

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT

CHAUVES-SOURIS ET ZONNOSES

THESE

pour le

DOCTORAT VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement
devant

LA FACULTE DE MEDECINE DE CRETEIL

Le 2002

par

Dorothée Marthe Jeanne SARA

née le 11 mai 1967 à Amiens

JURY

Président : M
Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL

Membres

Directeur : M Bernard TOMA

Professeur à l'ENVA

Assesseur : M René CHERMETTE

Professeur à l'ENVA

Invité : M François MOUTOU

AFSSA Alfort

HOMMAGE.

A tous les miens dont l'esprit de famille est exemplaire et tout particulièrement à ma mère, à ma grand-mère Marthe, à ma tante Jacqueline et à ma marraine.

A Pascal qui partage ma vie depuis de nombreuses années et qui m'a épaulée pour la partie informatique de cette thèse.

A nos enfants, Audrey et Guillaume.

REMERCIEMENTS.

Au Docteur François MOUTOU, chef de l'unité d'épidémiologie à l'AFSSA.
Initiateur du sujet de cette thèse, c'est toujours avec une remarquable diligence, malgré toutes ses responsabilités, qu'il a participé à sa correction.

Au Professeur Bernard TOMA qui a accepté d'être mon maître de thèse et de corriger cette thèse malgré son emploi du temps bien chargé.

Au Professeur René CHERMETTE, assesseur de cette thèse.

A M , Professeur de la Faculté de Médecine de Créteil , membre du jury.

Au bibliothécaire du Museum d'histoire naturelle de Paris qui m'a toujours reçue avec beaucoup de gentillesse.

A Laurent ARTHUR et Michèle LEMAIRE du Museum d'histoire naturelle de Bourges qui ont bien voulu corriger la première partie de cette thèse. Toutes les photos présentes dans ce document sont d'Arthur Lemaire.

Table des matières

1	Présentation générale des chauves-souris.....	10
1.1	Anatomie.....	10
1.1.1	La tête et le cou.....	10
1.1.2	Le corps.....	11
1.1.3	Les membres.....	12
1.2	Les caractères biologiques et éthologiques des Chiroptères.....	14
1.2.1	Milieu de vie.....	14
1.2.2	Vision.....	14
1.2.3	Locomotion.....	14
1.2.4	Alimentation.....	15
1.2.5	Reproduction.....	16
1.2.6	Les rythmes de vie.....	17
1.2.7	Longévité.....	21
1.2.8	Conclusion.....	22
1.3	Classification des Chiroptères.....	23
1.3.1	Classification générale.....	23
1.3.2	Classification des espèces françaises.....	24
1.3.3	Classification des espèces hématothrophes.....	34
1.4	Conclusion.....	35
2	Chauves-souris et zoonoses.....	36
2.1	Les zoonoses bactériennes.....	40
2.1.1	Salmonellose.....	42
2.1.2	Shigellose.....	43
2.1.3	Mycobactéries.....	44
2.1.4	Brucellose.....	44
2.1.5	Leptospirose.....	45
2.1.6	Rickettsioses.....	46
2.1.7	Borrélioses.....	47
2.1.8	Conclusion.....	47
2.2	Zoonoses virales.....	48
2.2.1	Rage.....	49
2.2.2	Virus de Rio Bravo.....	84
2.2.3	Virus Ebola.....	85
2.2.4	Virus apparentés aux morbillivirus.....	86
2.2.5	Stomatite vésiculeuse.....	88
2.2.6	Virus Hantaan.....	89
2.2.7	Arboviroses.....	89
2.2.8	Conclusion.....	105
2.3	Zoonoses parasitaires et fongiques.....	106
2.3.1	Trypanosomose.....	106
2.3.2	Histoplasmose.....	107
2.3.3	Conclusion.....	108
2.4	Vie des chauves-souris et zoonoses.....	108
2.4.1	Atout des chauves-souris pour la propagation de maladies, notamment de zoonoses.....	108
2.4.2	Points faibles à la propagation de zoonoses.....	111
2.4.3	Conclusion.....	111
3	Conclusion.....	113
4	Bibliographie.....	114

Tableau 1. Gîtes d'été et chauves-souris.	20
Tableau 2. Gîtes d'hiver et chauves-souris.	20
Tableau 3. Cycle annuel simplifié des chauves-souris d'Europe d'après Noblet JF, 1987.	22
Tableau 4. Caractères des Mégachiroptères d'après Schober W, 1984 et Masson D, 1991.	23
Tableau 5 - a. Les maladies bactériennes transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.	36
Tableau 5 - b. Les maladies virales transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.	37
Tableau 5 - b. Les maladies virales transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.	38
Tableau 5 - c. Les maladies parasitaires transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.	39
Tableau 6. Bactéries isolées des fèces de 100 <i>Desmodus rotundus</i> de l'état de Sao Paulo au Brésil d'après Moreno et al (1975) cité par Constantine DG, 1988.	40
Tableau 7 - a. Bactéries entériques isolées de différentes espèces de Chiroptères d'après Piraino C et al, 1996.	41
Tableau 7 - b. Bactéries entériques isolées de différentes espèces de Chiroptères d'après Piraino C et al, 1996.	42
Tableau 8. Infections virales naturelles et expérimentales de chauves-souris d'après Sulkin SE, Allen R, 1974.	48
Tableau 9 - a. La rage chez les chauves-souris insectivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.	52.
Tableau 9 - b. La rage chez les chauves-souris insectivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.	53.
Tableau 9 - c. La rage chez les chauves-souris insectivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.	54.
Tableau 9 - d. La rage chez les chauves-souris piscivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.	55.
Tableau 9 - e. La rage chez les chauves-souris omnivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.	55.
Tableau 9 - f. La rage chez les vampires en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.	55.
Tableau 9 - g. La rage chez les chauves-souris frugivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.	56.
Tableau 10. Nombre total de Chiroptères testés et trouvés positifs en Caroline du Sud (1970-1990) d'après Parker EK et al, 1999.	57
Tableau 11 - a. Cas européens de chauves-souris enrégées dans différents pays de 1954 aux 3 premiers trimestres de 1987 (2 ^{ème} rencontre nationale chauves-souris et Rabies Bulletin Europe, 1985-1992).	60.
Tableau 11 - b. Cas européens de chauves-souris enrégées dans différents pays de 1954 aux 3 premiers trimestres de 1987 (2 ^{ème} rencontre nationale chauves-souris et Rabies Bulletin Europe, 1985-1992).	61.
Tableau 12. Nombre de chauves-souris enrégées en Europe de l'Ouest de 1987 à 1999 d'après Moutou F et al, 2000.	62
Tableau 13. Cas de rage répertoriés chez différentes chauves-souris en Europe de 1985 à 1988 d'après le Rabies Bull. Eur. cité par Baer MG, 1991.	63
Tableau 14. Sérotines contaminées en Hollande de 1984 à 1996 d'après Lina P (7 ^{ème} rencontres nationales « chauves-souris » de Novembre 1997).	65
Tableau 15 - a. Chauves-souris enrégées en Allemagne d'après Brass DA, 1994.	66.
Tableau 15 - b. Chauves-souris enrégées en Allemagne d'après Brass DA, 1994.	67.
Tableau 15 - c. Chauves-souris enrégées en Allemagne d'après Brass DA, 1994.	68.
Tableau 16. Récapitulatif en Europe des premiers cas enregistrés de chauves-souris enrégées suivant les pays.	70
Tableau 17. Répartition des 37 cas répertoriés de Chiroptères enrégés en Europe de l'Ouest lors des 3 premiers trimestres de 1999 (Rabies Bulletin W.H.O. d'après Bruyère-Masson V, Cliquet F, Aubert M, 1999).	71
Tableau 18. Manifestations cliniques de la rage chez vingt-neuf patients mordus par des vampires lors d'une épidémie de rage dans la jungle péruvienne (1992) d'après Lopez R et al, 1992.	75
Tableau 19 - a. Mortalité humaine causée par des morsures de chauves-souris enrégées d'après Acha PN.	82.
Tableau 19 - b. Mortalité humaine causée par des morsures de chauves-souris enrégées d'après Acha PN.	83.
Tableau 20 - a. Arboviroses naturelles du groupe A chez les chauves-souris d'après Sulkin SE et Allen R, 1974.	90
Tableau 20 - b. Arboviroses naturelles du groupe B chez les chauves-souris d'après Sulkin SE et Allen R, 1974.	91
Tableau 20 - c. Arboviroses naturelles du groupe B chez les chauves-souris d'après Sulkin SE et Allen R, 1974.	92
Tableau 21. Proportion de chauves-souris de l'Afrique de l'Est (Ouganda et Kenya) séropositives à différentes arboviroses selon les espèces en 1974-1975 d'après les recherches d'Addy PAK et al.	93
Tableau 22. Pourcentage (positives/testées) de différentes espèces de chauves-souris du Guatemala chez qui des anticorps neutralisants ont été trouvés en 1983-1984 d'après Ubico SR, Mc Lean RG, 1995.	95

<i>Tableau 23. 28 arbovirus ou virus apparentés, isolés de Chiroptères d'après Le Lay-Rogues G</i>	96
<i>Tableau 24. Transmission transplacentaire du virus de l'encéphalite japonaise B (OCT-541 strain) chez des Tadarida brasiliensis infectées expérimentalement (Sulkin et al, 1964).</i>	98
<i>Tableau 25. Incidence des anticorps neutralisants vis-à-vis du virus de l'encéphalite de Saint Louis chez Tadarida brasiliensis au Texas entre 1964-1967 sur deux lieux épidémiques.</i>	99
<i>Photo 1. Essaim de chauves-souris en hiver.</i>	18
<i>Photo 2. Mégachiroptères : Roussettes de Madagascar.</i>	24
<i>Photo 3. Un grand rhinolophe enveloppé dans son patagium.</i>	25
<i>Photo 4. Le grand rhinolophe.</i>	26
<i>Photo 5. Le vespertilion de Bechstein.</i>	28
<i>Photo 6. Pose d'un émetteur sur un Myotis emarginatus.</i>	28
<i>Photo 7. Pipistrelle commune à gauche, sérotine commune à droite.</i>	30
<i>Photo 8. La grande noctule.</i>	32
<i>Photo 9. Oreillard roux.</i>	33
<i>Photo 10. Oreillards gris.</i>	33

CHAUVES-SOURIS ET ZONNOSES.

NOM et prénom : SARA Dorothée.

RESUME : Après une présentation générale des Chiroptères, l'auteur s'est intéressée aux organismes pathogènes qu'ils pouvaient héberger. En effet, depuis quelques années, les chauves-souris occupent une place croissante dans notre actualité médicale : la rage, le virus Menangle, le virus Hendra, le virus Nipah... S'il est vrai que les chauves-souris peuvent héberger des organismes pathogènes pour l'homme, elles ne représentent pas un danger plus important pour ce dernier que beaucoup d'autres Mammifères. Les Chiroptères dont la survie est gravement menacée par les activités humaines ne méritent pas et ne sont pas aptes à subir des mesures de limitation de population comme cela a été le cas pour le renard. La prévention passe par l'information du public. Cette dernière semble primordiale surtout que des mesures simples évitent les risques. Ainsi en Europe, pour la rage qui semble la seule réelle maladie qui puisse être transmise par les chauves-souris, on peut dire que si on n'a pas à manipuler une chauve-souris, on ne craint rien. Pour les soigneurs de Chiroptères et les chiroptérologues, des mesures de bon sens comme la vaccination antirabique, le port de gants protecteurs pour la préhension, un nettoyage très soigneux des plaies si l'on s'est fait mordre et une sérovaccination antirabique ainsi qu'une analyse de l'animal qui a mordu se révèlent fortement recommandables. Un réseau d'épidémiologie semble indispensable mais il serait dommage et inadapté de condamner ces animaux fascinants à l'extinction par un alarmisme démesuré.

Mots-clés : chauves-souris, zoonoses.

JURY :

Président Pr

Directeur Pr Bernard TOMA.

Assesseur Pr René CHERMETTE.

Invité Dr François MOUTOU.

Adresse de l'auteur :

Melle SARA Dorothée
3 rue de la porte dorée
91150 ETAMPES.

BATS AND ZOOONOSIS.

SURNAME: SARA.

Given name: Dorothée.

SUMMARY : Following the general presentation on bats, the author is interested in pathogen organisms.

As a matter of fact, bats have been occupying a growing position in medical actuality for some years: rabies, Menangle virus, Hendrah virus, Nipah virus....

If it is true that bats can harbour pathogen organisms for mankind, they are no more dangerous for the latter than a lot of other Mammalians.

Bats survival is greatly threatened by human activities. Unlike foxes, bats don't merit and can't suffer population control. Prevention requires public information. The latter seems very important especially because taking simple action avoids risks.

Thus, in Europe, rabies seems the only actual disease transmissible by bats and we can say that if we don't have to touch a bat, there is no risk . For bats caregivers and bats specialists, common sense measures such as anti-rabic vaccination, wearing protective gloves for prehension, very careful cleaning of wounds if there is bite, an anti-rabic serovaccination and the animal's analysis which has bitten are strongly advisable.

An epidemio network seems essential but it would be a pity and unfair to condemn these fascinating animals to extinction by an immoderate alarmism.

KEY WORDS: bats, zoonosis.

JURY

President

Director Pr Bernard TOMA

Assessor Pr CHERMETTE

Guest M François MOUTOU

Author's Adress :

Miss Dorothée SARA
3 rue de la porte dorée
91150 ETAMPES.

INTRODUCTION

Les Chiroptères, avec plus de neuf cents espèces, représentent le quart des Mammifères et forment le deuxième ordre de cette classe (la première place revient aux Rongeurs qui comptabilisent plus de mille cents espèces pour 4600 espèces contemporaines de Mammifères). Cela fait cinquante cinq millions d'années (*Icaronycteris sp*) que ces animaux qui sont actuellement en fort déclin peuplent notre terre. Ils sont tout à fait originaux. Ainsi d'après Delnatte E, 1987, Buffon déclarait « Un animal qui, comme la chauve-souris, est à demi quadrupède, à demi volatile, et qui n'est en tout ni l'un, ni l'autre, est, pour ainsi dire, un être monstre, en ce que réunissant les attributs de deux genres si différents, il ne ressemble à aucun des modèles que nous offrent les grandes classes de la nature ; il n'est qu'imparfaitement quadrupède et il est encore plus imparfaitement oiseau ».

De par leur originalité, l'étude de ces animaux est passionnante. Leur nom lui-même la souligne. En effet, d'après Tupinier D, 1989, le mot chauve-souris répertorié dans la langue française depuis le 12^{ème} siècle proviendrait du latin *cawa sorix* qui associe la chouette à la souris. C'est vrai que leur petitesse, la couleur de leur pelage, leur museau pointu, la forme de leurs oreilles peuvent faire penser à des souris mais qu'ont-elles à voir avec elles? Et avec la chouette, hormis une vie nocturne et l'aptitude au vol, que partagent-elles ? En effet, ce sont les seuls Mammifères à pouvoir voler activement. Elles pratiquent le vol battu alors que pour tous les autres Mammifères « volants », c'est le vol plané qui est employé, comme pour l'anomalure de Pel (*Anomalurus peli*), le phalanger volant (*Petaurus breviceps*), l'acrobate pygmée (*Acrobates pygmaeus*)...

Elles détiennent aussi le record du plus petit Mammifère avec *Craseonycteris thonglongyai*, une chauve-souris thaïlandaise dont le poids est seulement de 1,5 gramme et qui ne mesure que trois centimètres.

Si l'étude des Chiroptères se révèle fascinante, celle-ci a cependant été un peu négligée.

Cependant l'intérêt porté à ces animaux augmente avec l'arrivée de nouvelles maladies humaines et animales. En effet, depuis quelques années, les Chiroptères prennent de plus en plus d'importance dans l'épidémiologie de maladies émergentes. Qu'il s'agisse du virus Ebola, du virus Hendra, du virus Nipah, du virus Menangle, la piste de chauves-souris réservoirs de ces virus n'est pas à écarter. De même, les Chiroptères jouent un rôle connu dans certaines maladies graves comme l'histoplasmosse ou la rage.

La santé publique est un domaine très important. Il nous a donc semblé intéressant de réaliser une synthèse sur les chauves-souris et les zoonoses.

La première partie de notre travail présentera les caractères généraux des Chiroptères. Nous traiterons ensuite des maladies bactériennes, virales, parasitaires et fongiques que les chauves-souris peuvent transmettre à l'homme.

1 Présentation générale des chauves-souris.

Les chauves-souris représentent le tiers des espèces françaises de Mammifères, mais elles comptent parmi les plus menacées de notre pays. Ces animaux sont mal connus du grand public et sont l'objet de croyances et de superstitions. Ainsi si en Inde et en Chine, ces animaux sont signe de bonheur et de chance, en Europe, beaucoup croient encore qu'ils s'accrochent dans les cheveux des femmes, qu'ils mordent au cou pour sucer le sang, qu'ils portent malheur. Tout ceci, bien sûr, n'est que sottise. L'étude de ces bêtes qui volent avec leurs mains, voient avec leurs oreilles, s'accrochent avec leurs ongles pour dormir la tête en bas est des plus passionnantes (Englebert F, 1993).

Une grande partie des données de cette présentation générale provient de la thèse de Delnatte E, 1987.

1.1 Anatomie.

Il existe une grande diversité de taille, de forme et de couleur. En France, la plus petite chauve-souris pèse 5 g et la plus grande 40 g. Chez les Mégachiroptères qui n'existent pas en Europe, la roussette géante des îles Samoa, la plus grande des chauves-souris présente une envergure de 2 m et un poids d'1 kg 500 (Arthur L, Lemaire M, 1999)

1.1.1 La tête et le cou.

La tête des chauves-souris peut faire penser à celle des souris pour les Microchiroptères et à celle d'un chien pour les Mégachiroptères d'où le nom de « renards volants » pour ces derniers.

1.1.1.1 Les glandes.

Les chauves-souris possèdent sur leur museau de petites glandes qui secrètent des substances huileuses. Ces glandes sébacées permettent l'entretien de leurs ailes (Blant JD, 1995). En effet, leur contenu lutte contre le dessèchement de ces dernières. La grande surface de peau nue formée par la membrane alaire et interfémorale favorise l'évaporation. C'est pourquoi la chauve-souris évite les endroits trop secs et qu'elle boit fréquemment.

1.1.1.2 Les dents .

Leur nombre varie de 32 à 38 selon le genre (Maywald A, Pott B, 1989).

Les dents montrent une adaptation au régime alimentaire.

Ainsi pour les chauves-souris insectivores, la dentition est de type insectivore dilambodonte avec de petites dents pointues. Les incisives sont styloformes, les canines sont en crochets et les dents jugales présentent des pointes aiguës.

Les chauves-souris frugivores possèdent des molaires aplaties.

Les vampires, quant à eux, sont munis d'incisives supérieures et de canines tranchantes et triangulaires. Par contre, les molaires sont pratiquement absentes.

1.1.1.3 Les organes des sens.

Ils sont très importants car ils permettent aux chauves-souris de se repérer dans leur milieu.

1.1.1.3.1 Les yeux.

Ils sont toujours présents. Ils sont de petite taille et de piètre qualité chez les Microchiroptères mais de taille importante et bien adaptés à la vision nocturne chez les Mégachiroptères.

Aucune chauve-souris n'est aveugle sauf accident.

Le muscle ciliaire est réduit, la sclérotique est très mince. Quant à la rétine, elle est composée uniquement de bâtonnets sans vaisseaux sanguins. Les cellules photosensibles ne permettent pas la vision en couleurs mais facilitent la vue en faible luminosité.

1.1.1.3.2 Les oreilles.

Contrairement à l'œil, l'oreille est très élaborée.

L'oreille interne possède de grandes dimensions en relation avec des pétreux de grande proportion et se trouve isolée dans une bulle tympanique. Cela la protège de la surdité vu la puissance des émissions ultrasonores émises par les chauves-souris. L'oreille interne atteint une taille maximale chez les rhinolophes alors qu'elle ne mesure que 10 mm chez les pipistrelles.

L'oreille moyenne possède trois osselets (Maywald A, Pott B, 1989).

Les oreilles montrent une paire de muscles auriculaires et peuvent bouger indépendamment l'une de l'autre.

La conque auriculaire atteint sa plus grande complexité chez les Chiroptères sans feuille nasale. Le tragus, pièce cartilagineuse du pavillon auriculaire qui joue un rôle important dans la réception de l'écho des ultrasons, ne se révèle pas important si la feuille nasale est présente. On peut dire également que la forme des oreilles renseigne sur le type de vol. Ainsi, les espèces au vol rapide comme le minioptère, ont généralement les pavillons des oreilles plus courts que celles qui papillonnent comme les oreillards.

1.1.1.3.3 Le larynx.

C'est un émetteur d'ultrasons. Il sert à l'orientation lors des vols nocturnes. Il est ainsi très développé et très musculéux. La chauve-souris en vol émet en effet pratiquement sans arrêt des sons et des ultrasons. Ce sont les membranes situées sur les cordes vocales qui, en vibrant donnent aux chauves-souris ces voix si perçantes d'après Elias cité par Delnatte E, 1987.

Il existe un passage permanent vers l'œsophage qui permet à l'animal en vol de déglutir sans cesser d'émettre des ultrasons. Le larynx est donc un organe très important qui, avec l'oreille, permet l'orientation par écholocation chez les Microchiroptères et quelques Mégachiroptères du genre *Rousettus*.

1.1.2 Le corps.

Il est recouvert de poils et de glandes sébacées. La chauve-souris présente une à deux mues annuelles (Brosset A, 1966).

1.1.2.1 Les organes thoraciques.

1.1.2.1.1 Les mamelles.

Elles sont généralement pectorales. Il existe une paire de fausses tétines sous pubiennes chez les rhinolophes. Ces dernières servent à l'accrochage des jeunes (Brosset A, 1966).

1.1.2.1.2 Les poumons.

Ils servent à respirer au sens large (apport d'oxygène, échanges gazeux). Ils servent ainsi à expirer le dioxyde de carbone, mais 10 % de ce gaz est aussi excrété par le patagium.

1.1.2.1.3 Le cœur.

Il est très développé. Lors du vol, il doit amener plus de sang aux muscles.

Le muscle cardiaque est plus vascularisé que celui de la plupart des Mammifères de même taille (Maywald A, Pott B, 1989). C'est afin qu'il reçoive assez d'oxygène pour pouvoir se contracter plus ou moins rapidement en vol. Le sang des chauves-souris véhicule d'ailleurs beaucoup plus d'oxygène que celui des autres Mammifères.

1.1.2.2 Les organes abdominaux.

1.1.2.2.1 Le tube digestif.

Comme pour les dents, plusieurs évolutions sont observables suivant le régime alimentaire. Depuis Robin (1881) cité par Delnatte E, 1987, on différencie :

- le type Mégachiroptère. Il concerne les chauves-souris frugivores.
- le type Microchiroptère. C'est le cas des Chiroptères insectivores. Leur tube digestif a une forme de cornemuse.
- le type *Desmodus*. Il intéresse les chauves-souris hématophages. Le tube digestif est alors de forme tubulaire.

1.1.3 Les membres.

1.1.3.1 Les membres postérieurs.

Le bassin est peu développé ce qui représente une adaptation au vol. L'articulation de l'os de la cuisse a tourné de 180°, le genou se présente ainsi de derrière. Les orteils sont tournés vers l'arrière alors que la plante des pieds tourne vers l'avant. Cela permet l'accrochage et la capture des insectes en vol. Les pieds possèdent un mécanisme de blocage des tendons. Cela permet aux Chiroptères de se suspendre sans effort du bout de leurs griffes très développées et de rester dans cette position simplement par leur propre poids (Noblet JF, 1985).

1.1.3.2 Les membres antérieurs : les ailes.

C'est l'organe le plus caractéristique et le plus modifié. C'est certainement pour cela que le mot Chiroptère vient du grec « kheir », la main et de « pteron », l'aile.

« Pour exprimer la relation qui existe entre ce membre et celui des Mammifères quadrupèdes, on pourrait dire que l'aile des chauves-souris est un membre dressé qui a été, tout entier avec l'omoplate, écarté de 90° de sa direction primitive, en tournant sur le bord spinal de l'omoplate pris comme charnière. Le déplacement, une fois produit, l'omoplate est devenue frontale de même que le plan formé par les métacarpiens étalés en éventail » d'après Viafleton (1924) cité par Delnatte E, 1987.

1.1.3.2.1 Leur squelette.

L'omoplate est très développée. Cela est en rapport avec l'importance des surfaces d'insertions musculaires. L'humerus n'est pas très modifié.

Le radius est l'os majeur de l'avant-bras alors que l'ulna est réduit à un stylet osseux.

La main est profondément modifiée et se présente ainsi:

- Le carpe est plus large que long. Il ne peut assurer que des mouvements de flexion et d'extension.
 - Les métacarpiens 2 à 5 sont extraordinairement allongés et rabattus en éventail sur la face d'extension du radius. Ils se déplacent dans le plan de l'aile.
 - Le doigt 1 est orienté dans la position du radius. Il peut se mouvoir en tous sens. Une grosse griffe acérée termine le pouce. Cela permet aux chauves-souris de grimper et de se suspendre.
 - Le deuxième doigt présente une seule phalange. Le troisième en montre trois et les doigts quatre et cinq deux (Schober W, 1984).
 - Les phalanges ont un développement démesuré sauf pour le pouce. Les minces os allongés et élastiques de la main sont très bien adaptés aux tensions engendrés par la résistance de l'air lors du vol.
- Chez beaucoup de « renards volants » (Mégachiroptères), le deuxième doigt est muni d'une petite griffe sans utilité. Les phalanges sont réunies avec les pattes et la queue par une membrane formant l'aile appelée patagium.

1.1.3.2.2 La membrane alaire ou patagium.

Le patagium est un double repli de peau dépourvu de poils. Il s'étend des flancs jusqu'au bout des doigts et inclut les membres postérieurs et la queue. Il est composé de plusieurs parties (Schober W, Grimmberger E, 1991).

1.1.3.2.2.1 *Le propatagium.*

Il est antebrachial. Il s'étend entre les épaules, l'humerus, le radius et la base du premier et du deuxième doigt.

1.1.3.2.2.2 *Le plagiopatagium.*

Il est situé entre les flancs, les membranes antérieures, postérieures et les doigts. On peut le partager en trois parties.

1.1.3.2.2.2.1 L'endopatagium.

Il comprend la membrane qui relie l'humerus au corps et aux membres postérieurs.

1.1.3.2.2.2.2 Le mésopatagium.

Il est compris entre le radius et le doigt cinq.

1.1.3.2.2.2.3 Le chiropatagium.

Il est compris entre le doigt un et le doigt deux.

1.1.3.2.2.3 *L'uropatagium.*

Il est situé entre les membres postérieurs et la queue. Souvent, il est très étroit quand la queue est rudimentaire. Les Mégachiroptères ne possèdent pas d'uropatagium. Chez les Microchiroptères, la membrane adhère aux deux côtés de la queue.

1.1.3.2.3 Conclusion.

L'aile des chauves-souris est une structure très élaborée. Clément Ader, le père de l'aviation, s'inspira de leur structure pour bâtir son aéroplane baptisé la chauve-souris. Ce dernier vola dans le parc du château d'Arminvilliers le 9 octobre 1890. C'était la première fois qu'un homme volait (Gebhard J, 1985).

Les ailes vont intervenir dans de nombreuses fonctions vitales des Chiroptères. En plus de leur rôle de locomotion, les ailes jouent ainsi un rôle dans la transpiration, le refroidissement du sang, l'excrétion du gaz carbonique. Elles servent aussi de berceau pour le nouveau-né et d'instrument de capture des proies. Pour cette dernière fonction, les chauves-souris utilisent leurs ailes comme des raquettes de tennis en envoyant les insectes vers leur tête afin de les rattraper avec leur gueule. Sinon elles les attrapent avec la membrane alaire de leur queue qui leur sert alors d'épuisette (Blant JD, 1995).

Leurs ailes interviennent donc dans la biologie et l'éthologie.

1.2 Les caractères biologiques et éthologiques des Chiroptères.

1.2.1 Milieu de vie.

Si la plupart des espèces se trouvent dans les pays tropicaux, les chauves-souris occupent tous les milieux terrestres hormis les pôles, les hautes montagnes et certaines îles inaccessibles.

1.2.2 Vision.

Elle est différente pour les Microchiroptères et les Mégachiroptères. En ce qui concerne les premiers, les yeux distinguent les variations d'intensité lumineuse, les formes mais pas les couleurs. Pour les *Pteropus*, la vue est meilleure et ils possèdent une vue colorée de leur environnement (absence d'écholocation).

Les chauves-souris ne sont donc aucunement aveugles bien que certaines personnes le croient encore.

1.2.3 Locomotion.

1.2.3.1 Le vol proprement dit.

Pour le vol, ce sont les membres antérieurs comme pour les oiseaux qui assurent cette fonction. Mais si chez ces derniers, ce sont les plumes qui réalisent la surface alaire, ici c'est le développement démesuré des phalanges de la main qui assure le bâti de l'aile. Généralement, plus l'espèce est de petite taille, plus le rythme des battements d'aile est rapide. Le petit rhinolophe accomplit ainsi 20 battements d'aile par seconde.

1.2.3.2 Le guidage.

1.2.3.2.1 Historique.

Dès 1793, l'abbé Lazzaro Spallanzani essaie de résoudre l'énigme du déplacement des Microchiroptères dans la nuit (Salvayre H, 1980). Il constate que des chauves-souris aveuglées continuent de s'orienter parfaitement et évitent toujours les obstacles. Jurine, quant à lui, constate qu'elles ne présentent plus de réactions cohérentes lorsqu'elles sont sourdes et aveuglées. Spallanzani et Jurine ne trouvent cependant pas d'explications à ces constatations. Le physiologue Hartridge est le premier à penser en 1920 que les chauves-souris émettent des ultrasons et s'orientent par leur écho. Mais ce sera Griffin qui vérifiera cette hypothèse en 1938. Pour cela, il construit un appareil qui rend les ultrasons des chauves-souris audibles aux humains. Il constate alors qu'elles se font une « image sonore » de leur milieu (Maywald A, Pott B, 1989).

1.2.3.2.2 Echolocation.

Pour se repérer la nuit, les Microchiroptères utilisent donc l'écholocation, c'est-à-dire des cris inaudibles pour nos oreilles. Seuls quelques Mégachiroptères possèdent cette sorte de sonar. C'est le cas du genre *Rousettus* qui possède un sonar rudimentaire et dont l'écholocation résulte de claquements de langue alternés de chaque côté de la mâchoire.

Les organes essentiels de guidage des Chiroptères sont représentés par le larynx et les oreilles. Des ultrasons dont la fréquence varie de vingt kHz à cent vingt kHz sont produits par le larynx, émis par le nez ou la bouche et sont réfléchis par les obstacles rencontrés (Schober W, Grimmberger E, 1991). Chaque cri provoque ainsi un écho entendu par leur système auditif et qui les renseigne sur la direction, la distance, la vitesse des objets qui les entourent ainsi que sur leur taille, leur forme et leur nature. Pour ne pas entendre l'émission de son cri, la chauve-souris contracte ses muscles auriculaires afin de fermer ses oreilles. Au contraire, après l'émission, ces muscles se relâchent et permettent à l'animal de percevoir l'écho.

Si au repos, les Chiroptères n'émettent qu'une dizaine de cris par seconde, cette cadence s'accélère jusqu'à soixante émissions par seconde lorsqu'ils frôlent des obstacles. La fréquence constitue la signature acoustique d'une chauve-souris. Les Hipposidéridés et les Rhinolophidés émettent ainsi des signaux à fréquence constante. Tout au contraire, les Vespertilionidés poussent des cris de fréquence variable (Arthur L, Lemaire M, 1999). De plus, chaque cri se termine de manière brutale (Vespertilionidés) ou aplanie (pipistrelles et sérotines).

La chauve-souris a besoin de ses deux oreilles. En effet, si l'obstacle n'est pas juste en face d'elle, l'écho sera reçu d'abord par l'oreille la plus proche et cela lui permet de savoir si l'objet se trouve à droite ou à gauche.

Les ultrasons produits par le larynx sont émis par le nez chez les rhinolophes et parfois aussi chez les oreillards. Dans ce cas, le passage réservé à l'air, entre le larynx et le nez, se trouve séparé de celui qui est propre à la nourriture. Cela permet à ces bêtes d'ingurgiter leurs proies sans devoir interrompre l'émission des sons. Chez les rhinolophes, la feuille nasale est mobile et cela permet de diriger les émissions ultrasonores. Les ultrasons sont émis par la bouche pour les autres espèces. Elles utilisent alors leurs lèvres et leur bouche comme un porte-voix dont le son serait amplifié par leur important museau. Parmi les Mégachiroptères, seules quelques espèces du genre *Rousettus* utilisent l'écholocation. Les autres se servent uniquement de leurs yeux et de l'olfaction pour repérer leur nourriture (Fenton MB, 1985).

1.2.4 Alimentation.

1.2.4.1 Régime alimentaire.

Le régime alimentaire de ces Mammifères est très varié.

1.2.4.1.1 Insectivore.

Les chauves-souris européennes sont insectivores. Pour s'alimenter, ces chauves-souris abordent l'insecte par derrière, leurs ailes leur servent d'épuisettes. L'insecte est récupéré dans l'uropatagium, puis il est saisi par les mâchoires et malaxé. La capture a lieu en vol et plus rarement à terre. Cela concerne alors éventuellement la capture des criquets. Dans ce cas, la chauve-souris va s'accrocher à un mur ou à un arbre pour les manger en sécurité. A la manière de chasser, on peut se faire une idée de l'espèce : les pipistrelles tournent autour des lampadaires, les barbastelles sillonnent les prairies et les landes, les oreillards occupent les frondaisons, les rhinolophes chassent à l'affût dans les arbres et volent au dessus des haies. Certains Chiroptères attrapent les insectes posés à la surface des étangs et des rivières comme les vespertillons de Daubenton, aux grands pieds, qui rasant la surface des plans d'eau. Il est à noter que des Chiroptères insectivores peuvent se révéler carnivores en captivité. Ainsi des sérotines captives ont mangé des pipistrelles et des vespertillons.

1.2.4.1.2 Carnivore.

Il existe aussi des chauves-souris carnivores, mais elles ne sont pas aussi nombreuses que les insectivores. Ainsi le grand murin peut capturer des petits Mammifères comme les musaraignes. La chauve-souris javelot (*Vampyrum spectrum*) s'attaque aux oiseaux et aux petits Mammifères. *Trachops cirrhosus*, chauve-souris d'Amérique centrale, mange des grenouilles. La *Chrotopterus auritus*, grosse chauve-souris carnivore, appelée « faux vampire » par les Américains peut dévorer des vrais vampires (Masson D, 1991).

1.2.4.1.3 Piscivore.

Certains Chiroptères sont piscivores tel *Noctilio leporinus* qui pêche des petits poissons.

1.2.4.1.4 Hématophagie.

Certaines chauves-souris sont hématophages. Il n'existe que trois espèces de vampires qui sont toutes en Amérique Centrale et au Brésil dont la plus connue est *Desmodus rotundus*. Nous verrons que ces animaux sont les plus impliqués dans la transmission de zoonoses, vu leur mode alimentaire.

1.2.4.1.5 Frugivore.

Des chauves-souris comme *Ectophylla alba*, *Carollia perspicillata*... sont phytophages. Environ trente deux pour cent des chauves-souris des régions néotropicales sont frugivores. La disparition des forêts tropicales constitue une grande menace pour celles-ci.

Généralement, les fruits de grande taille sont mangés sur place, directement dans l'arbre, les autres sont emportés dans la bouche (Brosset A, 1966). Les chauves-souris frugivores ne mangent que les fruits bien mûrs dont elles avalent le jus et la pulpe si elle est très molle. Elles recrachent les matières solides, les fibres et les grosses graines sous forme de boulettes. Elles permettent donc la dissémination des graines des arbres dont les fruits leur servent à se nourrir.

Certains Chiroptères frugivores peuvent causer des dégâts appréciables. Les *Pteropus* consomment plus de 70 fruits différents dont les plus appréciés sont ceux exploités par l'homme : banane, papaye, goyave, mangue, sapotille, fruit de l'arbre à pain... En 1925, un expert australien dépêché pour trouver un moyen d'éliminer les

Pteropus ne put que conseiller, devant leur nombre et leur ruse, de cueillir les fruits avant leur complète maturité (Brosset A, 1966) ce qui est économiquement adapté aux vergers d'arboriculture.

1.2.4.1.6 Nectarivore.

Certaines chauves-souris sont nectarivores comme *Leptonycteris sanborni*. Elles recueillent le nectar ou le pollen en léchant ou en mâchant des fleurs comme celles du manguier, du fromager, de l'eucalyptus... Elles jouent ainsi un rôle important dans la pollinisation de plus de 30 genres de plantes en zone tropicale dont les fleurs s'ouvrent la nuit (Masson D, 1991).

1.2.4.2 Miction, défécation.

Elles se réalisent pendant le vol chez les frugivores. Lors du repos, l'animal se retourne, l'anus est alors tourné vers le bas. Cela lui évite ainsi de souiller sa fourrure. Pour les insectivores, on retrouve dans le guano la chitine, les parties non digérées des insectes comme les pattes et les ailes : la crotte s'écrase entre les doigts avec de petits fragments brillants. L'analyse des excréments est utilisée pour l'étude des régimes alimentaires. Leur aspect permet également d'avoir des présomptions sur l'espèce suivant où se trouve le guano, son aspect, sa substance. Ainsi le vespertilion à oreilles échancrées émet des selles en forme de galettes collantes où des particules végétales sont collées dessus. Quant à la pipistrelle, on dit qu'elle bombarde car elle met des crottes tout autour de son gîte.

