

Petits mammifères sauvages et arbovirus dans la région du bassin méditerranéen occidental

Claude CHASTEL ⁽¹⁾, Henry LAUNAY ⁽²⁾,
Geneviève LE LAY ⁽¹⁾, Hélène BAILLY-CHOUMARA ⁽³⁾,
Hassen HELLAL ⁽⁴⁾, Marco VALLE ⁽⁵⁾,
Donnia BACH-HAMBA ⁽⁶⁾, Jean-Claude BEAUCOURNU ⁽⁷⁾

Résumé

Les sérums de 1 083 petits mammifères sauvages capturés entre 1976 et 1983 en Tunisie, Maroc, Espagne, Italie et Corse, ont été examinés pour rechercher la présence d'anticorps vis-à-vis de différents arbovirus. Ils ont été recueillis sur des bandelettes de papier buvard et traités au laboratoire en vue des réactions d'inhibition de l'hémagglutination et de fixation du complément.

Les résultats font apparaître un certain déclin de l'activité du virus West Nile dans l'ensemble de la région, alors que trois autres arbovirus s'y manifestent activement (virus Tahyna, de la fièvre à phlébotomes type Sicile et Arumowot).

De façon plus ponctuelle, on décèle aussi quelques réactions positives pour quatre virus transmis par des tiques (virus Bhanja, Uukuniemi, Quarantifil et de l'encéphalite européenne à tiques).

Au point de vue mammalogique, les Muridae, Gerbillidae et Talpidae sont les plus fréquemment intéressées par les réactions sérologiques positives. *Ctenodactylus gundi* et *Pipistrellus kuhli*, bien que capturés en nombre plus restreint, sont également souvent positifs.

Mots-clés : Petits mammifères — Arbovirus — Bassin méditerranéen — Enquêtes sérologiques.

Summary

SMALL WILD MAMMALS AND ARBOVIRUSES IN WESTERN MEDITERRANEAN AREA. *Between 1976 and 1983, we have studied sera from 1 083 small wild mammals trapped in Tunisia, Morocco, Spain, Italia and Corsica, in order to search for antibody against a number of arboviruses, belonging to several genera and serogroups.*

The blood from trapped mammals was collected on blotting paper strips and was sent to the virus laboratory at ambient temperature. After that, the desiccated blood was eluted and treated for haemagglutination inhibition and complement fixation tests.

Results indicated that in the area as a whole, the activity of West Nile virus is somewhat declining, whereas three other arboviruses were emerging : Tahyna, Sicilian Sandfly fever and Arumowot.

-
- (1) Professeur de Microbiologie, Faculté de Médecine, B.P. 815, 29285 Brest Cédex, France.
 - (2) Chercheur, Laboratoire de Parasitologie (Entomologie médicale), Faculté de Médecine, 35043 Rennes Villejean Cédex, France.
 - (3) Entomologiste médicale ORSTOM, Institut Scientifique, B.P. 703, Rabat, Maroc.
 - (4) Technicien, Ministère de la Santé Publique, Sous-Direction de l'Action Sanitaire (Dr. Ben Ammar), Tunis, Tunisie.
 - (5) Chercheur, Museo Civico di Scienze Naturali di Bergamo, Bergamo, Italie.
 - (6) Assistante de Parasitologie (Pr. M. S. Ben Rachid), Faculté de Médecine, Tunis, Tunisie.
 - (7) Professeur de Parasitologie, Faculté de Médecine, 35043 Rennes Villejean Cédex, France.

Antibody for four tick-borne arboviruses : Bhanja, Uukuniemi, Quarantfil and Tick-borne encephalitis (european type) were also detected but with a more restricted distribution.

From a zoological point of view, the species the most frequently found positive belong to the Muridae, Gerbillidae and Talpidae families which were also the most frequently trapped. Ctenodactylus gundi and Pipistrellus kuhli, though trapped in a few specimens, were also frequently found positive. In epidemiological study of arbovirus infections, serosurveys in small wild mammals with blood collection using blotting paper strips, appeared as an interesting field method, easy to perform, not expensive and reliable. In countries where arboviruses were not previously studied, this method is able to quickly supply basic informations, and in others where virological studies were more completely achieved, it may improve the inventory of the mammalian species involved in arbovirus circulation.

Key words : Small mammals — Arboviruses — Mediterranean area — Serological surveys.

Les pays du Bassin méditerranéen occidental avaient fait l'objet de relativement peu d'études concernant les infections à arbovirus, à part l'Italie continentale, la Sicile et la Sardaigne (Verani *et al.*, 1979 ; Verani, 1980 ; Ciufolini *et al.*, 1985). Pour la France, quatre arbovirus (dont West Nile et Tahyna) avaient été mis en évidence en Camargue (Hannoun, 1971). Il en était de même au Portugal, mais ce dernier pays sort du cadre géographique de cette étude. Pour les autres pays, on disposait seulement de résultats limités en Espagne (Lozano, 1980), en Tunisie (Nabli *et al.*, 1970 ; Nabli, 1980), en Algérie (Boughermouth, 1980) et au Maroc (Nejmi, 1980).

