domaine incontesté des troupeaux excepté une minime surface consacrée aux prairies et aux cultures irriguées de céréales et de légumes.

LES RONGEURS D'AGH-BOLAGH-MORCHED

Le Rat, qu'il s'agisse de *Rattus rattus* ou de *Rattus norvegicus*, réservoir de virus classique de la Peste, est *totalemment* absent du « foyer » d'Agh-Bolagh-Morched, comme d'ailleurs de l'ensemble du plateau iranien.

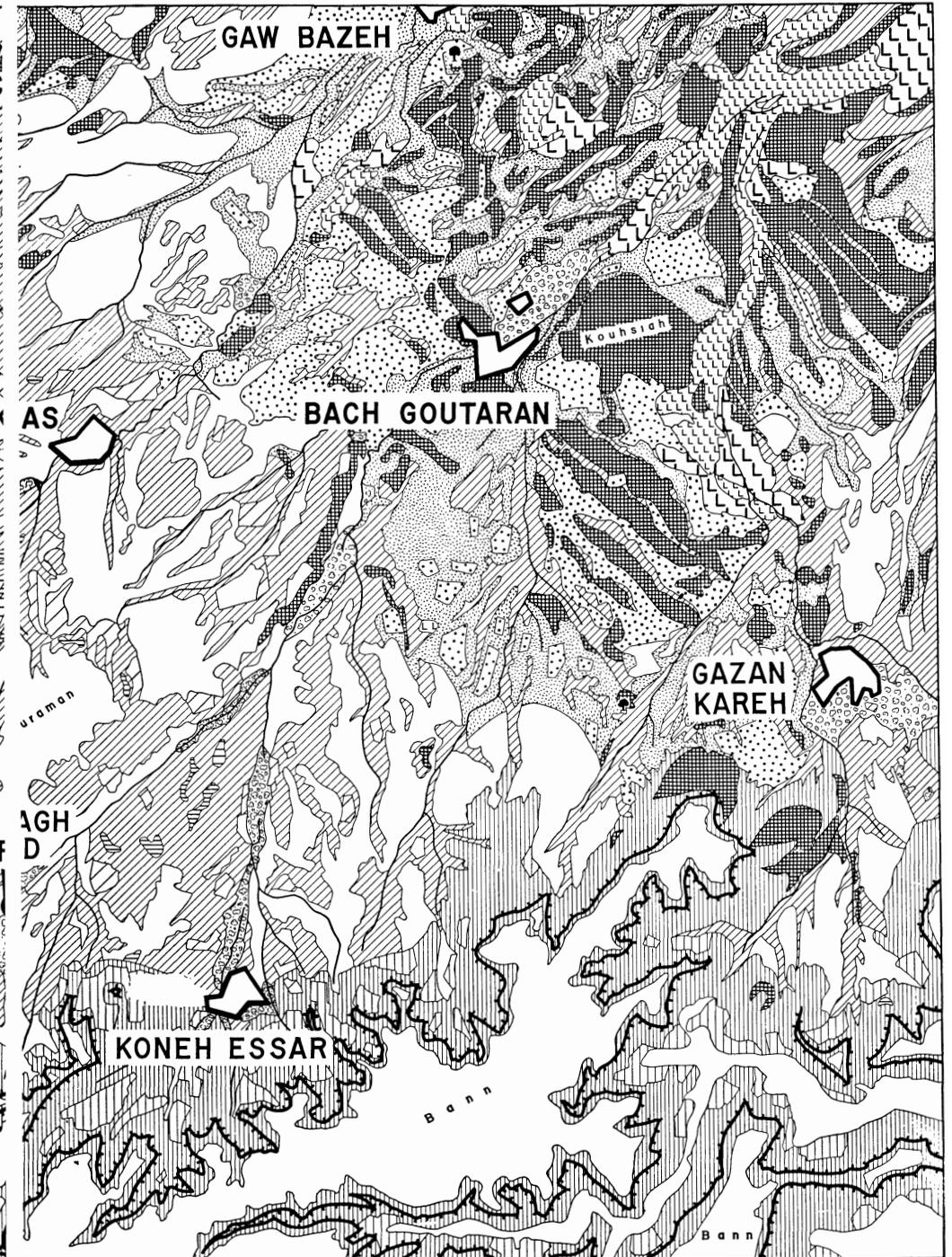
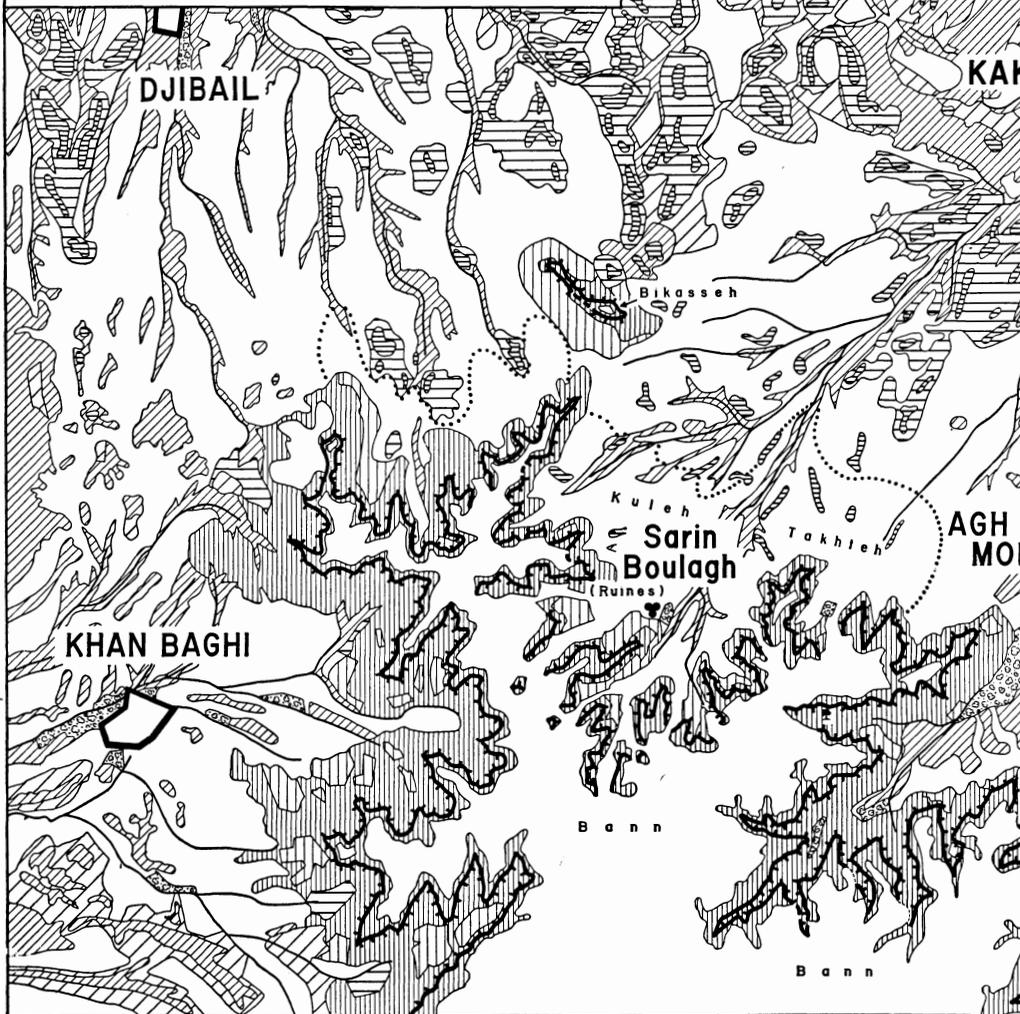
En fait, les Rongeurs de la région peuvent se classer en trois groupes écologiques :

- un Rongeur strictement domestique, la Souris (*Mus musculus bactrianus* Blyth 1846),
- un Rongeur champêtre mais fréquentant également les habitations, en particulier les greniers à grains, le petit Hamster *Cricetulus migratorius isabellinus* (de Filippi 1865),
- des Rongeurs strictement champêtres qui sont :
 - le Campagnol à mœurs de Taupe, *Ellobius lutescens* Thomas 1897, sensible à la Peste,
 - le Campagnol *Microtus socialis irani* Thomas 1921, réfractaire à la Peste,
 - le grand Hamster, *Mesocricetus auratus brandti* Nehring 1898, rare et vivant en solitaire,
 - *Arvicola terrestris persicus* de Filippi 1865, strictement localisé aux berges des rares ruisseaux permanents et donc sans intérêt pour nous,
 - les deux Gerboises, *Allactaga elater* (Lichtenstein 1825) et *Allactaga williamsi* Thomas 1897, très sensibles à la Peste mais toujours rares.
 - En fait, les Gerbilles du genre *Meriones* Illiger 1811 représentant l'immense majorité des Rongeurs d'Agh-Bolagh-Morched. Ce sont elles qui,

**CARTE ECOLOGIQUE
DES MERIONS
DE LA REGION D'AGH BOLAGH MORCHED**

0m 500 1000 1500 2000

BIOTOPES à <i>M. persicus</i>	Eboulis de grès		BIOTOPES à <i>M. waagrad</i>	Cultures sur replat	
	Cailloux roulés			Cultures sur sables	
	Cultures sur cailloux roulés			Sables incultes	
	Pentes et rebords du Bann			Terres salées	
	Cultures sur pentes du Bann			Cultures sur terres salées	
	Pentes de marne cailloutis roulés			Jardins (cultures irriguées)	
	Cultures sur pentes de marne			Falaise calcaire du Bann	
	Arbres			Ruisseaux	



de façon « habituelle », ont été trouvées infectées ou porteuses de puces pesteuses. Il était donc logique de les considérer comme les vraies responsables du maintien de l'enzootie, du déclenchement et du déroulement des épizooties et, par voie de conséquence, des épidémies de Peste.