1.2.5 Reproduction.

1.2.5.1 Caractères sexuels secondaires.

Ils sont bien apparents chez les espèces tropicales. On observe une augmentation de taille suivant le sexe. C'est le cas des *Epomops* dont la grosse tête du mâle est encadrée de babines tombantes. L'hypsignathe (*Hypsignatus monstrosus*) mâle présente un faciès monstrueux. On peut également constater une variation de la couleur du pelage suivant le sexe. Ainsi les mâles de certains *Lasiurus* et *Taphozous* sont plus colorés que les femelles (Brosset A, 1966).

Mais repérer un mâle d'une espèce nordique n'est pas difficile non plus, surtout à la fin de l'été. En effet, lors de la période des accouplements, on constate chez les mâles, en plus d'un pénis bien visible, deux testicules de taille surprenante (Noblet JF, 1987).

1.2.5.2 Accouplement et gestation.

Pour les Microchiroptères, les accouplements ont lieu en général au début de l'automne (Englebert F, 1993). Pendant cette période de reproduction, on observe des comportements de défense du gîte et du territoire aérien. Cela se produit dans la journée quand les chauves-souris sont suspendues, donc la tête en bas. L'accouplement n'est pas suivi de la formation de couples et le mâle ne s'intéresse pas du tout à sa progéniture.

Chez les espèces non migratrices des régions tempérées, le cycle de reproduction se trouve interrompu par l'hibernation. Les spermatozoïdes sont alors stockés dans le vagin pendant environ 6 mois et la fécondation n'a lieu qu'au printemps, au réveil de la femelle. Certains accouplements se déroulent au printemps mais la majorité des engendremens résultent d'une fécondation différée.

Cependant, en France, la fécondation du minioptère de Schreiber se produit en automne et l'ovule fécondé est stocké jusqu'au printemps.

La gestation dure 45 à 75 jours suivant l'espèce (45 jours pour les pipistrelles, 2 mois pour les murins) et les conditions climatiques. En effet, en cas de mauvais temps, le développement fœtal est ralenti car la gestante diminue le niveau de son métabolisme. La gestation se prolonge alors.

1.2.5.3 Mise-bas.

A partir d'avril, les femelles des espèces nordiques se regroupent en colonies de maternité. En juillet, elles mettent au monde un petit, rarement deux, nus et aveugles. Toutefois les jumeaux ne sont pas rares chez certaines espèces comme les minioptères, les pipistrelles, les sérotines. Et chez les *Lasiurus* nord-américains, les plus féconds des Chiroptères, on peut avoir de deux à quatre petits (Brosset A, 1966).

A leur naissance, les petits sont léchés par leur mère sur laquelle ils grimpent pour se fixer à une tétine. Il naît environ autant de mâles que de femelles.

1.2.5.4 Allaitement et sevrage.

Le nouveau-né est allaité quatre à six semaines selon les espèces. Quand leurs mères chassent, les jeunes sont serrés les uns contre les autres pour se tenir chaud. Les jeunes sont très sensibles au mauvais temps et le froid

peut entraîner un taux de mortalité élevé. Chaque femelle reconnaît son petit et réciproquement. Elle n'allaité que lui. Si elle est dérangée, elle peut emmener son jeune. Il s'accroche au corps de sa mère grâce au développement rapide de ses pieds et de ses pouces.

Dès le sevrage, les petits des Chiroptères insectivores sont initiés à l'apprentissage de la chasse aux insectes. En général, plus l'espèce est grande, plus le jeune s'émancipe tardivement. Si les soins maternels durent longtemps, seul un tiers des jeunes chauves-souris atteint l'âge adulte.

1.2.6 Les rythmes de vie.

Ceux-ci varient suivant les saisons. On distingue l'estivage et l'hibernation.

1.2.6.1 L'estivage.

Les chauves-souris se reposent le jour et chassent la nuit.

Si on trouve une chauve-souris se promenant en pleine journée, c'est souvent qu'elle est affamée, malade ou âgée. Ainsi, lors des épizooties de rage, on peut voir des vampires mordre de jour. Par contre, lors de la période de repos, elles ne font pas que de dormir et plus il fait chaud, plus elles sont actives. Par exemple, à 30°C, elles sont réveillées tout le temps.

La nuit, on observe généralement 3 phases de chasse : au coucher du soleil, en milieu et en fin de nuit. La première est caractérisée une heure avant par une émission importante de bruits. C'est le cas, par exemple, des pipistrelles, des sérotines. Par contre, les oreillards et les vespertillons à oreilles échancrées chassent toute la nuit.

En plus d'un rythme nyctéméral, les chauves-souris des pays tempérés, confrontées au changement de température, présentent également un rythme de vie influencé par les saisons. Ainsi, pour résister au froid de l'hiver, elles hibernent.

1.2.6.2 L'hibernation.

Elle concerne les chauves-souris des pays tempérés. Les « renards volants », quant à eux, sont homéothermes.

1.2.6.2.1 Les migrations.

Généralement pour l'hibernation, les chauves-souris n'effectuent pas de déplacement supérieur à quelques dizaines de kilomètres.

Cependant, certaines espèces réalisent de véritables migrations. Tel est le cas par exemple de *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus borealis*, *Lasionycteris noctivagans* et de *Tadarida brasiliensis*, chauves-souris américaines. En Europe, la pipistrelle de Nathusius et la grande noctule effectuent des déplacements de plus de mille kilomètres pour trouver leur gîte d'hibernation.

1.2.6.2.2 Modifications biologiques.

Fin Octobre, les Chiroptères accumulent de la graisse brune grâce à l'intensification de la chasse dès la fin de l'été. En quelques semaines, ils augmentent ainsi leur poids de 30 %.

L'entrée en léthargie est progressive. Elle est fonction de l'horloge interne de l'animal, de la température extérieure, de la raréfaction de la nourriture. Mais en Novembre, environ 90% des espèces sont rentrées en léthargie.

Des changements biologiques importants caractérisent l'hibernation : leur température passe de 37 ou 40° C à quelques degrés et le patagium se recouvre de fines gouttelettes d'eau. Leur rythme cardiaque se modifie aussi avec seulement 10 battements par minute au lieu de 600 habituellement. Quant à leur respiration, pendant cette phase, elle peut s'arrêter pendant 90 minutes (Greenhall AM, Artois M, Fekadu M, 1993).

Mais l'hibernation n'est pas continue, elle est ponctuée de réveils.



Photo 1. Essaim de chauves-souris en hiver.

1.2.6.2.3 Les réveils.

Après une importante baisse ou hausse de température, quand les conditions d'hibernation deviennent dangereuses, les Chiroptères se réveillent afin de migrer vers un gîte plus propice. 11° C semble la température seuil. Au dessus, elles se réveillent et quittent leur gîte car elles ne peuvent plus hiberner. En dessous, elles entrent en léthargie et celle-ci est profonde dès 9° C. De même, les conditions hygrométriques doivent être respectées. Ainsi si l'hygrométrie n'est que de 50 %, cela n'est pas propice à l'hibernation. Par contre, si elle est supérieure à 70 %, cela convient.

Durant l'hibernation, on observe aussi des réveils spontanés et courts pendant lesquels les chauves-souris boivent, urinent, s'accouplent. Les phases de léthargie sont différentes suivant les individus. Ainsi si certains sont observés pendant plusieurs mois au même support, d'autres peuvent effectuer des déplacements qui peuvent atteindre soixante-dix kilomètres pour chercher un autre gîte. Le réveil de fin d'hibernation a lieu généralement pour 90 % environ des espèces en Avril.

1.2.6.3 Les gîtes.

Que ce soit pendant le rythme circadien ou l'hibernation, les Chiroptères occupent des gîtes.

Les Chiroptères, à de très rares exceptions près, sont inaptes à construire un abri. Ils pratiquent un « parasitisme écologique » (Brosset A, 1966).

L'association interspécifique semble également de règle. Par exemple, le grand rhinolophe s'associe avec le rhinolophe euryale et le vespertilion échanuré. Le vespertilion de Capaccini cohabite avec le minioptère tandis qu'en Inde, *Rhinolophus rouxi* partage son habitat avec *Rhinolophus lepidus*. Ce partage d'habitat s'explique par une identité de certains besoins écologiques (Brosset A, 1966).

Les chauves-souris montrent une grande fidélité à leur gîte. Si elles n'y sont pas dérangées, elles peuvent y revenir d'année en année.

1.2.6.3.1 Les gîtes d'été.

Les chauves-souris occupent des gîtes d'été suivant un rythme circadien. En effet, on distingue les gîtes nocturnes et diurnes.

1.2.6.3.1.1 Les gîtes nocturnes.

Ils sont temporaires. Ils permettent le repos entre les périodes de chasse. Les chauves-souris s'y suspendent par les pattes postérieures. Sous ces gîtes, on peut remarquer les déjections et les débris de proies rejetés pendant la mastication.

1.2.6.3.1.2 Les gîtes diurnes.

Ils sont essentiels pour la survie des espèces. On constate deux types de comportement.

1.2.6.3.1.2.1 Les cavicoles

Les chauves-souris cavicoles préfèrent les petites cavités comme les fentes et les fissures. Elles s'agrippent avec les griffes des quatre membres. Elles évoluent dans le sens de l'aplatissement du corps. Cela leur permet de s'insérer dans les fissures. C'est le cas par exemple du genre *Platymops*, des vespertilionidés *Tylonycteris pachypus* et *Mimetillus moloneyi*.

1.2.6.3.1.2.2 Les non cavicoles.

Les non cavicoles s'accrochent par les pieds et pendent librement dans le vide. Cela peut-être au niveau de branches. C'est le cas, par exemple, « des renards volants ». D'autres non cavicoles, utilisent le plafond de grandes cavités comme les cavernes, les greniers, les porches. Ces chauves-souris évoluent vers le type cocon. Lors du repos, leur corps est enveloppé par une membrane alaire qui les protège de la lumière et des intempéries.

1.2.6.3.2 Les gîtes hivernaux.

Les gîtes hivernaux doivent présenter une température constante de cinq degrés en moyenne. L'humidité doit y être aussi suffisamment importante afin d'éviter le dessèchement des membranes alaires. De plus, il faut que les gîtes soient calmes car toute perturbation, notamment humaine, pendant cette phase délicate qu'est l'hibernation peut entraîner leur mort. En effet, tout dérangement dans les sites d'hibernation provoque la réactivation du métabolisme placé en veilleuse avec une importante dépense inutile d'énergie. Ainsi, des dérangements répétés lors de cette période particulière peuvent induire le décès par épuisement de ces hibernants. Le choix du gîte hivernal permet de classer les chauves-souris en plusieurs types.

1.2.6.3.2.1 *Les espèces troglaphiles.*

Les Chiroptères troglaphiles utilisent des cavités naturelles ou artificielles comme les murs, les souterrains, les caves. C'est le cas du minioptère de Schreiber.

1.2.6.3.2.2 *Les espèces sylvicoles.*

Elles hibernent dans les troncs d'arbres. Tel est le cas de la noctule de Leisler, des oreillard gris et roux.

1.2.6.3.2.3 *Les espèces rupestres et anthropophiles.*

Les Chiroptères rupestres et anthropophiles utilisent deux types de milieux comme les gîtes dans les falaises ou dans les habitations. La pipistrelle de Savi et le molosse de Cestoni font partie de celles-là.

1.2.6.3.3 Conclusion.

Les tableaux 1 et 2 constituent une synthèse des différents gîtes des chauves-souris.

Tableau 1. Gîtes d'été et chauves-souris.

Différents types de chauves-souris	Espèces cavicoles	Espèces non cavicoles
Gîtes d'été	Fentes Fissures	Branches Plafond
Exemples de chauves-souris concernées	<i>Tylonycteris pachypus</i> <i>Mimetillus moloneyi</i>	Renards volants Rhinolophes

Tableau 2. Gîtes d'hiver et chauves-souris.

Différents types de chauves-souris	Espèces troglaphiles	Espèces sylvicoles	Espèces rupestres et anthropophiles
Gîtes hivernaux	Cavités naturelles Cavités artificielles : murs, souterrains, caves..	Troncs d'arbres	Falaises, habitations humaines
Exemples de chauves-souris concernées	Minioptère de Schreiber	Noctule de Leisler Oreillard gris et roux	Pipistrelle de Savi Molosse de Cestoni

1.2.7 Longévité.

Elle est très variable suivant l'espèce.

Si les pipistrelles vivent quatre à six ans, les minioptères et les murins à moustaches vingt ans, les grands rhinolophes et les oreillards peuvent vivre plus de trente ans. Ainsi le grand rhinolophe peut dépasser trente cinq ans. On a trouvé aussi une barbastelle d'au moins 23 ans.

Il est à noter que même morte, la chauve-souris ne tombe pas à terre si elle meurt dans son gîte.

Les Chiroptères sont très dépendants des conditions climatiques. En effet, celles-ci agissent sur les émergences d'insectes. Si elles y sont peu propices, par manque de proies, seules les chauves-souris les plus expérimentées donc les plus vieilles survivent.

Les prédateurs des Chiroptères sont les rapaces comme la chouette, mais ils ne représentent pas une véritable menace pour l'espèce.

En milieu urbain, leurs principaux dangers sont les chats. Certains Félidés se sont spécialisés dans la capture des chauves-souris. En une saison, ils peuvent décimer une colonie (Stebbing RE, 1988).

L'homme leur pose également de sérieux problèmes malgré leur protection légale.

En effet, les 30 espèces françaises de chauves-souris sont protégées par la loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976 et ses arrêtés d'application du 17 avril 1981 (J.O. du 18 et 19 mai 1981). Ainsi, en France, il est interdit sous peine de fortes amendes de les détruire, de les capturer, de les acheter, de les vendre, de les naturaliser, de les transporter mortes ou vivantes (Maywald A, Pott B, 1989).

Les vandales, les collectionneurs de Chiroptères existent malheureusement toujours. De plus, des activités humaines comme l'utilisation de pesticides sont néfastes à nos amies les chauves-souris. On a retrouvé dans leur guano du lindane, du DDT, différents autres organochlorés et des polychlorobiphényles. Elles s'intoxiquent par la consommation d'insectes contaminés. Ainsi, par exemple, les bovins traités par des avermectines ont leurs bouses imprégnées de ces substances qui vont alors agir au niveau des insectes coprophages qui peuvent alors eux-même intoxiquer les Chiroptères qui les consomment. Les Chiroptères s'empoisonnent aussi par le simple contact avec une charpente traitée contre les insectes xylophages (lindane et dieldrine) qui imprègne leur fourrure ou par l'inhalation des vapeurs d'insecticides.

L'élimination des arbres creux, des haies, des bosquets, le drainage des zones humides riches en insectes, la pollution des eaux, la réhabilitation des ouvrages militaires, le rebouchage des disjoints sous les ponts, la condamnation trop hermétique des entrées de mines, le dérangement dans les sites d'hibernation, l'aménagement des grottes et le tourisme souterrain de masse, l'illumination généralisée des monuments, le bouchage avec du grillage trop fin des ouvertures dans les combles et les clochers d'église, l'isolation des greniers... , tout cela nuit aux chauves-souris.

1.2.8 Conclusion.

Le Tableau 3 résume la biologie des Chiroptères.

Tableau 3. Cycle annuel simplifié des chauves-souris d'Europe d'après Noblet JF, 1987.

PERIODE	ACTIVITE
De Novembre à Mars	Hibernation en gîte d'hivernage. Accouplements stériles pour certaines espèces
D'Avril à Mai	Migration ou déplacement vers le gîte d'été. Fécondation des femelles.
De Juin à Juillet	Gestation. Mise-bas des jeunes. Mâles et femelles non gestantes exclus des colonies de reproduction.
D'Août à Septembre	Elevage des jeunes
En Octobre	Regroupement des deux sexes. Migration. Accouplement. Déplacement vers le gîte d'hivernage.

La biologie des Chiroptères est donc marquée par la présence d'une hibernation qui entraîne chez certaines espèces des migrations (Tableau 3).

1.3 Classification des Chiroptères.

Une partie des données provient de la thèse de Delnatte E, 1987.

1.3.1 Classification générale.

L'ordre des Chiroptères contient deux sous ordres : les Mégachiroptères et les Microchiroptères. Ceux-ci n'ont pas d'ancêtre commun. Ceux des Mégachiroptères seraient des primates alors que ceux des Microchiroptères seraient des insectivores (Baker, Novicek et Simmons (1991) cités par Micklebrugh SP *et al*, 1992).

1.3.1.1 Le sous-ordre des Mégachiroptères.

Les Mégachiroptères peuvent être de grande taille puisqu'ils peuvent présenter une envergure de 170 cm. Les 173 espèces connues réparties en 42 genres (Walker (1994) cité par Arthur L, Lemaire M, 1999) vivent dans les régions chaudes et humides de l'Afrique, de l'Asie et de l'Australie. On les nomme roussettes ou « renards volants » vu leurs grands yeux et leur museau allongé. Le tableau 4 résume leurs particularités.

Tableau 4. Caractères des Mégachiroptères d'après Schober W, 1984 et Masson D, 1991.

CARACTERES DES MEGACHIROPTERES
Taille généralement importante
Museau de renard
Moins primitifs que les Microchiroptères
Habitent les régions tropicales
Petite griffe sur le deuxième doigt (absente chez certains) en plus de celle du pouce
Frugivores
Réduction des vertèbres caudales
Absence de queue visible
Yeux larges et très bien adaptés à la vision nocturne, vision colorée
Echolocation absente (sauf genres <i>Rousettus</i> et <i>Lissonycteris</i>)



Photo 2. Mégachiroptères : Roussettes de Madagascar.

Les spécificités énoncées dans le tableau 4 sont totalement différentes de celles des Microchiroptères.

1.3.1.2 Le sous-ordre des Microchiroptères.

Celui-ci comptabilise seize familles qui regroupent en tout 759 espèces (Walker (1994) cité par Arthur L, Lemaire M, 1999).

Etant donné le nombre important des espèces, nous nous intéresserons essentiellement à la classification des 29 espèces françaises dont un tiers malheureusement est en régression.

Nous réaliserons également la classification des espèces hématophages. En effet, celles-ci jouent un rôle important dans la propagation de zoonoses vu leur mode alimentaire.

1.3.2 Classification des espèces françaises.

En France, il existe trois familles de chauves-souris qui comptabilisent en tout vingt-neuf espèces. Celles-ci appartiennent toutes au sous-ordre des Microchiroptères. Elles représentent un tiers environ de nos Mammifères terrestres sauvages. Certaines espèces sont si proches qu'on ne les différencie que par des mesures précises liées aux formules dentaires, aux ultra-sons voire à la génétique pour des espèces « jumelles ».

1.3.2.1 Classification générale des familles françaises.

1.3.2.1.1 La famille des Molossidés.

Cette famille commune aux tropiques ne comptabilise qu'une seule espèce en France : le molosse de Cestoni.

1.3.2.1.1.1 Le Genre *Tadarida*.

-Le molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*).

C'est une des plus grosses chauves-souris de France. Ses oreilles plissées se projettent au dessus de son museau de bouledogue et sa queue dépasse l'uropatagium. Son envergure est de 40 cm. Malgré son aspect, c'est une chauve-souris très calme et très gentille. C'est aussi l'un de nos plus rares Chiroptères. Le molosse de Cestoni est incapable de s'envoler au sol. Il vole rapidement à une altitude assez haute. Les cavités naturelles, les grottes mais aussi les maisons, les églises, les ruines de la région méditerranéenne et des Alpes jusqu'à 1000 m d'altitude représentent ses habitats usuels.

1.3.2.1.2 La famille des Rhinolophidés.

En France, cette famille ne présente qu'un seul genre et compte 4 représentants qui comme tous les Rhinolophidés d'Europe sont menacés. En effet, ils s'adaptent difficilement aux modifications environnementales.

Les rhinolophes se distinguent par leur feuille nasale. Ils portent en effet sur leur museau une membrane cartilagineuse en forme de fer à cheval d'où leur nom. Cet appendice cartilagineux leur sert à grouper les ultrasons émis par leur nez et à augmenter leur intensité (Maywald A, Pott B, 1989). Ils volent la bouche fermée en émettant des ultrasons par les narines.

Par contre, ils ne possèdent pas de tragus, cette pièce cartilagineuse située dans le pavillon de l'oreille de certaines chauves-souris. Mais leurs oreilles sont mobiles indépendamment l'une de l'autre. Cela représente un atout et leur système d'écholocation est un des plus développés.

Leur particularité est aussi une paire de fausses tétines au bas du ventre où le nouveau-né s'accroche par succion les premiers jours de sa vie.

Les rhinolophes sont toujours attachés à distance les uns des autres. En Corse, on les surnomme les « sacchi panni », les petits sacs suspendus car ils s'enveloppent dans leur patagium lors du repos. Ils aiment la chaleur. Ils résident donc plutôt en régions méditerranéennes. Ils hibernent dans les grottes où il ne faut pas les déranger car ils sont très sensibles au bruit.



Photo 3. Un grand rhinolophe enveloppé dans son patagium.

1.3.2.1.2.1 Le Genre *Rhinolophus*.

-Le grand rhinolophe fer à cheval (*Rhinolophus ferrum equinum*).

C'est le plus grand des rhinolophes. Son dos est roux, son ventre crème. Son pelage présente un aspect duveteux. Sa membrane nasale est rose bordée de foncé et ses grandes oreilles sont arrondies. Ses ailes sont larges. Il vole aussi lentement qu'un papillon (Maywald A, Pott B, 1989). Il est spéléophile comme tous les rhinolophes, mais il préfère les vieilles habitations pour mettre bas. Au repos, le grand rhinolophe fer à cheval s'enferme dans ses membranes alaires.

Cet animal est très menacé, même si parmi les rhinolophes, il présente la distribution la plus importante en Europe. La femelle n'est mature qu'à trois ans. Ses effectifs sont en baisse depuis 50 ans et le grand rhinolophe a disparu du Benelux, du Nord de la France et d'une grande partie de l'Allemagne (Arthur L, Lemaire M, 1999).



Photo 4. Le grand rhinolophe.

-Le petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*).

Avec son museau en forme de fer à cheval, il ressemble à l'espèce précédente mais comme son nom l'indique, il possède une taille plus réduite. Son envergure n'est que de 20 cm et sa longueur de 4 cm. Son dos est gris brun, son ventre gris. Il semble très doux vu son aspect duveteux créé par ses longs poils fins. Son appendice nasal est rose clair teinté de sombre et ses oreilles sont pointues.

Insectivore, le petit rhinolophe aime les forêts claires, les tunnels, les arbres. Son vol est bas : il se déplace entre un et cinq mètres du sol à travers des branchages souvent touffus pour collecter les insectes posés sur les feuilles. Le gîte de parturition est constitué préférentiellement de grands greniers clairs et chauds. En hiver, comme les autres rhinolophes, il est spéléophile. S'il choisit d'autres cachettes souterraines, celles-ci doivent être très humides. Comme le grand rhinolophe fer à cheval, le petit rhinolophe a son corps complètement enveloppé dans ses membranes alaires comme s'il avait une cape lors du repos.

Il est commun en France hormis dans l'extrême Nord Est car il aime la chaleur comme le grand rhinolophe. C'est malheureusement une chauve-souris européenne en forte régression depuis une cinquantaine d'années. Elle a ainsi disparu de Hollande en 1983, du Luxembourg en 1993. Cela est dû à sa faible capacité d'adaptation.

-Le rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale*).

Sa taille est intermédiaire entre celle du petit et du grand rhinolophe. Il est de couleur brun clair avec des reflets lilas. Il est peu commun. Vu sa faible capacité d'adaptation, il a pratiquement disparu de nos campagnes. On le trouve dans le Midi et le Centre. Il apprécie les cavités naturelles où il s'associe à d'autres espèces comme le murin de Daubenton et le minioptère.

-Le rhinolophe de Blasius.

Il ressemble au rhinolophe Euryale. Il ne s'en différencie que par le museau et les oreilles. Il vit en petites colonies de quelques dizaines d'individus. Parmi les rhinolophes, c'est l'espèce qui met bas le plus tard, en août.

1.3.2.1.3 La famille des Vespertilionidés.

C'est la plus importante famille des Microchiroptères avec 300 espèces sur l'ensemble de notre planète dont vingt-quatre espèces françaises. Ces dernières représentent huit genres.

Les Vespertilionidés se caractérisent par un museau de souris. Tous possèdent aussi des tragus qui servent à percevoir l'écho des ultrasons, mais ils ne présentent pas de feuille nasale. Les ultrasons sont émis par la bouche. Ainsi, sur les photos prises en vol, leur gueule est toujours ouverte. Seuls les oreillards peuvent émettre des ultrasons par la bouche ou par le nez.

La queue des Vespertilionidés est incluse dans l'uropatagium (Noblet JF, 1987).

Les femelles possèdent deux mamelles sauf la sérotine bicolore qui en a quatre. Certaines espèces présentent un vol très rapide grâce à leurs ailes longues et fines.

Au repos, les Vespertilionidés replient leurs ailes fragiles le long du corps et leur longue queue sur le ventre. Ils s'accrochent isolément ou en grappes. Sinon ils se réfugient dans des fentes ou des joints.

1.3.2.1.3.1 Le genre *Myotis*.

Il comporte neuf espèces dont l'identification reste affaire de spécialiste.

-Le grand murin (*Myotis myotis*).

D'une envergure de 35 centimètres, le grand murin est la plus grande chauve-souris de notre pays. Il possède des ailes épaisses et un museau de souris. Son dos est gris brun à brun, son ventre est presque blanc. Ses grandes oreilles sont roses légèrement teintées de foncé.

Le grand murin vit dans les villages et aime les forêts claires où il vole lentement en ligne relativement droite afin de découvrir sa future victime. Il attrape la majeure partie de ses proies, comme les scarabées, au sol par une course rapide en s'appuyant sur ses pattes et les articulations des bras.

L'été, il gîte dans les greniers de vieilles maisons et plus rarement dans les cavités des arbres. Dans les gîtes de parturition constitués de grands greniers tranquilles ou d'étroites charpentes de vieux clochers, les femelles se serrent, suspendues les unes contre les autres, dans les coins les plus sombres et les plus chauds.

Pour l'hiver, le grand murin se réfugie dans les grottes. Il peut parcourir jusqu'à 200 km pour migrer.

Très répandu auparavant en France, notamment dans le Midi, sa population a rapidement chuté en quelques dizaines d'années. Dans certaines régions, elle se montre cependant stabilisée voire en augmentation (Faugier et Issartel, 1993).

-Le petit murin (*Myotis oxygnathus*).

S'il ressemble beaucoup au grand murin dont il peut partager les gîtes, ses oreilles sont plus petites et son museau plus pointu. On le trouve, entre autre, sur les bords de la Méditerranée.

-Le vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteini*).

De taille moyenne, son pelage est roux avec un ventre blanc. S'il gîte un peu partout en France, il n'existe pas de grandes colonies. Il aime



Photo 5. Le vespertilion de Bechstein.

- Le vespertilion des marais (*Myotis dasycneme*).

De grande taille, il est cependant plus petit que le grand murin. Il vit surtout dans l'Est de la France et de préférence au bord de l'eau. En été, il dort dans les arbres et les maisons. En hiver, il hiberne dans les grottes.

-Le vespertilion à grands pieds (*Myotis capaccinii*).

D'une envergure de 24 cm, il possède de grands pieds velus. En France, on le rencontre essentiellement sur le pourtour méditerranéen.

-Le vespertilion à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*).

Son dos est roux foncé et il est un peu plus petit que le vespertilion à grands pieds. Il est toujours rare même si les comptages montrent que ses effectifs ont doublé depuis 10 ans. On peut le trouver partout en France sauf dans le Sud Ouest. Il est très abondant dans la vallée de la Loire jusqu'en Charente.



Photo 6. Pose d'un émetteur sur un *Myotis emarginatus*.

-Le vespertilion de Natterer (*Myotis nattereri*).

De taille moyenne, son corps foncé présente un ventre clair. Il aime les parcs et il peut vivre en montagne jusqu'à 2000 m d'altitude. En été, il dort dans les cavités des arbres ou dans les maisons. En hiver, il hiberne dans les grottes.

S'il est possible de le voir partout en France, il est cependant rare.

-Le vespertilion de Daubenton (*Myotis daubentoni*).

De 23 cm d'envergure, il est disséminé dans notre pays. Mais il vit de préférence au bord de l'eau. Il hiberne dans les grottes jusqu'à 1300 mètres d'altitude.

-Le vespertilion à moustaches (*Myotis mystacinus*).

C'est la plus petite espèce du genre *Myotis*. Son envergure est de 22 cm. L'été, il dort dans les cavités et les fentes des arbres, parfois derrière les volets. En hiver, il hiberne dans les tunnels et les grottes.

En grande quantité près de Montpellier, le vespertilion à moustaches vit dans les champs parsemés d'arbres.

1.3.2.1.3.2 Le genre Vespertilio.

-La sérotine bicolore (*Vespertilio murinus*).

C'est la seule espèce française du genre et une des plus belles chauves-souris d'Europe. Elle possède une envergure de 27 cm. Sa tête est large et aplatie.

En France, on la trouve dans le Nord et l'Est, surtout en zone montagneuse.

1.3.2.1.3.3 Le genre Eptesicus.

Il correspond aux sérotines. Ces dernières se sont adaptées à l'homme et notamment aux villes.

-La sérotine commune (*Eptesicus serotinus*).

Son pelage est brun foncé avec une face et des oreilles brunes, presque noires. Sa taille est assez forte. Ses ailes sont très lourdes. Elle dort dans les cavités des arbres et dans les maisons. Elle aime mettre bas dans les endroits étroits.

S'il est possible de la voir un peu partout notamment dans les forêts claires, elle n'est pas très commune. Nous verrons que c'est l'espèce européenne la plus concernée par la rage.

-La sérotine boréale (*Eptesicus nilssoni*).

Elle ressemble à la sérotine commune mais elle est moins corpulente. Ses oreilles sont aussi plus courtes et l'extrémité de sa queue est libre.

Elle hiberne et se repose l'été dans les cavités des arbres, dans les greniers ou d'autres abris en bois.

Vu sa résistance au froid, la sérotine boréale peut vivre jusqu'au cercle polaire d'où son nom. Elle est très répandue en France où elle fréquente l'Est et les montagnes jusqu'à 2000 mètres d'altitude.

1.3.2.1.3.4 Le genre *Pipistrellus*.

Il regroupe les quatre espèces de chauves-souris, les plus petites de France. Ce sont également les plus anthropophiles et elles s'adaptent très vite aux nouvelles techniques architecturales.

-La pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*).

Elle possède un museau long et obtus. Son pelage ras varie du brun roux au brun foncé. Son envergure maximale est de 18 à 23 centimètres.

Le plus petit Chiroptère d'Europe s'est très bien adapté à l'homme. Il peut se glisser à travers des interstices d'un centimètre ce qui lui permet de conquérir tous les bâtiments. En Europe, c'est la plus fréquente des chauves-souris. Elle est très commune en France et notamment à Paris. Elle vit en effet souvent près des agglomérations.



Photo 7. Pipistrelle commune à gauche, sérotine commune à droite.

-La pipistrelle soprano (*Pipistrellus pygmaeus*).

Elle a été découverte récemment. C'est une espèce jumelle de la pipistrelle commune dont elle ne se différencie que par sa fréquence d'émission ultrasonore.

-La pipistrelle de Nathussius (*Pipistrellus nathussii*).

Elle présente le même aspect général que la pipistrelle commune, mais son envergure est de 23 à 25 centimètres. Elle est aussi moins fréquente.

On la trouve surtout dans le midi où elle aime les vergers, les parcs et quelquefois les agglomérations où on la trouve dans les fentes des arbres, les fissures et les niches étroites.

-La pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhli*).

Elle présente la même morphologie que les pipistrelles précédentes. Cependant elle a un pelage plus clair ainsi qu'un liséré blanc très net le long du patagium.

On la trouve dans le Sud de la France.

1.3.2.1.3.5 *Le genre Hypsugo.*

-Le vespère de Savi (*Hypsugo savii*).

Longtemps appelée pipistrelle de Savi (*Pipistrellus savii*), le vespère de Savi est une espèce rare du Gard. Sa taille est un peu plus forte que les autres pipistrelles. Il aime les régions montagneuses méditerranéennes et on le rencontre jusqu'à deux mille six cents mètres d'altitude. Il loge dans les cavités des arbres, les vieilles cabanes ou des rochers.

1.3.2.1.3.6 *Le genre Nyctalus.*

-La noctule commune (*Nyctalus noctula*).

Cette belle chauve-souris imposante et robuste est dotée de la voix la plus forte. Ainsi il est possible d'entendre ses cris perçants, métalliques, à plus de cinquante mètres (Schober W, Grimmberger E, 1991) et de capter ses émissions ultrasonores jusqu'à 150 m (Arthur L, Lemaire M, 1999).

Son pelage est ras, couleur rouille. Ses oreilles sont arrondies. Son tragus ressemble à un champignon. Sa tête est plate et large avec un museau court et ramassé. Son envergure est de 30 à 35 centimètres. Ses ailes brun foncé sont longues et fines. Cela lui permet d'avoir un vol rapide qui peut atteindre 60 km / h. Son vol droit présente des piquets et des demi-tours rapides.

Cette espèce sylvicole et urbaine vole en groupes et parfois en compagnie d'hirondelles. Elle se nourrit de hannetons et de papillons de nuit.

Son habitat est large. On la rencontre dans les forêts où elle aime les arbres à hauts fâtes, les parcs avec des lacs mais aussi les villages.

En été, les femelles aiment comme gîtes de parturition les creux des vieux hêtres ou des vieux chênes où elles se suspendent la tête en bas tandis que les mâles occupent aussi des nichoirs et parfois des greniers. Leurs piailllements rendent faciles la localisation de leur logement.

Les noctules communes sont peu sensibles au froid et elles hibernent dans des creux d'arbres. S'il gèle, elles se réveillent pour chercher un gîte plus chaud comme un arbre plus épais. Cela explique qu'il soit possible d'observer l'hiver des noctules communes en vol. Elles peuvent loger exceptionnellement dans des fentes de rochers, des souterrains ou des caves. Les colonies se composent généralement de 10 à plus de 200 animaux. On a même trouvé 450 noctules communes dans un même creux d'arbre se chevauchant comme des tuiles afin de perdre le moins de chaleur possible. Les noctules communes peuvent effectuer des migrations de plus de 1000 km entre leurs gîtes d'hiver et d'été.

Si c'est une espèce encore assez commune en France, elles n'en sont pas moins très menacées.

-La noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*).

Sa taille, avec une envergure de 26 centimètres, est la plus faible des noctules européennes. Sa coloration est aussi plus claire que la noctule commune. Son museau est également plus pointu et plus fin. Pour la résumer, on peut dire que c'est une petite noctule commune.

Cette espèce assez rare aime les grandes forêts et les grands parcs du Nord et de l'Est, notamment ceux de Lorraine. Elle élit en effet domicile pour l'hiver et la parturition dans les arbres à tronc épais.

-La grande noctule (*Nyctalus lasiopterus*).

Cette espèce forestière de 43 centimètres d'envergure et d'environ 76 g, représente la plus grande des noctules européennes. Son museau est aussi plus trapu. Cette espèce forestière est associée aux cavités des arbres. Elle est extrêmement rare en France. Elle ne s'y trouve que de passage et de ce fait, on la connaît très mal.



Photo 8. La grande noctule.

1.3.2.1.3.7 *Le genre Barbastella.*

On y distingue qu'une seule espèce française.

-La barbastelle (*Barbastella barbastella*).

De 26 centimètres d'envergure et de pelage souvent foncé, cette espèce très discrète et timide présente un museau de dogue avec de larges oreilles triangulaires (Schober W, Grimmberger E, 1991).

Cette chauve-souris à petite face de gargouille existe partout en France, mais elle y est très peu commune. C'est une espèce très menacée qu'il est urgent de protéger.

1.3.2.1.3.8 *Le Genre Plecotus.*

Ce sont les oreillards. Ils ont des yeux assez volumineux et de grandes oreilles. On distingue deux espèces en France.

-L'oreillard commun (*Plecotus auritus*).

Il est de petite taille (23 cm). Ses oreilles mesurent 3.5 à 3.8 cm.

Isolé ou en couple, on le trouve au voisinage des habitations, dans les trous des mu



Photo 9. Oreillard roux.

-L'oreillard gris (*Plecotus austriacus*).

Il est gris clair et plus grand que l'oreillard commun dont il partage les mêmes habitats mais il reste difficile à reconnaître.

Il est très fréquent en France.



Photo 10. Oreillards gris.

1.3.2.1.3.9 Le genre *Miniopterus*.

Ce sont des chauves-souris de taille moyenne. Il existe une seule espèce du genre en France.

-Le minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersi*).

D'une envergure de 28 à 30 centimètres, cette espèce grégaire possède un museau court et rond, de petites oreilles et un front bombé. Le minioptère, c'est le martinet des chauves-souris. En effet, ses ailes longues et fines, lui procurent un vol rapide qui rappelle celui des hirondelles ou des martinets. De plus, il chasse en plein ciel.

Cette espèce cavernicole, à la répartition mondiale la plus vaste, est surtout présente dans les forêts claires de la moitié Sud de la France : les Pyrénées, la région méditerranéenne, les Alpes et atteint le Jura.

1.3.2.1.4 Conclusion.

Il n'est pas facile de connaître l'effectif exact de nos 30 espèces de chauves-souris. Ainsi, les populations du vespertilion de Bechstein et de la grande noctule ne sont pas connues. De même, les espèces timides, qui se mettent dans des fissures et qui se cachent donc bien, posent problème pour connaître leur effectif global. Ainsi la barbastelle est régulière dans le Cher mais reste très difficile à trouver.