Il s'agit pourtant d'une région où, *a priori*, devraient circuler de nombreux arbovirus.

- Elle est riche en vecteurs hématophages divers (tiques, moustiques, phlébotomes, culicoïdes), et en réservoirs potentiels (petits et grands mammifères, oiseaux, reptiles).
- C'est une zone de passage très importante pour les oiseaux migrateurs. On a estimé à 3,75 milliards le nombre des oiseaux se déplaçant chaque année entre l'Afrique au Sud du Sahara et la zone paléarctique (Moreau, 1972). Au moins 1 % de ces oiseaux sont parasités par des larves ou des nymphes de tiques (Hoogstraal *et al.*, 1963, 1964 ; Kaiser *et al.*, 1974) et chaque oiseau parasité l'est, en moyenne, par deux ou trois individus. Ces mouvements migratoires pourraient assurer le transport d'au moins 100 millions de tiques, entre l'Afrique tropicale où sont actives de très nombreuses arboviroses, et l'Eurasie (Hubalek *et al.*, 1982).

La réalité de l'infection des oiseaux, ou des tiques transportées par eux, est attestée par plusieurs isolements de virus :

— soit à partir d'oiseaux migrateurs : virus Bahig et Matruh provenant du sang de pinsons (*Fringilla montifringilla* et *F. coelebs*) capturés en Italie, lors de la migration d'automne⁽¹⁾ (Balducci *et al.*, 1973) ; virus Kemerovo isolé du sang d'un rouge-queue à front blanc (*Phoenicurus phoenicurus*) capturé en Égypte, également pendant la migration⁽²⁾ (Schmidt et Shope, 1971) ;

— soit à partir de tiques infectées transportées par des oiseaux migrateurs : virus Bahig isolé de larves de *Hyalomma marginatum rufipes* récoltées sur un traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*) capturé en Égypte, pendant la migration de printemps⁽²⁾ (Converse *et al.*, 1974).

Une partie de ces flux migratoires passe par le Bassin méditerranéen occidental. En chemin, les oiseaux virémiques et/ou parasités peuvent s'arrêter et « perdre » des tiques infectées, originaires de Scandinavie, d'Europe Centrale ou dans l'autre sens, d'Afrique tropicale. Ils peuvent aussi être piqués par des vecteurs locaux.

- C'est une zone très active d'échanges humains : travailleurs migrants du Maghreb ou du Portugal se dirigeant vers les pays industrialisés de l'Europe Occidentale, et touristes de plus en plus nombreux, allant chercher le soleil sur les bords de la Méditerranée.

(1) Venant du Nord de l'Europe, ces migrateurs ne sortent pas de la zone paléarctique, mais ils atteignent couramment la Méditerranée et, parfois, le Maghreb.

(2) Il s'agit d'espèces paléarctiques que leur migration hivernale conduit dans la région afro-tropicale.

1. Matériel et méthodes

1.1. CAPTURE DES PETITS MAMMIFÈRES

Rongeurs et petits insectivores ont été capturés dans des pièges de type Sherman ou Longworth, et les individus obtenus vivants ou récemment morts (musaraignes) ont été autopsiés après récolte de leurs ectoparasites (puces, tiques). Les mammifères plus volumineux ont été capturés par divers autres moyens de piégeage.

Le sang destiné aux enquêtes sérologiques a été recueilli sur des bandelettes de papier buvard (filtre Durieux n° 268, Mediafiltran, Marne La Vallée, France), après ouverture de la cage thoracique et du cœur. Les bandelettes ont été séchées à l'air et conservées, le plus souvent, à la température ambiante jusqu'à leur envoi au laboratoire de Virologie.

1.2. RÉACTIONS SÉROLOGIQUES

Les bandelettes de papier buvard ont été traitées selon la technique de l'Institut Pasteur de Dakar (Barme *et al.*, 1970), c'est-à-dire que le sang desséché a été élué pendant une nuit à + 4°C, extrait deux fois par l'acétone refroidi, desséché, réhydraté puis adsorbé sur des hématies de poussin de 24 heures, pour obtenir 1 ml de sérum à tester dilué au 1/20.

Les sérums dilués ont été ensuite étudiés par les réactions d'inhibition de l'hémagglutination (IH) selon Clarke et Casals (1958) et de fixation du complément (FC), les deux techniques étant réalisées en microméthodes.

Suivant les enquêtes, les sérums ont été étudiés vis-à-vis de 9 à 16 antigènes d'arbovirus différents, appartenant à divers groupes sérologiques et transmis par des moustiques, des tiques ou des phlébotomes.