On sait, depuis les travaux taxonomiques et caryosystématiques de F. PETTER et de R. MATTEY, qu'il existe au Kurdistan quatre espèces de Mérions, que l'on peut répartir en deux groupes d'après leur comportement :

- *M. vinogradovi* et *M. tristrami* sont très SENSIBLES, c'est-à-dire qu'inoculés avec de faibles doses, ils meurent en 3 à 5 jours dans un pourcentage au moins égal à 90 %,
- *M. persicus* et *M. libycus* sont très RESISTANTS, mais non réfractaires, c'est-à-dire que l'inoculation de fortes doses de bacilles n'entraîne guère plus de 5 % de morts chez la première espèce et moins de 30 % chez la seconde.

Meriones persicus (Blanford 1875)

Morphologie

Cette espèce possède un pelage fauve clair tirant sur le gris. Le ventre est d'un blanc pur à limites latérales nettement tranchées; les oreilles sont grandes et peu velues. La queue est terminée par un fort pinceau de poils blancs à extrémité noire. Les ongles sont clairs et la sole plantaire est complètement glabre. La garniture chromosomique (2n) est de 42.

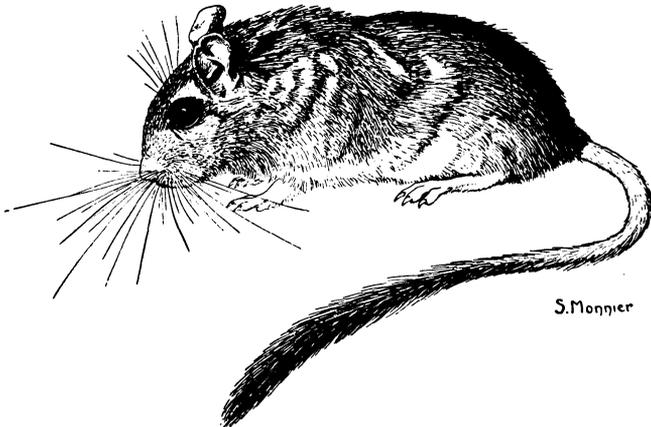


Figure 2. — *Meriones persicus* : remarquer les ongles blancs et le fort pinceau terminant la queue.

Répartition géographique

Il s'agit d'un élément irano-touranien qui remonte vers le Nord en Transcaucasie, parvient à l'Ouest en Turquie et jusqu'à Kirkouk en Irak. Au Sud il n'atteint ni Ali-Gharbi en Irak, ni Kasr-é-Chirine en Iran. Vers l'Est il s'observe sporadiquement au Turkestan russe, en Afghanistan et dans le Nord du Baloutchistan (F. PETER 1961).

Ecologie et Ethologie

Dans la région d'Agh-Bolagh-Morched, la présence de *M. persicus* est dominée par deux groupes de facteurs :

— *édaphiques* : ils déterminent sa localisation. Le gîte est toujours en zone inculte, à forte pente, où les pierres abondent.

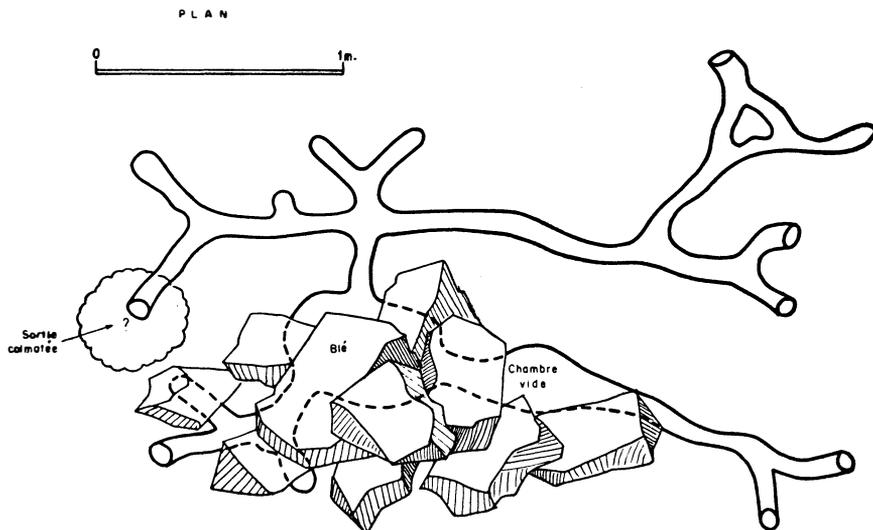


Figure 3. — Plan schématique d'un terrier de *Meriones persicus* (Djameh Chouran).

— *trophiques* : ils conditionnent sa densité. *M. persicus* est, en effet, un grand mangeur de Blé, et les zones à grands rendements (vastes surfaces emblavées et rotations rapides des cultures) sont également celles qui hébergent le plus grand nombre d'individus. C'est ainsi que le talus pierreux du « Bann » et les collines à gros cailloux roulés, zones intensément cultivées en raison de la richesse du sol, sont tous deux habités par un grand nombre de *M. persicus*. Dans les thalwegs du palier cen-

tral, surtout au pied du « Bann », ainsi que dans les barres de grès du palier inférieur, *M. persicus* est encore assez abondant. Sa densité devient très faible sur les collines marneuses recouvertes de cailloux siliceux que parcourent les troupeaux, à condition évidemment que l'on s'éloigne de la frange pierreuse. Il est complètement absent du palier supérieur et ce, malgré une grande richesse en Blé. Cette observation démontre clairement, qu'en matière de localisation, les facteurs édaphiques priment ici les facteurs trophiques. *M. persicus* manque enfin dans les couloirs sablonneux et salés du palier inférieur (Figure 3).

Le *M. persicus* vit donc *des* moissons et non *dans* les moissons. Au début du printemps seuls existent les grands terriers permanents que nous avons appelés « terriers refuges ». Ils sont *toujours creusés en dehors des champs* ou, tout au moins, en des points où ne passe jamais la charrue (sur les bandes de terrain inculte séparant deux champs, sous les blocs de grès ou de calcaire éboulés, dans les tas de cailloux dressés autour ou dans les champs). Lorsque le Blé germe, l'activité des Mérions s'accroît, les déblais frais abondent à l'orifice des galeries où l'on trouve des cotyles rongés. Peu à peu se constituent, *dans le champ lui-même*, de nouveaux orifices dont le nombre augmente jusqu'à l'époque de la fanaison. Les épis mûrs sont alors récoltés par le Mérion : les tiges, glumes et glumelles sont abandonnées dans la partie proximale des galeries ; les grains eux-mêmes sont transportés dans le terrier-refuge pour être entassés dans la chambre de réserves. Ces chambres ne sont jamais recouvertes par les déblais (cf. *M. vinogradovi* et *M. libycus*) et leur emplacement est ainsi difficile à repérer en surface. Les réserves sont essentiellement constituées de Blé (parfois plus de 3 000 g pour une seule chambre) auquel se mêlent quelques graines d'Astragales ou de Graminées sauvages (*Poa bulbosa* L.).

La plupart des galeries creusées dans les champs correspondent aux « terriers temporaires » (« galeries de décorticage » de X. MISONNE). Elles sont, en général, courtes, jonchées de débris végétaux et s'ouvrent par un ou deux orifices.

En dehors de cette incursion saisonnière, *M. persicus* peut également migrer hors de ses biotopes habituels pour envahir les terriers d'autres espèces ; il ne le fait toutefois qu'à trois conditions :

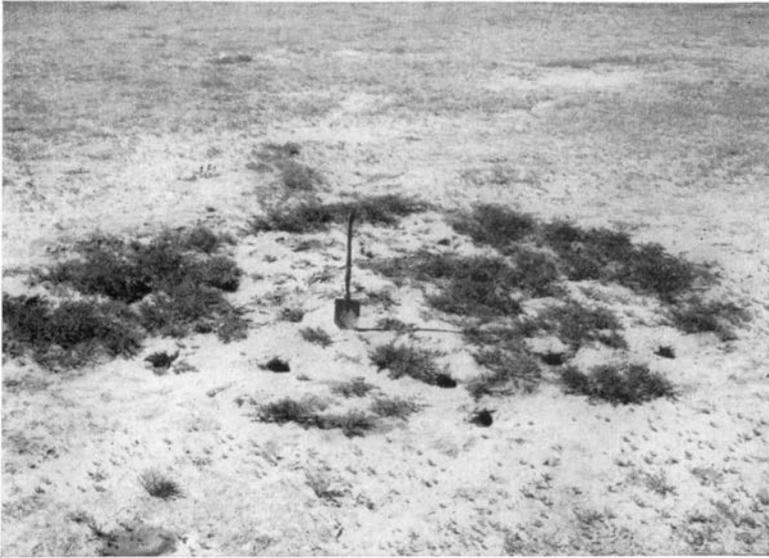
- 1° qu'ils soient proches du refuge (moins de 150 m),
- 2° qu'ils soient abandonnés par leurs occupants légi-



Vue générale d'Akinlou. Au premier plan, le talus du « Bann » pâturé; dans le bas-fond, cultures de blé sec; à l'arrière-plan, le village d'Akinlou adossé au « Bann ». Noter la table calcaire strictement horizontale et les barres de grès sous-jacentes en discordance.



