

PHLÉBOTOMES DE BOLIVIE.  
IX DISTRIBUTION  
GÉOGRAPHIQUE ET ÉCOLOGIQUE  
DES PHLÉBOTOMES  
ANTHROPOPHILES SUR UN  
TRANSECT : ANDES-AMAZONIE

-----  
François LE PONT<sup>1</sup>, Jean MOUCHET<sup>1</sup>, Philippe DESJEUX<sup>2</sup>, Jean-Pierre DEDET<sup>3</sup>

1. ORSTOM, 70-74 Route d'Aulnay, Bondy, France.  
2. OMS, PDP/TRY, 1211 Genève 27, Suisse.  
3. IBBA, casilla 824, La Paz, Bolivie.  
Ann. Soc. ent. France, 1990 (sous presse)
- 

RÉSUMÉ

Les auteurs décrivent la diversité et l'abondance des espèces de phlébotomes anthropophiles qui se succèdent sur un transect des Andes à l'Amazonie.

Trois espèces se rencontrent dans la forêt de brouillard (alt. : 2.000m), 11 à 17 dans les contreforts andins (Yungas; alt. : 1.000-1.800m), et 18 à 21 dans les collines de l'Alto Beni (alt. : 250-900m) et les terres basses du Beni et d'Amazonie (alt. : 170-250m). Aussi la densité de piqûres par homme/heure augmente quand l'altitude diminue : 2,6 à 2.000m, 12 à 1400m, 32 à 900m et 40 à 250m et au dessous.

La faune péridomestique est limitée à la région subtropicale des Yungas. *Lutzomyia longipalpis* est l'espèce la plus abondante, mais une espèce sylvatique exophile, *Lu nuneztovari anglesi*, entre aussi dans les maisons pour y piquer les habitants.

Le genre *Warileya* (1 esp.) occupe la partie haute du transect (alt. : 1500m-2000m) en compagnie des *Lutzomyia* des groupes d'espèces *peruensis* (3 esp.) et *verrucarum* (3 esp.). Dans les terres basses prédominent les *Lutzomyia* du sous-genre *Nyssomyia* (5 esp.), surtout dendrophiles, et les *Psychodopygus* (15 esp.), espèces de litière. Au dessus de 1.000m d'altitude, la faune appartient à des groupe andins; au dessous, elle est à dominante amazonienne, mais il y a un large recouvrement des deux groupes.

Mots clés : phlébotomes - transect altitudinal - distribution - diversité - agressivité - Bolivie .

H2  
61190

1

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire  
N° : 31097 ex 7  
Cote : B

## 1. Introduction

Les cartes de répartition des phlébotomes en Amérique du Sud sont encore très incomplètes (MARTINS & al., 1978), dépendantes de l'activité des entomologistes très inégalement répartis sur le continent. De plus, elles ne rendent pas compte de l'association des espèces à un ou des écosystèmes particuliers; on en trouve certes mention dans la littérature, mais pour des aires limitées, où se sont déroulées des études sur les leishmanioses (CHRISTENSEN & al., 1983; WARD & al., 1973; HERRER, 1982; RYAN & al., 1987; ANEZ & al., 1988).

La Bolivie offre un gradient d'écosystèmes allant de la forêt amazonienne jusqu'aux Andes, conditionné non seulement par l'altitude, mais aussi par la latitude et modifié localement par les activités humaines. Tirant parti de cette situation exceptionnelle, nous avons exécuté un inventaire des phlébotomes sur un transect allant de la Cordillère orientale des Andes jusqu'à la forêt amazonienne. Nous ne prenons en compte ici que les espèces anthropophiles, car nos informations sur les autres espèces sont trop fragmentaires pour être interprétables.

Ces études se sont déroulées dans le cadre plus général de recherches sur les leishmanioses; la superposition des cycles de plusieurs parasites, et l'hétérogénéité épidémiologique des leishmanioses tégumentaires, ont nécessité une étude de toutes les espèces de phlébotomes anthropophiles avant de déterminer celles qui avaient un rôle de vecteur et d'approfondir, alors, leur écologie.

Cet article se limite à replacer les diverses espèces dans les écosystèmes qu'ils exploitent, en fournissant les données recueillies sur leur écologie et leur agressivité pour l'homme.