Comme les arbovirus qui circulent dans la région sous revue sont peu nombreux, nous étions relativement à l'abri des réactions sérologiques hétérologues, même en IH, ce qui n'aurait pas été le cas pour les *Flavivirus* en Afrique tropicale. C'est sûrement moins vrai en ce qui concerne les *Phlebovirus* pour lesquels les réactions croisées sont fréquentes et étendues (Tesh *et al.*, 1982). On sait, de plus, très peu de choses concernant les inhibiteurs non spécifiques des *Phlebovirus*.

Entre 1976 et 1983, 1 083 sérums de petits mammifères de Tunisie, Maroc, Espagne, Italie et Corse ont été ainsi examinés (tabl. I).

2. Résultats.

Ceux-ci ont déjà été publiés (Chastel *et al.*, 1977, 1980, 1981, 1982, 1983 ; Le Lay-Rogues *et al.*, 1983), mais enquête par enquête et pays par pays, sans que nous ayons tenté jusqu'à présent d'en faire une synthèse à l'échelon régional, ce qui est le but du présent travail.

2.1. TUNISIE.

Deux enquêtes ont été conduites en Tunisie, à quelques années d'intervalle, permettant d'utiles comparaisons quant à l'évolution épidémiologique des infections à arbovirus dans ce pays.

La première enquête, réalisée en octobre 1976 dans le nord et en mars 1977 dans le sud, a porté sur 156 sérums provenant de 152 rongeurs et 4 chiroptères (Chastel *et al.*, 1977). Nous avons utilisé huit antigènes hémagglutinants (Sindbis, dengue 2, West Nile, enc. europ. à tiques, Calovo, Tahyna, Uukuniemi, Bhanja) et un antigène FC pour les arbovirus (Tribec), plus trois antigènes FC pour les *Arenavirus* (CML, Junin, Tamiami).

19,8 % des sérums ont été trouvés positifs pour un ou plusieurs arbovirus. Il s'agissait surtout du virus West Nile, un *Flavivirus* transmis par des moustiques (principalement des *Culex*) dans tout le Bassin méditerranéen, et pour lequel des anticorps avaient été déjà mis en évidence chez l'homme en Tunisie, principalement dans l'île de Djerba (Nabli *et al.*, 1970).

En ce qui concerne les espèces intéressées par les réactions positives, il s'agissait surtout de *Mus musculus*, *M. spretus*, *Rattus rattus*, *Eliomys tunetae* dans le nord, et de *Ctenodactylus gundi* et *Pipistrellus kunli* (quatre sérums positifs sur quatre pour cette dernière espèce) dans le sud.

D'autres sérums réagissaient avec deux arbovirus transmis par des tiques, Uukuniemi et Bhanja : ils provenaient surtout de *Mus* sp., d'*Apodemus sylvaticus*, de gondis et de gerbilles.

La deuxième enquête a eu lieu en février-mars 1980, dans plusieurs régions du nord, du centre et du sud (Chastel *et al.*, 1983) ; elle a porté sur 103 sérums de petits mammifères et nous avons utilisé 15 antigènes d'arbovirus (Sindbis, West Nile, dengue 2, enc. europ. à tiques, Wesselsbron, Tahyna, fièvre à phlébotomes Sicile, Arumowot, Uukuniemi, Bhanja, Qalyub, Quarantfil, Tribec, Essaouira (T222) et Soldado).

TABLEAU I

Enquêtes sérologiques arbovirus réalisées chez les petits mammifères dans différents pays du Bassin méditerranéen occidental (1976-1983). ^a Nombre total de sérums = 1 083. ^b WN : West Nile, UUK : Uukuniemi, BHA : Bhanja, TAH : Tahyna, AMT : Arumowot, SSF : fièvre à phlébotomes type Sicile, QRL : Quarantfil, T222 : Essaouira, TBE : enc. europ. à tiques

Pays	Années	Nombre de sérums examinés ^a	Nombre d'antigènes utilisés	Espèces le plus souvent trouvées positives	Antigènes concernés ^b	Références
TUNISIE 1	1976, 1977	156	9	<u>Mus sp.</u> , <u>Rattus rattus</u> , <u>Apodemus sylvaticus</u> , <u>Eliomys tunetae</u> , <u>Ctenodactylus quidi</u> , <u>Pipistrellus kuhli</u> .	WN, UUK, BHA	CHASTEL et al., 1977
TUNISIE 2	1980	103	15	<u>Mus musculus praetextus</u> , <u>Mus spretus</u> , <u>A. sylvaticus</u> , <u>Meriones lybicus</u> , <u>Dipodillus zakariai</u> , <u>Gerbillus aureus</u> , <u>P. kuhli</u> .	TAH, AMT, SSF	CHASTEL et al., 1983
MAROC	1979	128	15	<u>M. spretus</u> , <u>A. sylvaticus</u> , <u>Crocidura russula</u> .	TAH, AMT, SSF, QRL, T222	CHASTEL et al., 1981
ESPAGNE	1978, 1979	386	10	<u>M. spretus</u> , <u>A. sylvaticus</u> , <u>C. russula</u> .	WN, UUK, BHA, TAH, TBE	CHASTEL et al., 1980
ITALIE	1980, 1981	256	12	<u>M. musculus</u> , <u>A. sylvaticus</u> , <u>Clethrionomys glareolus</u> , <u>Talpa europaea</u> , <u>T. caeca</u> , <u>T. romana</u> .	TAH, SSF, AMT, WN, BHA	LE LAY-ROGUES, 1983
CORSE	1982, 1983	54	16	0	0	(non publié)