Grains de blé accumulés (poids : 3.250 gr.) dans une chambre de réserves par *Meriones persicus*.



Peuplement de *Meriones lybicus* dans le bas-fond salé. Noter la présence des orifices de galeries autour du dôme de déblais qui surmonte la chambre de réserves et la vigueur de la végétation qui croît sur cette extumescence.



Village de la région de Mahi-Dacht, près de Kermanshah. Le village est construit en contre-bas d'un talus rocheux (biotope à *M. persicus*); devant lui s'étend une immense plaine cultivée en blé sec (biotope à *M. vinogradovi*).

times (en l'occurrence des terriers de *M. vinogradovi* décimés par la Peste),

3° qu'ils soient pourvus d'abondantes réserves.

Un tel comportement revêt une importance épidémiologique toute particulière car *M. persicus*, espèce résistante à la peste, peut de la sorte fréquenter impunément les terriers de *M. vinogradovi* et de *M. tristami* morts de Peste, y récolter les puces infectées et affamées qui y pullulent et assurer leur dispersion. Il joue ainsi le rôle de « *Rongeur de liaison* ».

En résumé, l'espèce loemorésistante *M. persicus*, grande consommatrice de Blé (céréalivore) évite les champs cultivés et les jachères (saxicole). Non soumis aux pullulations cycliques (biotope discontinu) elle présente un cycle annuel diphasique comportant :

— une dilatation centrifuge verno-estivale, l'amenant du « terrier-refuge », établi en zone inculte, dans le champ de Blé voisin,

— une contraction centripète automno-hivernale la ramenant du champ labouré ou de la jachère vers le « terrier-refuge ».

Elle ne s'aventure hors de son biotope que lorsque les terriers voisins, appartenant à d'autres espèces, sont désertés et contiennent d'importantes réserves de nourriture.

L'homme la favorise de manière non négligeable en respectant son biotope naturel, inaccessible à la charrue, en créant une foule de gîtes artificiels (tas de pierres), en multipliant les cultures de céréales, c'est-à-dire en augmentant dans des proportions considérables la capacité trophique du milieu.

Meriones vinogradovi Heptner 1931

Morphologie

M. vinogradovi possède une robe fauve foncé sur la face dorsale, blanc jaunâtre sur la face ventrale, à limites latérales mal définies. Les oreilles sont petites et velues; la queue, assez courte, de même couleur que le dos, est terminée par un maigre pinceau de poils noirs. *Les ongles sont gris pâle. La sole plantaire est velue et ornée d'une tache ovale de poils roussâtres, toujours très visible, même chez les sujets jeunes. La garniture chromosomique (2n) est de 44.*

Répartition géographique

M. vinogradovi paraît originaire des hauts plateaux d'Arménie. En Iran, il est localisé à l'extrême Nord-Ouest. Vers l'Est, il atteint à peine Téhéran. Il n'a pas été observé en Irak, mais existe dans le Nord de la Syrie, en Turquie (X. MISONNE 1957) et en Arménie (VINOGRADOV et GROMOV 1952). Son optimum pluviométrique paraît se situer aux alentours de l'isohyète 500 mm.

Ecologie et Ethologie

A l'instar de *M. persicus*, deux groupes de facteurs conditionnent la localisation de *M. vinogradovi* :

— *édaphiques* : le terrier est toujours construit en terrain plat sur les sols argileux dépourvus de pierres.

— *trophiques* : le terrier est creusé dans les cultures céréalières sèches.

Ainsi, sur l'immense champ de Blé horizontal que représente le « Bann », *M. vinogradovi* occupe seul le terrain, à l'exception de l'étroite frange pierreuse qui précède l'à-pic du talus. Domaine exclusif de l'espèce sensible à la Peste, ce palier représente par voie de conséquence la grande « piste d'évolution » des épizooties pesteuses.

Le palier moyen, et plus spécialement la zone à sol profond qui prolonge les piedmonts du « Bann », est également riche en *M. vinogradovi*. Dans certaines régions privilégiées (Sarin Boulagh) où la falaise calcaire, enfouie sous les coulées argileuses, est remplacée par un glacis de faible inclinaison, des colonies prospères de *M. vinogradovi* peuvent s'établir et se maintenir dans les champs de Blé sur pente. Ainsi se trouve comblé localement l'important hiatus écologique qui existe ailleurs entre les colonies de la surface du « Bann » et celles du palier moyen.

Par contre, *M. vinogradovi* devient rare sur les collines de cailloux roulés (quelques colonies s'établissent cependant sur les replats de bas-fond), sur les zones marneuses au sol sec et pauvre, ainsi que sur la partie marginale des terres salées.

Enfin ce Mérion est totalement absent :

- des fortes pentes, qu'elles soient ou non cultivées et dépourvues de pierres,
- des zones plates et incultes dont le sol est tassé par le piétinement des troupeaux,
- des replats sablonneux et salés, domaine quasi exclusif de *M. libycus*.

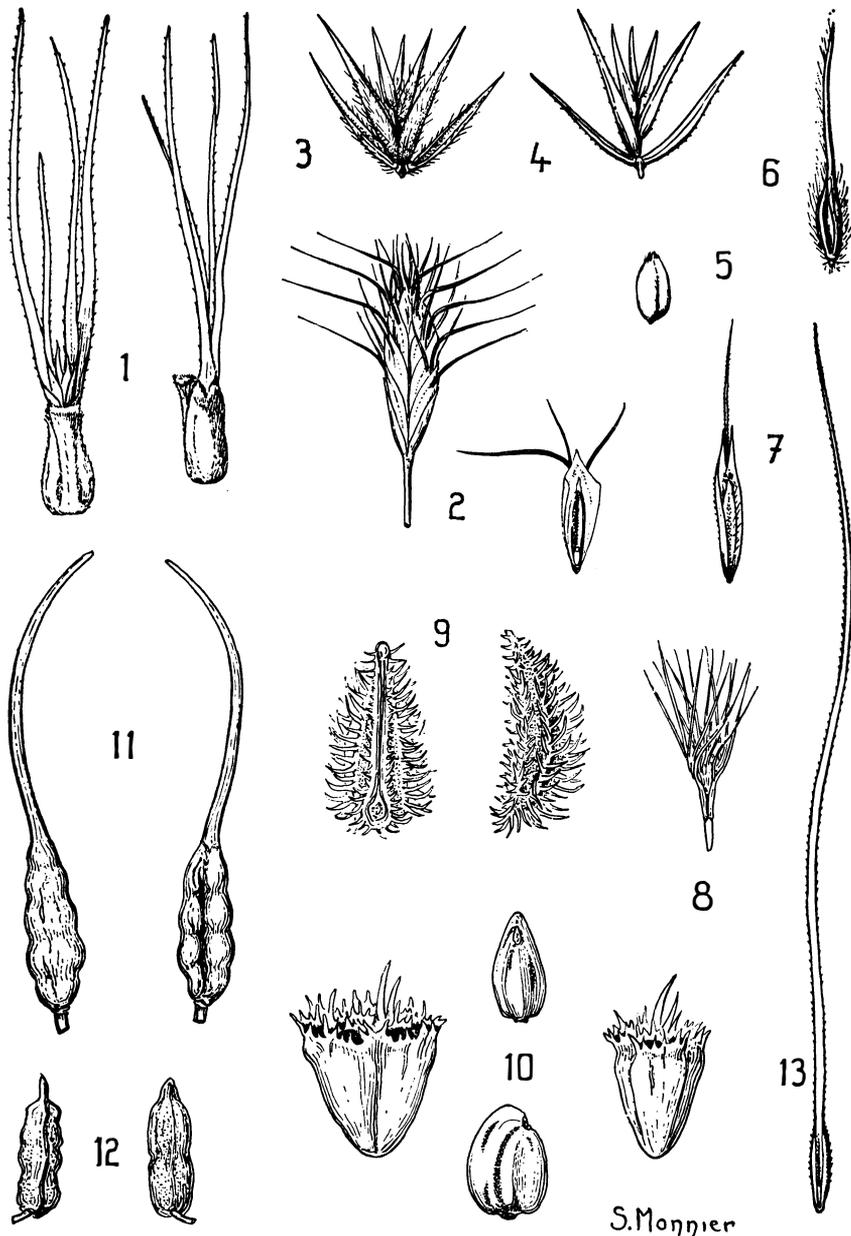


Figure 4. — Quelques « graines » communes dans les terriers de Mériens d'Agh-Bolagh-Morched.

- 1 : *Aegilops crassa*; 2 : *Bromus danthoniae*; 3 : *Eremopyrum orientale*;
 4 : *Eremopyrum buonapartis*; 5 : *Triticum vulgare*; 6 : *Heteranthelium piliferum*;
 7 : *Bromus tectorum*; 8 : *Boissiera bromoides*; 9 : *Turgenia latifolia*;
 10 : *Gundelia tournefortii*; 11 : *Chorisporea persica*;
 12 : *Goldbachia laevigata*; 13 : *Elymus caput-medusae*.