Par contre, on peut dire en gros que la population d'un tiers des espèces est stable, qu'un autre tiers voit ses effectifs augmenter et que malheureusement le dernier tiers est en diminution. C'est le cas des Rhinolophidés qui sont les plus susceptibles de disparaître vu leur faible adaptation à notre mode de vie.

1.3.3 Classification des espèces hématophages.

Une grande partie de ce chapitre est tirée de Richarz K, Imbrunner A, 1993 et de Greenhall AM, Artois M, Fekadu M, 1993.

Il n'existe aucune chauve-souris hématophage en Europe métropolitaine, mais on en trouve en Guyane française. Sur les neuf cents espèces de Chiroptères, on ne trouve que trois espèces de vampires. Il nous a semblé cependant intéressant de décrire ces espèces car elles jouent un rôle de premier plan dans la transmission de zoonoses, notamment d'une zoonose majeure: la rage.

1.3.3.1 Caractères généraux.

Les Chiroptères hématophages vivent en Amérique tropicale, du Mexique à l'Argentine (Greenhall AM, Schmidt U, 1988). Ils sont reconnaissables par :

- l'absence de queue ;
- une membrane interfémorale réduite ;
- un pouce très développé chez *Desmodus* ;
- des incisives supérieures très grandes, comme des canines, alors que les incisives inférieures sont de taille normale comparée aux canines ;
- des prémolaires et des molaires fortement réduites.

On distingue trois espèces de vampires classées initialement dans la famille des Vampiridés puis des Desmodontidés. Elles sont maintenant rangées dans la grande famille des Phyllostomidés.

1.3.3.2 Classification (Masson D, 1991).

-Le vampire commun ou vampire d'Azara (*Desmodus rotundus*).

Comme son nom l'indique, c'est la chauve-souris hématophage la plus courante. C'est une chauve-souris de taille moyenne de trente cinq centimètres d'envergure et de vingt cinq à quarante cinq grammes. Son museau est court avec des narines surmontées de deux replis charnus, la feuille nasale. Celle-ci lui permet de repérer les parties de la peau riches en vaisseaux sanguins. Les incisives supérieures sont proéminentes et tranchantes. Les pouces sont très développés. *Desmodus* ne possède pas de queue.

Le vampire est très agile pour se déplacer sur le sol contrairement aux autres chauves-souris. Il peut en effet marcher, courir, sautiller dans tous les sens comme un lutin.

Le vampire est un animal très intéressant à étudier. Ainsi cet animal qui, au premier abord, peut rebuter vu son mode alimentaire parasite, présente une vie sociale très développée.

Il vit généralement en colonies mixtes de vingt à cent vampires, mais dans certaines grottes, on peut en trouver jusqu'à cinq mille. Le « grooming », c'est-à-dire le léchage mutuel, lui prend trois heures de sa journée. De plus, les vampires sont des animaux qui s'entraident. Ainsi lorsqu'un vampire rentre bredouille, il est nourri par ses apparentés ou par d'autres vampires qui vivent avec lui depuis longtemps. Il mourrait d'inanition sinon. Les femelles, dont la gestation dure 7 mois et demi, forment des groupes stables de 8 à 10 individus.

Un vieux mâle est parfois présent dans les colonies de nurserie afin de protéger les mères et les petits des mâles intrus.

Chaque mère s'occupe bien de son unique petit. Les jeunes sont ainsi nourris pendant 300 jours même s'ils commencent à boire du sang par eux-mêmes vers l'âge de 4 mois (la régurgitation de sang de la mère au petit commence à l'âge de deux mois). Si un petit est orphelin, les autres femelles s'en occupent.

Le sang étant un aliment peu énergétique, ces animaux sont incapables de vivre sous des climats tempérés. En effet, maintenir leur température corporelle constamment élevée alors que la température extérieure est faible leur demanderait une absorption de sang bien supérieure à leurs possibilités. Les vampires sont donc incapables d'hiberner.

Le vampire commun se nourrit surtout sur les Mammifères avec par ordre de préférence décroissant, les bovins, les porcins, les Equidés et enfin l'homme. Il peut aussi s'attaquer aux oiseaux domestiques (Atanasiu et Acha (1975) cités par Tibayrenc P, 1978. Le repas du vampire peut durer 40 minutes. S'il n'est pas dérangé, il se gorge de sang jusqu'à éclater. Ainsi il reste parfois sans pouvoir voler après son repas. Un anticoagulant est présent dans la salive de *Desmodus rotundus*. C'est la desmokinase découverte par Hawkey en 1966. Elle inhibe l'agglutination des plaquettes sanguines humaines.

-Le vampire à ailes blanches (*Diaemus youngi*).

Cette espèce, beaucoup plus rare, ressemble au vampire commun, mais ses pouces sont plus courts et l'extrémité de ses ailes est blanche.

S'il peut se nourrir sur des Mammifères, *Diaemus youngi* préfère les oiseaux .

-Le vampire à pattes velues (*Diphylla ecaudata*).

Aussi rare que le vampire à ailes blanches, le vampire à pattes velues possède des oreilles courtes et arrondies ainsi que des gros yeux brillants. Ses pouces sont courts et ses jambes velues. Il se nourrit essentiellement de sang d'oiseaux .

1.4 Conclusion.

L'étude biologique et éthologique des Chiroptères nous a révélé toute leur originalité. En étudiant les 29 espèces françaises, nous avons pu nous rendre compte d'une partie de cette diversité. Mais l'intérêt de leur étude ne se limite pas là. En effet, nous allons voir que les vampires, tout comme d'autres Chiroptères, sont des réservoirs, des vecteurs et des victimes de certaines maladies. Mais parmi les chauves-souris, vu leur mode d'alimentation, les Chiroptères hématophages occupent une place de première importance pour la transmission de maladies à d'autres espèces dont l'homme. Ainsi, les vampires ont été trouvés porteurs de différents agents pathogènes qu'ils peuvent, entre autre, nous transmettre dans certains cas. Il s'agit, par exemple, du virus rabique, de l'histoplasmosse (*Histoplasma capsulatum*), des trypanosomes (*Trypanosoma cruzi*, *Trypanosoma hippicum*, *Trypanosoma equinum*), du virus de l'encéphalite équine vénézuélienne... Nous allons donc nous intéresser maintenant à différentes zoonoses dans l'épidémiologie desquelles les chauves-souris peuvent intervenir.

2 Chauves-souris et zoonoses.

Comme tous les animaux, les chauves-souris peuvent héberger des organismes pathogènes. Mais c'est un sujet actuel. En effet, les chauves-souris sont de plus en plus considérées comme des réservoirs potentiels et la liste des micro-organismes qu'elles peuvent abriter augmente régulièrement. Elles peuvent y être sensibles comme pour le virus de la rage ou être simplement des porteuses saines. Ces dernières sont les plus dangereuses car rien apparemment ne fait soupçonner leur état. Suivant les auteurs, les zoonoses imputables aux chauves-souris ne sont pas forcément toutes les mêmes. Mais pour tous, les chauves-souris pourraient transmettre des maladies bactériennes, virales, parasitaires et fongiques (tableaux 5a, 5b, 5c).

Tableau 5 -a. Les maladies bactériennes transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.

MALADIE	SODEMAN WA (2000)	ACHA PN SZYFRES B (1989)	HILL JE SMITH JD (1984)
Tuberculose			+
Brucellose	+		
Leptospirose	+		+
Salmonellose			+
Shigellose		+	+
Borreliose			+
Klebselliose			+
Fièvre Q			+

Tableau 5 - b. Les maladies virales transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.

MALADIE	SODEMAN WA (2000)	ACHA PN SZYFRES B (1989)	HILL JE SMITH JD (1984)
Virus Bimiti	+		
Virus Catu	+		
Virus Guama	+		
Virus Nepuyo	+		
Virus Tacaribe	+	+	
Virus Taman bat	+		
Stomatite vésiculeuse		+	
Fièvre West Nile		+	
Encéphalite de Saint Louis	+	+	
Encéphalite japonaise B	+	+	+
Encéphalite verno-estivale de Russie		+	
Encéphalite équine de l'Ouest			+
Fièvre jaune	+		+

Tableau 5 - b. Les maladies virales transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.

Fièvre causée par le groupe C des Bunyavirus		+	
Maladie de la forêt de Kyasanur		+	
Relapsing fever, tick borne		+	
Virus Mount Suswa bat			+
Virus Chikunguya			+
Virus Rio Bravo	+		+
Virus Montana Myotis leukoencephalitis			+
Rage		+	+
Encéphalite équine vénézuélienne	+		+
Serratiose			+

Tableau 5 - c. Les maladies parasitaires transmissibles des chauves-souris à l'homme d'après différents auteurs.

MALADIE	SODEMAN WA (2000)	ACHA PN SZYFRES B (1989)	HILL JE SMITH JD (1984)
Histoplasmose	+	+	+
Blastomycose			+
Candidose			+
Scopulariose	+		+
Torulopsis			+
Maladie de Chagas	+		
Cryptococcose			+

Les différents tableaux 5 montrent que les maladies transmises par les chauves-souris à l'homme peuvent être nombreuses. Ne pouvant donc pour toutes étudier leur rapport avec les Chiroptères, nous traiterons principalement les zoonoses majeures. Pour le reste, nous nous intéresserons aussi aux maladies et notamment aux arboviroses pour lesquelles nous avons trouvé le plus de données sur le sujet.

2.1 Les zoonoses bactériennes .

Les Chiroptères peuvent héberger de nombreuses bactéries. Ainsi le tableau 6 montre l'analyse bactérienne des excréments d'une centaine de vampires communs.

Tableau 6. Bactéries isolées des fèces de 100 *Desmodus rotundus* de l'état de Sao Paulo au Brésil d'après Moreno et al (1975) cité par Constantine DG, 1988.

Bactéries	% de chauves-souris positives
<i>Escherichia coli</i> non hémolytique	59
<i>Escherichia coli</i> hémolytique	24
<i>Proteus mirabilis</i>	51
<i>Proteus vulgaris</i>	12
<i>Proteus morgani</i>	8
<i>Proteus rettgeri</i>	6
<i>Enterobacter cloacae</i>	14
<i>Enterobacter alvei</i>	4
<i>Salmonella typhimurium</i>	9
<i>Klebsiella sp.</i>	2
<i>Citrobacter sp.</i>	21
<i>Streptococcus sp.</i> (béta hémolytique)	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	56
<i>Staphylococcus epidermis</i>	15

Le Tableau 6 révèle donc que les selles de vampires peuvent abriter, entre autre, des germes pathogènes pour l'homme comme *Salmonella typhimurium*. Mais ces chauves-souris ne sont pas les seules concernées comme l'indiquent les tableaux 7.

Tableau 7 - a. Bactéries entériques isolées de différentes espèces de Chiroptères d'après Piraino C et al, 1996.

Bactérie	Chiroptère	Référence
<i>Escherichia coli</i>	<i>Eidolon helvum</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Pteropus giganteus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Macroderma gigas</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Phyllostomus discolor</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Myotis myotis</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Tadarida pumila</i> <i>Pteropus rufus</i>	Cassel-Beraud et al, 1988 Brygoo et al, 1971
<i>Aerobacter</i>	<i>Carollia perspicillarta</i>	Klite, 1965
<i>Hafnia alvei</i>	<i>Tadarida pumila</i>	Cassel-Beraud et al, 1988
<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Eidolon helvum</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Tadarida pumila</i>	Cassel-Beraud et al, 1988
<i>Klebsiella sp.</i>	<i>Pteronotus parnelli</i>	Klite, 1965
	<i>Carollia perspicillata</i>	Klite, 1965
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Eidolon helvum</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Pteropus giganteus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Tadarida pumila</i>	Cassel-Beraud et al, 1980
<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Pteropus giganteus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Myotis daubentoni</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Tadarida pumila</i>	Cassel-Beraud et al, 1988
<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Tadarida pumila</i>	Cassel-Beraud et al, 1988
<i>Proteus morgani</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Pteropus giganteus</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Myotis daubentoni</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Myotis myotis</i>	Pinus et Muller, 1980
	<i>Tadarida pumila</i>	Cassel-Beraud et al, 1988

Tableau 7 - b. Bactéries entériques isolées de différentes espèces de Chiroptères d'après Piraino C et al, 1996.

<i>Proteus rettgeri</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i> <i>Pteropus giganteus</i> <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Tadarida pumila</i>	Pinus et Muller, 1980 Pinus et Muller, 1980 Pinus et Muller, 1980 Cassel-Beraud et al, 1988
<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Pteropus giganteus</i> <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis myotis</i> <i>Tadarida pumila</i> <i>Molossus ater</i>	Pinus et Muller, 1980 Pinus et Muller, 1980 Pinus et Muller, 1980 Cassel-Beraud et al, 1988 Pinus et Muller, 1980
<i>Proteus sp</i>	<i>Pteronotus parnelli</i> <i>Carollia perspicillata</i>	Klite, 1965 Klite, 1965
<i>Shigella flexneri</i>	<i>Pteropus rufus</i>	Brygoo et al, 1971
<i>Shigella sonnei</i>	<i>Pteropus rufus</i>	Brygoo et al, 1971
<i>Salmonella typhi</i>	<i>Pteropus rufus</i>	Brygoo et al, 1971
<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Pteropus rufus</i>	Brygoo et al, 1971
<i>Serratia marcescens</i>	<i>Macroderma gigas</i>	Pinus et Muller, 1980
<i>Serratia sp</i>	<i>Pteronotus parnelli</i> <i>Carollia perspicillata</i>	Klite, 1965 Klite, 1965
<i>Pseudomonas sp</i>	<i>Pteronotus parnelli</i>	Klite, 1965
<i>Providencia alcalifaciens</i>	<i>Desmodus rotundus</i>	Muller et al, 1980
<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Tadarida pumila</i> <i>Myotis brandti</i> <i>Phyllostomus discolor</i>	Cassel-Beraud et al, 1988 Pinus et Muller, 1980 Pinus et Muller, 1980

Les tableaux 6 et 7 montrent que les chauves-souris ont de nombreuses bactéries fécales. On distingue des pathogènes opportunistes comme *Citrobacter freundii*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus morgani*. Par contre, *Escherichia Coli* et *Proteus mirabilis* peuvent être considérés comme des agents primaires d'infection de l'appareil urinaire et digestif. Mais on les trouve dans le tractus digestif de tous les Mammifères. Les Chiroptères abritent aussi quelquefois des salmonelles et des shigelles dans leurs selles, germes qui sont responsables quelquefois d'infection humaine majeure. Nous étudierons donc, tout d'abord, le rôle que jouent ces animaux dans ces zoonoses.

Les chauves-souris hébergent également des bactéries dans leur sang. Ainsi, par exemple, des *Bartonella rochalimeae* ont été isolées des globules rouges de *Carollia perspicillata* de la famille des Phyllostomidés. Mais des Mycobactérium, des *Brucella*, des *Leptospira*, des rickettsies, des *Borrelia* ont été aussi isolées systématiquement de ces bêtes. Vu la gravité potentielle de ces zoonoses, nous nous y intéresserons après avoir traité la salmonellose et la shigellose, afin d'établir la place occupée par les chauves-souris dans la transmission à l'être humain.

2.1.1 Salmonellose.

La salmonellose se manifeste généralement par une gastro-entérite fébrile mais elle peut également se caractériser par une infection généralisée (septicémie compliquée d'infections pulmonaires, méningées, urinaires ou osseuses chez les immunodéprimés).

2.1.1.1 Etiologie.

Cette zoonose majeure (300 000 cas annuels en Europe de l'Ouest, 2 millions aux USA (ENV, 2000)) est due à des bactéries G- que l'on trouve dans le tube digestif des Vertébrés. Il existe plusieurs sérovars : *Salmonella enterica typhimurium*, *Salmonella enterica dublin*, *Salmonella enterica agona*, *Salmonella enterica cholerae*, *Salmonella enterica enteritidis*, *Salmonella enterica anatum*...

2.1.1.2 Transmission.

Les sources de salmonelles sont très importantes dans le monde animal : Mammifères, oiseaux, tortues... Différentes salmonelles ont été trouvées chez plusieurs Phyllostomidés du Panama (*Glossophaga soricina*, *Styrnira lilium* et *Artibeus lituratus*) (Hill JE, Smith JD, 1984) et chez *Tadarida pumila* (Arata *et al* (1968) cités par Piraino C *et al*, 1996).

Un *Molossus major* colombien fut également trouvé porteur de *Salmonella anatum*.

On rapporte également que 9 % d'un échantillon de 100 vampires hébergeaient des *Salmonella enterica* typhimurium (Moréno M (1975) cité par Constantine DG, 1988 ; Greenhall AM, Schmidt U, 1988 ; Hoar BR *et al*, 1998). Ils se seraient infectés en se nourrissant sur des bêtes contaminées ou en léchant un site de morsure sali par des selles ou de l'urine contaminées. Les vampires peuvent se contaminer les uns les autres par la régurgitation de sang ou par le grooming (présence de selles ou d'urine contagieuses sur leur pelage) (Greenhall AM, Schmidt U, 1988)

Au Sénégal, on a découvert que les Chiroptères étaient un important réservoir de salmonelles. Les hommes se contamineraient par la consommation de fruits souillés par les excréments de chauves-souris frugivores. De plus, certaines personnes de l'ethnie Serrère consomment des « renards volants » et peuvent s'infecter à cette occasion. Enfin des chauves-souris insectivores vivant à proximité des hommes peuvent souiller l'eau et les aliments de leurs excréments. Lors d'une étude menée dans la région de Dakar, on a trouvé un taux d'infection élevé (12,8%). Le rôle des chauves-souris en tant qu'actives disséminatrices ne serait pas à négliger d'après Doutra MP cité par Dal Fovo NI, 1998.

Le zoo d'Anvers a rapporté l'infection à *Salmonella enterica* minnesota de chauves-souris frugivores géantes (Constantine DG, 1986).

Expérimentalement, plusieurs individus d'une espèce australienne de *Pteropus* ont été infectés mortellement par *Salmonella enterica* typhimurium. Mais les essais pour propager la maladie aux congénères se sont révélés infructueux. Cette étude avait pour but de trouver un agent bactérien capable de contrôler les populations de *Pteropus* qui peuvent représenter un fléau pour certains arboriculteurs (Hill JE, Smith JD, 1984).

2.1.1.3 Prévention.

Il faut prendre des mesures adéquates lors de l'autopsie d'une chauve-souris : port de gants, lavage des mains. Les cadavres et les viscères destinés à la consommation humaine devraient être inspectés afin de déceler une septicémie salmonellique. Une coproculture à l'introduction de tout Chiroptère en parc zoologique semble intéressante. L'idéal serait d'en faire une tous les ans. Il ne faut pas laisser d'aliments dehors dans les pays en voie de développement afin d'éviter leurs souillures par ces animaux.

2.1.2 Shigellose

Cette maladie diarrhéique qui dure une à plusieurs semaines peut s'accompagner, dans les cas les plus graves, de troubles neurologiques.

2.1.2.1 Etiologie.

C'est une maladie infectieuse causée par des *Shigella*, bactéries G- de la famille des *Enterobacteriaceae*. Elles sont non sporulantes et immobiles. Il y a 4 espèces : *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri*, *Shigella sonnei*, *Shigella boydii*.

2.1.2.2 Transmission.

On rencontre de vastes épidémies de shigellose dans les pays où l'hygiène est déficiente : la contamination se réalise par voie oro-fécale d'homme à homme. Les *Shigella* sont propagées par l'eau, les mouches, les mains souillées par des déjections de malades.

Si les singes sont des réservoirs de shigelles (Lebon S, 1997), une chauve-souris *Molossus bondae* colombienne en hébergeait également (Hill JE, Smith JD, 1984).

Mais le rôle des chauves-souris dans l'épidémiologie de la shigellose est insignifiant (Lebon S, 1997; Acha PN, Szyfres B, 1989).

2.1.2.3 Prévention.

L'hygiène semble primordiale. Ainsi un lavage soigneux des mains est nécessaire après toute manipulation d'animaux notamment lors d'autopsie de chauves-souris et après tout nettoyage de cage. Il peut être intéressant

de réaliser une coproculture à l'introduction d'un Chiroptère dans une colonie captive (Acha PN, Szyfres B, 1989).

2.1.3 Mycobactéries.

Le genre *Mycobacterium* compte plus de 50 espèces. Ce genre est célèbre par la tuberculose. En 1995, 17 millions de personnes sont mortes de maladies infectieuses dont 3,1 millions sont décédées de tuberculose (Raoult D, 1998).

2.1.3.1 Etiologie.

On distingue 3 groupes de mycobactéries : celles du complexe tuberculeux, *Mycobacterium leprae* et les mycobactéries atypiques.

La tuberculose est due en majorité à *Mycobacterium tuberculosis*, bacille découvert par Koch en 1882. C'est un bacille aérobic strict, fin, légèrement incurvé, non capsulé, non sporulant et immobile. C'est un bacille acido-alcool résistant. *Mycobacterium bovis* peut être aussi responsables de tuberculose chez l'homme.

2.1.3.2 Transmission.

Les animaux tuberculeux peuvent être une source de contamination animale mais aussi humaine.

Dans une grotte d'Arizona, des *Tadarida brasiliensis* asymptomatiques présentaient une incidence élevée (10%) de *Mycobacterium* du groupe 3 dans leur foie (Hill JE, Smith JD, 1984; Hoar BR *et al*, 1998). Elles se seraient infectées par des oiseaux qui partageaient le même gîte.

En Angleterre, des *Mycobacterium bovis* furent détectés dans une colonie captive de chauves-souris frugivores indiennes, *Pteropus giganteus* (Hoar BR *et al*, 1998).

En ce qui concerne *Mycobacterium leprae*, celui-ci n'a pas été isolé de chauves-souris. Cependant des attaques de vampires sur des personnes lépreuses ont été rapportées en Guyane française. Les vampires pourraient transporter ainsi mécaniquement cette dangereuse bactérie d'une personne à l'autre.

2.1.3.3 Prévention.

Etant donné la gravité de l'infection, un examen des cadavres des chauves-souris par les services vétérinaires semble indispensable dans les pays où celles-ci sont consommées. La vaccination par le BCG de ce personnel paraît également nécessaire. Toute introduction d'animal dans un zoo et notamment de chauve-souris doit être précédée d'une quarantaine. Les animaux doivent être nettement séparés du public. Par exemple, une glace doit séparer les Chiroptères des humains.

Toute colonie captive de chauves-souris qui présente des individus contaminés doit être entièrement euthanasiée vu le risque de contamination humaine.

2.1.4 Brucellose.

La brucellose représente un problème mondial. Elle touche de nombreuses espèces dont les animaux d'élevage. Elle entraîne des répercussions économiques importantes. C'est aussi une zoonose majeure de par sa fréquence et sa gravité. La brucellose humaine se traduit de manière variée allant de l'infection asymptomatique à des cas mortels. Si le rétablissement est fréquent, les rechutes sont répétées et entraînent une sévère incapacité.

2.1.4.1 Etiologie.

La brucellose est due aux *Brucella*, coccobacilles Gram négatif immobiles, non capsulés et non sporulés. Les *Brucella* sont caractérisées par des biovars caractérisés par leur association spécifique à un hôte Mammifère: *Brucella abortus* (bovins), *Brucella suis* (porc), *Brucella canis* (chien), *Brucella melitensis* (petits ruminants) (Coqueblin K, 1998).

2.1.4.2 Transmission.

Les *Brucella* peuvent infecter de nombreuses espèces animales et particulièrement les Mammifères. Ainsi la brucellose se produit naturellement chez les Chiroptères. Au Brésil, des vampires ont été trouvés infectés par des *Brucella*. En effet, d'après Hill JE et Smith JD, 1984, Ricciardi *et al* ont trouvé chez cinq vampires d'un lot de cinquante trois vampires capturés dans une zone brésilienne où l'incidence de la brucellose chez le bétail était grande des titres en agglutinines anti *Brucella* de 80 à 100 unités internationales. Le vampire serait un réservoir de *Brucella melitensis* et de *Brucella abortus* d'après Ricciardi cité par Weibel MC, 1998. Ces vampires auraient pu se contaminer en se nourrissant sur des bêtes malades. En effet, fréquemment, l'infection des espèces sauvages est due à la présence de brucellose chez les animaux domestiques. Les vampires, quant à eux, pourraient transmettre ces bactéries par morsures ou contaminer l'eau des sources des grottes où ils logent. La transmission de *Brucella* des chauves-souris à l'homme n'a cependant pas encore été mise en évidence (Sodemann WA, 2000).

2.1.4.3 Prévention.

Le port de gants semble une prudente précaution lors d'autopsie de chauves-souris comme pour tout autre animal.

2.1.5 Leptospirose.

Cette zoonose majeure est répartie mondialement. Cependant, elle prédomine en région tropicale (Raoult D, 1998).

En plus d'un syndrome grippal important, la leptospirose peut entraîner un ictère intense, un syndrome méningé ainsi que des hémorragies rénales et polyviscérales chez l'homme.

2.1.5.1 Etiologie.

Il existe plus de 23 sérogroupes et plus de 220 sérovars (ENV, 2000). Ainsi *Leptospira interrogans* est un spirochète qui présente de nombreux sérovars.

2.1.5.2 Transmission.

Même si les Rongeurs jouent le rôle le plus important dans l'épidémiologie de cette maladie infectieuse, cette zoonose peut être transmise à l'homme par tous les Mammifères. La contamination se réalise par voie transcutanée au niveau des excoriations de la peau lors des baignades en eau douce (rivières, lacs), par l'inhalation d'aérosols contaminés ou plus rarement par des morsures donc par contact direct. Quand un animal est infecté, il devient un porteur asymptomatique de *Leptospira* au niveau des tubules rénaux.

La leptospirose se trouverait naturellement chez les chauves-souris. Ainsi on a trouvé des chauves-souris infectées par des leptospires en Asie, en Europe et en Amérique (William A, Sodeman JR, 2000 ; Constantine DG, Greenhall AM, Schmidt U, 1988) .

Différents sérovars de leptospires ont été trouvés chez des *Pteropus* et des *Cynopterus* (Mégachiroptères) et plusieurs Vespertilionidés (Hill JE, Smith JD, 1984).

Des *Leptospira* ont également été observées au niveau des tubules rénaux de 6 vampires communs qui faisaient partie d'un échantillon de 60 chauves-souris brésiliennes. L'un des 6 vampires communs et 4 autres chauves-souris montraient des agglutinines sériques contre *Leptospira*. Aucune leptospire ne fut cependant détectée par culture ou par inoculation dans des suspensions rénales de cobaye (Constantine DG In Greenhall AM, Schmidt U, 1988).

Les Chiroptères hématophages pourraient se contaminer en ingérant des leptospires dans le sang de leurs victimes. Cette contamination pourrait également être due à l'ingestion d'eau contaminée par de l'urine infectieuse. Il semble aussi possible que les sites de morsures contaminées avec de l'urine infectée jouent un rôle dans la transmission. Par leurs morsures, les vampires à la bouche contaminée transmettraient l'infection.

Mais on ne possède pas d'élément en faveur d'une transmission de la leptospirose des Chiroptères à l'homme. Les chauves-souris, tout comme l'homme et les animaux domestiques, seraient des hôtes accidentels. Elles s'infecteraient en consommant de l'eau ou des proies contaminées.

2.1.5.3 Prévention.

Dans les pays en voie de développement, il faut protéger les aliments des souillures de Chiroptères. Les fruits des régions tropicales doivent être lavés ou mieux épluchés car ils peuvent être souillés par l'urine de chauves-souris contaminées.

Il faut éviter aussi leurs morsures.

2.1.6 Rickettsioses.

On regroupe parmi les rickettsioses des manifestations cliniques très polymorphes (asymptomatiques, myocardites, péricardites, problèmes rénaux, méningo-encéphalites) dues à un ensemble hétérogène de bactéries intracellulaires G- associées éventuellement à des arthropodes (Raoult D, Brouqui P, 1998). Pratiquement toutes bénéficient d'un réservoir animal.

2.1.6.1 Fièvre Q

La fièvre Q est responsable d'affection fébrile généralement non fatale. Elle sévit dans le monde entier.

2.1.6.1.1 Etiologie.

L'agent responsable de la fièvre Q, *Coxiella burnetii*, fut décrit pour la première fois en 1935 par Derrick. C'est un court bacille G-, hautement virulent, qui possède deux phases : I et II. Il montre une très grande résistance aux agents chimiques et à la chaleur (Bell JF, 1970 ; Raoult D, Saltzman RL, 1994).

2.1.6.1.2 Transmission.

La fièvre Q fait partie des maladies transmises à l'homme par les moutons (placentas, lait non pasteurisé...). Mais les animaux sauvages notamment les Mammifères qui assurent sa diffusion sont très nombreux (Rongeurs, Lagomorphes, Insectivores, Marsupiaux, Oiseaux, Chiroptères (Lacavé G, 1980)). Ainsi plusieurs rickettsies ont été trouvées chez des tiques de chauves-souris en Egypte. Les tiques (Ixodidae, Argasidae) profitent du sommeil diurne des chauves-souris pour les piquer et leur transmettre ainsi cet agent pathogène. Le léchage du pelage, l'ingestion du lait de la mère, l'alimentation du Chiroptère (souillures par des excréments de tiques, l'ingestion de l'acarien lui-même) peuvent constituer une autre voie de contamination (Lacavé G, 1980).

Des *Coxiella burnetii* ont été isolées d'une *Eptesicus serotinus* au Maroc et d'une autre chauve-souris d'espèce indéterminée de Tashkent, au sud de l'ex-URSS (Hill JE, Smith JD, 1984 ; Hoar BR *et al*, 1998).

2.1.6.1.3 Prévention.

Le port du masque lors d'une autopsie notamment de chauve-souris semble important vu le risque de transmission par aérosol.

2.1.6.2 Fièvre pourprée des Montagnes Rocheuses.

2.1.6.2.1 Etiologie.

L'agent pathogène est *Rickettsia rickettsi*.

2.1.6.2.2 Transmission.

Les rongeurs sauvages représentent le principal réservoir de *Rickettsia rickettsi* (Coqueblin K, 1998).

L'inoculation expérimentale de *Rickettsia rickettsi* à des chauves-souris brésiliennes, *Carollia perspicillata* et *Histiotus velatus*, ainsi qu'à des Chiroptères mexicains de l'espèce *Artibeus lituratus* a entraîné leur mort (Hill JE, Smith JD, 1984). Les chauves-souris ne semblent donc pas constituer un réservoir.

2.1.7 Borrélioses

Elles correspondent aux fièvres récurrentes et à la maladie de Lyme. Les borrélioses se rencontrent partout sauf en Australie, en Nouvelle-Zélande et en Océanie.

2.1.7.1.1 Etiologie.

Les agents pathogènes sont différentes espèces du genre *Borrelia*. Ce sont des spirochètes (ENV, 2000).

2.1.7.1.2 Transmission.

Les borrélioses sont transmises par des arthropodes parasites tels que les tiques et les poux du corps. Les Mammifères sauvages plus particulièrement les Rongeurs comme les écureuils présentent des infections inapparentes et ils sont des réservoirs naturels.

Plusieurs espèces de *Borrelia* non reconnues pathogènes pour l'être humain ont été isolées de chauves-souris. Ainsi, en Europe, on en a trouvé chez *Rhinolophus ferrumequinum*, *Nyctalus noctula* et *Pipistrellus pipistrellus*. En Afrique, on en a isolé chez *Eidolon helvum*, *Cardioderma cor* et *Scotophilus kuhlii*.

En Amérique, ce sont *Antrozous pallidus* et *Natalus tumidirostris* qui ont été concernés par ces agents pathogènes (Hill JE, Smith JD, 1984).

Aux USA, les chauves-souris tout comme les tatous, les opossums, les belettes et les écureuils constituent un réservoir de la fièvre récurrente à tiques transmise par *Borrelia hermsi* et *Borrelia brasiliensis* véhiculées par *Ornithodoros hermsi* et *Ornithodoros brasiliensis*. Leur infection est inapparente (Lebon S, 1997).

Au Brésil, les chauves-souris seraient le réservoir de *Borrelia burgdorferi* tout comme les chevaux et les ovins d'après Yoshinari NH cité par Weibel MC, 1998.

Des *Borrelia recurrentis* ont été inoculées expérimentalement à d'autres espèces de chauves-souris dont *Desmodus rotundus*. Il n'a pas été possible de rendre ces vampires contagieux vis-à-vis de porcins (Hill JE, Smith JD, 1984).

2.1.7.1.3 Prévention.

Ces maladies n'étant transmises que par les tiques, il faut s'en protéger par l'utilisation d'acaricides lors de la manipulation de Chiroptères...

2.1.8 Conclusion.

Bien que plusieurs agents bactériens responsables de maladie chez l'être humain ont été isolés des chauves-souris, il ne faut pas pour autant considérer ces dernières comme une menace sérieuse pour notre santé. En effet, ces bactéries infectent aussi les autres Mammifères dont l'homme. De plus, pour beaucoup, on ne possède aucune preuve de la transmission possible de la chauve-souris à l'être humain. Comme nous, les chauves-souris se révèlent plutôt être des victimes de ces micro-organismes.

2.2 Zoonoses virales.

De nombreuses infections de chauves-souris par divers agents viraux qui peuvent toucher l'homme ont été signalées depuis longtemps (Tableau 8).

Tableau 8. Infections virales naturelles et expérimentales de chauves-souris d'après Sulkin SE, Allen R, 1974.

	Virus	Espèce de chauve-souris	Pays
Rhabdovirus	Kern Canyon	<i>Myotis</i>	USA
	Lagos bat	<i>Eidolon</i>	Nigeria
	Mt Elgon bat	<i>Rhinolophus</i>	Kenya
	Rage	Multiples	Multiples
	Stomatite vésiculeuse	<i>Myotis</i> <i>Carollia</i> <i>Artibeus</i> <i>Glossophaga</i> <i>Tonatia</i> <i>Lonchophylla</i>	Panama
Arenavirus	Tacaribe	<i>Artibeus</i> <i>Desmodus</i>	Trinité
Reovirus	Reovirus type 1	<i>Eptesicus</i>	Australie
Picornavirus	Coxsackievirus, B3	<i>Eptesicus</i>	Non relaté
	Poliovirus, type 2	<i>Myotis</i>	
Paramyxovirus	Parainfluenza, type 2	<i>Rousettus</i>	Inde

Il faut maintenant rajouter aux virus cités dans le Tableau 8, le Hendrah, le Nipah, le Menangle et de nombreux arbovirus. Nous allons nous intéresser à quelques unes de ces zoonoses virales en commençant par la plus célèbre et la plus connue chez les Chiroptères : la rage.

2.2.1 Rage.

La rage, maladie connue depuis la plus haute antiquité, est une maladie susceptible d'atteindre tous les animaux à sang chaud. Elle concerne cependant plus particulièrement les Mammifères et donc l'homme. Si les dommages humains ont été limités comparés à ceux dus à la peste ou au choléra, la rage a pourtant toujours été redoutée par l'homme vu les souffrances terribles qu'elle entraîne. Ainsi Celse, médecin romain déclarait à son sujet : « le genre le plus terrible des maladies, dans lequel le malade est torturé à la fois par la soif qu'il ressent et la répulsion invincible qu'il éprouve pour l'eau (Cortez A, 1979).

50000 personnes dont la majorité appartiennent aux pays en voie de développement meurent encore, chaque année, au niveau mondial, de cette épouvantable maladie qui demande une vigilance constante (Garcia-Condé ML, 2000). Ainsi, on déplora en Israël, entre 1996 et 1997, trois décès dus à la rage terrestre alors qu'aucun cas ne s'était produit pendant 26 ans (Yakobson B et al, 1998). Et récemment une jeune suédoise de 19 ans vivant à mi-temps en Suède et en Thaïlande, est morte de rage après avoir soigné son chiot qui avait été violemment mordu dans ce dernier pays. Alors qu'il n'y avait aucun commémoratif de morsure, elle a été admise trois mois après à l'hôpital pour paresthésie du bras droit et des signes d'hydrophobie. Elle y est décédée 19 jours après le début des symptômes. Le virus rabique a été isolé de sa salive.

La rage est la plus vieille maladie découverte chez les chauves-souris et certainement la plus documentée de toutes même si de multiples inconnues subsistent. La rage des Chiroptères est aussi un sujet d'actualité. C'est pourquoi nous nous intéresserons tout particulièrement à cette zoonose majeure en y incluant une partie historique et pathogénie. De nombreuses données figurant dans ce paragraphe proviennent de Brass DA, 1994.

2.2.1.1 Etiologie.

Le virus rabique appartient à la famille des Rhabdoviridae et au genre *Lyssavirus*.

2.2.1.1.1 Les caractéristiques des Rhabdoviridae.

- acide ribonucléique.
- morphologie d'une baguette en obus.
- présence d'une enveloppe.
- symétrie hélicoïdale.
- diamètre de l'hélice :180A.

2.2.1.1.2 Les sérotypes.

(Wandeler AI, 1998; Garcia-Condé M-L, 2000)

Jusqu'en 1985, on distinguait uniquement quatre sérotypes. Le genre *Lyssavirus* regroupe maintenant sept génotypes dont 5 propres aux Chiroptères (Moutou F, 1999):

-le sérotype 1.

C'est le virus rabique *sensu stricto*. Il est devenu le génotype 1. Le virus rabique des chauves-souris américaines en fait partie : c'est celui des vampires d'Amérique du Sud et depuis 1954, des chauves-souris insectivores d'Amérique du Nord.

-le sérotype 2.