## 2. Les zones d'étude : (Fig. 1)

Le transect que nous avons choisi pour des raisons d'accessibilité intéresse les grandes régions naturelles qui se succèdent des Andes à l'Amazonie, et se localise entre les 66°00' et 68°00' de longitude Ouest et entre les 10°45' et 16°22' de latitude Sud. Nous allons rappeler d'abord brièvement leurs caractéristiques et l'itinéraire suivi au départ de La Paz.

### 2.1. Les pentes de la Cordillère orientale des Andes :

La steppe andine ("puna") s'étend du col de la Cumbre (4.800m) jusqu'à la limite supérieure de la forêt vers 3.000m; le climat est très rigoureux. Dans les vallées incisant le flanc est de la cordillère, la température moyenne oscille entre 10° et 13°, mais avec des minima de -8°C et des maxima de 39°C. A 3.000m, les gelées nocturnes se produisent pendant 7 mois par an. L'humidité est faible; les précipitations ne dépassent pas 600mm.

### 2.2. La forêt de brouillard :

L'étage de 3.000m à 2.000m est occupé par une forêt "froide", basse, riche en épiphytes, mousses et lichens ainsi qu'en fougères arborescentes, dite "forêt de brouillard" ("cloud forest") caractérisée par une forte nébulosité et une humidité permanente; les précipitations dépassent 2.000mm. La très forte déclivité des pentes exclut toute possibilité de culture et cette forêt n'est visitée que par des résidents de l'Altiplano à la recherche de bois.

### 2.3. Les Yungas.

Au dessous de 2.000m le paysage change; la forêt, à la voûte plus haute, prend un caractère submontagnard. Les pentes des Andes sont flanquées de contreforts culminant vers 3.000m, creusés de vallées encaissées dont l'altitude se situe autour de 1.000m. C'est la zone des Yungas; le climat est de type subtropical et l'humidité est forte. La température ambiante moyenne est de 18°C et la moyenne des précipitations est de 1.350mm par an.

Les cultures, qui se sont intensifiées à partir du XVIème siècle, ont profondément altéré le paysage. La forêt ne subsiste qu'au fond des vallées encaissées et au sommet des montagnes. Les caféières, créant un biotope forestier anthropique, occupaient naguère une partie importante des pentes; elles cèdent de plus en plus la place aux cultures herbacées : plantes vivrières et coca. Il s'ensuit une érosion considérable qui accélère les modifications du paysage.

### 2.4. L'Alto Beni :

A partir de Caranavi, en allant vers l'est, les altitudes des sommets et des vallées

s'abaissent respectivement en dessous de 1.500m et de 600m. On entre dans une zone de cordillères subandines orientées Sud Est/Nord Ouest qui fragmentent le paysage en vallées et en chaînes de crêtes. C'est l'Alto Beni, recouvert d'une forêt ombrophile de basse altitude, qui commence seulement à être mise en culture par des colons venus de l'Altiplano. C'est une région aux reliefs moins accusés, mais plus chaude et mieux arrosée que les Yungas (température moyenne annuelle 24°C; précipitations moyennes 1.600mm par an, coïncidant avec l'époque des fortes températures).

### 2.5. La plaine amazonienne :

A Yucumo, débute la plaine d'inondation du Beni, zone de savane, inondable, de moindre intérêt pour notre étude car hébergeant peu de phlébotomes anthropophiles. La forêt n'est représentée que par la galerie du Beni qui constitue une relique boisée dans la savane, et un refuge pour de nombreuses espèces de vertébrés.

Nous avons infléchi notre itinéraire vers le Nord pour étudier la faune phlébotomienne dans la forêt amazonienne de la région du Pando; cette entorse à la rectilinéarité du transect a été rendue nécessaire pour la prise en compte de l'ensemble des faciès dans lesquels prévalent les leishmanioses. Le climat des plaines du Beni et du Pando est tropical (température moyenne 26°C; précipitations annuelles moyennes, 1.700mm, groupées pendant l'été austral).

## 3. Techniques et stations d'étude :

La récolte des phlébotomes anthropophiles est basée sur des captures crépusculaires de 19h à 22h sur appât humain volontaire (les auteurs FLP & PhD), au niveau du sol et dans la voûte forestière; des essais préliminaires avaient montré qu'après 22h on ne récolte presque plus de phlébotomes par cette méthode. Ces captures ont été complétées par des récoltes au piège lumineux CDC de 18h à 06h.