M. vinogradovi vit donc des moissons et dans les moissons. Ses colonies, comptant une dizaine d'individus, occupent de vastes terriers (plus de 100 orifices) creusés au centre même des champs de Blé. Ce véritable « messicole préfèrent », résiste au traumatisme du labour tant par la charrue primitive que par le brabant du tracteur et présente une tendance constante à abandonner les jachères au profit des champs de l'année. Le déplacement des colonies se fait ainsi par migrations linéaires ou circulaires de faible amplitude, dictées uniquement par la rotation des cultures. La constitution de nouvelles colonies procède le plus souvent de l'émigration des jeunes en période d'émancipation. De fait, le marquage des individus et leur recapture confirment l'extrême sédentarité de l'espèce.

Au Kurdistan, le dépistage des terriers (habités ou abandonnés) peut être réalisé rapidement grâce à une particularité éthologique, particularité que *M. vinogradovi* partage d'ailleurs avec son proche parent *M. libycus* : lors du creusement de la chambre de réserves, les déblais sont ramenés au-dessus de la cavité grâce à un système de galeries brusquement coudées. Ainsi sont édifiées ces dômes si caractéristiques qui signalent de loin les peuplements. Dans les jachères ces extumescences révélatrices persistent pendant plusieurs années alors même que la colonie a cessé d'être active et que les orifices des galeries sont comblés par les pluies, les vents ou le piétinement des troupeaux. En creusant à quelque 20 à 30 cm de profondeur, perpendiculairement à leur axe, on découvre la chambre de réserves. Celle-ci, contre toute attente, ne renferme pas de céréales mais des graines de plantes messicoles. Vivant dans le champ lui-même, *M. vinogradovi* n'est donc pas, à l'instar de *M. persicus*, un « céréalivore préfèrent ». Certes, il consomme une quantité non négligeable de Blé, tant en tiges vertes qu'en grains, mais la majeure partie de son alimentation est fournie par les plantes accompagnatrices du Blé. Citons, entre autres :

Alyssum linifolium Steph.
Chorispora persica Boiss.
Golbachia laevigata (M.B.) DC.
Clypeola echinata DC.
Gundelia tournefortii L.
Chardinia orientalis (Mill.) O.Ktz.
Turgenia latifolia L.
Hypocoum pendulum L.
Ceratocephalus falcatus Pers.
Eremopyrum buonapartis (Spreng.) New.

Eremopyrum orientale J.X. Sp.
Bromus danthoniae Trin.
Heteranthelium piliferum Hochst.
Boissiera bromoides Hochst.

Dès lors, connaissant au préalable les successions phytocénologiques des cultures non irriguées, depuis le champ récemment ensemencé jusqu'à la jachère de trois et quatre ans, il est aisé de dater l'engrangement des réserves. La différence entre l'âge des réserves et l'âge actuel de la jachère permet ainsi de préciser la durée de la colonie, et la date de sa « mort ». Nous verrons l'application de cette méthode à la détermination de la date, de la vitesse et du sens de progression des épizooties pesteuses.

Autre caractère important, *M. vinogradovi* présente un « comportement territorial » accusé permettant aux colonies d'atteindre une très forte densité superficielle avant que ne se produisent les contacts intra-spécifiques inhibiteurs. Cela facilite probablement les pullulations, interrompues rythmiquement par les brutales épizooties pesteuses.

En ameublissant le sol par ses labours, en multipliant les cultures sèches de céréales et partant en favorisant les plantes messicoles, en détruisant la « forêt-climax » c'est-à-dire en supprimant les barrières écologiques cloisonnant les biotopes, l'homme est donc responsable de la « réussite » de *M. vinogradovi*. Par voie de conséquence, il est aussi responsable de la Peste épizootique origine des contagés humains.

En ce qui concerne le « foyer » pesteux irano-kurde il n'est pas exagéré d'écrire que la *sédentarisation du Nomade-Pasteur, c'est-à-dire sa transformation pro parte en cultivateur, a fait la fortune des deux principaux responsables de la Peste rurale, aussi bien de l'espèce loemo-résistante M. persicus que de l'espèce loemo-sensible M. vinogradovi.*

Meriones libycus Lichtenstein 1823

Morphologie

Cette espèce peut être facilement confondue avec *M. vinogradovi* dont elle possède le pelage fauve foncé, les oreilles petites et velues, ainsi d'ailleurs que la formule chromosomique ($2n = 44$). La queue est cependant légèrement plus longue que le corps et terminée par un pinceau de poils noirs un peu plus fournis.

En fait, trois caractères différentiels faciles à mettre en évidence permettent de la séparer sur le terrain :

- la queue présente une coloration roussâtre (var. *erythrura* Gray) bien différente de la teinte fauve du dos,
- les ongles sont franchement noirs,
- la sole plantaire est entièrement couverte de poils blancs jaunâtres, mais il n'existe jamais la tache rousse métatarsienne caractéristique de *M. vinogradovi*.

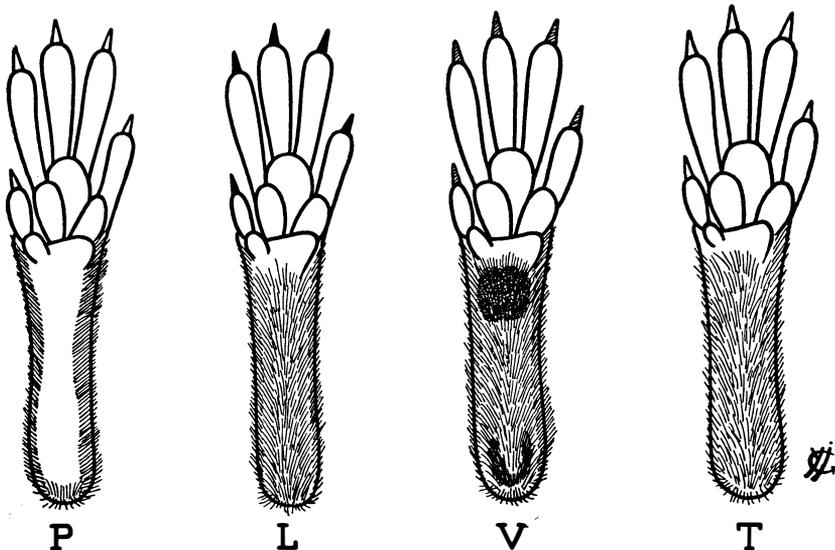


Figure 5. — Soles plantaires des quatre espèces de Mérions du « foyer » d'Agh-Bolagh-Morched.

- P : *M. persicus* : sole plantaire glabre, ongles blancs.
- L : *M. libycus erythrura* : sole plantaire velue, ongles noirs.
- V : *M. vinogradovi* : sole plantaire velue, avec tache ovale roussâtre au niveau du métatarse, ongles gris.
- T : *M. tristrami* : sole plantaire velue, ongles blancs.

Répartition géographique

M. libycus se rencontre dans la plus grande partie de l'Iran. Au Kurdistan, cependant, ses peuplements restent localisés en raison d'exigences écologiques très strictes.

Ecologie et Ethologie

Sur le territoire d'Agh-Bolagh-Morched ce Méridon ne s'observe, en effet, ni sur le « Bann » ni sur le palier moyen et reste dans les couloirs sablo-gréseux du palier

inférieur. Par contre, il devient très abondant sur les terrains limoneux du palier inférieur.

Sur les zones parfaitement plates et découvertes du palier inférieur, les terriers de *M. libycus* sont très faciles à repérer en raison de leur densité (1), du grand nombre d'orifices qu'ils comportent et du dôme de déblais qui surmonte la chambre de réserves (planche). Ces colonies sont très stables. Certaines d'entre elles, repérées et piégées régulièrement depuis près de 10 ans par les équipes de l'I.P.I., n'ont pratiquement pas changé de place pendant tout ce temps.

Les peuplements sont principalement établis sur les terrains incultes, plus rarement sur les jachères. L'étude des réserves montre que le rongeur consomme le Blé, ainsi que des plantes messicoles lorsqu'il s'en trouve à proximité. Il peut toutefois s'en passer, et utilise alors les plantes halophiles (*Frankenia hirsuta* L., *Salsola spissa* M.B., *Aeluropus litoralis* (Gouan) Parl., *Psyllostachys leptostachya* Bois.).

D'après les quelques observations que nous avons pu faire, il semble que *M. libycus* soit peu sensible, sinon indifférent, au labour. S'il lui arrive d'envahir des cultures sèches c'est de façon bien moins massive et surtout bien moins systématique que *M. vinogradovi*.

Tout comme *M. persicus*, sa relative résistance au bacille pesteux lui permet de survivre aux épizooties et d'envahir alors les terriers des espèces sensibles pour en piller les réserves.

Meriones tristrami Thomas 1892

Morphologie

M. tristrami possède un pelage de couleur isabelle, tranchant nettement sur le blanc pur du ventre. Les oreilles sont assez grandes et peu velues. La queue est terminée par un maigre pinceau de poils noirs. Les ongles sont blanc-rosé. La sole plantaire est entièrement revêtue de poils blancs.

Répartition géographique

Selon F. PETTER (1957) cette espèce ne descend pas au-dessous de 500 m d'altitude. Au Kurdistan *M. tristrami*

(1) Alors que les trois autres espèces ont des mœurs strictement nocturnes *M. libycus* n'hésite pas à s'aventurer à l'extérieur durant le jour, du moins au printemps et en automne, lorsque la température n'est pas excessive. En été, par contre, il ne sort que la nuit.

mi semble à la limite de son aire d'extension si l'on en juge par son comportement solitaire, son agressivité, son instabilité et l'absence de niche écologique (cf. ci-après).