C'est le virus des chauves-souris de Lagos (Shope et coll (1970)) du nom de la capitale du Nigéria. On parle actuellement de génotype 2 pour la souche Lagos bat isolée initialement d'*Eidolon helvum*, au Nigéria, en 1956. Il fut ensuite retrouvé en République Centre Africaine, au Sénégal et en Afrique du Sud et a touché *Micropterus pusillus*, *Epomophorus wahlbergi* (Constantine DG, 1988) .

-le sérotype 3.

C'est le virus Mokola. Le génotype 3 a été isolé en 1968 des viscères de *Crocidura sp*, de deux patients nigériens atteints de troubles neurologiques mais qui ont survécu (Churchill S, 1998) et d'*Epomophorus wahlbergi* en Afrique du Sud.

-le sérotype 4.

C'est le virus *Duvenhage* isolé de Chiroptères en Afrique du Sud (Meredith et coll (1971); Shope et coll (1973)) et du cerveau d'un Sud Africain mort de rage un mois après avoir été mordu par une chauve-souris. Il représente le génotype 4. Ce dernier a été isolé par la suite d'*Eptesicus serotinus* en Pologne, au Danemark et en Allemagne, de *Myotis dasycneme* au Danemark, de *Myotis daubentonii* au Danemark et en Allemagne et de *Pipistrellus nathusii* en Allemagne (Constantine DG, 1988)

-le génotype 5.

On l'appelle European Bat Lyssavirus 1 (EBL 1).

On le rencontre plutôt dans le Sud et l'Ouest de l'Europe. Il concerne particulièrement les Chiroptères insectivores *Eptesicus sp.* La souche EBL1 est la seule souche isolée en France mis à part la souche Lagos bat isolée d'une roussette d'Afrique importée en France.

-le génotype 6.

On le surnomme EBL 2.

Il représente le Lyssavirus de type 2 des chauves-souris européennes. Il est plutôt présent dans le Nord et l'Est de l'Europe. Il concerne les chauves-souris insectivores *Myotis sp.* La première chauve-souris découverte infectée par ce virus était une *Myotis dasycneme* (Montano-Hirose *et al* (1990) cité par Perez-Jorda JL *et al*, 1995).

-le génotype 7 ABL.

Celui-ci se trouve en Australie. Il touche des chauves-souris insectivores et frugivores et a été initialement isolé d'une *Pteropus alecto*.

Les virus de ces 7 génotypes entraînent des symptômes similaires à la rage chez les Mammifères et 6 sur 7 sont connus chez les Chiroptères. Tous les génotypes ont été à l'origine de contaminations humaines. L'observation la plus intéressante sur le virus rabique des chauves-souris européennes est que ses caractéristiques antigéniques sont vraiment distinctes du virus rabique vulpin et du vaccin utilisé pour les immuniser. Les chauves-souris ne se contaminent donc pas par la consommation d'appâts ni à partir des renards. Par contre, ce virus, tout en étant différent, est très similaire au virus Duvenhage (Hamon B, 1991), virus associé à la rage des chauves-souris insectivores d'Afrique du Sud. Mais le mystère de la contamination initiale des espèces demeure.

2.2.1.2 Historique.

2.2.1.2.1 En Asie.

Si ce continent présente malheureusement la plus importante prévalence avec 95 % des cas mondiaux (35 000 cas annuels de rage humaine environ pour l'Inde seule), peu de cas de Chiroptères enrégés ont été rapportés. Les principaux vecteurs de la rage sont le chien (88% des cas de contamination humaine), les mangoustes, les loups ou les renards. Le premier cas présumé de rage humaine par chauve-souris a été signalé en 1960 (Brosset A, 1966) : un homme mordu par un Chiroptère était décédé de rage mais la chauve-souris n'avait pas été examinée. Ce n'est qu'en 1980, qu'un vrai diagnostic de rage a été établi chez un renard volant du Nord de l'Inde.

2.2.1.2.2 En Afrique.

Le chien constitue le principal vecteur de la rage en Afrique mais les chacals et les mangoustes jouent aussi un rôle important. Le Lagos bat virus fut isolé d'*Eidolon helvum* au Niger, de *Micropterus pusillus* en République Centre Africaine et d'*Epomophorus wahlbergi* en Afrique du Sud (Constantine DG, 1986).

C'est en 1970 que le virus Duvenhage fut isolé à Pretoria en Afrique du Sud d'un homme mort de rage 5 semaines après avoir été mordu à la lèvre par une chauve-souris.

2.2.1.2.3 En Amérique.

Depuis longtemps, les chauves-souris vampires représentent un réservoir de la rage en Amérique du Sud. Ainsi, déjà en 1514, Fernandez de Oviedo y Valdes attribuait la mort de nombreux soldats lors de la conquête du Panama aux morsures de vampires.

En 1908, une épizootie de maladie paralytique fut observée chez les bovins, les chevaux et d'autres herbivores à Santa Catarina, dans le Sud du Brésil.

Mais ce n'est qu'en 1911, que le docteur Carini de l'Institut Pasteur de Sao Paulo découvrit des corps de Negri dans les cerveaux de bovins qui présentaient cette maladie particulière (Greenhall AM, Artois M, Fekadu M, 1993). Avec des échantillons de ces cerveaux, il put reproduire la maladie paralytique chez le lapin. Il postula donc que cette maladie était la rage. La destruction massive des chiens n'arrangea pas la situation. Carini nota que les habitants avaient remarqué des chauves-souris volant dans la journée avec un comportement anormal et qui mordaient. Ils avaient aussi constaté que c'étaient les animaux mordus par celles-ci qui mouraient.

En 1921, Haupt et Rehaag inoculèrent un lapin et un cobaye avec le tissu nerveux d'une chauve-souris frugivore, *Phyllostoma superciliatum*. Ils confirmèrent alors que la maladie était bien la rage et qu'elle n'était pas associée à la rage canine. Ils postulèrent que l'organisme pathogène était propagé par les chauves-souris enragées (Deslandes P, 1977).

En 1925, à l'île de la Trinité, on attribua la mort de bétail au botulisme ou à des plantes empoisonnées. Mais en 1934, la maladie s'était étendue à toute l'île.

Le docteur Lima et le docteur Torres établirent, cette année-là, que le vampire était infecté et que c'était aussi un excellent hôte pour transmettre la maladie.

Entre 1925 et 1937, 89 cas mortels de rage humaine dus aux vampires ont été répertoriés à la Trinité. Mais la première chauve-souris diagnostiquée enragée ne fut pas un vampire mais une chauve-souris frugivore, *Artibeus planirostris trinitatis*. Le premier cas de rage humaine dû à une chauve-souris insectivore à la Trinité eut lieu en 1950 (Fabian Calcagno *et al*, 1991).

La rage des vampires serait plus importante à la saison des pluies qui correspond à la saison des mises-bas. Cela correspondrait à un afflux d'animaux neufs vis-à-vis du virus (Lord RD, 1992).

Outre une périodicité saisonnière, la rage suit un cycle bi ou triennal. En effet, pour une région donnée, les foyers n'apparaissent que tous les deux ou trois ans. Pour l'Amérique du Sud, la rage des vampires est un problème de santé publique mais aussi économique.

Le premier cas de rage humaine dû à un vampire en dehors de la Trinité est survenu à Mexico en 1951. 31 cas ont été répertoriés au Mexique entre 1951 et 1961 (Hill JE, Smith JD, 1984) et actuellement on déplore en Amérique latine, 3 à 5 décès par an dus aux chauves-souris hémato-phages (Garcia-Condé M-L, 2000).

Pour les Etats-Unis, la rage est enzootique dans la majorité du pays. Le réservoir est la mouffette dans le centre Nord, le centre Sud et la Californie. Les rats laveurs représentent le réservoir dans l'Est du pays. Pour le Nord-Est, le Sud et l'Alaska, ce sont les renards gris et roux. C'est le coyote pour le Texas. Quant aux chauves-souris qui regroupent 46 espèces divisées en 4 familles (Wandeler AI, 1998) uniformément réparties sur le territoire, leur rôle de réservoir est grandissant (Lebon S, 1997).

En 1951, un homme est mort de rage au Texas après avoir été mordu par une chauve-souris.

En 1953, en Floride, un jeune garçon a été attaqué et mordu plusieurs fois par une chauve-souris insectivore *Lasiurus intermedius*. Au laboratoire, elle fut trouvée enragée (Venters et coll (1954)). La victime reçut un traitement antirabique et ne fut pas malade. Dans le ranch où le garçon avait été mordu, on captura trente *Lasiurus intermedius*. Trois furent reconnues enragées. Cette année-là, on trouva en tout huit chauves-souris enragées dans un échantillon de 384 Chiroptères apparemment sains de Floride centrale et de l'Ouest : cinq *Lasiurus intermedius*, une *Lasiurus seminolus* et deux *Tadarida brasiliensis cynocephala*.

Après, le nombre de cas répertoriés de chauves-souris enragées augmenta nettement (10 % des animaux sauvages trouvés enragés en 1965, 10 à 15 % dans les années 1990 contre 0,1 % en 1953). Cela est certainement lié, en partie du moins, à une prise de conscience du problème suivie d'une recherche accrue des cas de rage chez les chauves-souris trouvées malades. En 1956, deux hommes décèdent de rage, sans avoir été mordus, après l'exploration de Frio Caves à Uvalde County au Texas. Cette grotte était habitée par des millions de Chiroptères insectivores (*Tadarida brasiliensis mexicana*) dont des milliers atteints de rage (Kaplan C, Turner GS, Warrell DA, 1986). En 1960, 30 états avaient signalé des chauves-souris enragées. Et en 1967, la majorité des espèces de chauves-souris américaines avaient été trouvées contaminées (Tableau 9).

Tableau 9 - a. La rage chez les chauves-souris insectivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.

Espèces insectivores	Pays	Rapporté par
<i>Antrozous pallidus</i>	Texas, U.S.A	Burns JF
<i>Diclydurus albus</i>	Trinité	Pawan
<i>Dasypterus floridanus</i>	Floride, U.S.A	Venters <i>et al</i>
<i>Chylonycteris personata</i>	Mexique	Burns JF
<i>Chylonycteris psilotis</i>	Mexique	Malaga-Villa
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	Brésil	
<i>Eptesicus fuscus</i>	Montana, Ohio, Arizona, Michigan,U.S.A, Colombie britannique, Ontario , Canada	Bell, Tjalma Avery-Tailyour Stewart-Beauregard
<i>Lasiurus seminolus</i>	Floride U.S.A	Venters <i>et al</i>
<i>Lasiurus cinereus</i>	Penn, Montana, Arizona	Bell
<i>Lasiurus borealis</i>	Texas, Floride, U.S.A	Irons, Scheneider
<i>Mormoops megalophylla</i>	Mexique, Texas, U.S.A	Villa, Burns JF
<i>Nycticeius humeralis</i>	U.S.A	
<i>Pipistrellus subflavus</i>	Floride, U.S.A	Scheneider <i>et al</i>
<i>Tadarida mexicana</i>	Texas, Californie	Irons, Enright
<i>Tadarida cynocephalla</i>	Louisane, Texas	Burns JF
<i>Tadarida yucatanica</i>	Mexique	Villa

Tableau 9 - b. La rage chez les chauves-souris insectivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.

Espèces insectivores	Pays	Rapporté par
<i>Lasionycteris noctivagans</i>	Californie , Indiana, U.S.A, Colombie britannique, Canada	Humphrey <i>et al</i> Avery-Tailyour
<i>Macrotus mexicanus</i>	Mexique	Tellez Giron, Burns JF
<i>Macrotus californicus</i>	Californie, U.S.A	Enright J
<i>Molossops planirostis</i>	Panama	Matheney-Gale
<i>Molossus coibensis</i>	Panama	Matheney-Gale
<i>Molossus sinaloe</i>	Honduras	Acha
<i>Tadarida molossa</i>	U.S.A	
<i>Pipistrellus hesperus</i>	Montana, U.S.A	Bell
<i>Myotis austroriparius</i>	Floride, U.S.A	Schneider <i>et al</i>
<i>Plecotus townsendii</i>		
<i>Myotis yumanensis</i>	U.S.A	

Tableau 9 - c. La rage chez les chauves-souris insectivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.

Espèces insectivores	Pays	Rapporté par
<i>Myotis volans</i>	U.S.A	
<i>Myotis evotis</i>	U.S.A	
<i>Rhogeessa parvula</i>	Mexique	Gifuentes
<i>Molossus sinaloe</i>	Honduras	Acha
<i>Molossus major</i>	Trinité	Greenhall
<i>Pteronotus davyy</i>	Trinité	Greenhall

Tableau 9 - d. La rage chez les chauves-souris piscivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.

Espèces piscivores	Pays	Rapporté par
<i>Noctilio leporinus</i>	Mexique	Villa

Tableau 9 - e. La rage chez les chauves-souris omnivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.

Espèces omnivores	Pays	Rapporté par
<i>Phyllostomus superciliatum</i>	Brésil	Rehaag
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Brésil	Malaga-R, Da Silva
<i>Phyllostomus discolor</i>	Amérique centrale	Acha

Tableau 9 - f. La rage chez les vampires en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.

Espèces hématophages	Pays	Rapporté par
<i>Desmodus rotundus</i>	Mexique	Plusieurs auteurs
<i>Diphylla ecaudata</i>	Amerique, Brésil, Venezuela, Mexique	Quiroz de Lima, Gallo, Malaga, Acha
<i>Diaemus youngi</i>	Trinité	Malaga-Greenhall

Tableau 9 - g. La rage chez les chauves-souris frugivores en Amérique (1967) d'après Acha PN, 1967.

Espèces frugivores	Pays	Rapporté par
<i>Artibeus jamaicensis trinitatis</i>	Trinité	Pawan
<i>Artibeus literatus palmarum</i>	Mexique, Amérique centrale, Trinité	Malaga-Alba et al, Acha, Greenhall
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Panama, Trinité	Matheney- Gale, Greenhall
<i>Carollia perspicillata</i>	Trinité	Greenhall
<i>Glossophaga soricina</i>	Mexique	Villa, Malaga
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Mexique	
<i>Uroderma bilobatum</i>	Panama	Matheney- Gale

Il est à signaler que les chauves-souris non reconnues infectées font partie des espèces rares ou peu communes. Donc très peu avaient été testées.

Les chauves-souris solitaires comme *Lasiurus borealis*, *Lasiurus seminolus*, *Lasiurus cinereus* présentaient une plus grande prévalence. La Caroline du Sud où la première chauve-souris enragée fut trouvée en 1963 et où cette même année, 5 des 16 Chiroptères testés se révélèrent positifs (Parker E *et al*, 1999) alors qu'aucun animal enragé n'avait été signalé dans cet état depuis 8 ans, est en adéquation avec cette constatation (Tableau 10).

Tableau 10. Nombre total de Chiroptères testés et trouvés positifs en Caroline du Sud (1970-1990) d'après Parker EK et al, 1999.

Espèces	Nombre de testées	Nombre de positives et (%)
<i>Lasiurus borealis</i>	785	137 (18)
<i>Nycticeius humeralis</i>	607	16 (3)
<i>Eptesicus fuscus</i>	537	25 (5)
<i>Tadarida brasiliensis</i>	221	20 (9)
<i>Lasiurus seminolus</i>	122	15 (13)
Non identifiées	177	1 (0)
<i>Lasiurus cinereus</i>	94	12 (13)
<i>Lasionycteris noctivagans</i>	66	3 (5)
<i>Pipistrellus subflavus</i>	29	2 (7)
<i>Lasiurus intermedius</i>	5	0 (0)
<i>Plecotus rafinesqui</i>	3	0 (0)
<i>Myotis austroriparius</i>	3	0(0)
<i>Myotis</i> sp	4	0(0)
Autres	4	0(0)
Total	2657	231 (9)

Le Tableau 10 montre, en effet, que *Lasiurus borealis* est en tête des espèces de chauves-souris trouvées positives (18%) suivies de *Lasiurus seminolus* (13%) et de *Lasiurus cinereus* (13%).

Il est à noter que si le Tableau 10 montre que *Lasiurus borealis* est bien l'espèce chez laquelle on a trouvé le plus d'individus positifs, elle représente aussi la plus testée.

Par contre, pour le Michigan où de 1981 à 1992, la plupart des cas confirmés de rage concernaient les Chiroptères, en 1993, le département de la santé publique de cet état diagnostiqua 17 animaux enrégés dont 15 *Eptesicus fuscus* sur 2045 animaux testés dont 246 Chiroptères (Feller MJ *et al*, 1997).

Des transmissions sporadiques de cas de rage de chauves-souris à des Mammifères terrestres ont été signalés. Mais les Chiroptères ne seraient pas une source de rage enzootique pour ces animaux. Les analyses génétiques des séquences du virus différent ainsi généralement de 15 à 20 %.

En 1956, deux hommes décèdent de rage, sans avoir été mordus, après l'exploration de Frio Caves à Uvalde County au Texas. Cette grotte était habitée par des millions de Chiroptères insectivores (*Tadarida brasiliensis mexicana*) dont des milliers atteints de rage (Kaplan C, Turner GS, Warrell DA, 1986).

En 1982, 975 cas de rage de chauves-souris ont été enregistrés aux USA (Constantine DG, 1988). En 1994, 631 cas de rage de chauve-souris répartis dans 45 états (l'Alaska, Hawaï, le Nebraska, la Dakota du Nord et Vermont n'étaient pas concernés) ont été répertoriés d'après Krebs JW cité par Lebon S, 1997. La chauve-souris la plus mise en cause est *Lasionycteris noctivagans*. Ce sont ensuite les *Pipistrellus sp.*

Entre 1980 et 1990, 75 % des cas de rage humaine aux USA provenaient d'un contact avec une chauve-souris d'après Childs JE cité par Lebon S, 1997.

Il y aurait 1 % de chauves-souris positives d'après Austin CC, 1998.

Entre 1990 et 1999, 22 personnes sont mortes de rage aux USA dont 15 avec des souches virales de Chiroptères d'après Trimarchi (1997) cité par Moutou F, Barrat J, Bruyere-Masson V, 2000. L'énigme est que pour 14 des 15 cas, il n'y avait aucun souvenir de contact avec un Chiroptère. Comment le virus a-t-il été transmis?

2.2.1.2.4 Au Canada.

(Lagacé F, 1998 ; Wandeler AI, 1998) .

La rage est enzootique chez le renard, la mouffette et les chauves-souris. Ce pays compte 20 espèces de Chiroptères divisées en deux familles et toutes les provinces sont concernées par la rage de ces animaux sauf Newfoundland et l'île du Prince Edouard. Cependant, en 1984, un cheval fut trouvé contaminé par une souche rabique non terrestre dans cette dernière alors que la transmission du virus rabique des chauves-souris à d'autres Mammifères reste rare.

La première chauve-souris enragée fut trouvée en Colombie britannique à Vancouver, en 1957. C'était une *Eptesicus fuscus* qui reste l'espèce la plus souvent infectée devant la chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*) puis la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*) et enfin devant les différentes espèces de *Lasiurus* dans ce pays.

Comme aux U.S.A, les cas surviennent surtout en été.

Entre 1963 et 1967, en Ontario où la majorité des chauves-souris enragées ont été trouvées, on répertoria 44 chauves-souris enragées qui appartenaient à 7 espèces différentes et 22 personnes furent mordues par des Chiroptères. De 1979 à 1983, on trouva 96 chauves-souris positives parmi les 2643 testées à l'Ouest du Canada (95 parmi 1874 suspectes de rage, 1 parmi les 769 prélevées au hasard à Alberta, en Colombie britannique et au Saskatchewan (Pybus MJ, 1986).

En 1991, les Chiroptères détenaient le quatrième rang des animaux trouvés enragés.

Entre janvier 1993 et décembre 1997, on a trouvé 221 chauves-souris positives sur 2989 testées.

2.2.1.2.5 En Australie.

Alors qu'on pensait que la rage n'existait pas sur ce continent (pays reconnu indemne de rage comme la Grande-Bretagne, la Nouvelle-Zélande, le Japon, Madagascar), en 1996, une personne qui s'occupait de chauves-souris a développé une encéphalite mortelle. Celle-ci était due à un nouveau *Lyssavirus* qui a été baptisé ABL : *Australian bat lyssavirus* (DPIE, 1997).

Depuis, ce virus a été découvert chez *Pteropus alecto*, *Pteropus poliocephalus*, *Pteropus scapulatus* qui sont tous des Mégachiroptères et *Saccolaimus flaviventrus*, un Microchiroptère (Moutou F *et al*, 2000).

D'après le Centers for disease control and prevention, une *Pteropus alecto* juvénile fut recueillie le 8 décembre 1997 et mourut 6 semaines plus tard de rage. 8 personnes durent subir un traitement antirabique. 4 chauves-souris mises en contact directement ou indirectement avec ce jeune animal furent euthanasiées après une observation de 11 semaines. Aucune ne se révéla enragée. Ce cas est très intéressant. En effet, il a permis un suivi clinique. De plus, c'était le premier cas d'ABL chez une chauve-souris juvénile et cela a donné une indication de la période d'incubation chez les *Pteropus* infectées (Field H *et al*, 2000).

Il est fort probable que le virus ABL existait depuis longtemps chez les Chiroptères australiens. C'est l'augmentation des contacts entre hommes et roussettes, notamment par l'intermédiaire des centres de soins, qui semble avoir rendu possible le passage du virus rabique des Chiroptères à l'être humain.

2.2.1.2.6 En Europe.

En 1953, des Chiroptères enragés ont été signalés en Allemagne, en Yougoslavie et en Turquie. De 1954 à 1984, seulement 14 cas sporadiques ont été signalés (Artois M, Porlier B, 1990). Ces cas étaient séparés géographiquement et concernaient plusieurs espèces de Chiroptères.

Le premier cas humain européen répertorié de rage dû à une chauve-souris a eu lieu à Voroshilovgrad en Russie en 1977 (Lina P, 1997) : une jeune ukrainienne de 15 ans est morte de rage 5 semaines après avoir été mordue au doigt par une chauve-souris (Brass DA, 1994).

Mais avant 1985, la rage des chauves-souris n'était pas d'actualité. Ainsi quant Blancou J, 1985, s'est intéressé aux aspects cliniques de la rage animale, il n'a pas pris la peine d'exposer ceux des Chiroptères.

Pourtant, toujours en Russie, un autre cas est survenu à Belgrad en 1985 (Lina P, 1997): une jeune fille de 11 ans est morte de rage 4 semaines après avoir été mordue par une chauve-souris (Brass DA, 1994)

Cette même année, au Danemark, pays indemne de rage vulpine, un professeur se fit mordre en septembre par une *Eptesicus serotinus* enragée.

Toujours en 1985, un chiroptologue qui avait travaillé en Suisse, en Malaisie et en Finlande décèda de rage à Helsinki (Baer MG, 1991). Cela a alors entraîné une intensification de la recherche des chauves-souris enragées et on a observé une nette augmentation des cas. Ainsi pour cette même année, 15 cas de chauves-souris enragées européennes ont été signalés dont la plupart au Danemark.

En 1986, 104 des 550 chauves-souris examinées au Danemark, en Pologne et en Allemagne de l'Ouest se révélèrent porteuses du virus rabique.

En 1987, on atteignit un maximum avec plus de 130 cas européens de rage de chauves-souris (Bruyere-Masson V *et al*, 1999) (Tableau 11 - A).

Tableau 11 - A. Cas européens de chauves-souris enrâgées dans différents pays de 1954 aux 3 premiers trimestres de 1987 (2 éme rencontre nationale chauves-souris et Rabies Bulletin Europe, 1985-1992).

Années	Pays	Nombre de cas	Commentaires
De 1954 à 1984	Yougoslavie.RFA. Turquie. RDA. URSS. Pologne.	14	Seulement 14 cas isolés signalés en 30 ans
1985	Danemark RFA Pologne URSS.	10 3 1 1	Augmentation significative des cas (15 en un an) dont la plus grande partie au Danemark
1986	Danemark RFA RDA.	105 15 1	Augmentation très nette des cas (121 en un an)
1987	Hollande Danemark RFA Espagne.	86 53 4 2	Extension géographique des cas avec l'Espagne très éloignée de l'épicentre de la maladie
1988	Pays-Bas RFA	43 9	Diminution de près de deux tiers des cas. Plus de cas signalé au Danemark

Tableau 11 - B. Cas européens de chauves-souris enrégées dans différents pays de 1954 aux 3 premiers trimestres de 1987 (2^{ème} rencontre nationale chauves-souris et Rabies Bulletin Europe, 1985-1992).

Années	Pays	Nombre de cas	Commentaires
1989	RFA	8	Toujours légère diminution des cas dont la majeure partie reste localisée aux Pays-Bas et en RFA.
	Pays-Bas	22	
	Danemark	1	
	Espagne	4	
	France	2	
	RDA	1	
	Tchécoslovaquie	1	
1990	RFA	17	Toujours diminution des cas et même localisation hormis pour un cas signalé en Pologne
	Pays-Bas	22	
	Pologne	1	
1991	RFA	3	Diminution de plus de la moitié des cas
	Pays-Bas	12	
1992	RFA	2	Cas très rares cette année-là et toujours localisés en RFA et aux Pays-Bas
	Pays-Bas	2	

Les Tableaux 11 soulignent que la plupart des cas ont été trouvés dans des pays indemnes de rage vulpine comme les Pays-Bas et le Danemark (178 cas).

De 1977 à 1994, on totalisa 472 cas de rage de chauves-souris (379 cas de 1985 à 1989 d'après Perez-Jorda JL *et al*, 1995). L'infection des Chiroptères a été la plus souvent rapportée entre Juillet et Septembre à la saison des naissances ou pendant les migrations.

Le Tableau 12 récapitule le nombre de cas survenus en Europe de l'Ouest de 1987 à 1999.

Tableau 12. Nombre de chauves-souris enrégées en Europe de l'Ouest de 1987 à 1999 d'après Moutou F *et al*, 2000.

Année	Nombre de chiroptères déclarés enrégés
1987	140
1988	53
1989	40
1990	39
1991	15
1992	13
1993	17
1994	7
1995	6
1996	16
1997	25
1998	24
1999	36

Le Tableau 12 montre bien que le nombre de Chiroptères européens trouvés enrégés a diminué depuis 1987 même si on observe depuis 1996 une légère augmentation des cas.

La sérotine commune (*Eptesicus serotinus*), chauve-souris répandue dans toute l'Europe mais essentiellement sédentaire et non migratrice et dont le virus est EBL 1, est la plus touchée (Tableau 13).

Tableau 13. Cas de rage répertoriés chez différentes chauves-souris en Europe de 1985 à 1988 d'après le Rabies Bull. Eur. cité par Baer MG, 1991.

Pays	Espèce	Nombre de cas
République fédérale allemande	<i>Eptesicus serotinus</i>	23
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2
	<i>Myotis daubentonii</i>	1
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	1
	Inconnues	3
République démocratique allemande	<i>Eptesicus serotinus</i>	1
	Inconnue	1
Pologne	<i>Eptesicus serotinus</i>	1
Danemark	<i>Eptesicus serotinus</i>	160
	<i>Myotis daubentonii</i>	2
	<i>Myotis dasycneme</i>	1
Espagne	<i>Eptesicus serotinus</i>	2
Pays-Bas	<i>Eptesicus serotinus</i>	126
	<i>Myotis dasycneme</i>	3

Pourquoi la sérotine est-elle la plus touchée (tableau 13)? Les hypothèses se basent sur sa densité et ses habitudes coloniales qui faciliteraient la dissémination du virus. Elle serait peut-être aussi plus sensible au virus rabique. De plus, son comportement de gîte augmente les contacts avec l'homme et elle est donc peut-être plus testée. On a remarqué également pour cette espèce un cycle saisonnier de rage : on distingue un pic distinct au printemps et en été alors qu'il n'y a pratiquement pas de cas lors de l'hibernation. Sinon des *Myotis daubentonii* (virus EBL 2), des *Myotis dasycneme* (virus EBL2), des *Pipistrellus pipistrellus* et des *Pipistrellus nathusii* ont été trouvées positives mais en petits nombres de cas. Ainsi le virus rabique des chauves-souris européennes est complètement différent de celui des Mammifères terrestres et donc du vulpin. Les renards n'ont donc pas transmis la rage aux chauves-souris. Si entre 1977 et 1994, 203 cas de rage humaine ont été rapportés en Europe (Russie : 52 cas, Roumanie : 40 cas, Turquie : 40 cas...), aucun de ces malades n'est à relier à une morsure de chauve-souris.

2.2.1.2.6.1 *Le Danemark.*

Pays indemne de rage vulpine, on recensa en 1985, 10 cas de chauve-souris enrégées dont une *Eptesicus serotinus* qui mordit une professeur danoise (Baer MG, 1991). Cette dernière reçut un traitement antirabique et ne fut pas malade.

L'année suivante, ce n'est pas moins de 105 cas qui ont été signalés.

En 1987, on atteignit un maximum avec 130 cas. Mais dès 1988, le nombre de cas chuta à quelques dizaines (4 à 7% des cas envoyés pour une recherche de rage). Cependant on enregistra une augmentation des cas lors de l'été 1997 (26%). Et en Juillet 1997, 2 roussettes d'Egypte d'un lot de 42 individus moururent de rage neuf jours après leur transfert d'un zoo hollandais à un zoo danois. Il s'agissait de la souche EBL 1 a. Les 40 chauves-souris restantes en apparence bonne santé furent euthanasiées. 3 d'entre elles présentaient du virus dans leur cerveau. La colonie hollandaise d'origine (254 individus) présentait une contamination de 13 % de son effectif (amas d'antigènes viraux dans le cerveau) (Ronsholt *et al*, 1998; Aubert M *et al*, 1999).

Cependant en 1999, seulement 10 cas de chauves-souris enrégées ont été recensés. Baisse de vigilance? Réelle baisse des cas? Ce qui est certain, c'est que le nombre de cas de chauves-souris enrégées n'a pas pris des proportions dramatiques comme pouvaient le laisser craindre certains scientifiques alarmés par la progression rapide des cas de 1985 à 1987.

D'après Ronsholt et Botner cités par Bruyère-Masson V *et al*, 1999, en 1998, trois moutons enrégés danois se sont révélés contaminés par la souche EBL1 isolée sporadiquement des Chiroptères locaux. S'il y a controverse sur ces cas, cela pose cependant le problème de la contamination naturelle possible d'un Mammifère autre que l'homme par une chauve-souris européenne.

2.2.1.2.6.2 *Les Pays-Bas.*

De même que pour le Danemark, le nombre maximal de cas de rage pour les Chiroptères dans ce pays également indemne de rage vulpine s'est produit en 1987. Cela correspond à l'année où le testage a été le plus important avec 387 chauves-souris analysées.

De 1987 à 1993, sur 13 espèces testées, seule la sérotine commune a été trouvée contaminée mis à part 4 ou 5 vespertillons des marais (Lina P, 1994). Le pourcentage de contamination est resté relativement constant, de 20 % environ (Tableau 14)

Tableau 14. Sérotines contaminées en Hollande de 1984 à 1996 d'après Lina P (7^{ème} rencontres nationales « chauves-souris » de Novembre 1997).

<i>Année</i>	<i>Nombre de contaminées/Nombre de testées</i>	<i>Pourcentage de contaminées</i>
1984/1986	1/5	20
1987	82/387	21.2
1988	43/175	24.6
1989	22/82	26.8
1990	21/114	18.4
1991	12/56	21.4
1992	8/39	20.5
1993	9/40	22.5
1994	1/21	4.8
1995	3/19	15.8
1996	5/32	15.6

Bien sûr, les échantillons qui ont permis d'établir le Tableau 14 étaient biaisés puisqu'ils étaient constitués en majorité de Chiroptères malades.

Le virus a été découvert en majorité sur des sérotines communes (207 de 1984 à 1996). Celles-ci provenaient pratiquement toutes d'une zone située au Nord de la Meuse et du Rhin. Quelques vespertillons des marais (5 spécimens de 1984 à 1996) ont également été trouvés positifs mais leur virus est différent de celui des sérotines .

2.2.1.2.6.3 *L'Allemagne.*

En 1954, à Hambourg, une chauve-souris qui avait mordu le doigt d'un Allemand et qui était morte le lendemain, s'était révélée enragée. En 1968 et en 1970, deux isolats de Duvenhage ont été trouvés chez deux chauves-souris, une de Stade, une autre d'Hambourg (Brass DA, 1994) mais alors on ne connaissait pas EBL1 et EBL2.

En 1999, 15 cas ont été signalés. Ils étaient répartis dans 5 länder (Bruyère-Masson V *et al*, 1999).

Les Tableaux 15 s'intéressent à la répartition des cas de Chiroptères enragés dans ce pays de 1954 à 1992.

Tableau 15 - a. Chauves-souris enragées en Allemagne d'après Brass DA, 1994.

VILLE	ANNEE	NOMBRE DE CAS	ESPECE
HAMBURG	1954	1	INDETERMINEE
	1968	1	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i>
STADE	1970	1	INDETERMINEE
BERLIN	1973	1	<i>MYOTIS MYOTIS</i>
	1990	1	INDETERMINEE
	1991	2	INDETERMINEE
	1992	1	INDETERMINEE
BREMERHAVEN	1982	1	INDETERMINEE
	1985	1	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i>
AURICH	1983	1	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i>
RODENBERG	1983	1	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i>
	1985	1	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i>

**Tableau 15 - b. Chauves-souris enrégées en Allemagne d'après
Brass DA, 1994.**

VILLE	ANNEE	NOMBRE DE CAS	ESPECE
TUBINGEN	1986	1	<i>EPTESICUS FUSCUS</i>
OTTWEILER	1986	1	INDETERMINEE
PEINE	1986	1	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i>
DORUM	1986	1	INDETERMINEE
STEINAU	1986	1	INDETERMINEE
NIENBURG	1985 1986	1 2	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i> <i>EPTESICUS SEROTINUS</i>
OFFENWARDEN	1986	1	<i>MYOTIS SP</i>
NIEDERSACHSEN	1990 1992	9 3	INDETERMINEEs

**Tableau 15 - c. Chauves-souris enrégées en Allemagne d'après
Brass DA, 1994.**

VILLE	ANNEE	NOMBRE DE CAS	ESPECE
BEZIRK NEUBRANDENBURG	1986	1	INDETERMINEE
LOXSTELDT- NEUENLANDE	1986	1	<i>EPTESICUS SEROTINUS</i>
NORDHEIN- WESTFALEN	1990	1	INDETERMINEE
SCHLESWIG- HOLSTEIN	1990 1992	5 1	INDETERMINEES INDETERMINEE
INCONNUE	1985 1986 1987 1989 1990 1985	1 9 2 4 1 1	INDETERMINEE <i>EPTESICUS SEROTINUS</i> <i>PIPISTRELLUS</i> <i>PIPISTRELLUS</i> INDETERMINEE INDETERMINEE
NORDHEIN- WESTFALEN	1990	1	INDETERMINEE INDETERMINEE

Les Tableaux 15 montrent la présence de la rage des Chiroptères dans la majorité des länder.

2.2.1.2.6.4 L'Espagne.

Les deux premières chauve-souris enrégées de ce pays exempt de rage vulpine (Neveux M *et al*, 2001) ont été détectées en 1987 dans la province de Grenade et de Valence (Brass DA, 1994). En tout, de 1987 à 1999, 12 cas ont été recensés (4 en 1989 dans la province de Huelva et 4 cas pour l'année 1999 dont un à Séville).

10 concernaient la sérotine commune et le virus était EBL1. 2 étaient d'espèce indéterminée et de virus Duvenhage mais ils étaient antérieurs à la découverte d'EBL1 et d'EBL2. 5 avaient mordu un humain alors que les 7 autres n'avaient montré aucune agressivité.

2.2.1.2.6.5 La France.

En France, la rage est réapparue en 1968 en provenance d'Europe centrale. Le cycle était celui d'une rage vulpine comme pour l'Europe occidentale où l'espèce réservoir et la plus touchée est le renard roux (*Vulpes vulpes*). Le lyssavirus était de génotype 1.

De 1968 à 1987, on a comptabilisé 35000 décès d'animaux enrégés dont 27072 renards mais aucun de chauve-souris.

Ce ne fut qu'en 1989 que l'on trouva une chauve-souris enrégée (68 Chiroptères analysés de 1987 à 1991).

On totalise 12 cas autochtones de chauves-souris enrégées jusqu'à septembre 2001 de génotype 5 (Anonyme, janv 2001) (190 analyses négatives de 1989 à 1999). Ils concernent tous des sérotines sauf un cas sur pipistrelle commune.

Trois cas ont eu lieu en Meurthe et Moselle, deux en 1989 à Briey et à Bainville (Brass DA, 1994), un en 1997.

Un autre a été trouvé dans le Cher à Bourges en Avril 1996. Une sérotine enrégée a été signalée en Mars 1998.

Un cas non autochtone a été aussi répertorié. Il s'agissait d'une roussette morte en France en 1999. Cette chauve-souris directement importée d'Afrique en novembre 1998 par un vendeur belge arriva en France le 7 Janvier 1999. L'animalerie de Bordeaux où elle séjourna la vendit à un particulier habitant près de Nîmes le 3 Mars chez qui elle mourut le 6 Mai 1999 après avoir présenté des signes d'agressivité et mordu le 2 mai son propriétaire. Par chance, ce dernier amena le cadavre chez son vétérinaire qui transmit l'animal à l'AFSSA de Nancy. Le diagnostic de rage fut confirmé et le docteur Paul Lowings du Central Veterinary Laboratory au Royaume-Uni détermina que ce virus rabique était africain, de type Lagos (Aubert M *et al*, 1999).

Par crainte d'une contamination rabique par aérosol, cent vingt deux personnes durent subir un traitement antirabique (les personnes ayant séjourné dans l'animalerie bordelaise du 8 janvier au 20 mars 1999, le propriétaire et son frère qui s'étaient occupés de l'animal enrégé)! Les Mammifères ayant séjourné avec cette chauve-souris enrégée furent euthanasiés. Aucun ne se révéla contaminé. Cette regrettable anecdote montre bien qu'il n'est pas raisonnable de commercialiser des chauves-souris exotiques en France.