En milieu péridomestique, les captures sur appât humain au sol ont été complétées par des récoltes au piège dans les maisons, dans les abris animaux, et en lisière de caféières.

Dans la steppe andine, on a simplement procédé à des sondages.

Dans la forêt de brouillard, des récoltes mensuelles ont été menées pendant un an dans un site à 2.000m (Sacramento).

Dans les Yungas, 4 stations ont été suivies pendant un an : une dans une vieille cacaoyère (alt. : 1.000m), une autre en forêt à flanc de coteau (alt. : 1.400m), et deux en milieu péridomestique, à Santa Barbara (alt. : 950m, fond de vallée), et à Pararani (alt. : 1.500m, flanc de coteau).

Dans l'Alto Beni, une station a été suivie pendant deux ans (Marimonos, col à 900 m) et une autre pendant un an (Yucumo, 250 m). Des sondages complémentaires avaient été faits sur le rio Tuichi et dans divers sites du couloir subandin le plus bas (alt. : 250-500 m) (LE PONT & DESJEUX, 1986).

Cinq sondages ont été effectués dans la galerie du Beni de Rurrénabaque à Riberalta.

Dans la forêt du Pando, deux missions itinérantes, en janvier et mai 1988, ont été effectuées sur les cours inférieurs des rios Madre de Dios et Orthon, et dans la forêt de "terre ferme" voisine.

Partout où les conditions l'ont permis on a mesuré, pendant une ou deux années, la densité agressive des phlébotomes par le nombre de piqûres des diverses espèces, par homme et par heure, dans la tranche d'activité crépusculaire (19h-22h). Il a été possible de déterminer la part respective de chaque espèce dans l'ensemble des piqûres de phlébotomes reçues par un sujet dans la station étudiée.

Dans le Pando, site très éloigné de La Paz, où nous ne disposions que de moyens limités, l'estimation a été succincte et ne porte que sur deux périodes de l'année.

## 4. Considérations faunistiques générales :

38 espèces anthropophiles de phlébotomes ont été récoltées au cours de cette étude; elles sont classées par sous-genre, groupe et série suivant la classification de Lewis & al. (1977), considérant que les *Psychodopygus* constituent un genre propre (READY & al., 1980).

PHLÉBOTOMES DE BOLIVIE

- Genre  
*Warileya*.  
 (Hertig, 1948)  
*Lutzomyia*.  
 (França, 1924)
- Sous-genre, groupe, série et espèce  
*W. rotundipennis* (Fairchild et Hertig, 1951)
- groupe *vexator* (Theodor, 1965),  
 série *peruensis*.  
*L. osornoi* (Ristorcelli & van Ty, 1941)  
*L. tortura* Young & Rogers, 1984.  
*L. peruensis* (Shannon, 1929)
- groupe *verrucarum* (Theodor, 1965),  
 série *verrucarum*.  
*L. nuneztovari anglesi* Le Pont et Desjeux, 1984.  
*L. nevesi* (Damasceno & Arouck, 1956)  
 série *serrana*.  
*L. serrana* (Damasceno & Arouck, 1949)
- groupe *oswaldoi* (Theodor, 1965)  
*L. pia* (Fairchild & Hertig, 1961)
- incertae sedis :  
*L. boliviana* Velasco & Trapido, 1974.  
*L. brisolai* Le Pont & Desjeux, 1987
- Sous genre *Lutzomyia* (França, 1924),  
 série *longipalpis*.  
*L. longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912)  
 série *cruciata*.  
*L. sherlocki* Martins, Silva & Falcao, 1971  
*L. evangelistai* Martins & Fraiha, 1971.  
*L. gomezi* (Nitzulescu, 1930).
- groupe *migonei* (Theodor, 1965),  
 série *migonei* :  
*L. sallesi* (Galvao & Coutinho, 1940).  
*L. migonei* (França, 1920).  
 série *walkeri* :  
*L. lenti* (Mangabeira, 1938).
- groupe *shannoni* (Theodor, 1929)  
*L. shannoni* (Dyar, 1929).  
*L. dendrophyla* (Mangabeira, 1942).  
*L. volcanensis* (Fairchild & Hertig, 1950).
- sous-genre *Trichopygomyia* (Barretto, 1962)  
*L. dasypodogeton* (Castro, 1939)
- sous-genre *Nyssomyia* (Barretto, 1962).  
*L. shawi* Fraiha, Ward & Ready, 1981.  
*L. flaviscutellata* (Mangabeira, 1942).  
*L. umbratilis* Ward & Fraiha, 1977.  
*L. yuilli* Young & Porter, 1972.  
*L. antunesi* (Coutinho, 1939).  
*L. richardwardi* Ready & Fraiha, 1981.  
 série *panamensis* :  
*P. ayrozai* (Barretto & Coutinho, 1940).  
*P. carrerai carrerai* (Barretto, 1946).  
*P. hirsuta hirsuta* (Mangabeira, 1942).  
*P. davisii* (Root, 1934).  
*P. amazonensis* (Root, 1934).  
*P. nocticola* Young, 1973.  
*P. yucumensis* Le Pont & Desjeux, 1986.  
 série *squamiventis*:  
*P. chagasi* (Costa Lima, 1941).  
*P. complexus* (Mangabeira, 1941)  
 non classées :  
*P. geniculata* (Mangabeira, 1941)  
*P. llanosmartinsi* Fraiha & Ward, 1980.
- Psychodopygus*.  
 (Mangabeira, 1941)