Nous n'avons pas retrouvé les anticorps pour les virus West Nile, Uukuniemi et Bhanja, décelés lors de la première enquête. Par contre, nous avons enregistré des réactions positives pour le virus Tahyna, un *Bunyavirus* du groupe encéphalite de Californie, transmis par des moustiques (surtout des *Aedes*) dans toute l'Europe Centrale et du sud : 18,4 % des sérums sont positifs, à cet égard, surtout dans la région de Zaghuan et aux Iles Kerkhennah, chez *M. musculus*. Nous avons également décelé beaucoup de réactions positives pour les virus Arumowot et de la fièvre à phlébotomes type Sicile, surtout chez des Muridae et Gerbillidae, en particulier aux Iles Kerkhennah. Ces deux derniers virus sont des *Phlebovirus*, Sicile étant transmis par *Phlebotomus papatasi* et Arumowot par des moustiques (surtout des *Culex*).

Il serait intéressant de rechercher quels peuvent être les phlébotomes vecteurs du virus de la fièvre à phlébotomes dans les zones rurales de Tunisie : peut-être *Ph. sergenti* qui est une espèce zoo-anthropophile signalée de Maktar, Médénine, Tataouine, localités où nous avons justement obtenu des réactions positives. Des anticorps contre les *Phlebovirus* avaient été précédemment mis en évidence chez l'homme en Tunisie (Nabli *et al.*, 1970 ; Tesh *et al.*, 1976).

2.2. MAROC

Nous avons précédemment isolé dans ce pays deux arbovirus différents à partir de tiques *Ornithodoros (Alectorobius) maritimus*, parasitant des Goélands leucophées (*Larus cachinnans*), à Essaouira (côte atlantique) et à Kala Iris (côte méditerranéenne). L'un de ces virus, Soldado, un *Nairovirus*, peut être pathogène pour l'homme, comme nous avons pu le démontrer chez un photographe animalier resté pendant plusieurs heures sous une tente à prendre des clichés d'oiseaux, tandis que l'attaquaient, par centaines, des larves de cet Ornithodore (Chastel *et al.*, 1981). L'autre virus, Essaouira (T222) est un nouvel *Orbivirus* du groupe Kemerovo, complexe Chenuda. Nous avons pris en considération ces deux agents lors de l'enquête sérologique que nous avons réalisée sur les sérums de 128 petits mammifères (rongeurs, insectivores) capturés dans le nord du pays, en mars 1977. 15 antigènes différents d'arbovirus ont été utilisés dans cette enquête (Sindbis, West Nile, dengue 2, Wesselsbron, enc. europ. à tiques, Tahyna, Uukuniemi, Bhanja, fièvre à phlébotomes Sicile, Arumowot, Tribec, Qalyub, Quarantil, Essaouira et Soldado).

Globalement, nous avons trouvé 35,9 % de réactions positives, principalement pour le virus

Tahyna (21 %), avec des titres pouvant aller jusqu'à 1/2560. Nous avons décelé également des anticorps pour les virus Arumowot (14 %) et de la fièvre à phlébotomes type Sicile (9,4 %). Par contre, seulement 0,8 % des sérums réagissent avec le virus West Nile. De plus, un sérum d'*A. sylvaticus* d'Ain Rami était positif à la fois avec le virus Quarantil (1/32) et avec le virus Essaouira (1/8).

Dans l'ensemble, les sérums positifs provenaient principalement d'*A. sylvaticus* et de *M. spretus*.

On avait déjà mis en évidence au Maroc des anticorps chez l'homme, pour les virus du groupe de la fièvre à phlébotomes (Tesh *et al.*, 1976), mais plus au sud, à Midelt où *Ph. papatasi* est connu. Dans le Rif, *Ph. papatasi* semble absent (Bailly-Choumara *et al.*, 1971) et là, comme en Tunisie, il existe probablement d'autres phlébotomes zoo-anthropophiles pouvant assurer la transmission, comme par exemple *Ph. sergenti* qui est présent dans le Rif (Bailly-Choumara *et al.*, 1971).

Le virus Quarantil est un arbovirus non classé qui a été isolé en Égypte à la fois de l'homme malade (états fébriles indifférenciés), d'oiseaux sauvages, de tiques (*Argas arboreus* et *A. hermanni*) et pour lequel des anticorps ont été trouvés chez des rongeurs, également en Égypte.