Ecologie et Ethologie

Dans la région d'Agh-Bolagh-Morched, *M. tristrami* occupe deux types de gîtes :

— *ses terriers propres* que l'on ne peut observer que fort tard, souvent même après la moisson, lorsqu'il est possible de circuler librement dans les champs (1). Ils sont construits en terrain plat, au milieu des champs de Blé non irrigués, et ne comportent que quelques courtes galeries convergeant vers une petite chambre centrale. Cette chambre, qui ne contient jamais de réserves, est en réalité un simple « nid » abritant temporairement la femelle et ses petits, parfois accompagnés du mâle. Ces terriers sont abandonnés à la fin de la belle saison, lors de l'émancipation des jeunes.

— *les terriers d'autres Rongeurs*. Nous avons très souvent capturé des *M. tristrami* isolés dans des terriers de *Microtus* ou des trois autres espèces de Mérions, que ces terriers soient vides ou occupés par leur propriétaire légitime. On peut penser que *M. tristrami* y passe l'hiver.

Malgré son extrême sensibilité à la Peste, *M. tristrami* n'accuse pas les fantastiques hécatombes que subit *M. vinogradovi*. Dans les zones frappées par l'épizootie, il ne disparaît que lentement, individu par individu, et son absence n'est jamais de longue durée. Entre les flambées épizootiques sa densité ne subit pas non plus d'accroissement notable. Une telle stabilité est liée, pensons-nous, au comportement trophique du Rongeur. Dans le foyer d'Agh-Bolagh-Morched *M. tristrami* se présente, en effet, comme une espèce vagabonde, c'est-à-dire dépourvue de « territoire » *s. l.* Certains faits donnent à penser qu'un tel comportement aide à maintenir une population de Rongeurs à un niveau constant en évitant les phases de pullulation.

En définitive, alors que *M. tristrami* n'hésite pas à envahir les terriers d'autres espèces, véhiculant ainsi de gîte en gîte les puces pesteuses, alors qu'il se montre spontanément très sensible à la Peste, il ne semble jouer, dans la dynamique des épizooties qu'un rôle de comparse, de simple « *Rongeur de liaison* ».

(1) *M. tristrami* paraît totalement absent de la zone sablonneuse et salée du palier inférieur, c'est-à-dire du biotope de *M. libycus*.

TABLEAU I

REPARTITION PAR BIOTOPES DES MERIONS PIEGES EN 1960 DANS LES LIMITES DU « MACRO-FOYER »
(Agh-Bolagh-Morched, Gorveh, Bizine, Songhor, Saneh, Boukan, Zeinal-Kandi)

	Champs de blé sec et jachères	Champs de blés irrigués	Pentes incultes	Rochers et tas de pierres	Aires à battre	« Teppah »	Sables incultes (zones salées)	Total par espèce
<i>M. vinogradovi</i>	119 (88 %) (2)	2 (1,5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	9 (6,5 %)	5 (4 %)	0 (0 %)	135 (20 %) (1)
<i>M. tristrami</i>	69 (68 %)	4 (4 %)	0 (0 %)	26 (26 %)	0 (0 %)	2 (2 %)	0 (0 %)	101 (15 %)
<i>M. persicus</i>	40 (10 %)	0 (0 %)	109 (28 %)	244 (62 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	393 (59 %)
<i>M. libycus</i>	11 (29 %) sables	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	27 (71 %)	38 (6 %)
Total par biotope	239 (36 %) (3)	6 (1 %)	109 (16 %)	270 (40,5 %)	9 (1,5 %)	7 (1 %)	27 (4 %)	Total général 667

Les chiffres entre parenthèses correspondent aux fréquences spécifiques absolues (1) ainsi qu'aux fréquences spécifiques (2) et génériques (3) par biotopes.

Le tableau I donne une idée de la répartition des quatre espèces de mérions dans les différents biotopes d'après nos captures de 1960.

HISTOIRE D'UNE EPIZOOTIE DE PESTE A AGH-BOLAGH-MORCHED

Au mois de septembre 1957, les équipes de prospection de l'Institut Pasteur de l'Iran capturent, dans une petite zone du palier moyen, 219 Rongeurs (2 400 nuits-pièges) se répartissant ainsi :

<i>Mesocricetus auratus</i>	8	(4 %)
<i>Cricetulus migratorius</i>	16	(7 %)
<i>Microtus irani</i>	20	(9 %)
<i>Meriones persicus</i>	136	(62 %)
<i>Meriones vinogradovi</i>	29	(13 %)
<i>Meriones tristrami</i>	10	(5 %)

Les peuplements de *M. libycus* n'ont pas été piégés.

L'inoculation systématique à la souris blanche des broyats de puces, ainsi que d'organes de Rongeurs tués au cours du piégeage, ne permet pas d'isoler une seule souche de Bacille de Yersin.

En 1958, l'un de nous accompagne les équipes de l'I.P.I. En un mois (juillet-août) sont capturés dans la même zone 232 Rongeurs (2 614 nuits-pièges), dont :

<i>Mesocricetus auratus</i>	6	(3 %)
<i>Cricetulus migratorius</i>	10	(4 %)
<i>Microtus irani</i>	72	(31 %)
<i>Meriones persicus</i>	62	(27 %)
<i>Meriones vinogradovi</i>	69	(39 %)
<i>Meriones tristrami</i>	13	(5 %)

M. vinogradovi est donc devenu au moins aussi abondant que *M. persicus* dans la zone considérée.

Pas plus que l'année précédente nous ne parvenons à isoler le bacille pesteux.

En 1959, d'août à novembre, nous capturons, sur un territoire sensiblement plus étendu, 1 387 Rongeurs (1 148 nuits-pièges), dont :

<i>Mesocricetus auratus</i>	3
<i>Cricetulus migratorius</i>	30
<i>Microtus irani</i>	83
<i>Meriones persicus</i>	850
<i>Meriones vinogradovi</i>	223
<i>Meriones tristrami</i>	130
<i>Meriones libycus</i>	67

Dès les premiers jours du piégeage nous isolons la Peste de *M. vinogradovi* capturés au pied du « Bann » dans un peuplement reconnu indemne en 1957 et 1958. Nous n'avons pas assisté aux premières manifestations de l'épizootie mais, au fil des jours, nous allons la voir s'étendre en nappe et se déplacer lentement du Sud au Nord, anéantissant de proche en proche les peuplements de *M. vinogradovi* du palier moyen, reconnus indemnes quelques semaines plus tôt. Lorsque tomberont les premières neiges, la Peste sévira sur les peuplements de *M. libycus* du palier inférieur, à la lisière des terres salées, alors que dans le même temps la bordure septentrionale du « Bann » et la région contiguë du palier moyen ne comptons plus aucun peuplement actif de *M. vinogradovi*.

Au début du printemps 1960 nous parcourons à nouveau le « foyer ». Sur le palier moyen nous ne trouvons plus que deux ou trois petits peuplements de *M. vinogradovi* actifs, établis au contact (1) de biotopes à *M. persicus*. Le front épizootique poursuit son déplacement vers le Nord, sur le palier inférieur. Pendant ce temps, sur le « Bann », à l'Est d'Agh-Bolagh-Morched, nous découvrons dans les champs de l'année, un vaste îlot de *M. vinogradovi* actifs. Mais la Peste y pénètre sous nos yeux et anéantit en quelques semaines la totalité des Rongeurs.

Pour tenter de localiser le point de départ de la vague épizootique, nous entreprenons un certain nombre de transects Nord-Sud, partant de l'îlot actuellement atteint. Le « quadrillage » systématique des champs de Blé et des jachères nous prouve que cet immense biotope à *M. vinogradovi* que représente le « Bann » est actuellement désert (nous ne trouvons que deux ou trois colonies végétant sur des dizaines de km² parcourus) et pourtant il n'est guère de jachère qui ne renferme une ou plusieurs chambres de réserves caractéristiques.

La méthode de datation de ces réserves nous permet de nous rendre compte de deux faits capitaux :

- au cours des années précédentes le « Bann » a abrité une extraordinaire densité de *M. vinogradovi* (parfois plus de trois grandes colonies par hectare),
- plus on s'éloigne du rebord Nord du « Bann » où la Peste sévit encore et plus la cessation de l'activité des colonies est ancienne.

(1) Au cours de notre périple dans les autres foyers pestueux kurdes, nous retrouvons cette juxtaposition de rares *M. vinogradovi* survivants et de *M. persicus* sans pouvoir en donner une explication satisfaisante.

A titre d'indication :

a) sur le « Bann » de Koneh-Hessar où la Peste est en activité, toutes les colonies sont établies sur des champs de Blé en épiaison,

b) sur le « Bann » d'Agh-Bolagh-Morched, situé juste au-dessus de la zone frappée en 1959, tous les peuplements sont morts depuis l'automne 1959 et les terriers s'observent sur des jachères de 1 ou 2 ans. Il n'y a rien dans les champs de Blé de l'année (15 peuplements sur 20 jachères de un an et 2 jachères de deux ans),

c) sur le « Bann » de Kallik, bordant le précédent vers le Sud, nous trouvons 11 terriers « abandonnés » sur 17 jachères de 1 an et 2 jachères de 2 ans.

d) enfin, à l'extrémité Sud du « Bann » (Gokhord) nous n'observons aucun peuplement sur les jachères de 1 et 2 ans. Par contre, sur les trois dernières jachères de 3 ans, épargnées par le labour, nous trouvons 3 peuplements inactifs.