Pour l'année 2000, cinq chauves-souris ont été diagnostiquées enrégées alors que le dernier cas de rage terrestre remonte au 23 décembre 1998 (Neveux M, Servat A, Bruyère-Masson V, 2001):

-en Février, 1 cas à Premillhat dans l'Allier. Il s'agissait d'une sérotine qui avait mordu un homme qui essayait de la mettre dehors. Ce cas a été typé lyssavirus EBL1 b (génotype 5, European Bat Lyssavirus de sous type 1 et de type b) par l'institut Pasteur le 18 février 2000. La victime et sa femme ont reçu un traitement antirabique (Bruyère-Masson V, 2000).

-en Mars, 2 cas dans le Finistère (AFSSA).

-en novembre, 1 cas dans les Pyrénées-Orientales (pour la première fois, il s'agissait d'une pipistrelle commune).

-un cas en Haute-Marne.

Pour les trois premiers trimestres 2001, 2 cas ont été répertoriés :

-le 23 août, une sérotine s'est révélée enrégée à Waville, en Meurthe et Moselle (Bruyère V, 2001).

-le 24 septembre, une sérotine a été trouvée agonisante dans un jardin de Plouguin, en Bretagne. Cet animal n'était pas agressif. Mais il était très affaibli et montrait des pertes d'équilibre. Il est mort le lendemain. Les personnes qui ont recueilli ce Chiroptère avaient pris toutes les précautions nécessaires. Aucun traitement contre la rage n'a donc été nécessaire (Duphot V, 2001).

L'augmentation des cas depuis l'année 2000 est à relier à la mise en place d'un réseau d'épidémiologie cette année-là (Neveux M *et al*, 2001). 82 chauves-souris ont été collectées depuis août 2000 contre seulement 86 de 1998 à 2000 (Bruyère V, 2001).

La localisation des Chiroptères trouvés enrégés est aussi intéressante puisqu'elle suppose également une corrélation entre le niveau de vigilance et le dénombrement des cas. En effet, l'AFSSA de Nancy qui est chargée

de surveiller la rage en France se trouve en Meurthe et Moselle, Bourges héberge un Museum d'histoire naturelle spécialisé dans les Chiroptères et le groupe mammalogique breton est très dynamique.

Pour l'avant dernier cas, lors du contrôle d'une église dans le Finistère, le cadavre d'une sérotine qui avait présenté un comportement anormal avec incapacité à voler et agressivité a été transmis au LERPAS de l'AFSSA qui a confirmé que la mort de l'animal était bien due à la rage. Toutes les personnes qui avaient touché cette sérotine ont été dirigées vers un centre antirabique (Boireau J, Giosa P, 2000).

2.2.1.2.6.6 *La Suisse.*

Le premier cas de chauve-souris enragée a été enregistré en 1992 à Fribourg (Kappeler A cité par Artois M, Duchene MJ, 1993).

2.2.1.2.6.7 *La Grande-Bretagne*

Pour la Grande-Bretagne, comme pour l'Australie, si l'état indemne de rage terrestre n'est pas à remettre en cause, il n'en est pas de même pour la rage des Chiroptères. En effet, en 1996, un murin de Daubenton (*Myotis daubentoni*) enragé a été trouvé à Newhaven, sur la côte Sud en face du continent. Cette chauve-souris insectivore présentait un comportement anormal et mordit deux femmes (Anonyme, 1996). Le MAFF avait testé 2000 chauves-souris depuis 1987. Toutes s'étaient révélées négatives vis-à-vis de la rage. De plus, vu la découverte de ce cas dans un port, on peut se demander si ce cas était autochtone. En effet, aucune colonie ne fut découverte autour de Newhaven mais cette espèce de chauve-souris vit au Royaume-Uni. Cette question n'est toujours pas résolue (Moutou F, Barrat J, Bruyère V, 2000).

2.2.1.2.6.8 *Conclusion.*

L'année du premier signalement d'une chauve-souris enragée a été différente suivant les pays européens (Tableau 16).

Tableau 16. Récapitulatif en Europe des premiers cas enregistrés de chauves-souris enragées suivant les pays.

DATE DU PREMIER CAS	PAYS EUROPEEN
1954	Allemagne
1964	Ex-U.R.S.S.
1985	Danemark
1986	Hollande
1987	Espagne
1989	France
1992	Suisse
1996	Grande-Bretagne

Le Tableau 16 montre que les pays les plus nordiques ont, en règle générale, étaient les premiers à déclarer des cas de Chiroptères enragés. L'Espagne, loin de cet épicode, a détecté un cas en 1987 avant la France, la Suisse et la Grande-Bretagne. Pour ces déclarations, il est certain que plus un pays cherche, plus il a de chance de trouver tôt une chauve-souris enragée.

Au niveau des saisons, les cas européens sont plus importants en dehors de la période d'hibernation (tableau 17).

Tableau 17. Répartition des 37 cas répertoriés de Chiroptères enrégés en Europe de l'Ouest lors des 3 premiers trimestres de 1999 (Rabies Bulletin W.H.O. d'après Bruyère-Masson V, Cliquet F, Aubert M, 1999).

Pays	1^{er} trimestre	2^{ème} trimestre	3^{ème} trimestre
Allemagne	1	7	6
Pologne	1	1	1
Danemark		5	4
Hollande		2	3
Espagne		2	
France		1	
République tchèque			2
Hongrie			1

Le tableau 17 montre que les cas sont concentrés sur les deuxième et troisième trimestre.
C'est *Eptesicus fuscus* qui est l'espèce la plus touchée et son virus est différent de celui de la rage terrestre.

2.2.1.3 Mode de transmission de la rage.

2.2.1.3.1 Entre chauves-souris.

2.2.1.3.1.1 Par les morsures.

Un grand nombre de vampires capturés par de Verteuil et Urich (1936) avaient de nombreuses blessures sur la tête et le corps. D'après Brosset A, 1966, quand les vampires attaquent de jour sans provocation et qu'ils se mordent entre eux, il est possible de prédire une prochaine épidémie de rage.

En captivité, les vampires s'attaquent fréquemment les uns les autres par faim (Wimsatt (1959) ; Greenhall (1959,1965) Villa Ramirez (1969) cités par Brass DA, 1994).

Chez les chauves-souris insectivores, des comportements agressifs avec des morsures inter et intraspécifiques ont été aussi observés.

Chez les molosses mexicains qui vivent en énormes colonies, il est fréquent de trouver des blessures saignantes sur les ailes dont la peau est riche en terminaisons nerveuses. Même les jeunes ont été observés mordre, mais ici dans le but de se retenir pour éviter une chute.

2.2.1.3.1.2 Par le léchage.

Le « grooming » est très développé chez les vampires et peut servir comme moyen de propagation de la maladie. Il joue ainsi un rôle dans la transmission intra-espèce.

2.2.1.3.1.3 Par le partage de sang chez les vampires.

Le partage réciproque de la nourriture peut jouer un rôle important dans la transmission intra-spécifique de la rage. En effet, les vampires sont des animaux sociaux et ceux qui cohabitent ensemble peuvent partager les repas de sang en cas de besoin. En effet, si un vampire rentre bredouille, ceux qui habitent avec lui régurgiteront du sang afin qu'il puisse se nourrir, faute de quoi il mourrait d'inanition.

2.2.1.3.1.4 Par l'inhalation d'aérosols.

Les vampires pourraient être infectés par les aérosols rabiques formés par des chauves-souris qui comme les molosses mexicains, *Tadarida brasiliensis*, vivent groupés en énormes colonies.

2.2.1.3.1.5 Par le cannibalisme.

Le cannibalisme s'est produit chez des Chiroptères insectivores maintenus en captivité (Engler (1943) cité par Brass DA, 1994). Des comportements cannibales dans des conditions naturelles existent aussi pour ces chauves-souris.

2.2.1.3.1.6 Infection prénatale.

Il est incertain qu'il y ait une infection prénatale chez le vampire puisqu'elle n'existe pas chez les autres chauves-souris. Cependant le molosse mexicain peut visiblement acquérir l'infection à la naissance puisque la rage est détectable une semaine après la naissance.

Différents chercheurs ont rapporté des transmissions expérimentales par inoculation intramusculaire ou sous-cutané.

On trouva du virus rabique dans le tissu mammaire d'un vampire infecté expérimentalement. Cela suggère que le lait des vampires infectés pourrait être contaminant. Il faut cependant noter que le virus peut être associé aux nerfs plutôt qu'au tissu mammaire ou au lait.

2.2.1.3.2 A l'homme.

2.2.1.3.2.1 *Par morsures.*

2.2.1.3.2.1.1 Fréquence.

Les morsures d'hommes par les vampires ne sont pas si fréquentes. Il faut signaler que l'augmentation des attaques humaines est liée à un manque d'approvisionnement en sang d'autres espèces.

D'après Brass DA, 1994, De Verteuil et Urich (1936) ont remarqué sur deux lieux différents de la Trinité, Monos et Gasparee, où le bétail était absent et où les vampires se nourrissaient donc essentiellement du sang des volailles et des humains qu'il y avait plus de morsures humaines quand les volailles étaient mieux protégées.

D'après Brass DA, 1994, Verlinde *et al* relatent qu'au Surinam, sept enfants décédèrent de rage paralytique entre décembre 1973 et 1974.

Un mois avant le début brutal de cette épidémie, les villageois avaient abattu un nombre important de peccaris. Cela a pu jouer un rôle dans l'augmentation des morsures vis-à-vis des villageois en privant les vampires d'une source d'approvisionnement.

Mc Carthy en 1989 signale à Belize une augmentation des attaques de vampires contre l'homme après un abattage de porcs afin de contrôler un foyer de peste porcine classique. Le porc était jusqu'alors une denrée de base de l'alimentation de ces vampires.

Lopez *et al* font part également d'une épidémie de rage dans deux communautés indiennes Aguarunas (Tutino et Mamayaque en Amazonie) dans la jungle du Pérou après l'élimination de porcs (Brass DA, 1994).

Il est également à noter que les vampires sont certainement plus nombreux qu'avant l'arrivée des Espagnols et des Portugais. En effet, en amenant du bétail, ces derniers ont augmenté le nombre et l'accès à des proies de grande taille qui représentent une véritable « banque sanguine » pour les vampires. Cela semble avoir été un facteur de croissance pour ces chauves-souris hémato-phages. Ainsi au Costa Rica, sur deux échantillonnages de chauves-souris, l'un en forêt donc sans bétail et l'autre dans une zone d'élevage bovin, les vampires représentaient 1 % du total dans le premier cas contre 13% dans le second avec une densité estimée à 1 vampire pour 10 hectares.

2.2.1.3.2.1.2 Particularités de la morsure.

L'homme est le plus souvent mordu à l'extrémité des orteils ou des doigts. Cela s'explique par le fait qu'ils dépassent plus facilement du lit ou de la moustiquaire.

La morsure est pratiquement indolore. C'est généralement au matin qu'on voit du sang et une morsure.

On distingue nettement la trace des deux incisives supérieures et parfois celle plus petite des incisives inférieures au niveau de la morsure.

2.2.1.3.2.2 *Par aérosol.*

Les colonies gigantesques de certaines chauves-souris peuvent générer des aérosols de virus rabique. C'est le cas notamment de certaines grottes aux Etats-Unis où l'air très humide est contaminé par le virus rabique vu la population très dense des Chiroptères (Tuttle MD, 1988). C'est le cas aussi de la grotte Sabana del Mar en République dominicaine où logent des millions de chauves-souris à queue libre (*Tadarida brasiliensis*) (Fabian Calcagno N *et al*, 1991).

On peut citer les expériences de Constantine DG (1967) (Constantine DG, 1988). Celui-ci enferma plusieurs carnivores d'espèces différentes dans des cages qu'il mit dans des grottes où se trouvaient des colonies de chauves-souris infectées afin d'éviter le contact direct avec ces animaux (morsures). Un à trois mois plus tard, un tiers des exposés étaient morts de rage.

Des contaminations humaines par aérosol ont été signalées dans des laboratoires de recherche de la rage (Tuttle MD, 1988).

2.2.1.3.2.3 *Par ingestion.*

Ce mode de transmission n'a pas encore été relaté pour les Chiroptères mais il est plausible.

2.2.1.3.2.4 Par dissection.

Une personne est morte apparemment de rage après la dissection d'un vampire enragé (Pawan (1936) cité par Constantine DG, 1988).

2.2.1.4 Pathogénie.

2.2.1.4.1 Suivant l'espèce de Chiroptère.

Expérimentalement, par l'inoculation intracérébrale du virus à des souris de laboratoire, on a pu constater des durées d'incubation et de maladie différentes suivant les espèces de Chiroptères.

Ainsi on a observé des incubations très brèves pour les virus isolés de *Tadarida brasiliensis* (Molossidés) et de *Macrotus waterhousii* (Phyllostomatidés). Des carnivores infectés par le virus rabique de *Tadarida brasiliensis* meurent en moins de 24 h après les premiers symptômes et quelquefois en moins de trois heures (Constantine DG, 1988). Au contraire, les virus isolés des Vespertilionidés entraînent des durées d'incubation et de maladie plus longues.

2.2.1.4.2 Suivant la voie d'inoculation.

On a constaté que lorsque le virus est injecté par voie intramusculaire, on observe une forme paralytique. Par contre, si le virus est introduit directement dans le cerveau, c'est une forme furieuse qui est constatée (Constantine DG, 1988).

2.2.1.4.3 Suivant l'âge de la victime.

Les enfants seraient moins résistants à la rage que les adultes. Si on se réfère aux cas dus aux vampires, on peut dire que les enfants sont les plus atteints tant du point de vue des morsures (ils utiliseraient moins la moustiquaire, ils ont un sommeil plus profond et ils sont souvent placés dans les parties les plus sombres de la maison pour leur sommeil) que de la rage.

Mais la pathogénie des souches européennes de rage de chauves-souris n'est pas bien connue. Par exemple, on méconnaît la durée d'incubation, les caractéristiques de l'excrétion virale, le délai d'apparition des symptômes après le commencement de l'excrétion virale. Existe-t-il une forme latente chez nos chauves-souris? La souche EBL-1 est-elle susceptible de contaminer d'autres espèces que les chauves-souris? Il est à noter qu'en 1998, au Danemark, un mouton s'est révélé contaminé par la souche EBL1 (Ronsholt L *et al*, 1998).

2.2.1.5 Manifestations cliniques.

2.2.1.5.1 Chez l'homme.

Le Tableau 18 les résume.

Tableau 18. Manifestations cliniques de la rage chez vingt-neuf patients mordus par des vampires lors d'une épidémie de rage dans la jungle péruvienne (1992) d'après Lopez R *et al*, 1992.

SYMPTOME	NOMBRE ET POURCENTAGE DE PERSONNES CONCERNEES
Hydrophobie	25 (86 %)
Fièvre	24 (83 %)
Maux de tête	22 (76 %)
Hypersalivation	20 (69 %)
Malaise	19 (66 %)
Dysphagie	19 (66 %)
Douleurs abdominales	17 (59 %)
Paresthésie	16 (55 %)
Insomnie	16 (55 %)
Excitation psychomotrice	13 (45 %)
Vomissements	13 (45 %)
Délire	9 (31 %)
Hallucinations	6 (21 %)
Aérophobie	6 (21 %)
Photophobie	3 (10 %)

Le Tableau 18 montre donc que les signes cliniques de la rage transmise par les vampires chez l'homme sont semblables à ceux causés par les autres types de virus rabique trouvés chez les animaux terrestres ou les autres espèces de chauves-souris. Dureux JB *et al*, 1985, les a décrits.

2.2.1.5.2 Chez les vampires.

La période d'incubation expérimentale observée par Pawan était de sept à cent soixante et onze jours. Une étape de prodromes de douze à vingt quatre heures peut être évidente. Elle se manifeste par de l'agitation, de l'inquiétude ou de l'apathie et une répugnance à manger.

D'après Pawan cité par Brass DA, 1994, il y aurait six formes cliniques de la rage chez les Chiroptères hématophages:

-Une forme furieuse classique.

L'étape prédominante est la furie suivie de la paralysie et de la mort.

-Une forme furieuse sans paralysie.

La furie est suivie directement par la mort.

-Une forme paralytique classique.

L'étape prédominante est la forme muette de la rage. Il n'y a pas de furie. La paralysie est suivie directement de la mort.

-Une absence complète de signes marqués.

La mort est soudaine et inattendue.

-Une forme furieuse.

La furie est suivie du rétablissement. La forme paralytique est beaucoup plus fréquente que la forme furieuse.

-Une forme subclinique.

La chauve-souris continue de vivre sans signes anormaux, mais elle est capable de transmettre la rage. Elle est une porteuse asymptomatique salivaire.

Si Torres et Queiroz Lima (1936) étaient d'accord sur cet état de survie (Turner DC, 1975), beaucoup d'auteurs affirment que cette dernière forme n'existe pas.

Ainsi, pour Pedro et Arambulo (1985) cités par Brass DA, 1994, les vampires semblent réagir comme les autres animaux avec des périodes d'incubation variables. Il n'y aurait pas d'excrétion prolongée donc les porteurs sains n'existeraient pas. Après une incubation variable, les vampires meurent finalement.

De même pour Greenhall et Schmidt, les porteurs asymptomatiques ne seraient que le résultat d'une confusion entre la rage et d'autres maladies. Les premiers investigateurs ne bénéficiaient pas des techniques actuelles de laboratoire. Ils ont pu confondre la rage avec d'autres maladies. Ainsi d'autres agents pathogènes dont les symptômes ressemblent à ceux de la rage quand ils sont injectés à la souris infectent également les glandes salivaires des Chiroptères. C'est le cas du virus de la chauve-souris de Tamana, du virus Rio Bravo, du virus Tacaribe et de bien d'autres.

Différents virus qui peuvent être confondus avec le virus rabique (Brass DA, 1994).

- Le virus de chauve-souris de Tamana de la Trinité (Price (1978)).
- Le virus Tacaribe de la Trinité (Downs *et al* (1963), Price (1978)).
- Le virus de chauve-souris de Bukalosa de l'Ouganda (Williams *et al* (1964) ; Simson *et al* (1968)) .
- Le virus des glandes salivaires de chauve-souris d'Entebbe en Ouganda (Lumsden *et al* (1961)).
- Le virus Bangui-M7 de chauve-souris de la République Centre Africaine.
- (Chippaux et Chippaux-Hippolyte (1965,1970)).
- Le virus de chauve-souris du mont Elgon du Kenya (Metselaar *et al* (1969) ; Murphy *et al* (1970)).
- Le virus de la leucoencéphalite de *Myotis montana* des USA (Bell and Thomas (1964)).

2.2.1.5.3 Chez les chauves-souris insectivores.

On constate, comme pour les vampires, une grande variabilité du temps d'incubation. Il varie en effet expérimentalement après inoculation intracérébrale ou intramusculaire de deux à vingt cinq semaines. Moore et Raymond (1970) ont d'ailleurs trouvé une incubation naturelle d'au moins deux cent neuf jours chez une sérotine américaine (Constantine DG, 1988).

Le virus est détecté dans la salive douze à quinze jours avant le début des signes cliniques.

Tout comme les vampires, ceux-ci sont plus paralytiques que furieux. Ce sont les espèces solitaires comme *Pipistrellus hesperus*, *Myotis californicus*, *myotis leibii*, qui montrent des formes furieuses et qui essayent de mordre les gens volontairement (Constantine DG, 1988).

Dans la nature, le plus souvent, on observe le plus souvent pour les chauves-souris insectivores contaminées, de l'irritabilité ou de la dépression, de la faiblesse, de l'anorexie suivie d'hypothermie et de paralysie (Constantine DG, 1967). Bien que la période de dépression puisse être précédée par une période de belligérance, la furie proprement dite est rarement constatée. Même si les chauves-souris infectées peuvent tenter de mordre les objets proches, elles ne font généralement pas d'effort pour attaquer l'homme. Cliniquement, les individus atteints peuvent être amaigris, déshydratés, paralysés et hypothermiques. Ils sont souvent trouvés seuls (Constantine DG, 1988).

En captivité, c'est souvent la perte d'appétit qui est observée la première puis la paralysie suivie de la mort. Barnard SM, 1995, a eu l'occasion d'observer 7 chauves-souris naturellement enrégées. Une *Lasiurus borealis* et une *Eptesicus fuscus* présentaient de la déshydratation et de la paralysie tandis que les 5 autres *Eptesicus fuscus*, en plus de la déshydratation, montraient un comportement furieux. Pour Barnard SM, 1995, la perte d'appétit observée serait le résultat de la déshydratation. En effet, réhydratées avec du ringer lactate, les chauves-souris enrégées remangent jusqu'à leurs dernières 24 heures.

2.2.1.5.4 Chez les chauves-souris frugivores.

En 1998, on put suivre l'évolution de la maladie chez un « renard volant » noir recueilli à l'âge de 2 ou 3 semaines en Décembre 1997 en Australie. En effet, 6 semaines après son adoption, cette chauve-souris commença à montrer des signes nerveux. Soudainement, elle fut agressive envers son compagnon de cage. Elle souffrait de spasmes laryngés répétés, elle poussait aussi des cris très fort. Le deuxième jour, séparée et après une injection d'amoxicilline, elle se montra plus calme mais elle vocalisait encore, essayait de mordre les objets et mangeait peu. Le troisième jour, son agressivité avait disparu. Elle ne pouvait qu'ingérer de la nourriture liquide et du lait. Le quatrième jour, elle fut montrée à un vétérinaire qui remarqua une sévère pharyngite et lui injecta alors de la dexaméthasone. La chauve-souris fut plus alerte ce soir-là et mangea de la nourriture solide comme le lendemain où il y eut de nouveau une injection de dexaméthasone. Par contre, le jour 6, elle était dysphagique et

n'absorba que de la nourriture liquide et du lait. Les jours 7 et 8, toujours dysphagique mais souffrant en plus de diarrhée, elle était incapable de se jucher et elle resta étendue. Le jour 9, elle décéda (Field H *et al*, 2000). Des virus peuvent entraîner chez les souris inoculées les mêmes symptômes que la rage. Cela a ainsi fait croire à l'état de porteur sain.

2.2.1.5.5 Conclusion.

Les signes de la rage chez les Chiroptères ne sont pas forcément évidents à reconnaître. L'excrétion salivaire est aussi plus longue que pour les carnivores. L'excrétion virale se réalise également pour les Chiroptères par l'urine, les fèces et le lait ce qui peut créer au niveau des gîtes d'importantes colonies une pollution virale atmosphérique. Le risque de contamination par voie aérienne n'est donc pas à négliger d'après Maurin J cité par Denis O, 1998.

2.2.1.6 Prévention.

(Tibayrenc P, 1978)

2.2.1.6.1 Au niveau des vampires.

Les méthodes de prévention visent à contrôler leur population.

2.2.1.6.1.1 Armes à feu.

Elles sont utilisées dans les étables quand les vampires viennent chercher leur repas de sang sur le bétail qui s'y trouve. Le succès est généralement limité. Les résultats sont meilleurs dans les gîtes à vampires surtout si les issues sont bloquées avec des filets (Goodwin et Greenhall (1961)).

2.2.1.6.1.2 Electrocutation.

Elle est utilisée pour les tuer à l'intérieur des cavernes. On utilise des dispositifs de filets. C'est une méthode non sélective et qui tue d'autres espèces de chauves-souris que les vampires.

2.2.1.6.1.3 Fumées et feu.

L'enfumage se révèle efficace si toutes les ouvertures se trouvent obturées, mais cette méthode n'est pas sélective (Herrera (1911), Hidirolou (1958)).

2.2.1.6.1.4 Dynamite et gaz empoisonné.

Leur emploi se révèle parfois inefficace. De plus, ce n'est pas une méthode sélective et elle présente le très grand inconvénient d'être dangereuse pour l'homme.

Ainsi, en juillet 1972, lors de l'expérimentation d'un gaz au cyanure dans un puits infesté de vampires, le masque à gaz d'un mammalogiste argentin ne fonctionna pas bien et il mourut (Greenhall (1974) cité par Tibayrenc P, 1978).

D'après Fitter (1968) cité par Tibayrenc P, 1978, plus de sept cents grottes brésiliennes avaient été détruites à la dynamite tuant des vampires, mais aussi d'autres Chiroptères.

2.2.1.6.1.5 Utilisation de poisons.

2.2.1.6.1.5.1 Strychnine et arsenic.

La strychnine est appliquée sous forme de sirop de sucre sursaturé sur les blessures ouvertes du bétail. Si un vampire vient s'y nourrir, il meurt en quelques secondes. La strychnine a été utilisée sur les bovins, les chèvres, les moutons, les mules, les ânes et les volailles (De Verteuil et Urich (1936) ; Greenhall (1963) cités par Brass DA, 1994).

L'arsenic a été utilisé de la même manière que la strychnine.

Mais ces substances ne sont pas sans risque pour le bétail s'il se lèche. Il existe, de plus, une toxicité potentielle pour ceux qui appliquent ces substances en plus des risques d'accidents liés à la contention. Le stockage de ces

poisons doit être hors d'atteinte des enfants et des animaux. Des substances moins toxiques ont donc été recommandées (Flores, Crespo (1991) cités par Brass DA, 1994).

2.2.1.6.1.5.2 Les anticoagulants.

Les vampires se montrent sensibles à de faibles doses d'anticoagulants. Cette méthode se révèle très efficace et l'anticoagulant le plus utilisé est la diphénadione. De plus, c'est une méthode sélective : elle ne touche que les vampires et pas les autres chauves-souris. On peut simplement craindre une résistance des vampires à cette substance comme cela est observé pour les rats.

2.2.1.6.1.5.2.1 *Sur le corps des vampires capturés.*

C'est Linhart qui a imaginé le premier de mélanger un anticoagulant à un produit gluant et de le passer sur le dos de vampires capturés afin que ceux-ci, relâchés et rentrés au gîte, contaminent d'autres vampires. En effet, grâce aux léchages mutuels et au grooming, il est possible de supprimer plusieurs dizaines de vampires.

Les inconvénients de cette technique sont qu'elle nécessite la capture des vampires. Celle-ci tout comme le traitement exige un matériel spécial. Il faut de plus travailler la nuit. Les membres de l'équipe doivent reconnaître les vampires et être vaccinés contre la rage.

2.2.1.6.1.5.2.2 *Par l'administration aux bovins eux-mêmes.*

D'après Tibayrenc P, 1978, cette méthode dite systémique a été testée par Thompson, Mitchell et Burns (1972). La diphénadione est injectée directement dans le rumen. Le sang des bovins, mets le plus apprécié des vampires, leur est alors létal pendant trois jours.

On peut citer cependant trois inconvénients aux anticoagulants intraruminaux.

Tout d'abord, il y a une incapacité à réguler l'absorption.

Ensuite, il n'est pas possible de les utiliser chez les veaux de moins d'un an vu leur toxicité pour ceux-ci.

Enfin, seuls les ruminants peuvent être traités ainsi. Les autres espèces restent donc non protégées des vampires si ces derniers ne se nourrissent pas sur les ruminants traités.

Par contre, l'avantage de cette méthode par rapport à l'application de l'anticoagulant directement sur le vampire est qu'il n'y a pas de contact direct avec le vecteur de la rage. De plus, cela ne nécessite pas de matériel spécial.

2.2.1.6.1.6 *Pièges.*

On peut citer celui de Constantine. Il est formé d'une armature en bois tendue de fils métalliques verticaux. Si les vampires se heurtent à ces fils, ils tombent dans une sorte de grand entonnoir qui les collecte dans une boîte où ils sont faits prisonniers.

2.2.1.6.1.7 *Maladie de Newcastle*

Abello Fernandez rapporta en 1966 la destruction de cinq mille vampires en Colombie en les infectant par ce virus. Mais cette méthode est à proscrire puisque c'est potentiellement dangereux pour l'homme et les oiseaux notamment ceux d'élevage.

2.2.1.6.1.8 *Essais d'immunisation contre la rage.*

La possibilité d'immuniser les vampires contre la rage a été étudiée (Rupprecht *et al* (1987, 1988) ; Rupprecht (1991) cités par Brass DA, 1994).

Lord (1993) a suggéré la possibilité d'utiliser des moustiques comme vecteurs du vaccin de la rage (Brass DA, 1994).

Mais actuellement, pour les chauves-souris, il n'existe pas de vaccins efficaces contre la rage

2.2.1.6.1.9 *Conclusion.*

Il faut utiliser des méthodes sélectives. En effet, seuls les vampires représentent un véritable danger rabique. Les méthodes qui éliminent en même temps les chauves-souris insectivores sont à déplorer et devraient être abandonnées. C'est le cas par exemple de l'utilisation de la dynamite (celle-ci détruit en plus les sites), de l'électrocution...

En détruisant les Chiroptères insectivores, on perturbe l'écosystème. Il ne faut pas oublier que ces derniers se montrent des prédateurs redoutables envers les moustiques et les autres petits Diptères. Ils contrôlent donc de manière efficace les insectes. Détruire ces chauves-souris, c'est favoriser les arboviroses donc des maladies graves qui concernent des millions d'individus.

2.2.1.6.2 *Au niveau de l'homme.*

2.2.1.6.2.1 *Des campagnes d'information.*

Elles sont primordiales et elles doivent toucher tout particulièrement les enfants. Par contre, elles ne doivent pas être alarmistes. En effet, en Europe, les chauves-souris enragées sont peu enclines à mordre et si on n'a aucun contact avec une chauve-souris, on ne risque rien.

En Amérique, où la prévalence de la rage chez les chauves-souris est élevée, on enregistre très peu de décès dus à cette cause.

Les campagnes d'information doivent relater les mesures de prévention que nous allons maintenant exposer.

2.2.1.6.2.2 *La vaccination préventive*

(Maywald A, Pott B, 1989).

2.2.1.6.2.2.1 *Des personnes.*

Elle est à conseiller aux personnes à risque : cheiroptologues, soigneurs de chauves-souris.

Les vaccins ont beaucoup évolué.

Actuellement, les pays industrialisés utilisent des cellules diploïdes et des cellules Vero. On s'oriente vers l'apparition de souches d'importation, vers l'élaboration d'un vaccin polyvalent contre l'ensemble des *Lyssavirus*. La nouvelle génération vaccinale constituée de vaccins à ADN nu qui code des antigènes de *lyssavirus* hybrides suit cet objectif. Ceux-ci sont pour moitié du génotype 1 (rage classique et rage des chauves-souris américaines) et pour l'autre moitié d'un autre génotype de *lyssavirus*. On recherche également un vaccin bon marché mais de forte protection pour les pays en voie de développement, pays qui payent le plus grand tribut à la rage.

2.2.1.6.2.2 Des animaux domestiques.

Les chats représentent des prédateurs potentiels pour les chauves-souris. Pour l'instant, il existe une relative indépendance, comme semble le prouver le modèle américain, entre la rage des animaux domestiques et celle des chauves-souris. Il n'en demeure pas moins qu'il faut mieux rester prudent vu les inconnues qui persistent sur la rage des Chiroptères européens et encourager les propriétaires à vacciner leur chat afin d'éviter une menace pour l'homme. Le vétérinaire a donc un rôle important à jouer en matière de prévention. Il doit avoir un comportement adéquat si quelqu'un lui amène une chauve-souris (se renseigner s'il y a eu morsure, contacter des chiroptérologues...). Aux Etats-Unis, si un animal non vacciné contre la rage a été exposé à une chauve-souris enragée, il doit être euthanasié. Sinon il doit subir une quarantaine de 6 mois et une vaccination antirabique un mois avant d'être libéré (cette dernière solution semble plus risquée car rien ne prouve que 6 mois suffisent pour que la maladie se déclare). Si l'animal mis en contact avec un Chiroptère enragé était couramment vacciné, il sera revacciné immédiatement et gardé 45 jours sous surveillance (Austin CC, 1998).

2.2.1.6.2.3 Pour se protéger des morsures de vampires.

Des recommandations ont été faites depuis longtemps pour protéger les personnes des morsures de chauves-souris hématophages (Wise (1932); De Verteuil et Urich (1936) cités par Brass DA, 1994). Celles-ci consistent en l'utilisation de moustiquaires sur les lits, de faire persister la lumière la nuit, de bien calfeutrer les ouvertures éventuelles...

2.2.1.6.2.4 Pour prendre une chauve-souris.

(Maywald A, Pott B, 1989).

Les morsures délibérées sont rares. C'est en ramassant une chauve-souris qu'on risque le plus de se faire mordre. Il est important d'expliquer notamment aux enfants qu'une chauve-souris peut représenter un danger et que celui-ci est d'autant plus grand que la chauve-souris bouge peu ou pas. Il faut donc leur dire de ne pas toucher aux chauves-souris. Elles sont d'ailleurs protégées en France et il est interdit de les détenir, de les transporter ou de les détruire.

Si on doit vraiment attraper une chauve-souris, il faut se munir de gants en cuir et d'une autorisation ! Il faut être d'autant plus méfiant si le Chiroptère vole mal ou est rapporté par un chat.

Même pour ramasser une chauve-souris morte, il faut se protéger avec des gants en caoutchouc et au minimum se recouvrir les mains avec un sac plastique.

2.2.1.6.2.5 Dans les zoos ou les animaleries.

Toute chauve-souris introduite doit subir une quarantaine. Pour beaucoup, elle doit être de 6 mois (Barnard SM, 1995) ce qui est loin d'être excessif puisque la période d'incubation de la rage peut dépasser un an. De toute façon, par principe de précaution, il est préférable de ne pas mettre de Chiroptères avec d'autres Mammifères. Une glace de sécurité doit être installée afin de protéger le public.

2.2.1.6.2.6 Après morsure.

Si malheureusement on s'est fait mordre, il faut nettoyer la plaie au savon, la rincer abondamment à l'eau propre, faire sécher et consulter au plus vite un médecin.

A l'hôpital la plaie est nettoyée avec une solution de chlorhexidine et de cetrimide.

Elle n'est pas suturée. Généralement une prophylaxie antitétanique est réalisée.

L'animal mordeur est si possible capturé afin d'être testé à l'institut Pasteur. Une rapide évaluation du risque rabique est possible:

-il est plus élevé avec un Chiroptère malade qu'un en bonne santé.

-il est plus important en cas de morsures faciales que périphériques.

-il est plus grand pour des véritables morsures que des égratignures. (DPIE, 1997)

Un traitement antirabique est appliqué sans attendre sous forme de serum préparé à partir de chevaux hyper immunisés ou de vaccin préparé sur des cellules diploïdes humaines.

Deux protocoles sont appliqués :

-En cas de morsure bénigne : on effectue une vaccination simple. Elle consiste en une injection sous-cutanée ou intramusculaire d'une dose de vaccin, répétée plusieurs fois (J0, J3, J7, J14, J30 et J90).

-En cas de morsure grave : on réalise une sérovaccination à J0. Ainsi on injecte 20 à 40 UI par kg en intramusculaire le plus tôt après la morsure. Une vaccination est réalisée à J1, J8, J15, J30 et à J90.

Ce traitement est arrêté dès l'annonce du résultat négatif de l'analyse.

2.2.1.7 Conclusion.

La rage des Chiroptères existe depuis très longtemps en Amérique du Sud où les vampires constituent le principal réservoir rabique, les vecteurs et les victimes de la rage. Les épizooties plus ou moins cycliques de cette maladie représentent un facteur régulateur de leurs populations.

Cette enzootie qui se transforme en épizootie tous les 2 ou 3 ans entraîne une perte économique très importante due à la rage du bétail. Plusieurs décès humains annuels dont la plupart aurait pu être évitée si une prophylaxie avait été mise en place dès la morsure sont également à déplorer.

Des décès humains dus à la rage des chauves-souris sont survenus au vingtième siècle dans tous les continents (Tableau 19).

Tableau 19 - a. Mortalité humaine causée par des morsures de chauves-souris enragées d'après Acha PN.

Pays	Année	Nombre De cas	Lieux	Rapporté par
U.S.A	1951-1959	5	Texas Californie Wisconsin	USPHS
Mexique	1951-1961	30	La côte pacifique	Malaga-Alba, Pawan JL
Trinité	1925-1938	89	Endroits différents de l'île	Malaga- Alba, Pawan JL
Guyane	1953-1961	17	Kurupung Aruka rivers	Nehaul BBG
Brésil	1960	8	Guanabara (Rio de Janeiro)	Barone Forzano A
Bolivie	1960	1	Monteagudo, Chuquisaca	Ramirez JL
Argentine	1965	5	Jujuy	Blaksley J Atanasiu P

Tableau 19 - b. Mortalité humaine causée par des morsures de chauves-souris enragées d'après Acha PN.

Pays	Années	Nombre de cas	Lieux	Rapporté par
USA	1970-1984	9	Ohio, New Jersey, Kentucky, Maryland, Oregon, Oklahoma, Kentucky, Michigan, Pennsylvanie	Hattwick MAW
Canada	1970-1985	3	Saskatchewan, Nova Scotia Alberta	Dempster G Mc Lean AE
Inde	1954	1	Andraha	Veeraragharan N
Afrique	1970	1	Transvaal	Meredith CD
Finlande	1985	1	Finlande	Lumio J
URSS	1977-1985	2	URSS	Schneider L

On constate que c'est à la Trinité où l'on a rencontré le plus de victimes. Cela est à mettre en relation avec la présence d'un nombre important de vampires. De plus, dans les années 30, période où l'on découvrait la rage du vampire, la prévention n'était pas très connue.