## 5. Répartition des phlébotomes dans les différents étages :

### 5.1. Steppe Andine (au dessus de 3.000 m) :

Aucun phlébotome n'a été capturé dans cet étage du transect où les maladies transmises par ces insectes (leishmaniose et bartonellose) n'ont jamais été signalées en Bolivie.

### 5.2. Forêt de brouillard (2.000 m-3.000 m) :

A 2.000m, *Warileya rotundipennis* constituait 58% des récoltes au sol. Deux espèces de la série *peruensis*, *Lutzomyia osornoi* et *L. tortura* complétaient les récoltes.

La densité agressive était seulement de 2,6 piqûres par Hom./heure au niveau du sol.

Dans ce biotope en pente abrupte, l'échantillon au sol est peu différent de celui de la canopée à 8 m de haut.

### 5.3. Les Yungas (800 m-2.000 m) :

Les modifications anthropiques du paysage conduisent à différencier trois types de biotopes : la forêt primaire, subandine, les plantations arborées (caféières et cacaoyères) et l'environnement péri-domestique.

#### 5.3.1. La forêt subandine :

Onze espèces ont été récoltées dans la station de Tocania à 1.400 m d'altitude.

*W. rotundipennis* était en régression et quatre spécimens seulement ont été capturés en deux ans. Deux espèces de la série *peruensis* : *L. tortura* et *L. peruensis* représentaient 17% des récoltes au sol et 5% de celles en canopée. Les espèces de la série *verrucarum* étaient largement dominantes; *L. nuneztovari anglesi* à lui seul comptait pour 48% des récoltes au sol et pour 70% dans la canopée, *L. nevesi* pour 5% au sol et 7% en canopée.

Le groupe *shannoni* (*L. shannoni* et *L. dendrophyla*) était numériquement négligeable, de même que *L. pia* et *L. brisolai*.

Parmi les *Psychodopygus*, *P. geniculata* représentait 25% des captures au sol et 17% en canopée; *P. ayrozai* n'apparaissait qu'en quelques exemplaires au niveau du sol.

La densité globale de piqûres était de 12H/h au sol, et de 20H/h en canopée, à 10m.

#### 5.3.2. Les plantations arborées :

Dans la cacaoyère de Santa Barbara, en fond de vallée (alt. 1000 m), toutes les espèces du biotope précédent étaient présentes, à l'exception de *L. pia*, de *P. ayrozai* et de *W. rotundipennis*. Au sol comme en canopée *L. nevesi* constituait plus de 95% des récoltes.

La densité de piqûres se réduisait à 6,5 H/h au sol et 11,8 H/h en canopée.

#### 5.3.3. Environnement péri-domestique et domestique :

Quatorze espèces ont été récoltées dans l'environnement péri-domestique et domestique : *W. rotundipennis*, *L. tortura*, *L. peruensis*, *L. n. anglesi*, *L. nevesi*, *L. serrana*, *L. boliviana*, *L. brisolai*, *L. longipalpis*, *L. sallesi*, *L. migonei*, *L. lenti*, *L. shannoni* et *L. dendrophyla*.