Aucun de ces terriers « abandonnés » ne porte les traces d'un cataclysme météorologique tel que l'inondation; par contre, tous ont l'aspect que présentent actuellement les terriers du palier moyen que nous avons vu décimés par la Peste l'année précédente.

De ces observations on peut conclure que :

- sur l'immense surface du « Bann » la pullulation *M. vinogradovi* a été brutalement arrêtée par un cataclysme soudain,
- ce cataclysme est une épizootie de Peste,
- cette épizootie est venue du Sud et qu'elle a mis environ 3 ans à parcourir une trentaine de kilomètres.

Au demeurant, quelle que soit la façon dont l'infection s'est manifestée initialement dans la région d'Agh-Bolagh-Morched, qu'elle soit venue du Sud avec une lointaine traînée épizootique, qu'elle soit « sortie » d'un *M. persicus* ou de ses puces, la progression s'effectue suivant le même processus : la contamination du premier *M. vinogradovi* entraînant inéluctablement l'anéantissement subtotal des peuplements.

Au cours de la phase septicémique, le premier Mérion infecte ses puces qui, après sa mort, abandonnent le cadavre pour transmettre le Bacille aux autres occupants du terrier. Le nombre des puces infectées s'accroît ainsi très rapidement. Au hasard des contacts entre colonies, la traînée épizootique progresse de peuplements malades à peuplements sains.

Le Mérion n'est d'ailleurs pas le seul en cause car, à des titres divers (réservoir de virus, phorétique, etc...), d'autres Rongeurs (*Allactaga*, *Ellobius*, *Microtus*, *M. tristrami*), voire d'autres Mammifères vont intervenir. Il n'est pas jusqu'aux prédateurs (Renard, Chacal, Rapaces diurnes et nocturnes) qui, attirés par les Mérions agonisants ou venus mourir à la sortie des galeries, ne concourent pour une part à la diffusion du Bacille (W. L. JELLISON 1939). Hâtons-nous toutefois de préciser qu'il ne s'agit là que de « *modes accessoires* », et somme toute mineurs, en regard du « *processus habituel* » s'appuyant sur le diptyque *M. vinogradovi*-*M. persicus*.

L'épizootie avance donc à la manière d'un incendie de forêt. Sa vitesse de progression varie selon les sec-teurs : élevée lorsque la densité des peuplements est grande; réduite lorsqu'ils s'espacent. En certains points, un îlot peut être momentanément, voire définitivement épargné.

Alors que le front épizootique s'éloigne, le « résidu pesteux » anéantit peu à peu les quelques peuplements épargnés. Nous savons à présent qu'il faut plusieurs mois pour parachever cet anéantissement.

Un très petit nombre de *M. vinogradovi* survit cependant à l'épizootie : il s'agit soit de colonies initialement isolées et protégées par cet isolement, soit de très rares individus guéris. Pour une espèce éminemment sédentaire telle que *M. vinogradovi*, l'importance de ces « îlots résiduels » est capitale : ils représentent, en effet, ces indispensables noyaux de recolonisation qui vont permettre la reconstitution *in situ* de la population primitive.

Ces survivants mis à part, il ne reste rien après le passage de la vague épizootique, sinon les Rongeurs résistants ou réfractaires. Les Mérions sensibles sont morts et les Puces infectées vont disparaître peu à peu.

Si aucun Rongeur résistant ne pénètre dans les terriers déserts cette stérilisation est rapide, souvent inférieure à un mois. Ainsi, certains d'entre eux, dans lesquels nous avons vu la Peste « entrer » et tuer la totalité des habitants, ont pu être « téléguidés » (1) régulière-

(1) Le « téléguidage » est une méthode simple qui permet de capturer les ectoparasites présents dans un terrier sans détruire celui-ci. On lâche dans la galerie à explorer un mérion captif et sans puces, auquel on a attaché un fil de nylon à l'une des pattes postérieures. Après quelques minutes de séjour dans le terrier, le mérion en est retiré et l'on récolte les puces qui sont fixées sur lui.

ment tous les quinze jours : lors des premières investigations les Puces capturées étaient infectées, mais après quelques semaines on ne récoltait plus que des adultes « clairs », c'est-à-dire n'ayant jamais piqué et par conséquent dépourvus de Bacille.

Il semble d'ailleurs que cette stérilisation des terriers inhabités soit imputable à la baisse du degré hygrométrique plutôt qu'au jeune consécutif au dépeuplement. Moins sensibles que les puces adultes à cette sécheresse, les larves et les nymphes poursuivraient leur évolution, d'où la présence des seuls imagos clairs.

Quoiqu'il en soit, il est biologiquement nécessaire que la Peste ne se perpétue pas dans les gîtes de l'espèce sensible après le passage de l'épizootie, car, s'il en était autrement, la recolonisation des biotopes serait impossible par persistance du « facteur limitant ».

Dans les terriers de *M. persicus*, la Peste progresse de façon plus lente, prenant le mode enzootique plutôt qu'épizootique. En général, l'animal infecté guérit et se débarrasse de ses Bacilles. Les terriers se stérilisent. Mais, de temps à autre, à l'occasion d'une modification du « terrain » (gravidité, infection intercurrente, stress divers), un individu réalise une septicémie pesteuse, infecte ses puces et inocule alors les animaux voisins. La progression de la Peste sur *M. persicus*, quoique très lente, paraît donc exister, tout au moins dans les semaines ou les mois qui suivent le passage des grandes épizooties.

Il est ainsi possible qu'à intervalles éloignés, les colonies résiduelles de *M. vinogradovi*, jouxtant les terriers de *M. persicus* nouvellement infectés, soient anéanties à leur tour. Mais à présent on ne peut parler que de « flambées sans lendemain », car les peuplements de l'espèce sensible n'ont plus aucune chance de contact, même par l'intermédiaire des « Rongeurs de liaison ».

Que la Peste ait effectivement disparu du « foyer » ou qu'elle soit parvenue au-dessous de son « seuil d'épizootisation », pour nous, qui nous plaçons sur le seul plan de la dynamique des populations, le résultat est le même : le facteur limitant l'expansion de l'espèce sensible a disparu : la population de *M. vinogradovi* va pouvoir reconstituer librement son stock originel. Mais il faudra attendre plusieurs années avant qu'elle ne retrouve son « volume critique », prélude à la nouvelle explosion épizootique qui mettra inéluctablement un terme à la période de grande pullulation.

LIMITES DU « MACROFOYER KURDO-CASPIEN »

La « phase extensive » de notre mission répondait à deux préoccupations : d'une part vérifier la parenté épidémiologique des divers « foyers » pesteux du Kurdistan iranien, d'autre part, chercher, au-delà de la zone endémique, les différences écologiques et faunistiques susceptibles d'expliquer l'absence de Peste. Les limites biogéographiques du « macro-foyer » kurde devaient découler de cette enquête.

SEPT STATIONS « PESTEUSES » DU KURDISTAN IRANIEN

Ces stations font partie du « complexe kurdo-caspien » de M. BALTAZARD (1960) dont les frontières englobent la partie Nord de la chaîne du Zagros en Iran et débordent en Turquie, en Irak, en Syrie et en U.R.S.S. Dans ce « macro-foyer » le Bacille pesteux présente les mêmes caractères biochimiques et l'enzootie se perpétue grâce à un ensemble de Rongeurs sauvages, les uns fortement sensibles, les autres fortement résistants (M. BALTAZARD et P. ASLANI, 1952; M. BALTAZARD et coll., 1960).

Sur les sept stations étudiées six se sont montrées écologiquement comparables à Agh-Bolagh-Morched (Boukan, Kermanshah, Songhor, Saneh, Gorveh, Bizine); une seule (Zeinal-Kandi), située à la limite bioclimatique du « macro-foyer » s'est révélée quelque peu différente.

Or, si l'on fait exception de cette dernière, on demeure frappé par leur très grande analogie. A l'image d'Agh-Bolagh-Morched, elles sont, en effet, situées entre 1 700 et 2 000 mètres d'altitude et reçoivent une tranche de pluie supérieure à 350 mm. Les hivers, rigoureux, sont suivis de printemps pluvieux. Les sols sont profonds et fertiles (rendzines), les reliefs peu accusés (vastes plaines coupées çà et là de thalweg et de collines rocheuses). A l'exception de Zeinal-Kandi, ces foyers sont d'immenses terres à Blé (cultures sèches) où les surfaces emblavées s'étendent sans limites précises sur des dizaines de kilomètres.

En qualité de « messicole préférent » *M. vinogradovi* trouve dans chacun d'eux un biotope potentiel d'une extraordinaire richesse, autrement dit très favorables aux pullulations cycliques. Ces cycles ne sont d'ailleurs nullement synchrones sur l'ensemble du Kurdistan car lors de notre prospection de 1961, seul le foyer de Songhor avait atteint le stade de « grand accroissement ».

A titre d'exemple, nous donnons les résultats des captures effectuées à quelques jours d'intervalle dans les

foyers voisins de Songhor et de Gorveh, le premier en phase de pullulation, le deuxième ayant subi la vague épidémiologique.