En Europe et donc en France, même si elle devait exister quelques années avant qu'on s'en aperçoive, la rage des chauves-souris est un phénomène très récent. En effet, ce n'est que depuis 1985 qu'on a assisté à une explosion de cas (ils ne se comptent cependant au plus que par centaines). Si cela peut être la cause partielle d'une surveillance accrue, il n'en demeure pas moins que la rage est actuellement enzootique chez les sérotines. Ainsi le public et notamment les enfants, doivent être informés du risque représenté par le ramassage d'une chauve-souris. Il faut essayer de concilier la prévention de la rage et la protection de ces espèces menacées. Le virus rabique des chauve-souris insectivores européennes est différent de celui du renard. Ce sont deux phénomènes épidémiologiques différents et l'on peut observer l'une des enzooties sans l'autre. Cependant il ne faudrait pas que le virus EBL1 des Chiroptères s'adapte à l'espèce vulpine. La mise en place d'un réseau d'épidémiosurveillance européen de la rage des Chiroptères semble primordiale vu le nombre d'inconnues persistantes de ce phénomène: durée d'incubation, existence ou non d'une forme latente, potentialité de la souche EBL1 à infecter d'autres Mammifères... Les techniques modernes d'identification moléculaire représentent des outils épidémiologiques intéressants pour l'étude de l'origine géographique des lyssavirus et pour la surveillance de la possible extension de la rage des Chiroptères à d'autres Mammifères.

2.2.2 Virus de Rio Bravo.

C'est le premier virus à avoir été identifié chez les chauves-souris, après la rage. Il a été confondu initialement avec le virus de cette terrible maladie. En effet, il se localise dans les glandes salivaires des chauves-souris et il provoque des symptômes semblables à ceux de la rage chez la souris. Cela a ainsi fait croire à l'existence de porteurs asymptomatiques de la rage (Tuttle MD, 1988 ; Brass DA, 1994). Seul l'examen microscopique du cerveau permet de différencier ces deux maladies.

Le virus de Rio Bravo est relativement bénin pour l'homme. Généralement il ne provoque qu'une hyperthermie. Cependant trois personnes ont présenté des manifestations cliniques : méningite aseptique, orchite ou oophorite (Raoult D, 1998).

2.2.2.1 Etiologie.

Le virus de Rio Bravo appartient à la famille des *Flaviviridae*. C'est un virus enveloppé à ARN simple brin. Il se rapporte antigéniquement au virus de l'encéphalite de Saint-Louis.

2.2.2.2 Transmission.

Les chauves-souris insectivores représentent des porteurs sains et sont les seuls hôtes vertébrés connus de ce virus.

Le virus de Rio Bravo a été isolé de chauves-souris en 1954 aux USA, en Californie puis au Texas, au Mexique et au Nouveau Mexique (Raoult D, 1998).

Il a aussi été isolé de l'espèce *Molossus ater* à la Trinité (Price (1978) cité par Le Lay-Rogues G, Chastel C, 1985).

Le virus de Rio Bravo a été isolé du sang et de la graisse brune de chauves-souris infectées naturellement (Baer et Woodall (1966) ; Sulkin *et al* (1966) ; Allen *et al* (1970) cités par Sulkin SE, Allen R, 1974). Chez la chauve-souris, le virus persiste dans le sang pendant un long moment durant l'hibernation.

50 Chiroptères guatémaltèques d'un lot de 271 prélevés dans 13 sites de 8 départements présentaient des anticorps neutralisants contre le virus de Rio Bravo. Le genre *Artibeus* présentait la plus grande prévalence (50 %). Cependant les 13 espèces représentées avaient toutes des spécimens positifs. Mais c'étaient les chauves-souris de Tikal les plus nombreuses (Ubico SR, Mc Lean RG, 1995).

Le molosse mexicain peut porter le virus dans ses glandes salivaires pendant deux ans. Ce serait le réservoir naturel du virus (Constantine DG (1970) cité par Brass DA, 1994). La prévalence chez cette espèce est fonction de l'époque et du gîte (ventilation, population, espèces migrantes...). Le virus serait aussi plus fréquent chez les malades (Constantine DG, 1967).

L'infection n'est généralement pas observée chez les jeunes chauves-souris. Le virus apparaît dans les glandes salivaires au bout de 2 à 8 semaines d'âge.

La contamination de chauve-souris à chauve-souris se ferait par aérosol et par morsure. La transmission se réalise donc par voie aérienne ou par contact direct. L'infection ne produit pas de manifestation clinique chez les chauves-souris.

Le virus est transmis des chauves-souris à l'homme par un contact direct ou par voie aérienne (Raoult D, 1998).
Six cas hum

2.2.2.3 Prévention.

Le port des gants et du masque semble recommandé lors de la manipulation de chauves-souris américaines.

2.2.3 Virus Ebola.

(Kibari n' Sangua, Lungazi Mulala, 1998 ; Acha PN, Szyfres B, 1989)

Le virus Ebola, virus des plus dangereux, a fait sa première apparition dans la partie méridionale du Soudan en juin 1976. Il a touché ensuite le Zaïre et la Côte d'Ivoire sans qu'aucun lien épidémiologique ne soit trouvé. Cette maladie à syndrome hémorragique et gastro-intestinal, qui n'a sévi pour l'instant qu'en Afrique, est responsable de choc hypovolémique et de détresse respiratoire.

2.2.3.1 Etiologie.

Le virus Ebola appartient à la famille des *Filoviridés*. Ce virus enveloppé, à ARN simple, ressemble, en microscopie électronique, au virus de Marburg mais il diffère au niveau des antigènes. Ce *Filovirus* présente ainsi sept protéines dont quatre totalement inconnues.

2.2.3.2 Transmission.

Si la contagion de personne à personne est très importante, les cas primaires humains résultent peut-être de la contamination par un réservoir naturel qui reste inconnu.

Il ne s'agit en tout cas pas des primates. En effet, le virus Ebola se révèle aussi pathogène pour les singes que pour l'homme. Des présomptions pèsent sur les rongeurs mais aussi sur les chauves-souris. Ainsi des cas africains se sont déclarés chez des personnes ayant fréquenté des constructions ou des grottes où se trouvaient des chauves-souris.

De plus, autour de la ville de Kikwit, victime du virus en 1995, on a recherché un réservoir animal et on a inoculé des souches de virus Ebola à un grand nombre d'espèces autochtones. De toutes, seules les chauves-souris ont produit des anticorps (Woodall (1996) cité par Moutou F *et al*, 2000).

On a retrouvé également le virus Ebola dans les fèces d'une chauve-souris frugivore 21 jours après son inoculation. Et un examen histologique a montré la présence du virus dans les poumons (Hoar BR *et al*, 1998). De même, des pseudoparticules qu'on suspecte être des virus Ebola non arrivés à maturité ont été détectés sur 7 des 242 Mammifères analysés de zones dites mosaïques des forêts primaires de centre Afrique. Les chauves-souris faisaient partie de ces animaux (conférence de Morvan J (Institut Pasteur, Bangui) citée par Coupry V, 2001).

2.2.3.3 Prévention.

Vu la persistance d'inconnues épidémiologiques au sujet des cas initiaux, on ne connaît à ce jour aucune méthode de prévention réellement efficace notamment au niveau des chauves-souris.

Le fait que les Chiroptères pourraient représenter un réservoir de ce dangereux virus plaide pour l'arrêt de leur commerce.

2.2.4 Virus apparentés aux morbillivirus.

Déjà en 1930, on relate leur caractère zoonosique. Ainsi, à cette époque, un épisode épidémique de rougeole en Micronésie avait décimé des chauves-souris frugivores autochtones *Pteropus mariannus ualanus* (Coultas (1931) cité par Mickleburgh SP *et al*, 1992). Les zoonoses dues aux Morbillivirus semblent de nouveau d'actualité avec l'apparition de deux nouvelles maladies.

2.2.4.1 Virus Hendra ou morbillivirus équin.

C'est un virus connu récemment. En 1994, il a été responsable en Australie, à Brisbane et près de Mackay, à quelques semaines d'intervalle, d'une épidémie qui a tué une quinzaine de chevaux et deux personnes (atteinte respiratoire prédominante, méningo-encéphalite).

2.2.4.1.1 Etiologie.

Le virus Hendra (HeV) est une nouvelle espèce virale. On l'a d'abord relié au genre *Morbillivirus* avant de le classer dans le genre *Megamyxovirus* de la famille des Paramyxoviridés (Moutou F *et al*, 2000). C'est un virus enveloppé, pléiomorphe. Sa taille varie de 38 à plus de 600 nm (Raoult D, 1998).

Il est différent des autres membres de Paramyxoviridés sur trois points : une gamme d'hôtes large, le site de clivage de la protéine F et l'orientation de la surface cellulaire sur laquelle le virus est libéré (Eaton *et al* cités par Mackenzie JS, 1999).

2.2.4.1.2 Transmission

Si l'homme se contamine directement à partir du cheval, des études épidémiologiques importantes n'ont pas mis en évidence de virus Hendra parmi les chevaux, les autres animaux de ferme et plus de 40 espèces de la faune sauvage du Queensland d'après Young PL, Halpin K et Field H cités par Mackenzie JS, 1999.

Etant donné que les deux foyers épidémiques se trouvaient à 1000 km de distance, que l'identification des virus à la polymérase chain reaction a montré une origine commune sans que l'enquête ne montre un lien épidémiologique, la piste de chauves-souris ou d'oiseaux porteurs du virus semblait la plus probable : en effet, il fallait des animaux présents sur les deux sites, capables de bouger d'un site à l'autre et dont le contact avec les chevaux était possible.

La transmission de paramyxovirus par des oiseaux à des Mammifères est rare.

Et il est maintenant clairement établi que les « renards volants » sont un réservoir du virus Hendra et que ce virus est largement distribué parmi les *Pteropus*.

Pteropus alecto (53% des 229 testées), *Pteropus poliocephalus* (47% des 195 testées), *Pteropus scapulatus* (12 % des 115 testées), *Pteropus conspicillatus* (41 % des 99 testées) ont ainsi été trouvées sérologiquement et viralement positives par Young PL d'après Mackenzie JS, 1999.

En Papouasie-Nouvelle Guinée, on a trouvé aussi chez 6 espèces de Mégachiroptères des anticorps dirigés contre le virus Hendra (Halpin K *et al* (1999) cités par Mackenzie JS, 1999). Les chauves-souris frugivores concernées étaient des *Dobsonia moluccense* et des *Pteropus neohibernicus* prélevées à Madang sur la côte nord d'après Halpin cité par Mackenzie JS, 1999, ainsi que des *Dobsonia andersoni*, des *Pteropus capistratus*, des *Pteropus hypomelanus* et des *Pteropus admiralitatum* capturées à Port Moresby et à New Britain d'après Field H cité par Mackenzie JS, 1999.

Si le réservoir du virus Hendra est les chauves-souris, les modalités du passage du virus Hendra des Chiroptères à l'homme et au cheval ne sont pas connues.

Par contre, des expériences ont montré que la transmissibilité du virus Hendra était faible. Ainsi Williamson MM *et al* (1998) ont inoculé en sous-cutanée ce virus à 4 *Pteropus poliocephalus*. 4 autres ont été infectées par voie orale ou intranasale. Ces Chiroptères avec 3 autres non inoculés ont été placés dans des cages au dessus de 2 chevaux sains afin que ceux-ci soient en contact avec l'air expiré et l'urine de ces chauves-souris pendant 3 semaines. Aucune chauve-souris ni cheval n'a montré de signes cliniques. Au bout de 8 jours, aucun anticorps contre le virus Hendra n'a été détecté. Au bout de trois semaines, des anticorps neutralisants furent trouvés au titre 1:40 et 1:80 chez deux des chauves-souris inoculées en sous-cutanée (les seules à présenter des lésions histologiques: inflammation et infiltration lymphocytaire des vaisseaux sanguins). Chez celles inoculées autrement, 2 étaient positives au titre 1:5 et 1:10.

Les 8 individus inoculés étaient séropositifs par ELISA. Les 3 autres chauves-souris ainsi que les deux chevaux en contact étaient négatifs par SNT et ELISA. Le virus ne fut pas isolé de différents organes des Chiroptères.

Contrairement aux chevaux et aux chats qui développent des pneumonies fatales par administration du virus par voie orale, intranasale ou sous-cutané, les chauves-souris *Pteropus alecto* ne contractent donc qu'une infection subclinique avec la formation d'anticorps (Williamson M cité par Mackenzie JS, 1999).

Aucune séroconversion vis-à-vis du virus Hendra n'a été mise en évidence chez des soigneurs de Chiroptères qui pourtant en avaient soigné quelquefois mille par an. Les infections humaines semblent transmises par les chevaux atteints. Ce virus est également peu transmissible entre êtres humains.

Beaucoup de questions subsistent pour les épidémiologistes. Notamment comment le virus se transmet de chauve-souris à chauve-souris et de la chauve-souris au cheval? Il se pourrait qu'un cheval se soit contaminé en reniflant du virus contenu dans les sécrétions génitales de chauves-souris (Zientara S, Legay V, 2000).

2.2.4.1.3 Prévention.

Il faut éviter en Australie de mettre des chevaux à proximité de gîtes de chauves-souris frugivores. Il faut laver soigneusement toute blessure infligée par une chauve-souris. Il paraît prudent d'interdire l'importation de Chiroptères australiens en Europe et ailleurs.

2.2.4.2 Virus Nipah.

(Rapport officiel de Malaisie, 1999 ; Mohd Nor MN *et al*, 2000 ; Rozette L, 2000 et 2001)

Ce virus nouvellement identifié a été responsable de morbidité et de mortalité dans les élevages porcins malaisiens et de Singapour (1 million de porcs abattus à cause de cette maladie). Il est pathogène aussi pour l'homme : cela va d'un simple syndrome grippal à la mort. Ainsi 265 cas d'encéphalites dont 105 mortels (Mohd Nor MN *et al*, 2000) ont été signalés entre Octobre 1998 et Mai 1999 chez des porchers. Le virus Nipah a été aussi responsable d'un mort en 1997 et la maladie est réapparue en Mai 2000 (ENV, 2000).

2.2.4.2.1 Etiologie.

Initialement classé dans les Morbillivirus, ce Mégamyxovirus a été surnommé Nipah, nom du village Sungai Nipah au Negri Sembilan où est décédée la première personne dont on a isolé le virus. C'est un virus étroitement relié au virus Hendra qui, comme lui, avait été initialement apparenté au Morbillivirus (Zientara S, Legay V, 2000). Des études moléculaires réalisées sur le virus isolé ont montré une différence de 21 % au niveau de la séquence nucléotidique et de 11 % au niveau de la séquence des amino-acides par rapport au virus Hendra. Ce virus à ARN enveloppé est très peu stable et se révèle sensible aux divers détergents (Mohd Nor *et al*, 2000).

2.2.4.2.2 Transmission.

Le porc est l'animal qui contamine l'homme, certainement par voie respiratoire. Mais on a trouvé, en Malaisie, des anticorps dans le sérum de chiens, de chats, de chevaux, de chèvres et de chauves-souris (aucune autre espèce sauvage n'a montré d'anticorps du virus).

Sur 99 « renards volants » testés, 15 furent trouvés positifs vis-à-vis du virus Nipah par le test de la neutralisation virale. Donc les grandes roussettes ont été considérées rapidement comme un réservoir possible de ce nouveau virus d'autant plus que le virus Nipah est analogue au virus Hendra (Moutou F *et al*, 2000 ; ENV, 2000 ; Mohd Nor MN *et al*, 2000). En tout, 300 échantillons de sang de Chiroptères ont été collectés dans toute la Malaisie et un quart a présenté des anticorps dirigés contre le virus mais le virus lui-même n'a pas été isolé.

L'équipe du professeur Kenneth Lam Sai Kit a isolé le virus Nipah dans les échantillons d'urines prélevées chez des *Pteropus hypomelanus*, une des espèces les plus nombreuses d'Asie du Sud Est. Pour le professeur Mackenzie JS, 1999, cela confirme leur rôle de porteuses ou de réservoirs. Cependant la transmission des Chiroptères aux porcs n'est toujours pas éclaircie (Anonyme, Oct 2000). Elle pourrait se faire par l'ingestion de fruits tombés, contaminés par la salive et l'urine de chauves-souris porteuses. Sinon, les roussettes nichent dans les arbres et donc parfois au dessus des enclos à porcs. Mortes, elles peuvent tomber sur le sol et être mangées par les porcs et pourraient ainsi les contaminer.

Pteropus hypomelanus est une espèce migratrice. Elle pourrait donc répandre le virus dans tout l'Est de l'Asie (Anonyme, Sept 2000).

2.2.4.2.3 Prévention.

Il faut éviter en Malaisie la présence de chauves-souris à proximité des porcheries.

2.2.4.3 Virus Menangle.

(Mackenzie JS, 1999; Hoar BR *et al*, 1998)

Ce nouveau virus a été à l'origine d'un foyer important dans une porcherie australienne des Nouvelles Galles du Sud en 1997. Il y a provoqué une réduction dramatique du nombre de portées avec en plus la présence de porcelets momifiés, malformés. Des anticorps dirigés contre le virus Menangle ont été décelés aussi chez des porchers dont la plupart ont présenté une maladie fébrile après leur exposition aux cochons infectés.

2.2.4.3.1 Etiologie.

Ce rubulavirus appartient à la famille des Paramyxoviridés (Moutou F *et al*, 2000).

2.2.4.3.2 Transmission.

De tous les animaux en contact avec la porcherie, chats, moutons, bovins, rongeurs, oiseaux, chauves-souris frugivores, seules ces dernières se sont révélées sérologiquement positives.

Ainsi une importante colonie de chauves-souris frugivores *Pteropus poliocephalus* et *Pteropus scapulatus* nichait à 200 m de la porcherie atteinte et 42 des 125 sérums collectés sur des Chiroptères frugivores des Nouvelles Galles du Sud et du Queensland contenaient des anticorps dirigés contre ce nouveau virus.

De même, ces anticorps furent aussi découverts dans des sérums prélevés en 1996 chez des chauves-souris frugivores qui vivaient à 33 km de l'élevage atteint, c'est-à-dire avant la déclaration du foyer. Ainsi ces roussettes sont considérées comme la source primaire d'infection, mais sans confirmation (Mackenzie JS, 1999). Les principales espèces en cause seraient essentiellement *Pteropus vampyrus* et *Pteropus hypomelanus*. Ces animaux sont migrants et ils sont donc susceptibles de disséminer le virus en Asie du Sud-Est.

2.2.4.3.3 Prévention.

Elle consiste à éviter le contact avec les chauves-souris et à bien laver toute plaie qui leur serait due.

2.2.5 Stomatite vésiculeuse.

(Acha PN, Szyfres B, 1989)

La stomatite vésiculeuse sévit sur le continent américain, au Sud Est des U.S.A, en Colombie et au Venezuela. Si l'infection humaine inapparente est la plus fréquente, on peut constater également un syndrome grippal avec certaines fois des vésicules buccales, pharyngiennes ou sur les mains ainsi que des nausées, des vomissements et de la diarrhée.

2.2.5.1 Etiologie.

La stomatite vésiculeuse est due à un virus du genre *Vesiculovirus* de la famille des Rhabdoviridae. C'est un virus à ARN simple brin, de polarité négative, à symétrie hélicoïdale. Ce virus présente deux sérotypes: le New Jersey et l'Indiana. Ce dernier présente trois sous-types immunologiques.

2.2.5.2 Transmission.

Ce *Vesiculovirus* touche cliniquement les chevaux et quelquefois les bovins, les ovins chez qui il entraîne une maladie qui ressemble à la fièvre aphteuse.

Les animaux arboricoles et les animaux domestiques, en particulier les porcs, constituent les réservoirs du virus de la stomatite vésiculeuse.

La transmission à l'homme se réalise par les animaux infestés et les insectes vecteurs.

Sulkin (1962) et Donalson (1970) ont suggéré que les chauves-souris étaient des disséminatrices de ce virus. Ainsi des anticorps contre le type New Jersey ont été mis en évidence chez des Chiroptères du Panama et du Guatemala (Shrihongse (1969) cité par Acha PN, Szyfres B, 1989).

Et en 1969, Tesh *et al* établirent que les chauves-souris présentaient la plus grande prévalence pour les anticorps parmi la faune sauvage (Ubico SR, Mc Lean RG, 1995).

Entre 1983 et 1984, Ubico SR et Mc Lean RG, 1995 recherchèrent des anticorps neutralisants contre le sérotype New Jersey chez 332 Chiroptères guatémaltèques d'espèces différentes trouvés sur 13 sites englobant 8 départements. 16 (4,8 %) étaient positifs et *Artibeus jamaicensis* présentait la plus grande prévalence.

Pour le sérotype Indiana, 9 se révélèrent positifs sur 328 donc un taux de 2,7 %. Tous étaient des *Artibeus*. Le département avec la plus grande prévalence pour ces deux sérotypes était El Peten (4 positifs sur 106 pour le sérotype New Jersey, 7 sur 104 pour l'autre).

D'après leurs résultats, ces chercheurs pensent que les chauves-souris seraient des réservoirs de ces deux virus et que les vampires pourraient les transmettre.

2.2.6 Virus Hantaan.

(Hoar BR *et al*, 1998 ; Schmaljohn C, 1998)

Ce virus est enzootique en Extrême-Orient et cause chez l'homme une fièvre hémorragique avec un syndrome rénal (FHSR). On observe 100 000 cas annuels en Asie et le taux de létalité est inférieur à 10 %.

2.2.6.1 Etiologie.

Cet Hantavirus, isolé en 1976, appartient à la famille des *Bunyaviridae* (Zientara S, Legay V, 2000). L'Hantaan virus est un virion sphérique enveloppé à ARN, de 95 nm de diamètre. Il possède trois protéines majeures : la nucléocapside (N) et deux glycoprotéines d'enveloppe (G1 et G2).

2.2.6.2 Transmission.

Elle est associée à la présence de rongeurs et notamment du mulot rayé (*Apodemus agrarius*) qui contaminent l'homme par des aérosols urinaires, fécaux, salivaires ou par morsure. On a mis en évidence récemment le virus de la fièvre hémorragique coréenne chez des sérotines communes et des grands rhinolophes fer à cheval de Corée (Hoar BR *et al*, 1998).

La sérotine commune partage son habitat avec les rongeurs domestiques. C'est ainsi qu'elle peut rencontrer les excréments infectieux de ces animaux et se contaminer. On a constaté que les taux d'incidence du virus Hantaan chez *Apodemus agrarius* et les Chiroptères de Corée étaient inversement proportionnels. Cela expliquerait que cette infection hantavirale puisse se produire toute l'année.

2.2.6.3 Prévention.

Comme cette maladie concerne aussi les laborantins, le port du masque, des gants, de la blouse est fortement recommandé pour ceux-ci lors de la manipulation de chauves-souris. Il est conseillé également de tester sérologiquement ces dernières.

2.2.7 Arboviroses.

Ces zoonoses dues à des virus de différentes natures sont transmises à l'homme de façon biologique par des arthropodes. Ces virus, très différents les uns des autres, sont regroupés sous le terme d'arbovirus (arthropod borne virus) vu leur mode de transmission commun par un arthropode vecteur (Toma B, Fabiani G, 1983). Si plus de 550 arbovirus sont connus (Rodhain F, 1998) et si leur nombre augmente d'environ 10 par an (ENV, 2000), une centaine seulement se révèle pathogène pour l'homme.

Les arbovirus sont capables de se multiplier dans des milieux très différents. Ainsi le cycle peut impliquer plusieurs vertébrés et plusieurs vecteurs. Ce spectre d'hôtes large est exceptionnel en virologie.

La plupart des arboviroses représentent des zoonoses tropicales mais elles constituent pour tous les pays une réelle menace de santé publique. En effet, elles restent des maladies d'actualité avec une dizaine de maladies émergentes ou réémergentes comme la fièvre jaune en Afrique et en Amérique latine, l'encéphalite à virus West Nile, la fièvre de la vallée du Rift, l'encéphalite japonaise, l'encéphalite équine vénézuélienne.. et leurs aires de distribution géographique sont susceptibles d'extension par des changements climatiques ou par l'importation de réservoirs ou de vecteurs.

Les arboviroses peuvent être importantes par leur gravité, mais aussi par leur nombre de cas. Ainsi la dengue, avec 80 millions de personnes touchées, représente la maladie à transmission vectorielle la plus importante.

Les arboviroses sont le plus souvent représentées par des infections animales avec un cycle selvatique où l'homme s'introduit à la suite de circonstances particulières. C'est donc alors vers la faune sauvage qu'il faut se tourner pour rechercher les réservoirs naturels et les mécanismes de conservation de l'agent pathogène pendant les intervalles inter-épidémiques humains.

Les espèces réservoirs permettent la maintenance du virus et donc la pérennité du foyer. D'autres espèces constituent des amplificateurs du virus et d'autres, tout au contraire, sont des culs-de-sacs épidémiologiques. On peut distinguer également des espèces disséminatrices. C'est le cas des animaux migrateurs. Enfin, si l'animal est réceptif et sensible à l'arbovirose, il peut représenter un détecteur, un marqueur biologique.

Pour de multiples arboviroses, il reste aux épidémiologistes à découvrir de nombreux réservoirs.

Les Vertébrés les plus souvent impliqués sont les Oiseaux, les Primates, les Rongeurs, les Marsupiaux mais aussi les Chiroptères. Ces derniers pourraient réaliser plusieurs des rôles évoqués précédemment. Les tableaux 20 permettent de constater que de nombreuses espèces de chauves-souris de différentes régions du globe sont concernées par différentes arboviroses.

Tableau 20 - a. Arboviroses naturelles du groupe A chez les chauves-souris d'après Sulkin SE et Allen R, 1974.

Arboviroses du groupe A	Genres de chauves-souris	Aire géographique
Virus Chikungunya	<i>Eidolon, Hipposideros, Scotophilus, Tadarida</i>	Afrique de l'Est, Inde, Sénégal
Virus de la forêt de Semkili	<i>Tadarida</i>	Afrique de l'Est
Virus Mayora	<i>Carollia Eptesicus</i>	Colombie
Virus Mucambo	<i>Carollia, Artibeus</i>	Brésil
Virus Piscuna	Non identifié	Brésil
Virus Una	Non identifié	Brésil
Encéphalite équine de l'Ouest	<i>Eptesicus</i> , non identifié	USA, Brésil
Encéphalite équine de l'Est	<i>Eptesicus, Myotis, Tadarida, Lasiurus, Artibeus</i>	USA, Brésil
Encéphalite équine du Venezuela	<i>Carollia, Artibeus, Glossophaga, Desmodus</i>	Colombie, Panama, Mexico, Brésil

Tableau 20 - b. Arboviroses naturelles du groupe B chez les chauves-souris d'après Sulkin SE, Allen R , 1974.

Arboviroses du groupe B	Genres de chauves-souris	Aire géographique
Encéphalite japonaise B	<i>Pteropus, Hipposideros, Miniopterus, Cynopterus, Myotis, Rhinolophus, Murina, Pipistrellus, Plecotus, Vespertilio</i>	Australie, Taïwan Thaïlande, Inde Malaisie, Japon
Encéphalite de Saint Louis	<i>Tadarida, Eptesicus, Rhinophylla</i>	USA Brésil
Rio Bravo	<i>Tadarida, Eptesicus</i>	USA
Entebbe bat	<i>Tadarida, Eidolon, Rousettus, Rhinolophus</i>	Afrique de l'Est
Dakar bat	<i>Scotophilus, Otomops, Tadarida</i>	Sénégal, Afrique de l'Est, Niger
Montana Myotis leucoencéphalite	<i>Myotis</i>	USA
Bukalosa bat	<i>Tadarida</i>	Afrique de l'Est
Bangui bat	Non identifié	Afrique centrale
Fièvre jaune	<i>Glossophaga, Eidolon, Tadarida, Epomophorus, Rousettus, Eptesicus</i>	Ethiopie Brésil, Colombie Afrique de l'Est,

Tableau 20 - c. Arboviroses naturelles du groupe B chez les chauves-souris d'après Sulkin SE, Allen R , 1974.

Arboviroses du groupe B	Genres de chauves-souris	Aire géographique
Maladie de la forêt de Kyasanur	<i>Cynopterus, Pteropus, Rousettus, Rhinolophus</i>	Inde
Virus West Nile	<i>Pteropus, Eidolon, Tadarida, Rousettus, Rhinolophus, non identifiés</i>	Egypte, Australie, Afrique de l'Est, Israël, Ethiopie, Inde, Italie, USA
Zika	<i>Tadarida, Eidolon, Rousettus, non identifiés</i>	Afrique de l'Est Ethiopie
Usutu	<i>Eidolon, Rousettus</i>	Afrique de l'Est
Ilkeus	<i>Carollia, Glossophaga, non identifiés</i>	Colombie, Brésil
Encéphalite de la vallée de Murray	<i>Eptesicus, Pteropus</i>	Australie
Tembusu	<i>Pteropus</i>	Malaisie
Wesselsbron	<i>Cynopterus</i>	Thaïlande
Bussuguara	Pas identifié	Brésil
Uganda S	<i>Eidolon, Eptesicus, Tadarida, Miniopterus, non identifiés</i>	Afrique de l'Est Ethiopie
Dengue 1,2 ou 4	<i>Pteropus, Cynopterus, Eonycteris, Hipposideros, Scotophilus</i>	Australie, Inde, Malaisie
Ntaya	<i>Eidolon</i>	Afrique de l'Est

Addy PAK *et al* ont également trouvé des Chiroptères sérologiquement positifs lors de leurs recherches (tableau 21).

Tableau 21. Proportion de chauves-souris de l'Afrique de l'Est (Ouganda et Kenya) séropositives à différentes arboviroses selon les espèces en 1974-1975 d'après les recherches d'Addy PAK et al.

Arbovirus Sérotypes	<i>Epomophorus anurus</i>	<i>Epomops franqueti</i>	<i>Epomophorus wahlbergi</i>	<i>Megaloglossus woermanni</i>	<i>Roussettus aegyptiacus</i>	<i>Micropteropus pusillus</i>	<i>Glauconycteris papilio</i>	<i>Lavia frons</i>
Chikungunya	0/76	0/47	0/1	0/4	5/387	0/6	0/1	0/1
O' nyong-nyong	0/18	0/20	0/1	0/3	1/32	NT	NT	NT
Dengue type 2	1/58	0/27	0/1	0/1	38/355	2/6	0/1	0/1
Ntaya	18/58	9/57	0/1	0/1	200/355	3/6	0/1	1/1
Fièvre jaune	4/76	3/47	0/1	0/4	106/387	1/6	0/1	0/1
Banzi	4/58	2/27	0/1	0/1	126/355	1/6	0/1	1/1
Encéphalite japonaise B	1/58	2/27	0/1	0/1	84/355	1/6	0/1	1/1
West Nile	1/18	3/20	1/1	0/3	15/32	NT	NT	NT
Wesselsbron	3/18	1/20	1/1	0/3	16/32	NT	NT	NT
Bukalasa bat	1/58	1/27	0/1	0/1	33/355	0/6	0/1	0/1
Entebbe bat salivary gland	14/58	6/27	0/1	0/1	234/355	2/6	0/1	1/1
Dakar bat	2/58	0/27	0/1	0/1	66/355	1/6	0/1	0/1
Sango	1/18	1/20	0/1	0/3	2/32	NT	0/1	0/1
Fièvre de la vallée du Rift	5/76	14/47	0/1	0/4	32/387	1/6	1/1	0/1

Il est intéressant de signaler qu'aucun agent viral n'a été isolé des 864 prélèvements d'organes et des 523 sérums des chauves-souris qui ont permis à Addy PAK et al d'établir ce tableau.

Les méthodes utilisées par Addy PAK *et al* pour isoler ces arbovirus étaient les mêmes que celles employées par différents chercheurs qui avaient déjà réussi à isoler des virus chez les chauves-souris. Ainsi le «Lagos bat virus» qui est un *Rhabdovirus* a été isolé d'*Eidolon* au Niger (Boulger et Porterfiels (1958)). Le virus de la fièvre jaune, un arbovirus du groupe B a été isolé d'espèces du genre *Epomophorus* en Ethiopie (Andral *et al* (1968)). Le virus *West Nile*, un autre arbovirus du groupe B a été isolé de roussettes (Theiler et Downs (1973) cités par Addy PAK *et al*).

De même qu'Addy PAK *et al*, Ubico SR *et al* ont trouvé également des Chiroptères sérologiquement positifs (tableau 22).

Tableau 22. Pourcentage (positives/testées) de différentes espèces de chauves-souris du Guatemala chez qui des anticorps neutralisants ont été trouvés en 1983-1984 d'après Ubico SR, Mc Lean RG, 1995.

Espèce	VEE	VS NJ	VS IN	SLE	EEE
<i>Artibeus intermedius</i>	0/23	0/23	0/23	1/21	1/23
<i>Artibeus jamaicensis</i>	16/105	6/105	4/103	4/97	9/105
<i>Artibeus lituratus</i>	0/12	0/12	2/12	2/12	3/12
<i>Artibeus phaeotis</i>	0/25	1/25	3/25	2/19	0/25
<i>Carollia brevicauda</i>	1/16	0/16	0/16	0/16	0/16
<i>Carollia subrufa</i>	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6
<i>Desmodus rotundus</i>	0/18	4/18	0/18	0/16	0/18
<i>Glossophaga soricina</i>	0/16	0/16	0/16	1/14	5/16
<i>Phyllostomus discolor</i>	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9
<i>Rhynchonycteris naso</i>	0/4	0/4	0/4	0/3	2/4
<i>Sturnira lilium</i>	2/54	4/54	0/54	4/53	4/54
<i>Sturnira ludovici</i>	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9
<i>Vampyroides caraccioli</i>	0/1	1/1	Non testé	Non testé	Non testé
Espèces indéterminées	0/34	0/34	0/33	0/33	0/34
TOTAL	22/332	16/332	9/328	14/308	24/332

VEE : virus de l'encéphalite équine vénézuélienne.

VS NJ : virus de la stomatite vésiculeuse de type New Jersey.

VS IN : virus de la stomatite vésiculeuse type Indiana.

SLE : virus de l'encéphalite de Saint Louis.

EEE : virus de l'encéphalite équine de l'Est.

Le Lay-Rogues G, Chastel C signalent également la présence d'arboviroses chez les Chiroptères (tableau 23).

Tableau 23. 28 arbovirus ou virus apparentés, isolés de Chiroptères d'après Le Lay-Rogues G et Chastel C, 1985.

FAMILLE	GENRE	VIRUS
FLAVIVIRIDAE	FLAVIVIRUS	ENCEPHALITE JAPONAISE B ENCEPHALITE DE ST LOUIS WEST NILE FIEVRE JAUNE HYPR MALADIE DE LA FORET DE KYASANUR JUGRA CAREY ISLAND SOKULUK RIO BRAVO ENTEBBE BAT DAKAR BAT MONTANA MYOTIS LEUCOENCEPHALITIS PHNOM-PENH BAT
BUNYAVIRIDAE	BUNYAVIRUS	NEPUYO CATU GUAMA KAENG KHOI
REOVIRIDAE	ORBIVIRUS	JAPANAUT IFE
RHABDOVIRIDAE	RHABDOVIRUS	KERN CANYON LAGOS BAT MOUNT ELGON BAT
ARENAVIRIDAE	ARENAVIRUS	TACARIBE

En tout, d'après Le Lay Rogues et Chastel C, 1985, au moins 28 arbovirus ont été isolés des Chiroptères : 4 alphavirus, 14 flavivirus, 4 bunyavirus et bunyavirus like, 2 orbivirus, 3 rhabdovirus, 1 arenavirus, 1 coronavirus, 1 herpesvirus. Mais beaucoup d'arbovirus isolés de Chiroptères ne sont en relation avec aucune infection animale ni humaine. Le nom de ces arbovirus se termine par bat pour montrer leur spécificité avec les chauves-souris. Cet écosystème fermé semble étonnant. Il est probable que des vecteurs spécifiques rendent la probabilité de rencontre trop faible pour que le virus sorte de l'écosystème chauve-souris. Nous allons traiter particulièrement quelques arboviroses dans les cycles desquels sont impliqués les Chiroptères, mais nous ne développerons pas pour chacune la prévention puisqu'elle se ressemble pour toutes. Nous traiterons donc ce sujet pour l'ensemble à la fin de cette étude.

2.2.7.1 Encéphalite japonaise B.

Cette maladie infectieuse est la principale cause d'encéphalite virale en Asie avec environ 50 000 cas annuels. C'est une maladie émergente en Inde et au nord de l'Australie (Mackenzie JS, 1999).

C'est pourtant souvent une infection subclinique ou une faible infection systémique. Mais les formes les plus graves de l'infection entraînent des séquelles motrices, neurologiques et physiologiques surtout chez les moins de quatre ans. Le taux de létalité varie entre 20 à 50 %.

2.2.7.1.1 Etiologie.

Le virus de l'encéphalite japonaise B, isolé en 1925, est un virus à ARN. C'est un *Flavivirus* du groupe B de la famille des *Togaviridae*.

2.2.7.1.2 Transmission.

Culex tritaeniorhynchus, actif de jour comme de nuit, en est un des vecteurs (Busvine JR, 1993). Les animaux comme les porcs et les oiseaux en particulier sont des réservoirs de ce virus et jouent un rôle dans le cycle d'amplification.

L'encéphalite japonaise B a représenté la première mise en évidence de la sensibilité des Chiroptères aux arboviroses. Elle a été réalisée par Ito et Saito en 1952. Ils ont infecté intracérébralement des *Pipistrellus abramus* avec ce virus et n'ont observé aucun signe d'encéphalite ni de développement d'anticorps.