2.3. ESPAGNE

L'enquête a porté sur 386 petits mammifères (rongeurs, insectivores, petits carnivores, chiroptères), d'une part en janvier 1978 dans le nord du pays, et d'autre part en janvier 1979 dans le nord et le sud (Chastel *et al.*, 1980). Les sérums ont été étudiés vis-à-vis de dix arbovirus (Sindbis, West Nile, dengue 2, Wesselsbron, enc. europ. à tiques, Calovo, Tahyna, Uukuniemi, Bhanja, Tribec).

Nous avons trouvé 8,9 % de sérums positifs dans le nord et 8,6 % dans le sud, mais la nature des antigènes concernés par les réactions positives n'est pas la même :

— dans le nord, il s'agit des virus West Nile, de l'encéphalite européenne à tiques, Uukuniemi et Bhanja.

— dans le sud, nous n'avons que des réactions pour le virus Tahyna, les petits mammifères concernés par ces réactions étant essentiellement *M. spretus* et *A. sylvaticus*.

En ce qui concerne les virus transmis par des moustiques, il n'est pas surprenant que l'activité du virus West Nile chez les petits mammifères ait été

décélée puisque ce virus a été isolé au Portugal (Filipe, 1972) et que des anticorps ont été trouvés chez l'homme, dans la région de Valence (Chastel *et al.*, 1980).

Pour les virus transmis par des tiques, nous n'avons trouvé qu'une seule réaction positive pour le virus de l'encéphalite à tiques, chez *M. spretus* et au 1/40. Dans la région du nord de l'Espagne, des anticorps contre ce virus avaient été décelés chez l'homme ; son vecteur principal, *Ixodes ricinus*, qui est aussi celui du virus Uukuniemi, y est présent (Gilot *et al.*, 1976). De même, un des nombreux vecteurs du virus Bhanja, *Dermacentor reticulatus*, est connu de cette région (Gilot *et al.*, 1976).

2.4. ITALIE

Un travail considérable avait été accompli par les virologues et épidémiologistes italiens et au moins 13 arbovirus différents avaient été déjà isolés dans ce pays, à partir d'hommes malades, de tiques, de moustiques, de phlébotomes (*Ph. perniciosus*) et d'oiseaux migrateurs (Bonaduce *et al.*, 1977 ; Verani *et al.*, 1979 ; Verani 1980 ; Ciufolini *et al.*, 1985). De plus, de très nombreuses enquêtes sérologiques étaient venues préciser l'incidence de ces viroses dans la population humaine et animale. Cependant, les petits mammifères avaient relativement peu retenu l'attention.

Notre enquête a porté sur 256 petits mammifères sauvages (rongeurs, insectivores, carnivores) récoltés en 1980 dans le nord (Piémont), et le sud de l'Italie, et en 1981, dans le sud : Calabre, Basilicate et Pouilles. Les sérums ont été examinés vis-à-vis de 12 arbovirus (Sindbis, West Nile, dengue 2, West Nile, enc. europ. à tiques, Tahyna, Uukuniemi, Bhanja, fièvre à phlébotomes Sicile, Arumowot, Eyach (T577) et Tribec).

Globalement, nous avons trouvé 42,8 % de sérums positifs dans le nord et 44,3 % dans le sud (Le Lay-Rogues *et al.*, 1983).

Dans le nord, il s'agit de réactions positives pour le virus Tahyna chez *Talpa europaea*, et pour le virus de la fièvre à phlébotomes type Sicile chez *Talpa caeca*.

Dans le sud, les réactions positives concernant surtout le virus Tahyna, Sicile, Arumowot et, à un moindre degré, les virus West Nile (1,3 %) et Bhanja (0,45 %), surtout chez des Muridae (*A. sylvaticus*, *M. musculus musculus*), des Arvicolidae (*Clethrionomys glareolus*) et des Talpidae (*T. romana*).

Il existe un gradient des pourcentages de positivité lorsque l'on va des Pouilles (20,8 %) à la Basilicate (40,2 %) et à la Calabre (50,3 %).

Le principal problème que soulèvent ces résultats est celui de la réalité des anticorps trouvés en altitude, dans le Piémont (jusqu'à 1 110 m, Chialamberto), pour le virus de la fièvre à phlébotomes. Quel peut en être le vecteur dans ce type de biotope, ou encore s'agit-il d'inhibiteurs non spécifiques propres à *Talpa caeca* ? Nous n'avons pas de réponse pour le moment.

Dans le sud, les réactions positives ne posent pas de problème particulier quant à leur spécificité, car elles correspondent à des virus déjà isolés dans la région, avec toutefois l'exception du virus West Nile, dont l'existence en Italie est néanmoins fortement suspectée.

2.5. CORSE

Notre enquête n'a porté que sur 54 sérums de petits mammifères (rongeurs, chiroptères, *Mustela nivalis*), récoltés en mars 1982 et septembre 1983, dans le nord-ouest, le centre et l'extrême sud du pays (Iles Lavezzi).