*L. longipalpis* constituait 98% des captures crépusculaires sur appât humain en milieu péri-domestique.

Dans les maisons, l'échantillonnage au piège lumineux a montré que 4 espèces étaient anthropophiles; *L. n. anglesi* représentait 65% des récoltes (et plus de 97% des spécimens gorgés), *L. longipalpis* était moins abondant, et *W. rotundipennis*, ainsi que *L. lenti*, étaient négligeables.

La faible représentation de *L. n. anglesi* dans les captures péri-domestiques peut s'expliquer par son activité très tardive, après 22 h, alors que les captures sur appât humain étaient terminées.

### 5.4. L'Alto Beni (250m-1.200m) :

A 900 m d'altitude, en forêt, 21 espèces ont été recensées. *L. pia* était toujours peu mais régulièrement représenté, et les espèces de la série *peruensis*, *L. tortura* et *L. peruensis*, devenaient rares.

Dans le groupe *verrucarum*, *L. n. anglesi* perdait de son importance (0,3% au sol et 3,4% en canopée), *L. nevesi* gardait une place relativement importante (6% au sol et 31% en canopée), et *L. serrana* arrivait au devant de la scène (0,6% au sol mais 42% en canopée).

Les espèces du groupe *shannoni* (*L. shannoni*, *L. dendrophyla* et *L. volcanensis*),

dont les femelles sont indifférenciables, constituaient 3% des prises au sol et 21% en canopée.

Un seul exemplaire de *L. brisolai* a été récolté; il en est de même pour *L. migonei* et *L. boliviana*.

Deux espèces du sous-genre *Nyssomyia* apparaissaient : *L. shawi* (2% au sol) et *L. flaviscutellata*.

Le genre *Psychodopygus* était représenté par 7 espèces (*P. geniculata*, *P. ayrozai*, *P. c. carrerai*, *P. h. hirsuta*, *P. davisii*, *P. amazonensis*, *P. llanosmartinsi*); *P. c. carrerai* constituait 61% des récoltes au niveau du sol et *P. h. hirsuta* 17%.

La densité agressive moyenne pour l'homme dans la station de Marimonos était de 34H/h au sol et de 18H/h en canopée.

A 250m d'altitude, à la station de Yucumo, la faune se modifiait légèrement, mais le nombre total d'espèces restait identique. *L. tortura*, *L. peruensis*, *L. n. anglesi*, *L. pia*, *L. brisolai* n'étaient plus rencontrés. *L. nevesi* n'était plus représenté que par quelques exemplaires. *L. serrana* représentait encore 11% des captures en canopée et 0,5% au sol. Le groupe *shannoni* représentait 2% au sol et 13% en canopée. Le groupe *cruciata* (*L. sherlocki* et *L. evangelistai*) apparaissait en quelques spécimens. Parmi les *Nyssomyia*, *L. shawi* représentait 30% au sol et 54% en canopée, et *L. yuilli*, 1% au sol mais 13% en canopée. Les autres espèces, *L. flaviscutellata*, *L. umbratilis* et *L. antunesi* n'étaient récoltées qu'en quelques exemplaires.

Parmi les *Psychodopygus*, *P. c. carrerai* reste l'espèce dominante (46,7% des récoltes au sol), mais on notait l'apparition de *P. yucumensis* (13% des captures au sol) et de *P. nocticola*. *P. lainsoni* n'a été récolté qu'au piège CDC.

La densité moyenne de piqûres dans cette station était de 40 H/h au niveau du sol et de 12 H/h dans la canopée.

#### 5.4. La galerie du Beni (170m-250m) :

Ce biotope n'a été étudié que de façon ponctuelle en saison sèche, et nos récoltes ne rendent pas compte de la totalité de la faune.

Les espèces suivantes ont été récoltées sur appât humain : *L. serrana*, *L. shannoni*, *L. sherlocki*, *L. flaviscutellata*, *P. davisii*, *P. yucumensis*. Mais *L. nevesi*, *L. migonei*, *L. antunesi* et *L. evangelistai* ont été capturés au piège lumineux.