Une étude réalisée de 1963 à 1965 sur des chauves-souris dans les principales régions du Japon a montré leur infection persistante à travers l'année (Acha PN, Szyfres B, 1989). Ainsi le virus de l'encéphalite japonaise B a été isolé d'individus de *Miniopterus schreibersi* et de *Rhinolophus cornutus* prélevés pendant toute l'année au Japon. L'infection était cependant maximale en automne (Sulkin SE *et al* (1970) cités par Le Lay-Rogues G, Chastel C, 1985). Des anticorps neutralisants ont été aussi détectés dans des serums de *Pteropus* en Australie et dans 22 serums de 245 *Cynopterus brachyotis* en Thaïlande (8,9% de positivité) (Sulkin SE, Allen R (1974) cités par Le Lay-Rogues G, Chastel C, 1985).

Des *Eptesicus fuscus* et des *Pteropus subflavus* ont été inoculés expérimentalement en sous-cutanée (Corristan *et al*, 1956 cités par Sulkin SE et Allen R, 1974). Quelques chauves-souris ont alors montré une virémie pendant au moins quinze jours mais aucune n'a montré de signe clinique. Sulkin SE *et al* ont aussi inoculé des *Tadarida brasiliensis*, *Myotis lucifugus* et *Eptesicus fuscus* en sous-cutanée. Une virémie fut observée dans les 24 à 72 heures et elle dura 10 à 15 jours, voire 25 à 30 pour certaines. La durée de la virémie et le titre étaient assez importants pour infecter des moustiques.

Après son inoculation en sous-cutanée, le virus semble avoir un tropisme particulier pour la graisse brune où il se réplique. Il en est de même pour les reins et le cerveau, mais à un degré moindre.

Sulkin *et al* ont inoculé aussi ces même espèces intracérébralement. Les titres viraux se révèlent alors plus élevés dans la graisse brune et le cerveau. Ils sont aussi importants pour le sang et les reins. Aucune encéphalite, aucune lésion histologique du cerveau n'ont été observées (Le Lay-Rogues G, Chastel C, 1985).

Addy PAK *et al*, quant à eux, se sont intéressés à rechercher parmi des chauves-souris d'Afrique de l'Est, le pourcentage de celles qui présentaient un titre en anticorps contre l'encéphalite japonaise B supérieur à 1 :10. Celui-ci a été de 19.8 % (89 positives sur 450 testées dont 84 *Rousettus aegyptiacus* positives pour 355 testées). Le passage transplacentaire du virus de l'encéphalite japonaise B chez les chauves-souris a également été étudié (Tableau 24).

Tableau 24. Transmission transplacentaire du virus de l'encéphalite japonaise B (OCT-541 strain) chez des *Tadarida brasiliensis* infectées expérimentalement (Sulkin *et al*, 1964).

Stade de gestation	Jour après l'inoculation des chauves-souris gravides	Transmission transplacentaire (nbre de fœtus infectés/nbre de mères gravides virémiques)
Précoce	5-10	3/15
Moyen	5-9	2/11
Avancé	7-18	9/11

Le Tableau 24 montre que le passage transplacentaire existe et qu'il se trouve d'autant plus important que le stade de gestation est avancé. Tous les fœtus étaient viables et ne présentaient aucun trouble. La distribution du virus était la même que chez la mère. On le retrouvait dans la graisse brune, le cerveau, les reins et la carcasse. Cela suggère donc que le virus de l'encéphalite japonaise B pourrait être perpétué dans la nature par le passage direct d'une mère infectée à ses petits.

Si les chauves-souris ne sont pas des hôtes indispensables au niveau du cycle épidémiologique, il n'en demeure pas moins qu'elles représentent un bon réservoir du virus de l'encéphalite japonaise B : virémie initiale prolongée, virémies récurrentes, transmission transplacentaire, virus conservé lors de l'hibernation.

2.2.7.2 Encéphalite de Saint-louis.

(Raoult D, 1998 ; Acha PN, Szyfres B, 1989).

Aux Etats-Unis, cette maladie saisonnière souvent bénigne, sévit exclusivement de Juin à Octobre. Elle y occupe selon l'année, avec environ 5000 cas par an, la première ou seconde place des encéphalites arbovirales.

L'encéphalite de Saint-Louis sévit aussi aux Antilles, en Amérique centrale et du Sud où des formes plus modérées, sans encéphalite, sont rencontrées. Le Canada présente des formes graves comme aux Etats-Unis. Le taux de létalité est de 5 à 10 % et est plus important chez les moins de 5 ans.

2.2.7.2.1 Etiologie.

Le virus de l'encéphalite de Saint- Louis appartient à la famille des *Togaviridae*. Ce *Flavivirus* fut isolé en 1957 par Emmons et Lennette (Seymour C, Yuill TM, 1981). C'est un virus enveloppé à ARN simple brin non segmenté, de polarité positive.

2.2.7.2.2 Transmission.

Aux Etats-Unis, la maladie apparaît sous forme épidémique dans la seconde moitié de l'été et le proche automne après de fortes pluies.

La transmission se réalise par l'intermédiaire de moustiques domestiques comme *Culex tarsalis*, *Culex pipiens*, *Culex nigripalpus* (Busvine JR, 1993).

Le réservoir est constitué par les oiseaux qui assurent la dissémination du virus (Raoult D, 1998). Mais le virus a été isolé aussi chez de nombreuses espèces animales dont les Chiroptères chez qui il n'entraîne qu'une infection subclinique. Ainsi l'inoculation expérimentale de chauves-souris insectivores n'a entraîné qu'une virémie sans signes cliniques (Acha PN, Szyfres B, 1989) .

Au Guatemala, 4.5 % de 308 chauves-souris testées présentaient des anticorps neutralisants vis-à-vis du virus de l'encéphalite de Saint Louis. Cela concernait des espèces frugivores de Tikal et Finca Raxija : *Artibeus intermedius*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Artibeus phaeotis*, *Glossophaga soricina*, *Sturnira lilium* (Ubico SR, Mc Lean RG, 1995).

Au Texas, le virus a été isolé de *Tadarida brasiliensis* (Tableau 25).

Tableau 25-a. Incidence des anticorps neutralisants vis-à-vis du virus de l'encéphalite de Saint Louis chez *Tadarida brasiliensis* au Texas entre 1964-1967 sur deux lieux épidémiques.

Pourcentage D'échantillons positifs	Période	Nombre d'échantillons plasmatiques	Nombre d'échantillons positifs
Angleton	Décembre 64	35	0
	Avril 65	88	7
	Octobre 65	68	7
	Décembre 65	40	4
	Janvier 66	44	7
TOTAL		275	25

Tableau 25-b. Incidence des anticorps neutralisants vis-à-vis du virus de l'encéphalite de Saint Louis chez *Tadarida brasiliensis* au Texas entre 1964-1967 sur deux lieux épidémiques.

Aire de collecte	Période	Nombre d'échantillons plasmatiques	Nombre d'échantillons positifs
Corpus Christi	Septembre 66	125	48
	Octobre 66	131	40
	Novembre 66	24	1
	Février 66	24	0
	Avril 67	84	19
TOTAL		388	108

Les chauves-souris pourraient être impliquées dans l'hibernation du virus de l'encéphalite de Saint Louis pour les foyers enzootiques des climats tempérés et dans sa propagation à des foyers épizootiques, mais l'étude de ce point est à approfondir (Herbold *et al* (1983) cités par Acha PN, Szyfres B, 1989). Ainsi chez trois espèces de chauves-souris insectivores (*Tadarida mexicana*, *Myotis lucifugus* et *Eptesicus fuscus*), on a remarqué que la diminution de la température corporelle entraînait un blocage si important de la multiplication virale que les Chiroptères pouvaient représenter des hôtes de choix pour « l'hibernation » du virus, la multiplication virale ne reprenant que lorsque la température se trouve supérieure à 24 °C (Sulkin Allen SE, Sims R (1966) cités par Rohrer H, 1975).

2.2.7.3 Encéphalite verno-estivale de Russie et d'Europe Centrale.

En Europe centrale, cette maladie fébrile bénigne qui ressemble à la grippe sévit en ex-Tchécoslovaquie, en Hongrie, en Autriche, en Yougoslavie, en Finlande, en Pologne et en Suède.

Par contre, la forme orientale qui sévit dans les régions asiatiques de l'ex-URSS, la Corée, est une encéphalomyélite avec des séquelles fréquentes (paralysie).

La mortalité de l'encéphalite verno-estivale de Russie et d'Europe Centrale est de vingt pour cent mille (Monath, 1982) et le taux de létalité est de 20%.

2.2.7.3.1 Etiologie.

L'agent étiologique est un *Flavivirus* du groupe B de la famille des *Togaviridae*. Le virus de cette encéphalite est apparenté étroitement à celui du louping ill. Il existe plusieurs variants : le variant oriental, plus pathogène et l'europpéen ou l'occidental.

2.2.7.3.2 Transmission.

Elle a lieu par morsures de tiques. L'infection se produit dans les bois pendant l'été quand les tiques sont abondantes. Le principal vecteur est *Ixodes persulcatus* en Asie et *Ixodes ricinus* en Europe. Il n'y a pas de transmission de personne à personne.

Le virus a été isolé de petits Mammifères, des chèvres et du bétail. Mais les Rongeurs et les chauves-souris chez qui l'infection est asymptomatique représentent les principaux réservoirs du virus. Ils constituent également des amplificateurs de celui-ci et les larves de tiques acquièrent le virus de ces animaux.

2.2.7.4 Encéphalites équine.

(Raoult D, 1998).

On distingue l'encéphalomyélite équine vénézuélienne qui se manifeste souvent par un simple syndrome grippal, mais parfois aussi par une encéphalite sévère et fatale notamment chez l'enfant. Elle représente la maladie arbovirale la plus importante d'Amérique tropicale. Elle sévit au Venezuela, en Amérique centrale et du Sud, au Mexique, au Texas, en Floride et au Brésil. On distingue aussi l'encéphalite équine de l'Est qui concerne l'Est des U.S.A, le Mexique, le Panama, le Brésil, l'Argentine et la Guyane et l'encéphalite équine de l'Ouest qui touche le Texas, le Colorado, l'Argentine, le Brésil, le Mexique et le Brésil. L'encéphalite équine de l'Est est plus sévère que celle de l'Ouest pour les chevaux et les humains.

2.2.7.4.1 Etiologie.

Si l'encéphalomyélite équine vénézuélienne a certainement sévi dès 1920, son étiologie n'a été confirmée qu'en 1938 par l'isolement du virus du cerveau d'un cheval mort au Venezuela.

C'est un *Alphavirus* qui appartient à la famille des *Togaviridae*, virus enveloppé de 60-70 nm de diamètre à ARN monocaténaire positif non segmenté. Il montre des variations antigéniques corrélées avec des différences épidémiologiques de distribution géographique et de virulence. Il y a quatre types et six sous-types du virus. Pour l'encéphalite équine de l'Est, le virus est de 50 nm de diamètre. On distingue deux types antigéniques : celui du Nord et du Sud de l'Amérique.

En ce qui concerne l'encéphalite équine de l'Ouest, la taille du virus est de 55 nm.

2.2.7.4.2 Transmission.

2.2.7.4.2.1 Encéphalomyélite équine vénézuélienne.

Plus de 38 arthropodes jouent le rôle de vecteur. Mais c'est *Mansonia titillans* qui assure le rôle prédominant avec ensuite *Aedes triseriatus* et *Aedes taeniorhynchus*.

L'homme et le cheval sont des «culs-de-sacs» épidémiologiques, leur virémie étant trop faible pour infecter les vecteurs (ENV, 2000). Par contre, les Rongeurs, porteurs sains, représentent une source appréciable de virus pour ces derniers.

Les coyotes, les renards, les rats laveurs, les opossums, les oiseaux et les chauves-souris sont également infectés mais de façon moindre.

Ainsi d'après Ubico SR, Mc Lean RG, 1995, le virus a été isolé de chauves-souris au Venezuela (Kubes et Rios (1939)), en Equateur (Gutierrez (1972)), en Colombie (Jonkers (1972)) et au Mexique (Correa-Giron *et al* (1971) ; Scherer *et al* (1971)).

Ces mêmes auteurs signalent la présence d'anticorps contre ce virus chez des Chiroptères texans (Sudia *et al* (1975)), du Mexique et du Guatemala (Sudia *et al* (1971) ; Seymour *et al* (1973)). Et au Guatemala, 32 (6,6 %) des 332 chauves-souris qu'ils ont testées présentaient des anticorps contre ce virus. Cela concernait 6 espèces : *Artibeus jamaicensis*, *Carollia brevicauda*, *Carollia subrufa*, *Phyllostomus discolor*, *Sturnira lilium*, *Sturnira ludovici* prélevées à Finca Santillana del Mar, Masagua, Escuintla, Jesus Maria, Zacapa. Au Brésil, les chauves-souris *Carollia perspicillata* seraient aussi les réservoirs de l'encéphalite équine vénézuélienne tout comme les oiseaux sylvestres et les rongeurs (Weibel MC, 1998). De plus, les épizooties de cette maladie ont été associées à la présence de vampires infectés (Sodeman WA, 2000). Ainsi *Desmodus rotundus* a été trouvé contaminé de façon naturelle

2.2.7.5.2 Transmission.

Le virus de la fièvre jaune partage les mêmes hôtes et les mêmes vecteurs que le virus Chikungunya. Il est ainsi transmis par certains moustiques comme *Aedes aegypti*, *Aedes furcifer*, *Aedes africanus*. Il existe un cycle sylvatique où l'homme ne représente qu'un hôte accidentel et un cycle urbain où l'homme constitue le seul hôte de la maladie.

Les singes, les plus grands hôtes de cette maladie, les carnivores aborigènes, les Rongeurs, les Marsupiaux et les chauves-souris présentent des infections inapparentes (Greenhall AM, Schmidt U, 1988). Le virus circule ainsi à bas bruit pendant les périodes interépidémiques. Mais le rôle exact des chauves-souris dans la maintenance et la dissémination du virus est inconnu.

Cependant le virus de la fièvre jaune a été isolé du cerveau d'une chauve-souris frugivore éthiopienne épaulette (*Epomophorus*) (Andral *et al* (1968) cités par Seymour C, Yuill TM, 1981 et Addy PAK *et al*). Il était absent des glandes salivaires.

Addy PAK *et al* ont trouvé 22 % de Chiroptères de l'Afrique de l'Est avec un taux d'anticorps suivant l'inhibition de l'hémagglutination supérieur à 1 :10 (114 positifs sur 523 testés).

Des infections expérimentales ont été pratiquées chez des chauves-souris frugivores et insectivores en Afrique et en Amérique avec la production d'anticorps spécifiques.

Kumm exposa en 1932 des *Molossus obscurus* et des *Molossus rufus* à des morsures de moustiques porteurs du virus. La fièvre jaune ne put leur être transmise ainsi (Greenhall AM, Schmidt U, 1988).

Cependant il infecta mécaniquement des vampires avec la fièvre jaune et réussit à obtenir sa transmission dans deux cas. Kumm admit pourtant que les vampires ne pouvaient pas être considérés comme un facteur important de propagation de la maladie à l'homme (Glover Morill Allen, 1939).

La transmission de chauve-souris à chauve-souris s'effectuerait par morsure ou aérosol comme cela se produit avec le virus de Rio Bravo. Comme les Chiroptères sont très mobiles, ils pourraient jouer un rôle au niveau de la dissémination de ce virus (Greenhall AM, Schmidt U, 1988).

2.2.7.6 Fièvre Oropouche.

(Weibel MC, 1998).

Cette arbovirose est connue depuis 1955 et a causé plusieurs épidémies de manifestations grippales bénignes.

2.2.7.6.1 Etiologie.

Le virus Oropouche est un *Bunyavirus* de la famille des *Bunyaviridés*.

2.2.7.6.2 Transmission.

Aedes et *Culex* transmettent cette maladie à l'homme.

Le virus a été isolé du paresseux. Mais les chauves-souris seraient aussi un réservoir tout comme les oiseaux sauvages, les singes chez lesquels des titres élevés en anticorps ont été décelés.

2.2.7.6.3 Maladie de la forêt de Kyasanur

(Dupouy V, 1998).

Cette maladie, très localisée contrairement à la fièvre jaune et à la dengue, sévit en Inde depuis 1955 et entraîne chez l'homme, outre des infections inapparentes, des syndromes grippaux avec des douleurs en bas du dos et dans les jambes. Beaucoup de patients souffrent ensuite de problèmes nerveux, gastro-intestinaux et bronchiques.

Le taux de létalité varie entre cinq à dix pour cent.

2.2.7.6.4 Etiologie

(Karstad LH, 1970).

C'est un virus à ARN. C'est un *Flavivirus* B qui appartient à la famille des *Togaviridae* (Martin E, 1995) qu'on ne trouve que dans l'état de Karnataka où il a sévi à partir de 1955.

2.2.7.6.5 Transmission.

Cette zoonose touche aussi les singes. Le principal vecteur est la tique *Haemaphysalis springera*. Les réservoirs sont les petits rongeurs et les musaraignes.

Mais il semblerait que les chauves-souris puissent être des hôtes du virus (Dupouy V, 1998). Ainsi le virus a été aussi isolé de chauves-souris et des tiques d'un puits abandonné (Hoar BR *et al*, 1998). Le virus a été isolé d'*Ornithoros chiropterphila*, un parasite des chauves-souris insectivores (Harwood et James (1979) cités par

Acha PN, Szyfres B, 1989). L'implication possible des chauves-souris dans le cycle de la maladie de la forêt de Kyasanur fut envisagée lors de la détection d'anticorps neutralisants et par l'inhibition de l'hémagglutination chez *Rousettus leschenaulti*. On démontra ensuite la susceptibilité de cette dernière ainsi que celle de *Cynopterus sphinx*.

2.2.7.7 Virus Chikungunya.

(Raoult D, 1998).

Le mot Chikungunya vient du Swahili et veut dire «qui casse le dos». Cela se réfère à la posture caractéristique des patients qui souffrent de ce virus (Weaver SC *et al*, 1999). L'affection est cliniquement proche de la dengue mais elle est bénigne. Cette maladie sévit en Afrique noire (Zimbabwe, Mozambique, Tanzanie) et en Asie du Sud Est (Thaïlande, Malaisie, Inde).

2.2.7.7.1 Etiologie.

Cet arbovirus appartient au groupe A. Il a été isolé en 1953 par Ross au Tanganyika. Cet *Alphavirus* de la famille des *Togaviridae* est un virus enveloppé à ARN monocaténaire positif non segmenté. Son diamètre est de 60 à 70 nm.

2.2.7.7.2 Transmission.

Il existe un cycle sylvestre entre les Primates et *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, *Mansonia sp...* Le cycle urbain est entretenu par les hommes et les moustiques.

L'affection sévit sous forme endémique dans les zones rurales d'Afrique tropicale et sous forme épidémique pour les populations non immunes donc essentiellement en zone urbaine (Afrique, Inde, Vietnam).

Le virus Chikungunya apparaît et disparaît contrairement à celui de la dengue. Le mécanisme de survie du virus pendant les périodes inter-épidémiques est inconnu.

On a isolé chez d'autres espèces animales (oiseaux sauvages, ânes, chiens, reptiles, porcs) et les chauves-souris des anticorps qui signalaient une infection inapparente. Ainsi deux chauves-souris africaines du genre *Scotophilus* se sont révélées infectées et des chauves-souris sénégalaises l'étaient également (Dal Fovo NI, 1998).

Addy PAK *et al* ont trouvé aussi 5 *Rousettus aegyptiacus* de l'Afrique de l'Est avec un titre en anticorps suivant l'inhibition de l'hémagglutination supérieur à 1 :10 (523 chauves-souris testées dont 387 *Rousettus aegyptiacus*).

.

2.2.7.8 Virus Tacaribe.

Celui-ci pourrait causer, mais très rarement, des fièvres hémorragiques fatales chez l'homme.

2.2.7.8.1 Etiologie.

C'est un *Arenavirus* de la famille des *Arenaviridae* (dix-neuf virus au total).

2.2.7.8.2 Transmission.

Les rongeurs représentent des hôtes du virus. Ils présentent une infection chronique inapparente.

Mais le virus a été isolé aussi en 1956 de chauves-souris de la Trinité (Manson Bahr PEC, Bell DR, 1989). Il a été trouvé chez *Artibeus lituratus palmarum* et *Artibeus jamaicensis trinitatis* (Downs *et al* (1963)). En tout, 25 espèces de Chiroptères de la Trinité présentaient des anticorps contre ce virus (Price (1978) cité par Ubico SR, Mc Lean RG, 1995).

Une *Artibeus lituratus* guatémaltèque de Tikal présentait des anticorps neutralisants contre le Virus Tacaribe (Ubico SR, Mc Lean RG, 1995).

Les chauves-souris sont donc considérées comme un réservoir de ce virus (Acha PN, Szyfres B, 1989).

La contamination des être humains s'effectue certainement par aérosol.

2.2.7.9 Virus West Nile.

(Martin E *et al*, 1995; Zientara S, Legay V, 2000; Le Lay-Rogues G, Chastel C, 1985).

Si les cas humains dus au virus West Nile vont d'un état subclinique aux myocardites, encéphalites, méningites, on observe le plus fréquemment une fièvre brutale, des maux de tête, une augmentation des ganglions, un rash maculo-papuleux sur le tronc.

La létalité de cet agent pathogène qui sévit dans de nombreux continents (Afrique, Asie, Moyen Orient, Amérique (pour la première fois à l'automne 1999), Europe (Roumanie en 1996, Tchéquie en 1997, France du Sud dans les années 70 et en 2000...) est très faible.

2.2.7.9.1 Etiologie.

Ce virus à ARN a été identifié en Ouganda en 1937 par Burke (ENV, 2000). Ce *Flavivirus* appartient à la famille des *Togaviridae*.

2.2.7.9.2 Transmission.

Plus de 43 espèces de moustiques sont les vecteurs du virus West Nile (*Culex* (*Culex modestus* en Camargue), *Mansonia*, *Argas*, *Aedes* (*Aedes macintoshi*, *Aedes lineatopennis*, *Aedes madagascar...*). Certains chevaux révèlent la présence du virus en déclarant une encéphalomyélite alors que de nombreux Oiseaux et Mammifères peuvent être infectés sans signe clinique.

Généralement, on constate une virémie élevée chez les Oiseaux qui sont le principal réservoir de ce virus et une virémie faible et fugace pour les Mammifères qui seraient des culs-de-sacs épidémiologiques à l'exception des chevaux et des Primates (Zientara S, Legay V, 1999).

Le virus West Nile a été démontré sérologiquement chez les chauves-souris ((Smithburn (1942) ; Shepherd et Williams (1964) ; Simpson *et al* (1968)) cités par Addy PAK *et al*).

Le virus West Nile a été isolé ainsi de roussettes (Theiler et Downs (1973) cités par Addy PAK *et al*).

20 chauves-souris de l'Afrique de l'Est (1 *Epomophorus anurus*, 3 *Epomops franqueti*, 1 *Epomophorus wahlbergi*, 15 *Rousettus aegyptiacus*) présentaient des anticorps contre le virus West Nile (Addy PAK *et al*).

En 1977, 4 *Pipistrellus kuhli* tunisiennes avaient des anticorps à un titre faible contre ce virus.

2.2.7.10 Prévention des arboviroses.

(ENV, 2000).

Elle est difficile.

Elle consiste principalement en la lutte contre les arthropodes vecteurs : cela revient cher vu la prolificité des insectes. De plus, des résistances surviennent ce qui n'est pas sans poser problème. On peut essayer également la protection des êtres humains par l'aménagement des habitations (moustiquaires...), l'emploi de répulsifs chimiques, traitement insecticide des moyens de transport, une attention accrue au niveau des précautions prises par les laboratoires...

Il est possible aussi de lutter contre les réservoirs de virus en contrôlant les espèces en cause. Si cela paraît théoriquement valable, c'est irréalisable en pratique. Si la destruction de rongeurs ne pose pas de problèmes éthiques en général, il est inconcevable de détruire des espèces menacées comme le sont la plupart des chauves-souris. De plus, il ne faut pas oublier la multiplicité des sources de virus. En voulant les éliminer, on risquerait de se retrouver avec une faune très réduite avec en prime un résultat dérisoire vu les nombreuses sources de virus encore inconnues.

La prophylaxie sanitaire se résume à l'interdiction d'importer des animaux infectés dans des pays indemnes ou à une quarantaine pour que le risque d'une éventuelle virémie ait disparu. Ainsi il est interdit en France d'introduire des chevaux des régions américaines où l'encéphalomyélite équine de type Vénézuéla existe.

Le port du masque est recommandé lors de manipulation de Chiroptères car la transmission du virus West Nile, par exemple, s'est déjà produite par voie aérienne chez des laborantins.

La prophylaxie médicale existe pour quelques arboviroses : vaccin contre le virus de Rio Bravo, vaccin conseillé aux professions à risque contre l'encéphalomyélite équine vénézuelienne, vaccin inactivé contre la maladie de la forêt de Kyasanur, vaccin contre la fièvre jaune, différents vaccins contre l'encéphalite japonaise B. Ces derniers sont onéreux et ils peuvent donner lieu à des réactions anaphylactiques. Ils sont donc réservés aux personnes à risque.

2.2.8 Conclusion.

Si les chauves-souris sont sérologiquement positives vis-à-vis de nombreuses maladies virales, pour beaucoup d'entre elles, on ne sait pas si elles représentent réellement un réservoir ou si elles ne sont que des hôtes accidentels. Leur rôle épidémiologique est très mal connu et se doit d'être exploré.

2.3 Zoonoses parasitaires et fongiques.

Les chauves-souris font partie des Mammifères qui hébergent le plus de parasites externes. Par contre, elles n'abritent pas de poux. Les Chiroptères sont parasités par des familles d'ectoparasites qui leur sont propres et qui ne peuvent pas vivre sur nous (Richardson P, 1985) : les Polyténidés, les Arixéniidés, les Mystacinobiidés, les Nyctéribiidés, les Stréblidés, les Spinturnicidés, les Macronyssidés et les Laelapidés par exemple. Mais elles peuvent héberger aussi tout simplement des puces, des diptères, des punaises, des tiques... Ces ectoparasites nous intéressent car ils peuvent tout d'abord infester les hommes. C'est le cas de *Chirotonyssus robustipes* qui peut entraîner une dermatite. De même, *Trichobus major* peut mordre l'homme et *Cimex adjunctus* peut être un parasite occasionnel de l'homme (Constantine (1970) cité par Forrester DJ, 1992). Ensuite ces parasites nous intéressent car ils peuvent héberger eux-même des parasites tels que des protozoaires comme *Polychromophilus*, *Trypanosoma*.. Dionisi a été le premier à découvrir en 1899 un Plasmodium chez ces animaux. Un *Rhinolophus equinum* hébergeait *Eimeria* et un Plasmodium du genre *Grahamella*. Six *Epomophorus gambianus parvus* d'un lot de 16 prélevés à Balmoral étaient infectés par un hématozoaire nommé *Hepaticystis epomophori* par Rhodain (Peirce MA, 1984). Chez une *Myotis myotis* du Sud de l'Europe, on a trouvé un Plasmodium ressemblant à celui de la malaria et deux sortes de trypanosomes. Chez *Miniopterus schreibersi*, on a trouvé un Plasmodium et un trypanosome (Glover Morrill Allen, 1939). Si ces parasites ne sont pas tous des agents de zoonoses, nous allons étudier ceux qui en sont.

2.3.1 Trypanosomose.

La trypanosomose se manifeste par une fièvre rémittente et irrégulière avec adénopathies, hépatosplénomégalie, encéphalite. Non soignée, cette maladie se révèle mortelle.

2.3.1.1 Etiologie.

Les trypanosomoses sont dues à différentes sortes de trypanosomes, protozoaires flagellés. Ils appartiennent à l'ordre des *Kinetoplastida* du phylum des *Sarocomastigophora* (Raoult D, 1998) et à la famille des *Trypanosomidés*. Ces parasites vivent dans le sang, la lymphe et le liquide cérébrospinal.

2.3.1.2 Transmission.

Des trypanosomes ont été découverts pour la première fois chez des chauves-souris *Pipistrellus kuhli* et *Myotis* en 1905 par Edmond et Etienne Sergent.

Ils inoculèrent des souris, des rats et de jeunes lapins avec ces trypanosomes. Ils étaient toujours en parfaite santé après trois mois. Ils en conclurent qu'ils n'étaient pas pathogènes pour l'homme (Glover, 1939).

Ensuite dix-neuf espèces de trypanosomes ont été décelées chez cinquante-deux espèces de Chiroptères de dix familles tropicales et subtropicales. Ainsi des trypanosomes ont été trouvés chez *Lavia frons* (Afrique), *Vampyrops lineatus* (Venezuela), *Artibeus* (Cuba) (Glover MA, 1939).

Il semble que la température extérieure joue un rôle sur la présence de trypanosomes. Ainsi des chauves-souris examinées au printemps ou en hiver ne montrent aucun trypanosome.

Trypanosoma cruzi est responsable de la maladie de Chagas. Le réservoir animal est très vaste : Marsupiaux, Edentés, Fissipèdes, Rongeurs, Primates et Microchiroptères (Esquerdo-Gomez F, 1996) où il a été mis en évidence chez de nombreuses familles (les Desmodinés, les Furiptéridés...). De même, *Phyllostomus hastatus*, *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis*, *Histiotus montanus*, *Eumops bonariensis* ont été incriminés.

En Argentine, les Microchiroptères représenteraient des réservoirs sylvatiques de ce parasite (OMS (1991) cité par Denis O, 1998).

Trypanosoma cruzi est transmis par les punaises, essentiellement les triatomes. *Cavernicola pilosa* a été incriminé comme vecteur de ce parasite aux chauves-souris. *Cimex limai*, *Latrocimex spectans* pourraient jouer également un rôle mineur dans cette transmission.

Expérimentalement, il a été possible d'infecter oralement cinq Chiroptères d'espèces différentes avec *Trypanosoma gambiense*, agent de la maladie du sommeil (Glover MA, 1939). L'incubation fut alors de 6 à 8 jours et la trypanosomose se révéla fatale en 9 à 27 jours.

2.3.1.3 Prévention.

Les laborantins doivent faire très attention car la transmission peut se faire par le sang contaminé.

2.3.2 Histoplasmosse.

Cette maladie appelée aussi cytomycose réticulo-endothéliale ou maladie de Darling est une mycose profonde qui provoque de l'hémoptysie. Elle présente des analogies avec la tuberculose. « La maladie des grottes » ou « la fièvre des mines » contractée dans le passé par les ramasseurs de guano étaient en vérité l'histoplasmosse. Et « la malédiction des pharaons » qui touchait cette fois-ci les auteurs de fouilles archéologiques dans la Vallée des Rois en Egypte pourrait être due à cette mycose même si pour Stenger B, 1991, ce sont des bronchopneumopathies à précipitines qui ont tué ces chercheurs. La haute mortalité d'alors s'expliquerait par l'épaisse poussière remplie de spores produite par l'extraction et la profonde respiration demandée par un travail très difficile.

Car la majorité des cas sont asymptomatiques. Pour les autres, les symptômes peuvent être très variés. Les manifestations cliniques les plus caractéristiques de l'histoplasmosse sont une hépatomégalie, une splénomégalie, des infiltrations pulmonaires, une hypertrophie des ganglions, des ulcérations de la peau et des muqueuses, des lésions au niveau des surrénales.

La forme pulmonaire aiguë de l'histoplasmosse est la plus fréquente mais aussi la moins diagnostiquée car elle ressemble à la grippe.

L'histoplasmosse est une mycose particulièrement grave chez les patients immunodéficients. Elle peut se présenter alors sous une forme généralisée qui peut la faire confondre avec la tuberculose.

2.3.2.1 Etiologie.

Découverte par Darling au début des années 1900, l'histoplasmosse est due à *Histoplasma capsulatum*, champignon dimorphe avec une forme filamenteuse dans le milieu extérieur et une forme levuriforme dans les organismes vivants. Ce parasite intracellulaire envahit surtout les cellules du système réticulo-endothélial chez diverses espèces de Mammifères dont l'homme.

2.3.2.2 Transmission.

Elle s'effectue par l'intermédiaire de réservoirs. Ceux-ci sont représentés par le sol des régions d'endémie surtout ceux enrichis de matière organique comme les excréments d'oiseaux mais aussi le guano des chauves-souris.

La contamination a lieu par l'inhalation de poussières riches en spores. Ainsi les poussières des grottes des régions d'endémie où logent des chauves-souris peuvent nous contaminer. Ainsi la plupart des cas sont constatés chez des personnes qui visitent des grottes, des mines désaffectées ou des tunnels où il y a une forte concentration de matières fécales de Chiroptères d'où le nom de maladie des cavernes donnée aussi à l'histoplasmosse.

Ainsi 16 cas ont été signalés parmi des personnes qui avaient visité en Australie la grotte de Church située près de Wee Jasper où se trouvait une maternité de *Miniopterus schreibersi* (Churchill S, 1998). L'affection n'est pas contagieuse d'homme à homme ni d'animal à homme et réciproquement. Les chauves-souris ne peuvent donc pas transmettre directement l'histoplasmosse à l'être humain. Par contre, comme l'homme, elles peuvent être contaminées par l'histoplasmosse contrairement aux oiseaux. *Histoplasma capsulatum* a ainsi été isolé de plusieurs organes et du contenu intestinal de chauves-souris. Les Chiroptères peuvent donc contaminer un site et représenter des agents disséminateurs du champignon.

C'est une affection cosmopolite mais les cas d'histoplasmosse humaine en France sont rares. Le plus souvent, c'est suite à un séjour à l'étranger. L'histoplasmosse de Darling sévit surtout en Amérique (vallées du Mississipi et de l'Ohio, les monts Appalaches), en Amérique centrale (Panama, Honduras, Costa Rica, le Mexique), les îles des Caraïbes (Porto Rico, Trinité, Cuba, les Antilles françaises), en Amérique du Sud (Colombie, Equateur, Guyane, Brésil, Paraguay, Argentine, Chili). En Afrique, l'histoplasmosse est particulièrement répandue au Sud. Au Nord, on rencontre seulement des cas sporadiques.

En Asie, l'histoplasmosse est connue en Inde, en Thaïlande, au Vietnam, au Japon, à Hong-Kong, en Indonésie et aux Philippines. L'histoplasmosse est aussi présente en Océanie, en Australie, en Nouvelle-Zélande et en Nouvelle-Calédonie. En Europe, on ne connaît que des cas importés. Ainsi l'étude mycologique du guano recueilli dans plusieurs grottes françaises du Sud Ouest n'a pas mis en évidence d'histoplasmes (Delnatte E, 1987).

2.3.2.3 Prévention.

Le port d'un respirateur filtrant des particules aussi minimes que deux microns est conseillé lorsque l'on pénètre dans un dortoir de chauves-souris.

2.3.2.4 Conclusion.

Si les chauves-souris sont impliquées dans l'histoplasmose, elles ne le sont qu'indirectement. L'histoplasmose est une saprozoonose (Toma B, Fabiani G, 1983). En effet, seul le guano par sa richesse en matières organiques est propice à la croissance des histoplasmes. De plus, leur développement nécessite des conditions environnementales. Ainsi l'histoplasmose est rare en Europe (quelques cas italiens (chien) et au Danemark (blaireau)).

2.3.3 Conclusion.

Les Chiroptères peuvent porter de nombreux parasites mais peu sont impliqués dans des zoonoses.

2.4 Vie des chauves-souris et zoonoses.

Nous allons voir que les chauves-souris présentent de nombreux points forts pour être de bons réservoirs et de bons vecteurs de maladies.

2.4.1 Atout des chauves-souris pour la propagation de maladies, notamment de zoonoses.

2.4.1.1 Leur habitat.

2.4.1.1.1 L'atmosphère confinée des grottes.

Beaucoup de Chiroptères apprécient de vivre dans les grottes. Or l'air de celles-ci se montre peu renouvelé et peut contenir en grande quantité des agents pathogènes comme, par exemple, le virus rabique.

2.4.1.1.2 Partage avec d'autres animaux que les Chiroptères.

Les grottes peuvent abriter d'autres animaux que les chauves-souris. On peut ainsi craindre que d'autres espèces cavernicoles comme le renard, le blaireau ou l'ours des cavernes soient contaminées par des virus dont seraient porteuses les chauves-souris. Si en Amérique, on sait par le typage que des Mammifères ont été contaminés par la rage par celles-ci, il n'en est encore rien en Europe. Mais on le redoute, notamment pour les renards, devenus insensibles par la vaccination orale à la souche virale qui les concernait.

2.4.1.2 Leur abondance.

Leur nombre favorise la propagation des microbes. Si c'est vraiment une énorme colonie, l'atmosphère peut-être contaminée et donc contaminante. C'est le cas notamment pour la rage. L'histoplasmose s'observe aussi dans les grottes où se rassemble un très grand nombre de chauves-souris.

2.4.1.2.1 Promiscuité .

Certaines espèces sont grégaires. Des individus se rassemblent pour chasser, hiberner (cela facilite la thermorégulation).

Des femelles se regroupent également en colonies de mise-bas afin d'assurer des conditions thermiques plus propices à la croissance des jeunes. En période de mauvais temps, les mères et les jeunes se rapprochent ainsi étroitement afin de se réchauffer les uns les autres. Si les colonies de mise-bas des murins de Bechstein et des oreillards ne rassemblent guère plus de 20 individus, les femelles des grands murins peuvent former des groupes de plus de 1000 individus (Gebhard J, 1985). Quant aux « renards volants », ceux-ci peuvent constituer, dans les forêts tropicales, des colonies de plusieurs dizaines de milliers d'animaux. Ce nombre très important d'animaux est toujours favorable à la transmission de maladies.

2.4.1.2.1.1 Grooming.

Cette activité de léchage est très importante au niveau de la vie sociale.

Les pipistrelles, par exemple, effectuent des toilettes communes. Elles se laissent ainsi mutuellement lécher les oreilles et le museau.