Ils ont été examinés vis-à-vis de 16 antigènes d'arbovirus (les mêmes qu'en Italie plus chikungunya). Tous ont été trouvés négatifs, que ce soit en IH ou en FC.

2.6. ALGÉRIE

Pour le moment, nous n'avons pas pu y réaliser d'enquêtes comparables et notre répartition géographique souffre donc, à ce niveau, d'un large défaut.

On sait pourtant que le virus West Nile y a été isolé à Djanet, de *Culex* sp. (Pilo-Moron *et al.*, 1970), et que des anticorps pour ce virus ont été trouvés dans la population humaine, de 3,5 % à 58,3 % suivant les localités, et également chez 9,6 % des ânes (Bouguermouth, 1980). Nous-mêmes avons trouvé des anticorps chez l'homme à Mostaganem au cours d'une enquête sérologique concernant l'étiologie de cas épidémiques d'hépatite non-A non-B (Chastel, observations non publiées, 1980).

3. Discussion

S'agissant de sang humain, la méthode des enquêtes sérologiques pour les arbovirus, avec récolte de sang sur bandelette de papier buvard, s'est montrée fiable et intéressante en épidémiologie (Duca *et al.*, 1968). Adaptée au sang des petits mammifères, elle nous paraît également utilisable. Elle est relativement facile à appliquer et elle est beaucoup moins

onéreuse que les enquêtes virologiques. Elle n'a pas de raison d'être plus sensible aux anticorps hétérologues ou aux inhibiteurs non spécifiques que les méthodes classiques. Elle peut apporter rapidement des informations dans les pays qui n'avaient pas bénéficié précédemment d'enquêtes épidémiologiques, et, ailleurs, elle permet d'identifier les espèces susceptibles de participer à la circulation de virus déjà connus dans le pays.

Appliquée de 1976 à 1983, à plusieurs pays du Bassin méditerranéen occidental, pour lesquels les renseignements étaient plus ou moins anciens et complets, elle a permis de dégager les conclusions suivantes :

— Dans l'ensemble de la zone, on observe depuis plusieurs années un déclin de l'activité du virus West Nile, évident en Tunisie et qui a été noté également en Camargue (Hannoun, 1971 ; Rollin *et al.*, 1982 ; Raoult *et al.*, 1985). Toutefois, les vecteurs persistent, notamment *Culex modestus*, et rien n'empêcherait la réintroduction de ce virus en France, par exemple par des oiseaux migrateurs venant d'Europe centrale ou d'Afrique tropicale. C'est un virus assez dangereux pour l'homme chez lequel il peut provoquer des états fébriles indifférenciés, des méningites ou des méningo-encéphalites, et susceptible d'atteindre aussi les chevaux.

— Trois virus semblent dominer actuellement le profil épidémiologique des arboviroses du Bassin méditerranéen occidental : le virus Tahyna observé partout, et les virus de la fièvre à phlébotomes type Sicile et Arumowot, ou des virus apparentés, actifs en Tunisie, au Maroc et en Italie. Les deux premiers de ces agents sont responsables, chez l'homme, d'états fébriles indifférenciés, parfois d'atteintes oculaires et exceptionnellement d'encéphalites.

— Quatre autres virus, tous transmis par des tiques, se manifestent beaucoup plus discrètement,

les virus Bhanja, Uukuniemi, Quarantil et de l'encéphalite européenne à tiques. Le virus Bhanja peut être responsable d'infections de laboratoire avec manifestations encéphalitiques, tandis que le virus Quarantil entraîne des états fébriles indifférenciés chez l'homme. Le virus de l'encéphalite à tiques n'a été décelé que dans le nord de l'Espagne, ce qui confirme les données d'enquêtes sérologiques antérieures (Nosek et Folk, 1977). C'est un virus dangereux, responsable chez l'homme d'atteintes méningées et encéphalitiques. Quant au virus Uukuniemi, son pouvoir pathogène éventuel n'est pas connu.

— Sur le plan mammalogique, les espèces qui semblent les plus intéressantes parce que trouvées infectées partout et fréquemment, sont *Mus spretus* et *Apodemus sylvaticus*. Ce sont aussi des espèces dominantes dans nos captures. Localement, d'autres espèces pourraient avoir de l'importance. C'est le cas, en Tunisie, de *Ctenodactylus gundi* et de *Pipistrellus kuhli* pour le virus West Nile, et des Gerbillidae pour le virus de la fièvre à phlébotomes type Sicile. En Italie, les Talpidae pourraient avoir un rôle important dans la circulation des virus Bhanja et Sicile.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les autorités qui ont facilité nos missions sur le terrain, en particulier le Docteur Ben Ammar, Sous-Directeur de l'Action Sanitaire, et le Professeur Ben Rachid, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Médecine, Tunis (Tunisie), ainsi que le Docteur H. Msougar, Directeur de l'Institut Scientifique et Monsieur Aguejddad, Directeur des Eaux et Forêts, Rabat (Maroc).