TABLEAU II

	SONGHOR (4 nuits de piégeage)			GORVEH (3 nuits de piégeage)		
	<i>M. vino.</i>	<i>M. tristr.</i>	<i>M. pers.</i>	<i>M. vino.</i>	<i>M. tristr.</i>	<i>M. pers.</i>
Champs de blé et jachères sur replats.	38	8	0	3	0	0
Champs de blé sur pentes.	0	0	4	0	0	27
Tas de cailloux érigés dans les champs de blé.	0	2	22	0	0	78
Affleurements rocheux, éboulis et pentes incultes.	0	2	25	0	0	101
Total et pourcentage	38 (37,5 %)	12 (10 %)	51 (52,5 %)	3 (1,5 %)	0 (0 %)	206 (98,5 %)

DEUX STATIONS « EXEMPTES » DE PESTE RURALE

Deux stations exemptes de Peste animale et humaine, c'est-à-dire situées hors du « macro-foyer » ont été étudiées comparativement aux précédentes : Ghazvin et Kamalabad.

Sur les 400 000 ha que totalise la province de Ghazvin, le tiers seulement (130 000 ha) est cultivé en Blé et encore faut-il parler de Blé irrigué (78 %) car les cultures sèches y sont extrêmement réduites (22 %) en raison des rendements variables et le plus souvent franchement mauvais. La prospection et le piégeage montrent que les peuplements de Mériens sont peu nombreux et dispersés, aussi bien en ce qui concerne les espèces sensibles que les résistantes. La petite capacité trophique du milieu et la faible surface occupée par les cultures sèches de Blé (1/20 de la surface totale) laissent d'ailleurs prévoir ces résultats.

Située à cinquante kilomètres de Téhéran, la région de Kamalabad présente un aspect assez comparable à celui de Ghazvin. Les cultures irriguées dominent très largement. Les biotopes à *M. vinogradovi* sont exceptionnels, *M. persicus* est très rare même dans ses biotopes typiques. Quant à *M. libycus*, il est relativement

commun dans les zones psammo-halines des bas-fonds. La Peste humaine n'a jamais été signalée dans cette région et les Mérions capturés en grand nombre pour les besoins de l'I.P.I. n'ont jamais été trouvés porteurs de Bacille de Yersin.

DÉDUCTIONS BIOGÉOGRAPHIQUES

L'étude écologique des deux principaux Rongeurs responsables de la « Peste » rurale au Kurdistan, *M. vinogradovi* et *M. persicus*, montre donc le rôle déterminant joué par les cultures de céréales et plus particulièrement par les cultures sèches de Blé. C'est donc la limite de ces cultures, essentiellement bioclimatiques, qui devait donner la limite du « macro-foyer ». En effet, comme nous l'avons observé, au fur et à mesure de l'aridification, fonction de l'altitude et de la latitude, les cultures non irriguées se raréfient, amenant une réduction corrélative des populations de Mérions responsables de l'endémie. Lorsque les cultures sèches ne sont plus que de rares taches isolées au sein de vastes zones incultes, c'est-à-dire lorsque les peuplements de l'espèce sensible ne sont plus que des petits îlots clairsemés, le mode épidémiologique n'est plus possible. Le complexe « Rongeur sensible - Rongeur résistant », déséquilibré, n'est plus en mesure d'assurer la permanence de la Peste qui disparaît ainsi « spontanément ».

Dans le cas particulier, le désert mérite bien son titre de « tombeau des épidémies », car la Peste vient littéralement « mourir » contre une barrière climatique.

Précisons, enfin, qu'il s'agit ici de la seule Peste selvatique car, au-delà de ces frontières, l'homme peut toujours s'infester à la faveur d'un transport à distance, éventuellement repris sur le mode épidémique par la puce spécifique : *Pulex irritans* (M. BALTAZARD 1959).

Aussi bien, en corollaire de ces données écologiques, nous a-t-il semblé raisonnable de tenter une délimitation du « macro-foyer » en appliquant les coefficients climatiques utilisés par les biogéographes.

Déjà le simple tracé de l'isohyète 350 mm englobe l'ensemble des « foyers » pesteux du Kurdistan iranien. Plus sélectifs les coefficients (1) d'EMBERGER (Q) ou les

$$(1) Q = \frac{P}{(M + m)(M - m)} \times 100 \quad (P = \text{précipitations annuelles};$$

2

M = maximum absolu du mois le plus chaud; m = minimum absolu du mois le plus froid).

diagrammes ombrothermiques (2) de GAUSSEN (Q') permettent de détacher la partie méridionale du Zagros, région indemne de Peste, pour ne conserver que sa partie septentrionale, siège des stations de Peste rurale. Le calcul montre que ces stations sont comprises entre $20 < Q < 40$ (coefficient d'EMBERGER) et $10 < Q' < 20$ (coefficient de GAUSSEN). Toutefois, utilisés de cette manière, ces coefficients manquent de précision car ils ne tiennent compte que de l'*aridité globale* et non des aridités partielles, en particulier de l'*aridité vernale* qui conditionne étroitement la céréaliculture dans les régions méditerranéennes (G. AZZI).

Le coefficient de GIACCOBE (Q''_p) (3) rend précisément compte de cette aridité partielle. Au surplus, en corrélation avec le coefficient d'EMBERGER (Q/Q''_p) il permet alors une assez bonne représentation graphique des zones agricoles, l'aridité globale compensant, en effet, dans une certaine mesure, l'aridité de printemps. La limite empirique tracée à l'aide de ces deux coefficients, place ainsi la totalité des « stations pesteuses », c'est-à-dire des stations à forte densité de *M. vinogradovi* et *M. persicus*, dans la zone « humide » où prédominent les cultures sèches de céréales.

CONCLUSION

Au Kurdistan, la Peste apparaît en dernière analyse comme une affection des populations de Rongeurs sauvages dont elle constitue le facteur principal de régulation. Les espèces responsables, *M. persicus* et surtout *M. vinogradovi*, l'une résistante, l'autre sensible, sont en oscillation permanente, cherchant, sans jamais le trouver, leur point d'équilibre réciproque.

Par ses cultures de céréales, l'homme favorise indirectement ces deux types de réservoir-de-virus, contribuant ainsi de façon décisive à la dynamique des foyers enzootiques. Par sa propre sensibilité au Bacille pesteux il constitue également un révélateur précieux, sinon fidèle de ces foyers.

Du point de vue prophylactique, cette étude écologique permet enfin par la surveillance quantitative des

$$(2) Q' = \frac{\text{Période humide}}{\text{Période sèche}} \times 10 \text{ (chiffres obtenus par planimétrie).}$$

$$(3) Q''_p = \frac{P_p}{M_p} \text{ (} P_p \text{ = précipitations de printemps; } M_p \text{ = maximum thermique de printemps).}$$

populations de Mérions sensibles (détection du « seuil critique ») de prévoir approximativement le passage des grandes épizooties, et d'envisager, en conséquence, une destruction périodique de ces rongeurs, de manière à couper localement la chaîne épidémiologique et protéger ainsi les villages menacés.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREWARTHA (H.G.) et BIRCH (L.C.), 1954. — *The distribution and abundance of animals*. University of Chicago Press éd., 782 p.
- BALTAZARD (M.), 1960. — Déclin et destin d'une maladie infectieuse : la Peste. *Bull. Org. Mond. Santé*, 23 : 247-262.
- BALTAZARD (M.), MOFIDI (C.) et SEYDIAN (B.), 1952. — Le foyer de Peste du Kurdistan. *Bull. Org. Mond. Santé*, 5 : 441-472.
- BALTAZARD (M.), MOSTACHFI (P.), EFTEKHARI (M.) et MOFIDI (C.), 1960. — Recherches sur la Peste en Iran. *Bull. Org. Mond. Santé*, 23 : 141-155.
- BALTAZARD (M.) et SEYDIAN (B.), 1960. — Enquête sur les conditions de la Peste au Moyen-Orient. *Bull. Org. Mond. Santé*, 23 : 157-167.
- BARRERA (J.-M. de la), 1953. — Rongeurs sauvages infectés par *Pasteurella pestis* en Argentine. *Bull. Org. Mond. Santé*, 9 : 701-705.
- BEAUFORT (L.-F. de), 1951. — *Zoogeography of the land and inland waters*. Sidgwick and Jackson éd., Londres, 208 p.
- BLANC (G.), 1948. — Longue persistance de la virulence du bacille pesteux chez la Puce du Rat *Xenopsylla cheopsis*, conservée morte à sec. *Ann. Inst. Pasteur*, 75 : 569-571.
- BOBEK (H.), 1951. — Die natürlichen wälder und gehölzfluren Irans. *Bonner Geographische Abhandlungen*, 8, 62 p.
- BODENHEIMER (F.S.), 1948. — Ecological and physiological studies on some rodents. *Physiol. Ecol. Comparat.*, 1 : 376-380.
- BOISSIER (E.), 1867. — *Flora orientalis*, 5 tomes et suppl., Genève.
- BORNMUELLER (J.). — Beiträge zur Flora von Persien, Babylonien, Assyrien, Arabien. Iter persico-turcicum, 1892-1893. *Beih. Bot. Centralbl.*, 1911, XXVIII : 89-171; 1937, LVII : 247-294; 1938, LVIII : 252-302; 1939, LX : 181-223.
- BOURLIÈRE (F.), 1952. — Le territorialisme dans l'organisation sociale des Vertébrés. *Colloq. int. C.N.R.S.*, XXXIV : 199-206.
- CHITTY (D.), 1959. — A note on shock disease. *Ecology*, 40 : 728-731.
- CLARKE (G.L.), 1954. — *Elements of ecology*. Chapman & Hall, éd., 534 p.
- DAVIS (D.H.S.), 1953. — Plague in South Africa : a study of the epizootic cycle in gerbils (*Tatera brandtsi*) in the northern Orange free state. *Jour. Hyg.*, 51 : 427-449.
- DEVIGNAT (R.), 1949. — Epidémiologie de la Peste au Lac Albert, 1944-1945-1946. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 24 : 277-305.
- DICE (L.R.), 1952. — *Natural communities*. University of Michigan Press, éd., 483 p.
- DOWDESWELL (W.H.), 1959. — *Practical animal ecology*. Methuen et Cie, éd., Londres, 316 p.