Les chauves-souris font également la toilette de leurs petits. Elles lèchent alors inlassablement leurs corps.

Le grooming peut jouer un rôle dans la transmission intra-espèce de virus par la salive.

2.4.1.2.1.2 Agression.

La promiscuité rend les risques de morsures plus importants et donc favorise, entre autres, le passage de la rage d'une chauve-souris à l'autre.

L'association interspécifique dans les gîtes et les combats qui en résultent favorisent la contamination entre espèces.

2.4.1.3 Leur longévité.

La durée moyenne de vie d'une chauve-souris est de 5 à 10 ans. Cela est relativement important pour un Mammifère de cette taille.

Certains Chiroptères vivent même plusieurs dizaines d'années. On a capturé un oreillard d'au moins 22 ans, un grand rhinolophe de 30 ans et une barbastelle de 23 ans. Le murin à moustaches peut atteindre un âge comparable (Gebhard J, 1985).

Cette longévité permet aux chauves-souris d'être de bons réservoirs puisqu'elles peuvent héberger et excréter des organismes pathogènes pendant longtemps.

2.4.1.4 L'hibernation.

Pendant les hivers très froids, les insectes vecteurs ne peuvent plus assurer le cycle de transmission des arbovirus. Si la conservation du virus chez ces Invertébrés se réalise lors de la diapause de l'imago ou par transmission transovarienne, chez les Vertébrés, celle-ci a lieu chez les animaux hibernants. C'est un moyen performant de conservation des arbovirus (Le Lay-Rogues G, Chastel C, 1985).

Chez les chauves-souris, lors de l'hibernation, le virus reste dans la graisse brune interscapulaire qui semble très propice aux virus. Ainsi, par exemple, le virus antirabique a été découvert dans la graisse brune de différentes espèces de chauves-souris insectivores et frugivores naturellement infectées (Crick J, 1981).

Dès le redémarrage de l'activité de ces animaux, le virus peut se multiplier à nouveau et infecter les vecteurs. C'est le cas, par exemple, de l'encéphalite japonaise B. Ainsi, pendant l'hibernation, la graisse brune séquestre des particules inactives qu'elle répand dans le sang à la reprise du métabolisme normal. Cela entraîne des virémies récurrentes. Les chauves-souris constituent ainsi des hôtes réservoirs.

2.4.1.5 Leur conquête des milieux.

2.4.1.5.1 Leur distribution à travers le monde.

Les chauves-souris ont colonisé pratiquement tous les milieux. Il n'y a guère que les pôles, les hautes montagnes et les îles les plus inaccessibles qu'elles n'aient pas conquis.

2.4.1.5.2 Le vol.

Le vol est un avantage pour la dissémination d'agents pathogènes puisqu'il supprime les obstacles naturels à la propagation des maladies animales. Les cours d'eau comme les fleuves et les bras de mer, ne constituent pas des obstacles à la propagation des maladies par les chauves-souris.

2.4.1.5.3 Les migrations.

Les migrations permettent le transport d'agents infectieux sur de grandes distances.

Quatre espèces nord américaines accomplissent des migrations régulières comparables à celles des oiseaux. Il s'agit de *Lasiurus cinereus*, de *Lasiurus borealis*, de *Lasionycteris noctivagans* et de *Tadarida brasiliensis*. Ces chauves-souris sont donc capables d'introduire un virus dans une région indemne.

Lasiurus cinereus, espèce américaine, a été aperçue en septembre 1947 en Grande-Bretagne, dans les îles Orcades. Cette espèce de chauve-souris a été signalée également quatre fois en Islande en automne et en début d'hiver. Ce Chiroptère migrateur est le seul à avoir colonisé Hawaï.

Deux autres chauves-souris américaines, *Myotis lucifugus* et *Eptesicus fuscus*, ont été trouvées dans des ports européens (Southampton, Rotterdam et en RFA). Elles ont probablement été transportées par des bateaux provenant des Etats-Unis (Noblet JF, 1987).

Parmi nos chauves-souris européennes, les pipistrelles de Nathusius, les minioptères et les noctules communes peuvent couvrir des distances importantes. Ces dernières peuvent ainsi parcourir plus de 1500 km. Des individus bagués en Allemagne de l'Est ont été observés en Suisse.

Une pipistrelle de Nathusius baguée dans la région du Schleswig-Holstein fut retrouvée en Camargue (Gebhard J, 1985).

Né dans les pays baltes, un jeune mâle sérotine bicolore a été localisé à 1440 kilomètres au Sud-Ouest, en Autriche (Arthur L, Lemaire M, 1999).

Par leur vol et leurs migrations, les Chiroptères peuvent donc constituer des agents disséminateurs.

2.4.1.6 Leurs infections inapparentes.

Nous avons vu que les chauves-souris sont peu sensibles à de nombreux agents pathogènes pour d'autres mammifères dont notamment l'homme. Elles représentent des porteuses saines.

Leur richesse en ectoparasites.

2.4.1.7 Leur contact avec l'homme.

2.4.1.7.1 L'occupation de structures humaines.

Certaines espèces de chauves-souris, comme les murins ou les grands rhinolophes, sont anthropophiles. Elles aiment vivre, par exemple, dans les greniers. C'est le cas des sérotines bicolores qui font partie des plus belles chauves-souris d'Europe. Ces dernières arrivent à pénétrer dans les endroits difficiles d'accès comme sous les tuiles ou dans les isolations. On les voit cependant rarement. En effet, seules des températures estivales élevées les font se réfugier dans les zones basses des greniers où il est alors possible de les observer.

Lors de l'été 1985, plusieurs centaines de grands murins ont brutalement envahi, en pleine journée, la grande salle des soins de l'hôpital général de Bourges (Arthur L, Lemaire M, 1999).

Les pipistrelles peuvent également faire des incursions massives dans des bâtiments humains.

A Phnom Penh, près de 2 millions de *Chaerophon sp* se sont installés sous les toits du musée national du vingtième siècle.

Certains Chiroptères colonisent les puits, les anciennes carrières, les ponts.

En Inde, les renards volants vivent en pleine agglomération.

On place également les chauves-souris blessées dans des centres de soins.

Dans ces situations, la rencontre avec l'homme est alors favorisée.

2.4.1.7.2 Leur commercialisation.

2.4.1.7.2.1 Alimentation humaine.

Les Mégachiroptères servent à l'alimentation de nombreuses populations indigènes ou sont exportées: autour des îles du Pacifique, des Mariannes à la Nouvelle-Calédonie, en Asie du Sud Est, en Indonésie et une partie de l'Afrique. En Indonésie et en Malaisie, par exemple, certains marchands vendent annuellement jusqu'à 10000 chauves-souris pour la consommation locale. Il existe aussi des marchés noirs locaux qui s'alimentent du braconnage. Des animaux porteurs de salmonellose, de tuberculose pourraient représenter un danger. De même, la consommation d'un animal enragé est à craindre. Si aucun cas de rage dû à la consommation d'un Mégachiroptère n'a été signalé, on a parlé de cas apparus après la consommation d'un Mammifère enragé (chien en Chine).

2.4.1.7.2.2 Zoos, Nouveaux animaux de compagnie (NAC).

On peut trouver des chauves-souris exotiques dans des animaleries. Elles font ainsi partie des NAC. Leur commercialisation intervient également pour les zoos.

Il ne faut pas oublier les cas de rage survenus dans plusieurs zoos et le cas de rage en 1999 d'une roussette achetée dans une animalerie. La roussette d'Egypte semble particulièrement apte à héberger le virus rabique. Il faut une surveillance spéciale des sites où sont exposées des chauves-souris exotiques. Tout animal malade ou mort devrait être analysé pour la rage. Et la prudence devrait interdire la possession d'une chauve-souris comme animal de compagnie.

2.4.1.8 Cas particulier des vampires.

2.4.1.8.1 Leur mode alimentaire.

2.4.1.8.1.1 L'hématophagie.

Comme nous l'avons dit précédemment, ce mode alimentaire est très propice à la propagation d'agents pathogènes. Le vampire, en absorbant du sang, peut s'infecter et il peut ensuite contaminer ses victimes et notamment les humains. Cela permet une contamination directe. Les vampires peuvent transmettre ainsi la trypanosomiase équine et bovine, la rage à tous les Mammifères et notamment à l'homme.

2.4.1.8.1.2 *Le partage des repas.*

Les jeunes vampires sont nourris de sang régurgité par leur mère de leur deuxième à leur dixième mois. Si un petit se retrouve orphelin, une autre mère le prend en charge d'après Schmidt *et al* (1980) cité par Brass DA, 1994.

De même, si un vampire rentre bredouille, les autres partageront leur repas avec lui. Sinon il risquerait de mourir rapidement d'inanition. Les femelles n'ont cependant jamais été vues nourrir un mâle adulte d'après Wilkinson (1985) cité par Brass DA, 1994.

Ce partage réciproque de nourriture peut jouer un rôle important dans la transmission intraspécifique de maladies notamment de la rage.

2.4.1.8.2 *Leur agressivité.*

Des blessures ont été observées sur le corps de vampires d'après Wimsatt (1959) cité par Turner DC, 1975.

2.4.1.8.3 *Leur expansion géographique.*

Avant l'importation du bétail, les populations de vampires étaient restreintes et cantonnées simplement où la faune sauvage était abondante.

Maintenant on les trouve jusqu'à la frontière des Etats-Unis et en dessous du 30° parallèle pour l'Amérique du Sud.

2.4.2 *Points faibles à la propagation de zoonoses.*

2.4.2.1 *Leur taux de reproduction très faible.*

Si deux chauves-souris nord américaines, la chauve-souris rousse, *Lasiurus borealis* et la chauve-souris cendrée, *Lasiurus cinereus* peuvent avoir quelquefois 4 petits (Arthur L, Lemaire M, 1999) et si le record mondial revient à la sérotine bicolore chez qui l'on a signalé 5 petits (c'est cependant exceptionnel !), la majorité des chauves-souris ne procrée qu'un petit par an. Le taux de reproduction des Chiroptères est donc très bas par rapport à d'autres animaux de même taille comme les rongeurs ou les musaraignes.

De plus, la maturité sexuelle est tardive, vers 2 ans sauf pour le petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) qui se reproduit dès la première année .

Le taux de mortalité des jeunes peut être aussi impressionnant. Ainsi pour la sérotine commune où la naissance des jeunes se trouve peu étalée, la totalité des juvéniles d'une année peut décéder en quelques jours si les conditions climatiques sont mauvaises.

2.4.2.2 *Peu de contact avec l'homme.*

2.4.2.2.1 *Vie nocturne.*

Les chiroptères vivent la nuit hormis *Lavia frons*, chauve-souris insectivore vivant en Afrique, *Pteropus melanotus*, *Pteropus tonganus* et *Pteropus insularis*. Cette vie nocturne rend les rencontres homme-chauve-souris improbables dans des conditions normales. Une chauve-souris qui sort en plein jour se révèle suspecte, notamment de rage mais il y a des exceptions.

2.4.2.2.2 *Peu d'agressivité vis-à-vis de l'homme.*

Les chauves-souris ne recherchent pas le contact avec l'homme. Si on ne cherche pas à les prendre, elles ne mordent normalement pas. Même enragées, il est rare qu'elles mordent spontanément.

2.4.3 *Conclusion.*

La vie coloniale de la plupart des chauves-souris est très propice à la transmission d'agents pathogènes. Ainsi, elles peuvent se contaminer les unes les autres par l'air vicié, par les insectes mordeurs ou suceurs qu'elles hébergent, par les morsures favorisées par la promiscuité.

Pour Rodhain, un bon réservoir doit présenter une population abondante et prolifique, une population réceptive mais peu ou pas sensible (l'animal ne doit pas mourir, du moins pas rapidement).

: elles vivent longtemps, elles sont très mobiles et elles sont donc capables de propager des organismes pathogènes loin et de façon prolongée (Yalden BW, Morris PA, 1975). Les Chiroptères font partie des Vertébrés les plus impliqués dans le rôle de réservoir (avec les Oiseaux, les Primates, les Rongeurs et les Marsupiaux).

Pour la rage, l'incubation pouvant être très longue chez les Chiroptères, il ne semble pas inutile de faire une quarantaine à vie pour ces animaux, comme les Anglais le préconisaient déjà en 1982 (ENVA, 1982-83).

3 Conclusion.

Chauves-souris, réservoirs ? Chauves-souris, menaces pour la santé publique?

S'il est vrai qu'en Amérique du Sud, les vampires représentent un réel danger en tant que réservoir rabique, des mesures de bon sens peuvent éviter la contamination humaine (la contamination bovine est beaucoup plus difficile à éviter si ce n'est par la vaccination mais cela coûte cher). Utiliser la moustiquaire, dormir dans des endroits fermés, désinfecter et vacciner contre la rage le plus rapidement possible si on constate des traces de morsures au réveil, représentent les mesures de prévention de cette terrible maladie.

Nous avons vu également que les chauves-souris pouvaient constituer des réservoirs d'arboviroses. Mais les réservoirs sauvages de ces maladies semblent être nombreux. De plus, sans vecteur, l'homme ne peut pas être atteint par les arboviroses. Il faut donc agir sur les arthropodes vecteurs : destruction des gîtes larvaires, emploi de moustiquaires, emploi d'insecticides et vigilance car avec les mouvements de personnes de plus en plus nombreux, on peut craindre l'introduction de vecteurs qui pourraient s'acclimater (cas de dengue en Australie dus à l'importation d'*Aedes aegypti*, d'*Aedes albopictus*).

Quant à l'histoplasmose, les Chiroptères n'interviennent qu'indirectement. C'est la richesse organique de leur guano qui permet le développement des histoplasmes sous certaines conditions atmosphériques. Ainsi l'histoplasmose n'est pas connue en France. Les arboviroses y sont aussi très rares et les chauves-souris ne sont d'ailleurs pas impliquées dans leur cycle. Quant aux cas de rage des chauves-souris françaises, ils sont toujours sporadiques bien qu'en augmentation. Il n'en demeure pas moins qu'il faut être prudent et adopter un comportement adéquat. Si Brosset écrivait en 1966 : « En Europe, les Chiroptères ne sont pas porteurs de virus dangereux. Les bagueurs et parmi eux, l'auteur de cet ouvrage se sont fait mordre par un grand nombre de sujets sans en ressentir de dommage », il faut se montrer actuellement plus prudent. Le réseau d'épidémiosurveillance récemment mis en place sur la rage des chauves-souris semble ainsi indispensable. En effet, il ne faudrait pas qu'un virus EBL1 s'adapte, par exemple, aux renards devenus insensibles à la rage classique par la vaccination orale. Ce scénario catastrophe (nos souches vaccinales sont peu protectrices contre EBL1) est néanmoins plausible. Il faut donc rester vigilant.

L'information du public semble aussi primordiale. Ainsi adopter une chauve-souris exotique (les chauves-souris françaises sont protégées et « inadoptables ») ne semble pas être raisonnable et se doit d'être interdit. L'épisode rabique de 1999 due à une chauve-souris africaine est là pour nous le rappeler. De plus, l'émergence de maladies comme celles dues au virus Hendrah ou au virus Nipah dans lesquelles les chauves-souris pourraient jouer un rôle doit vraiment entraîner un comportement de prudence vis-à-vis des Chiroptères. Mais limiter le nombre de ces espèces fragiles et menacées n'est pas concevable.

Donc, laissons les chauves-souris tranquilles, mais sous surveillance respectueuse et laissons les occuper leur place dans nos écosystèmes. N'y sont-elles pas utiles notamment dans la prévention de maladies grâce à tous les insectes vecteurs qu'elles consomment ?

4 Bibliographie.

1. ACHA PN. Epidemiology of paralytic bovine rabies and bat rabies. *Bull. Off. Int. Epiz.*, 1967, (3-4), 343-382.
2. ACHA PN, SZYFRES B. Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. 2^{ème} éd., Paris, Office internationale des épizooties, 1989, 1063 p.
3. ADDY PAK, TUKEI PM, KILLANGO ABC. The immune status of East African bats to arboviruses. FIBRC proceedings of the fourth international bat research conference *In* : Olembo RJ, Castelino JB, Mutere FA, Kenya, .
4. ALEXANDRE M. Etude épidémiologique des zoonoses parasitaires au Brésil. Synthèse bibliographique. Thèse Méd. Vét., Toulouse 1998.
5. ANONYME. Rabies suspected in a bat in Newhaven. *Vet. Rec.*, June 1996, **138**, p 578.
6. ANONYME. *La Semaine Vétérinaire*. Mars 2000, n°969, p 56.
7. ANONYME. Virus et chauves-souris *Vet mag*, sept 2000, n°19, p 14.
8. ANONYME. Nipah : Malaysia confirms link. *Aust Vet J.* , Octobre 2000, **78**, n°10, p 652.
9. ANONYME. Deux nouveaux cas de rage sur des chauves-souris. *La dépêche vétérinaire*, Janv 2001, n°663, p 12.
10. ARTHUR L, LEMAIRE M. Les chauves-souris maîtresses de la nuit. Lausanne, Delachaux et Niestlé, 1999, 265 p.
11. ARTOIS M, DUCHENE MJ. Surveillance de la rage des chauves-souris en France *In* : 4^{ème} rencontre nationale « chauves-souris », Bourges, 30/11 et 01/12 1991, SFEPM, 1993, 69-73.
12. ARTOIS M, PORLIER B. Les Chiroptères et la rage en Europe. 2^{ème} éd., Paris, Rosset R, 1990, 12 p.
13. AUBERT M, LEMARIGNIER O, GIBON C, ALVADO MB, BRIE P, ROSENTHAL F. Dernier cas de rage en France sur une chauve-souris importée d'Afrique. *BEMRAF*, 1999, **29**, n°4-5-6.
14. AUSTIN CC. Bats and rabies. *JAVMA*, 1998, **213**, 1323-1324.
15. BAER MG. The natural history of rabies. 2nd éd., Boston, CRC Press, 1991, 620 p.
16. BARNARD SM. Bats in captivity. Springville, Wild ones animal books, 1995, 194 p.
17. BARRAT J, ARTOIS M et al. Un cas de rage qui ne remet pas en cause les résultats de la vaccination orale des renards. *BEMRAF*, 1997, **27** (3) 1-3.
18. BELL JF. Q fever *In* : DAVIS JW, KARSTAD LH, TRAINER DO. Infectious diseases of wild mammals. Ames, Iowa, USA, The Iowa Press, 1970, 343-357.
19. BHAT HR, SREENIVASAN MA. Records of bats in Kyasanur forest disease area and environs in Karnatakastate, India, with ecological notes. *Mammalia*, 1990, **54**, n°1, 69-103.
20. BLAISE J *et al.* Le grand livre des animaux. Deux coqs d'or, 1984, 102-105.
21. BLANCOU J. La rage animale : aspects cliniques. *Imm. Méd.*, mars 1985, n° 9, 34-39.

22. BLANCOU J, AUBERT M. Réservoirs du virus rabique. *ITSV*, 1979, n°64 à 67, p 53.
23. BLANT JD. Les chauves-souris du canton de Neuchâtel. La Chaux De Fonds, *Cahiers du MHN* n°3. Editions de la girafe, Musée d'histoire naturelle CH_2300, 1995,13-30.
24. BOIREAU J, GIOSA P. La rage des Chiroptères : nouvelles. *L'envol des chiros*, Juin 2000, n°1, p 5.
25. BRASS DA. Rabies in bats. Natural history and public health implications. Ridgefield, Connecticut, .Livia Press, 1994, 335 p.
26. BROSSET A. La biologie des chiroptères. Paris, Masson et Cie, 1966, 240 p.
27. BRUYERE-MASSON V (AFSSA Nancy). Rage-chauve-souris. Communication personnelle mars 2000.
28. BRUYERE-MASSON V (AFSSA Nancy). Un nouveau cas de rage sur une chauve-souris en Bretagne. *La Sem. Vét.*, n° 1028 , 6 octobre 2001, p16.
29. BRUYERE-MASSON V, CLIQUET F, AUBERT M (AFSSA Nancy). Au delà des chiffres...Un point rapide sur la rage des chauves-souris en France. *BEMRAF*, 1999, **29**, n°10-11.
30. BUSVINE JR. Disease transmission by insects. Berlin, Springer Verlag, 1993, 361 p.
31. CAMPBELL JB, CHARLTON KM. Rabies. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1988, 431 p.
32. CHURCHILL S. Australian bats. Singapour, Joy Window, 1998, 230 p.
33. CONSTANTINE DG. Activity Patterns of the Mexican Free-Tailed Bat U.S Department of Health, Education and Welfare Public Health Service National Communicable Disease Center University of New Mexico Publications in Biology Number 7, 1967, 38-43.
34. CONSTANTINE DG. An updated list of rabies-infected bats in North America. *J. of Wild. Dis.*, **15**, April 1979, p 347.
35. CONSTANTINE DG. Bats *In* : Zoo and wild animal medicine. 2^d ed., Philadelphia, Murray E Fowler, 1986, p 631-655.
36. CONSTANTINE DG. Ecological and behavioral methods for the study of bats. London, Institution Press, 1988, 504-521.
37. CONSTANTINE DG. Transmission of pathogenic microorganisms by vampire bats *In* : Greenhall AM, Schmidt U. Natural history of vampire bats, Boca Raton, Florida, CRC Press, 1988, 168-185.
38. COQUEBLIN K. Etude bibliographique des zoonoses en Egypte et en Libye. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1998.
39. CORTEZ A. Préface sur la rage. *ITSV*, n° 64 à 67, 1979, p 7.
40. COUPRY V. De nouveaux réservoirs pour le virus Ebola. *La Sem. Vét.*, 1004, 10 février 2001, p 20.
41. CRICK J. Rabies. *In* : GIBBS EPJ. Virus diseases of food animals, London, Academic Press, Vol 2, 1981.
42. DAL FOVO NI. Les zoonoses au Sénégal : étude bibliographique. Thèse Méd. Vét., Toulouse , 1998, n°86.
43. DAVID Y, MARESCOT Y. Histoires d'animaux. Tome troisième, 1977, Editions Famot, 93-109.

44. DELNATTE E. Contribution à l'étude des chauves-souris de France et analyse de leur guano. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1987, n°50.
45. DENIS O. Les zoonoses en Argentine et au Chili. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1998.
46. DESLANDES P. Epidémiologie de la rage chez les Chiroptères. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1977, n°108.
47. DPIE (*Exotic Animal Diseases Bulletin*). Current knowledge on the Australian bat lyssavirus. *Aust. Vet. J.*, 1997, **75**, n°57, 151-153.
48. DUPHOT V. Rage des Chiroptères en France et en Europe: limiter le risque de zoonose. *La Dép. Vét.*, n°696, 13 octobre 2001, p 10.
49. DUPOUY V. Contribution à l'étude de quelques zoonoses virales émergentes ou ré-émergentes. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1998.
50. DUREUX JB, CANTON Ph, GERARD A. La rage humaine. *Immunologie médicale* n°9, mars 1985, 28-33.
51. ECOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT. Grande-Bretagne. *Bull. d'inf. de la chaire des mal. contag.*, 1982-83, n°6-9, 32-33.
52. ECOLES NATIONALES VETERINAIRES FRANCAISES (ENV). Les zoonoses infectieuses. 2000, 164 p.
53. ECOLES NATIONALES VETERINAIRES FRANCAISES (Chaire des maladies contagieuses). La Brucellose animale. 2000, 72 p.
54. ENGLEBERT F. Pour l'amour des chauves-souris. Editions de Haute-Provence, Collection les gens d'ici, Paul Keruel, 1993.
55. ESQUERDO-GOMEZ F. Maladie de Chagas. In : RIPERT C. Epidémiologie des maladies parasitaires. Tome 1, Cachan, Editions médicales internationales, 1996, p 285.
56. FABIAN CALCAGNO N et al. La rage chez les Chiroptères en république dominicaine In : 3^{ème} rencontre nationale «chauves-souris». Malesherbes, 22 et 23 avril 1989, Objectif nature et Société française pour l'étude et la protection des mammifères, 1991, 121-124.
57. FENTON MB. Communication in the Chiroptera. Bloomington, Indiana University Press, 1985, 161p.
58. FELLER MJ, KANEENE JB, STOBIEKSKIM G. Prevalence of rabies in bats in Michigan 1981-1993. *Vet. Bull.*, **67**, 1997, p 587.
59. FIELD H, HALPIN K, YOUNG P. Emerging viral diseases of bats in Australia. *Epidémiol. santé anim.*, 1997, **31-32**, 01.15.1-01.15.3.
60. FIELD H, Mc CALL B, BARRETT J. Australian Bat Lyssavirus Infection in a captive juvenile black flying fox. *Emerg. Infect. Dis.*, mai-juin 2000, **5**.
61. FINDLEY JS. Bats a community perspective. Cambridge, University Press, 1993, 167 p.
62. FORRESTER DJ. Parasites and diseases of wild mammals in Florida. Gainesville, University Press of Florida, 1992, 456 p.
63. FOWLER ME. Zoo and wild animal medicine, 3rd ed, Philadelphia, WB Saunders Company, 617 p.
64. GARCIA-CONDE M- L. La rage à l'aube du troisième millénaire. *Vetmag*, Février 2000, n°13, 33-36.

65. GEBHARD J. Nos chauves-souris. Bâle, Ligue Suisse pour la protection de la nature, 1985, 56 p.
66. GLOVER MORRILL ALLEN. Bats. Dover Publications, 1939, 368 p.
67. GREENHALL AM, SCHMIDT U. Natural history of vampire bats. Boca Raton, Floride, CRC Press, 1988, 167-189.
68. GREENHALL AM, ARTOIS M, FEKADU M. Bats and rabies, Lyon, Ed. Fondation Marcel Mérieux, 1993, 107 p.
69. HAMON B. Les chauves-souris et les problèmes sanitaires que peuvent poser ces animaux *In* : 3^{ème} rencontre nationale « chauves-souris ». Malesherbes, 22 et 23 avril 1989, Objectif nature et la Société française pour l'étude et la protection des mammifères, 1991, 79-118.
70. HILL JE et SMITH JD. Bats a natural history. British Museum, 1984, 164-172.
71. HOAR BR, CHOMEL BB, ARGAEZ RODRIGUEZ F de J, COLLEY PA. Zoonoses and potential zoonoses transmitted by bats. *J. of the Am. Vet. Med. Assoc.*, june 1998, **212**, n°11, 1714-1720.
72. HOFF GL, BIGLER WJ. The role of bats in the propagation and spread of histoplasmosis : a review. *J. of Wild. Dis.*, **17**, n°2, avril 1981, 191-194.
73. INFORMATIONS TECHNIQUES DES SERVICES VETERINAIRES (ITSV). La rage. 1979, 210 p.
74. KAPLAN C, TURNER GS, WARRELL DA. Rabies the facts. Oxford medical publication, 1986, 126 p.
75. KARSTAD LH. Arboviruses. *In* : DAVIS JW, KARSTAD LH, TRAINER DO. Infectious diseases of wild mammals. Ames, Iowa, USA, The Iowa State University Press, 1970, 60-67.
76. KIBARI N' SANGA, LUNGAZI MULALA. Le virus Ebola à Kikwit. Kinchasa, Editions Baobab, 1998, 51-57.
77. KREBS JW, SMITH JS, RUPPRECHT CE, CHILDS JE. Rabies surveillance in the USA during 1996. *J. of the Am. Vet. Med. Assoc.*, Oct. 1997, **211**, n° 7, 1525-1539.
78. LACAIVE G. Les Mammifères et les maladies infectieuses humaines. Thèse méd., Université de Bordeaux II, Bordeaux, 1980, n°532.
79. LAGACE F. Historique de la rage au Québec de 1985 à 1997. *Le méd. vét.*, 1998, **28**, n°3, 105-110.
80. LEBON S. Etude épidémiologique des zoonoses aux Etats-Unis. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1997.
81. LE LAY-ROGUES G, CHASTEL C. Arbovirus et chiroptères *In* : 9^{ème} colloque francophone de mammalogie « les chiroptères ». Rouen, 19-20 Octobre 1985, 35-46.
82. LINA P. Les chauves-souris en Hollande *In* : 5^{ème} rencontres nationales « chauves-souris ». Bourges, 11 et 12 Décembre 1993, SFEPM, 1994.
83. LINA P. La rage des chauves-souris en Hollande *In* : 7^{ème} rencontre nationale « chauves-souris ». Bourges, 27-28 novembre 1997, SFEPM, 1999, 40-43.
84. LOPEZ R, MIRANDA P, TEJADA V, FISHBEIN D. Outbreak of human rabies in the Peruvian jungle. *The lancet*, 1992, 339-408.
85. LORD RD. Seasonal reproduction of vampire bats and its relation to seasonality of bovine rabies. *J. of Wild. Dis.*, 1992, **28** (2), 292-294.

86. MACKENZIE JS. Emerging infectious viral diseases : an australian perspective. *Emerg. inf. dis.*, 1999, **5** (1), 1-8.
87. MANSON-BAHR PEC, BELL DR. Manson's tropical diseases. 9th éd., London, Bailliere Tindall, 1989, 1557 p.
88. MARTIN E et al. Zoonoses. Iowa State University Press, 1995, 369 p.
89. MASSON D. Le vampire. *Vie sauvage*, 1991, n°87, 21 p.
90. MAYWALD A, POTT B. Les chauves-souris : les connaître, les protéger. Paris, Uliss éditions, 1989, 71-72.
91. MICKLEBURGH SP, HUTSON AM, RACEY PA. Old world fruit bats. An Action Plan for their conservation . Gland (Suisse), IUCN/ SSC Chiroptera Specialist Group, 1992, 252 p.
92. MIGAKI G. Protothecosis. In : BARLOUGH JE. Manual of small infectious diseases. New York, Churchill Livingstone, 1988, 337-341.
93. MOHD NOR MN, GAN CH, ONG BL. Nipah virus infection of pigs in peninsular Malaysia. *Rev. Sci. Tech. off. int. Epiz.*, 2000, **19**, 160-165.
94. MOUTOU F. Les Morbillivirus, virus d'actualité. *Point Vét.*, 1995, **27** (168), 133-140.
95. MOUTOU F. Chauves-souris et zoonoses. AFSSA Alfort, Unité épidémiologie, juin 1999.
96. MOUTOU F, BARRAT J, BRUYERE V. Virus de chauves-souris. Actualités épidémiologiques en France et dans le monde. *Epidémiol. et santé animale*, 2000, **38**, 99-107.
97. MUSEE D'HISTOIRE NATURELLE. Les chauves-souris du canton de Neuchâtel. Cahiers du MHN, n° 3, éditions de la girafe, CH 2300, La Chaux de Fonds, 13-30.
98. NEVEUX M. La France bientôt déclarée indemne de rage vulpine. *La Sem. Vét.*, n°999, 30 déc. 2000, p 32.
99. NEVEUX M, SERVAT A, BRUYERE-MASSON V. La rage est vaincue. *La Sem. Vét.*, n°1001, 20 janvier 2001, 1-32.
100. NOBLET JF. Les chauves-souris de France. Grenoble, Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature, 1985, 5.
101. NOBLET JF. Les chauves-souris. Série « comment vivent-ils » n°18, 1987.
102. PARKER E et al. Bat rabies in South Carolina, 1970-90. *J. of Wild. Dis.*, 1999, **35** (3), 557-564.
103. PEIRCE MA. Parasites of Chiroptera in Zambia. *J. of Wild. Dis.*, **20** (2), 1984, 153-154.
104. PEREZ-JORDA JL, IBANEZ C, MUNOZ-CERVERA M, TELLEZ A. Lyssavirus in *Eptesicus serotinus*. *J. of Wild. dis.*, **31** (3), 1995, 372-377.
105. PETTER F. La chauve-souris. *Prédateurs*, n° 14, 1997, 23
106. PIRAINO C, DI BELLA C, VIOLANI C, ZAVA B. Notes on the aerobic microflora of *Tadarida teniotis*. In : The first italian mammalogy conference, Pisa, 27-29 october 1994, Bonn, Heraus Geber Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, 1996, 105-112.
107. PYBUS MJ. Rabies in insectivorous bats of western Canada, 1979 to 1983. *J. of Wild. Dis.*, 1986, **22** (3), 307-313.

108. RAOULT D. Dictionnaire de maladies infectieuses. Paris, Editions Elsevier, 1998, 1162 p.
109. RAOULT D, SALTZMAN RL. Q fever *In* : HOEPRICH PD, JORDAN MC, RONALD AR. Infectious Diseases. 5 th ed., Philadelphia, JB Lippincott Company, 1994, 417-420.
110. RAOULT D, BROUQUI P. Les rickettsioses. Paris, Editions Elsevier, 1998, 190 p.
111. Rapport officiel de Malaisie. Nipah virus. Juin 1999. proMED-AHEAD<promed.ousa.healthnet.org>
112. RICHARDSON P. Bats. London, Whittet Books Ltd, 1985, 128 p.
113. RICHARZ K, IMBRUNNER A. The world of bats. The flying goblins of the night. Neptune city, T.H.F. publications, 1993, 59-61.
114. RODHAIN F. La notion de réservoir naturel en arbovirologie. *Bull. de la Sci. de Path. Exot.*, 1998, 91:4, 279-282.
115. ROHRER H. Traité des maladies à virus des animaux. Tome 4, Vigot frère éditeurs, 1973, 601-618.
116. RONSHOLT L *et al.* Clinically silent rabies infection in bats. *Vet. Rec.*, 1998, 142 :19, 519-520.
117. ROZETTE L. La maladie due au virus Nipah. *Epidémiol. et santé animale*, 2000, **38**, 127-131.
118. ROZETTE L. La maladie due au virus Nipah. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2001, n°7.
119. SALVAYRE H. Les chauves-souris. Poitiers, Collection faune et flore, Balland, 1980, p 152.
120. SCHMALJOHN C. Hantaan virus. *In* : Virus diseases in laboratory and captive animals, Boston, Martinus Nijhoff Publishing, 1998, p 535-554.
121. SCHOBER W. The lives of bats. Kent, Ed. Leipzig Beckenham, 1984, 200 p.
122. SCHOBER W, GRIMMBERGER E. Guide des chauves-souris d'Europe. Lausanne, Ed. Delachaux et Niestlé, 1991, 223 p.
123. SEYMOUR C, YUILL TM. Arboviruses. *In* : DAVIS JW, KARSTAD LH, TRAINER DO. Infectious diseases of wild animals. 2 nd ed. Iowa, The Iowa State University Press, 1981, 61-76.
124. SHOPE RE. Other Flavivirus infections. *In* : GUERRANT RL, WALKER DH, WELLER PF. Tropical infectious diseases. Philadelphia, Churchill Livingstone, 1999, 1275-1279.
125. SMITH *et al.* Mapping of rabies variants in Florida. *J. of Wild. Dis*, **26**, n°4, Oct 1990.
126. SODEMAN WA. Animals hazardous to humans. Bats. *In* : STRICKLAND GT. Hunter's Tropical Medicine. 8th édition, Philadelphia, WB Saunders Company, 2000, 907-908.
127. STEBBINGS RE. Conservation of european bats. London, Christopher Helm, 1988, 246 p.
128. STENGER P. Maladie des pharaons et bronchopneumopathies à précipitines. Thèse de Méd., Strasbourg, 1985 *In* : 3 ème rencontre nationale « chauve-souris ». Malesherbes, 22 et 23 avril 1989, Objectif nature et la Société française pour l'étude et la protection des mammifères, 1991, 125.
129. SULKIN SE, ALLEN R. Virus Infection in bats. Monographs in Virology, 1974, **8**, 103 p.
130. TIBAYRENC P. Etude des vampires d'Amérique du Sud et des méthodes de lutte contre ces chiroptères. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1978, 37-45.
131. TOMA B, FABIANI G. Les zoonoses maladies animales transmissibles à l'homme. Que sais-je . Paris, Presses universitaires de France, 1983, 128 p.

132. TRAINER DO. Pseudorabies. *In* : DAVIS JW, KARSTAD LH, TRAINER DO. Infectious diseases of wild animals. 2nd ed., the Iowa State University Press, 1981
133. TURNER DC. The vampire bat. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1975, 119-126.
134. TUPINIER D. La chauve-souris et l'homme Paris, L'Harmattan, 1989, p 203.
135. TUTTLE MD. America's neighborhood bats. Austin, University of Texas Press, 1988, 96 p.
136. UBICO SR, Mc LEAN RG. Serologic survey of neotropical bats in Guatemala for virus antibodies. *J. of Wild. Dis.*, 1995, **31**, 1-9.
137. WANDELER AI. La rage des Chiroptères. *Le Méd. du Québ.*, 1998, **28** (3), 111-114.
138. WEAVER SC, TESH RB, SHOPE RE. Alphavirus infections. *In* : GUERRANT RL, WALKER DH, WELLER PF. Tropical infectious diseases, **2**, Philadelphia, Churchill Livingstone, 1999, 1281-1286.
139. WEIBEL MC. Etude épidémiologique des zoonoses bactériennes et virales au Brésil : synthèse bibliographique. Thèse Méd. Vét., Toulouse, 1998.
140. WILLIAMSON MM, HOOPER PT, SELLECK PW, GLEESON LJ, DANIELS PW, WESTBURY HA, MURRAY CSIRO PK. Transmission studies of Hendra virus in fruit bats, horses and cats. *Aust. Vet. J.*, Dec 1998, **76**, n°12, 813-818.
141. YAKOBSON B *et al.* An epidemiological retrospective study of rabies diagnosis and control in Israel, 1948-1997. *Israel J. of vet. Med.*, 1998, **53**, n°1, 114-126.
142. YALDEN BW, MORRIS PA. The lives of bats. Holdings, David and Charles Newton Abbot, 1975, 180-184.
143. ZIENTARA S, LEGAY V. Les zoonoses virales émergentes. *Le Point Vét.*, **31**, n°207, mai 2000, 23-30.