Nous désirons remercier également ceux qui nous ont aidés dans l'identification spécifique des petits mammifères, notamment le Professeur F. Petter du Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris), mais aussi les Professeurs J. Niethammer (Bonn) pour les Gerbillidae et J. Cosalbez (Barcelone) pour les Muridae, et le Docteur J. Vesmanis (Francfort-sur-le-Main) pour les Soricidae.

Sur le terrain enfin, la collaboration technique de Mohamed Laami, de l'Institut Scientifique de Rabat, a été très appréciée.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 13 février 1986.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILLY-CHOUMARA (H.), ABONNENC (E.) et PASTRE (J.), 1971. — Contribution à l'étude des phlébotomes du Maroc (Diptera, Psychodidae). Données faunistiques et écologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 9, 4 : 431-460.
- BALDUCCI (M.), VERANI (P.), LOPES (M. C.) et GREGORIG (B.), 1973. — Isolation in Italy of Bahig and Matruh viruses (Tete group) from migrating birds. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)*, 124 B : 231-237.

- BARME (M.), BRÈS (P.), HÉRY (G.) et ROBIN (Y.), 1970. — Techniques des laboratoires des virus et des arbovirus, Rapp. Fonct. Techn. Institut Pasteur Dakar, 1969-1970 : 182-203.
- BONADUCE (A.), COMPAGNUCCI (M.), BONADUCE (D.), ARPENTI (C.) et MARTONE (F.), 1977. — Studies on the occurrence and distribution of HI antibodies against some arboviruses in the serum of domestic mammals in Puglia. *Folia Vet. Lat.*, 7 : 145-157.