- ELKIN (I.I.), 1961. — *A course in epidemiology*. (Traduction du russe par C.R. PRINGLE), Pergamon Press, éd., New-York-Oxford.
- ELTON (C.S.), 1925. — Plague and the regulation of numbers in wild mammals. *Jour. Hyg.*, 24 : 138-163.
- EMBERGER (L.), 1955. — Une classification biogéographique des climats. *Travaux Lab. Bot. Univ. Montpellier*, 7 : 3-43.
- EVANS (F.C.), WHEELER (C.M.) et DOUGLAS (J.R.), 1943. — Sylvatic plague studies. *Journ. Inf. Dis.*, 72 : 68-76.
- FINDLAY (G.M.) et MIDDLETON (A.D.), 1934. — Epidemic disease among voles (*Microtus*) with special reference to *Toxoplasma*. *J. anim. Ecol.*, 3 : 150-160.
- FOURIER (L.), 1938. — The endemic focus of plague. *S.A. Med. Journ.*, 28 : 352-357.
- FYODOROV (V.N.), 1960. — The question of the existence of natural foci of plague in Europe in the past. *J. Hyg., Epid., Mic. Immun.*, 4 : 135-140.
- GAUSSEN (H.), 1955. — Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques. *C.R. Acad. Sc.*, 240 : 642-644.
- GIACOBBE (A.), 1959. — Nouvelles recherches écologiques sur l'aridité dans les pays de la Méditerranée occidentale. *Naturalia Monspeliansia*, 11 : 7-27.
- GIRARD (G.), 1959. — Considérations sur l'épidémiologie de la Peste. Caractéristiques des centres endémiques asiatiques et africains. *Rev. Méd. Hyg. Outre-Mer*, 281 : 114-120.
- GOLVAN (Y.-J.) et RIOUX (J.-A.), 1961. — Ecologie des Mérions du Kurdistan iranien. Relation avec l'épidémiologie de la Peste rurale. *Ann. Parasitol.*, 36 : 449-558.
- GRASSE (P.-P.) et DEKEYSER (P.-L.), 1955. — Ordre des Rongeurs. In : *Traité de Zoologie*, 17 : 1321-1573.
- HANDEL-MAZETTI et FREIH (H.V.), 1911. — Reisebilder aus Mesopotamien und Kurdistan. II. Durch Kurdistan. *Deutsche Rundschau für Geographie*, 33 : 312-331 et 401-419.
- HANDEL-MAZETTI, 1914. — Die Vegetationsverhältnisse von Mesopotamien und Kurdistan. *Annal. K. K. Naturhist. Hofmus*, Vienne, 28 : 48-111.
- HEISCH (R.B.), GRAINER (W.E.), D'SOUZA (A.M.), 1953. — Results of a plague investigation in Kenya. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 47 : 503-521.
- JELISON (W.-L.), 1939. — Sylvatic plague : studies of predatory and scavenger birds in relation in its epidemiology. *Pub. Health Rep.*, 54 : 792-798.
- KACHKAROV (D.N.) et KOROVINE (E.P.), 1942. — *La vie dans les déserts*. Traduction par Th. MONOD, Payot, éd., Paris, 357 p.
- KOPSTEIN (F.), 1931. — Die ökologie der javanischen ratten und ihre bedeutung für die epidemiologie der Pest. *Z. Morph. ökol. Tiere*, 22 : 774-807.
- LINK (V.B.), 1951. — Plague in north America. *Bull. Pan. Amer. Sanit. Bureau*, 30 : 26-28.
- LINSDALE (J.M.), 1946. — *The California ground squirrel*. Univ. California Press, éd., 475 p.
- LONGANECKER (D.S.) et BURROUGHS (A.L.), 1952. — Sylvatic plague studies. IX. Studies of the microclimate of the California ground squirrel burrow and its relation to seasonal changes in the flea population. *Ecology*, 33 : 488-499.

- MACCHIAVELLO (A.), 1959. — Estudios sobre peste selvatica en America del sur V. peste selvatica en Bolivia. *Bol. San. Panam.*, 96 : 509-524.
- MEYER (K.F.), 1941. — Sylvatic plague. *Amer. Pub. Health*, 31 : 145-148.
- MEYER (K.P.), 1942. — The ecology of plague. *Medicine*, 21 : 143-174.
- MEYER (K.P.), HOLDENRIED (R.), BURROUGHS (A.L.) et JAWETS (E.), 1943. — Sylvatic plague studies. *Jour. Inf. Dis.*, 72 : 144-157.
- MEYER (K.P.) et EDDIE (B.), 1938. — Persistence of sylvatic plague. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 38 : 333-334.
- MISONNE (N.), 1959. — Analyse zoogéographique des Mammifères de l'Iran. *Pub. Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique*, Série II, 59 : 157 p.
- MITCHELL (J.A.) et PIRIE (J.H.H.), 1927. — The plague problem in South Africa : historical, bacteriological and entomological studies. *S. Afr. Inst. Med. Res.*, 3 : 85-256.
- MONOD (T.), 1938. — La vie dans les régions désertiques de l'ancien monde. Remarques générales. *Mém. Soc. Biogéographie*, 6 : 376-405.
- MUHAMMAD (S.), 1958. — Les ressources forestières de l'Iran en relation avec l'agriculture et le cheptel. *Rapport polycopié*, 7 p.
- ODUM (E.P.) et ODUM (H.T.), 1959. — *Fundamentals of ecology*. Saunders Cie, ed., Philadelphie and Londres, 546 p.
- PABOT (H.), 1960. — Les grandes régions phytogéographiques et écologiques d'Iran. *Rapport polycopié*, 21 p.
- PABOT (H.), 1960. — L'action de l'homme sur la végétation naturelle et ses conséquences dans les pays secs ou arides du Proche et du Moyen-Orient. *Rapport polycopié*, 21 p.
- PARSA (A.), 1950. — *Flore de l'Iran*. Mazaheri, éd., Téhéran.
- PETTER (F.), 1953. — Note préliminaire sur l'éthologie et l'écologie de *Meriones libycus* 1931 (Rongeurs, Gerbillidae). *Mammalia*, 29 : 391-398.
- PETTER (F.), 1955. — Contribution à l'étude de *Meriones vinogradovi* Heptner (Rongeurs, Gerbillidés). *Mammalia*, 27 : 281-294.
- PETTER (F.), 1961. — Répartition géographique et écologie des Rongeurs désertiques (du Sahara Occidental à l'Iran oriental). *Mammalia*, supplément au vol. 25 : 1-222.
- PETTER (F.), SEYDIAN (B.) et MOSTACHFI (P.), 1957. — Données nouvelles sur la répartition des Gerbillidés et de quelques autres Rongeurs en Iran et en Irak. *Mammalia*, 21 : 111-120.
- QUAN (S.F.) et KARTMAN (L.), 1956. — The resistance of *Microtus* and *Peromyscus* to infection by *Pasteurella pestis*. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 50 : 104-105.
- RALL (U.M.), 1958. — (*Conférences sur l'épizootologie de la Peste*). Acad. Med. Sc. U.R.S.S., éd., Stravrapol, 233 p.
- RECHINGER (K.H.), 1951. — Grundzüge der Pflanzenverbreitung im Iran. *Verhandl. Zool. Botan. Gesells. Wien*, 92 : 181-188.
- REY (P.), 1960. — *Essai de phytocinétique biogéographique*. C.N.R.S., éd., Paris, 391 p.
- RIoux (J.A.), 1958. — De quelques concepts en biocénologie. *Bull. Service Carte Phytog.*, 3 : 127-150.
- ROBERTS (J.I.), 1936. — Plague conditions in a rural endemic area of Kenya (Keruguya district, Kikuya province). *Jour. Hyg.*, 36 : 485-503.
- ROBERTS (J.I.), 1939. — The relationship of field rodents to plague in Kenya. *Jour. Hyg.*, 39 : 334-344.

- SAINT-GIRONS (H.) et SAINT-GIRONS (M.-C.), 1959. — Espace vital, domaine et territoire chez les Vertébrés terrestres (Reptiles et Mammifères). *Mammalia*, 23 : 448-476.
- SCHULZ (K.H.), 1951. — Notes on wild-rodent plague in South Africa. *J. Trop. Med. Hyg.*, 45 : 249-255.
- WASSILIEFF (A.), 1933. — Les rongeurs et puces de Tunisie et leur rôle dans la propagation de la Peste : IV. La réceptivité comparée des divers Rongeurs tunisiens vis-à-vis de la Peste. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 22 : 443-475.
- WHEELER (C.M.) et DOUGLAS (J.R.), 1941. — Transmission studies of sylvatic plague. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, 47 : 65-66.
- TIHOMIROVA (M.), ZAGORSKALA (L.) et IL'INE (B.), 1935. — (Les rongeurs et leurs puces dans les régions des steppes, zone intermédiaire et zone sablonneuse de Novo-Kazanka et Slanihino et leur rôle dans l'épidémiologie de la Peste). *Journ. Microb., Epid. Paras.*, 14, 235 p.