- BOUGUERMOUTH (A.), 1980. — Arboviruses in Algeria : 97-100, in J. Vesenjak-Hirjan *et al.* : Arboviruses in the Mediterranean Countries. Zbl. Bakt., Suppl. 9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New-York.
- CHASTEL (C.), BACH-HAMBA (D.), LAUNAY (H.), LE LAY (G.), HELLAL (H.) et BEAUCOURNU (J.-C.), 1983. — Infections à arbovirus en Tunisie : nouvelle enquête sérologique chez les petits mammifères sauvages. *Bull. Soc. Path. exot.*, 76 : 21-33.
- CHASTEL (C.), BAILLY-CHOUMARA (H.) et LE LAY (G.), 1981. — Pouvoir pathogène naturel pour l'homme d'un variant antigénique du virus Soldado isolé au Maroc. *Bull. Soc. Path. exot.*, 74 : 499-505.
- CHASTEL (C.), LAUNAY (H.), BAILLY-CHOUMARA (H.), LE LAY (G.) et BEAUCOURNU (J.-C.), 1982. — Infections à arbovirus au Maroc : sondage sérologique chez les petits mammifères du nord du pays. *Bull. Soc. Path. exot.*, 75 : 466-475.
- CHASTEL (C.), LAUNAY (H.), ROGUES (G.) et BEAUCOURNU (J.-C.), 1980. — Infections à arbovirus en Espagne ; enquête sérologique chez les petits mammifères. *Bull. Soc. Path. exot.*, 73 : 384-390.
- CHASTEL (C.), ROGUES (G.), BEAUCOURNU-SAGUEZ (F.), HELLAL (H.), LE GOFF (F.) et BEAUCOURNU (J.-C.), 1977. — Enquête séroépidémiologique mixte arbovirus-arénavirus chez les petits mammifères de Tunisie. *Bull. Soc. Path. exot.*, 70 : 471-479.
- CIUFOLINI (M. G.), MAROLI (M.) et VERANI (P.), 1985. — Growth of two phleboviruses after experimental infection of their suspected sand fly vector, *Phlebotomus perniciosus* (Diptera : Psychodidae). *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 34 : 174-179.
- CLARKE (D. H.) et CASALS (J.), 1958. — Techniques for haemagglutination and haemagglutination inhibition with arthropod borne viruses. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 7 : 561-573.
- CONVERSE (J. D.), HOOGSTRAAL (H.), MOUSSA (M. I), STEK (M.) et KAISER (M. N.), 1974. — Bahig virus (Tete group) in naturally and transovarially infected *Hyalomma marginatum* ticks from Egypt and Italy. *Arch. Ges. Virusforsch.*, 46 : 29-35.
- DUCA (M.), VANCEA (G.), BUIUG (D.), MOROSANU (V.) et IVAN (A.), 1968. — Sampling of blood on filter-paper disks for serological investigations. *Microbiol. Parazit. Epid.*, 13 : 459-463.
- FILIFE (A. R.), 1972. — Isolation in Portugal of West Nile virus from *Anopheles maculipennis*. *Acta virol.*, 16 : 361.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), GOSALBEZ (J.) et MONCADA (E.), 1976. — Contribution à l'étude des Ixodidae (Acarina, Ixodoidea) des Monts Cantabriques (Espagne). *Ann. Parasit. hum. comp.*, 51 : 241-254.
- HANNOUN (C.), 1971. — Progrès récents dans l'étude des arbovirus. *Bull. Inst. Pasteur (Paris)*, 69 : 241-278.
- HOOGSTRAAL (H.), KAISER (M. N.), TRAYLOR (M. A.), GUINDY (F.) et GABER (S.), 1963. — Ticks (Ixodidae) on bird migrating from Europe and Asia to Africa, 1959-1961. *Bull. Org. mond. Santé*, 28 : 235-262.
- HOOGSTRAAL (H.), TRAYLOR (M. A.), GABER (S.), MALAKARIS (G.), GUINDY (S.) et HELMY (I.), 1964. — Ticks (Ixodidae) on migrating birds in Egypt, spring and fall 1962. *Bull. Org. mond. Santé*, 30 : 355-367.
- HUBALEK (Z.), CERNY (V.) et RODL (P.), 1982. — Possible role of birds and ticks in the dissemination of Bhanja virus. *Folia parasitol.*, 29 : 85-95.
- KAISER (M. N.), HOOGSTRAAL (H.) et WATSON (G. E.), 1974. — Ticks (Ixodidae) on migrating birds in Cyprus, fall 1967 and spring 1968, and epidemiological considerations. *Bull. ent. Res.*, 65 : 97-110.
- LAZANO (A.), 1980. — Arbovirus in Spain : 143-144, in J. Vesenjak-Hirjan *et al.* : Arboviruses in the Mediterranean Countries. Zbl. Bakt., Suppl. 9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New-York.
- LE LAY-ROGUES (G.), VALLE (M.), CHASTEL (C.) et BEAUCOURNU (J.-C.), 1983. — Petits mammifères sauvages et arbovirus en Italie. *Bull. Soc. Path. exot.*, 76 : 333-345.
- MOREAU (R. E.), 1972. — The Palearctic African bird migration system. Acad. Press, London, New York, 384 p.
- NABLI (B.), 1980. — Arboviruses in Tunisia : 145-154, in J. Vesenjak-Hirjan *et al.* : Arboviruses in the Mediterranean Countries. Zbl. Bakt., Suppl. 9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- NABLI (B.), CHIPPAUX-HYPPOLITE (C.), CHIPPAUX (A.) et TAMALET (J.), 1970. — Enquête sérologique en Tunisie sur les arbovirus. *Bull. Org. mond. Santé*, 42 : 297-303.
- NEJMI (S.), 1980. — Arboviruses in Morocco : 135, in J. Vesenjak-Hirjan *et al.* : Arboviruses in the Mediterranean Countries. Zbl. Bakt., Suppl. 9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- NOSEK (J.) et FOLK (C.), 1977. — Relationship of birds to arboviruses and their ticks. *Acta. Sc. Nat. Brno*, 11 : 1-61.
- PILO-MORON (E.), VINCENT (J.) et LE COROLLER (Y.), 1970. — Isolement d'un virus West Nile dans l'extrême Sud du Sahara Algérien (Djanet). *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, 48 : 181-184.
- RAOULT (D.), ROUSSELIER (P.), RODHAIN (F.) et HANNOUN (C.), 1985. — Enquête séroépidémiologique en Camargue sur les virus transmis par les arthropodes (1983). *Méd. Mal. Infectieuses*, 11 : 636-638.
- ROLLIN (P. E.), ROLLIN (D.), MARTIN (P.), BAYLET (R.), RODHAIN (F.) et HANNOUN (C.), 1982. — Résultats d'enquêtes séroépidémiologiques récentes sur les arboviroses en Camargue : populations humaines, équines, bovines et aviaires. *Méd. Mal. Infectieuses*, 23 : 77-80.
- SCHMIDT (J. R.) et SHOPE (R. E.), 1971. — Kemerovo virus from a migrating common Redstart of Eurasia. *Acta virol.*, 15 : 112.
- TESH (R. B.), PETERS (C. J.) et MEEGAN (J. M.), 1982. — Studies on the antigenic relationship among Phleboviruses. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 31 : 149-155.
- TESH (R. B.), SAIDI (S.), GAJDAMOVIC (S. Ja.) et RODHAIN (F.), 1976. — Serological studies on the epidemiology of sandfly fever in the old world. *Bull. Org. mond. Santé*, 56 : 663-674.
- VERANI (P.), 1980. — Arboviruses in Italy : 121-128, in J. Vesenjak-Hirjan *et al.* : Arboviruses in the Mediterranean Countries. Zbl. Bakt., Suppl. 9, Gustav Fischer Verlag, New York.
- VERANI (P.), BALDUCCI (M.) et LOPES (M. C.), 1979. — Arbovirus in Italy : 101-121, in Arctic and tropical arboviruses (E. Kurstak éd.). Acad. Press. N.Y., San Francisco, London.