La pauvreté relative de la faune s'explique par les crues périodiques du fleuve. Parmi les espèces de lièze, seules celles dont les œufs présentent un exochorion imperméable résistent à la submersion; c'est le cas de *L. flaviscutellata*, *P. yucumensis* et *P. davisii*. Les autres espèces sont dendrophiles.

#### 5.5. Plaine amazonienne (170 m-250 m) :

Cette région n'ayant pas fait l'objet d'un suivi longitudinal, les informations fournies ici ne sont que préliminaires.

*L. nevesi*, seul représentant du groupe *verrucarum*, n'était plus anthropophile. Les espèces du groupe *shannoni* (*L. shannoni*, *L. dendrophyla* et *L. volcanensis*) étaient rares, de même que celles du groupe *cruciata*. Dans ce dernier, *L. sherlocki* et *L. evangelistai* n'ont pas été observées, mais quelques exemplaires de *L. gomezi* ont été récoltés au sol et en canopée.

Les *Nyssomyia* constituaient l'essentiel des captures en canopée : *L. yuilli* (52%), *L. umbratilis* (31%), *L. antunesi* (9%), *L. richardwardi*, *L. shawi*. Au sol, *L. yuilli* constituait 17% de l'échantillon.

Le sous-genre *Trichopygomyia* était représenté par quelques spécimens de *L. dasypodogeton*.

11 espèces de *Psychodopygus* ont été récoltées. Dans la série *panamensis*, *P. c. carrerai* représente 36% des récoltes alors que *P. ayrozai*, *P. geniculata*, *P. h. hirsuta*, *P. davisii*, *P. llanosmartinsi* et *P. amazonensis* cumulés n'en constituent que 8%.

Dans la série *squamiventris*, les femelles de *P. complexus* et de *P. chagasi*, indifférenciables morphologiquement, ont fourni 32% des récoltes. *P. clausirei* et *P. lainsoni* n'ont été capturés qu'au piège lumineux mais sont des espèces anthropophiles ailleurs (Brésil, Guyane française).

## 6. Distribution des différentes espèces et observation écologiques :

### Genre *Warileya* :

*W. rotundipennis* a été rencontré de 1.400 m à 2.000 m en sous-bois; sa période

d'activité imaginaire est automnale (février à mai). Il entre quelquefois dans les maisons. Dans le Département de Cochabamba ce phlébotome est commun, dans des grottes, à 2.700 m d'altitude.

Des mâles d'une autre espèce, *W. yungasi*, dont les femelles sont inconnues, ont été décrits à partir de spécimens récoltés dans les Yungas, à 2.200 m d'altitude, dans une galerie de mine abandonnée (VELASCO, 1973).

#### Genre *Lutzomyia* :

##### Groupe *vexator* :

*L. osornoi* n'a été trouvé qu'à 2.000 m et en hiver.

*L. tortura* a une vaste répartition de 250m à plus de 2.000m avec un optimum vers 1.000m. Les spécimens d'altitude sont plus gros que ceux des terres basses de l'Alto Beni; cette augmentation de la taille est probablement due à l'allongement du cycle de développement larvaire, par suite de la température plus basse; l'espèce est agressive toute l'année.

*L. peruensis* n'a été récolté qu'en moyenne altitude (1.000m-1.500m).

##### Groupe *verrucarum* :

*L. nuneztovari anglesi* se rencontre, depuis les premières collines à 250m d'altitude, jusqu'à 1.900m, mais n'est anthropophile qu'au dessus de 1.000m et son aire optimale de développement se situe autour de 1.500m; il se trouve non seulement en forêt, où il est plus abondant dans la canopée qu'au sol, mais aussi dans les caféières à partir desquelles il pénètre dans les maisons voisines, généralement après 22h, et en ressort avant l'aube après s'être nourri sur les occupants. Ce n'est que récemment que ce comportement a pu être mis en évidence (LE PONT & al., 1989). Il fait de ce phlébotome le meilleur candidat comme vecteur de *Leishmania (V.) braziliensis*, agent de la leishmaniose cutanée-muqueuse, dans les Yungas où cette maladie est transmise à l'intérieur des maisons. Cette espèce est surtout abondante au début et en fin de saison pluvieuse.

*L. nevesi* est purement sylvestre. La femelle a été décrite par VELASCO (1974) qui mentionne son anthropophilie. Il se rencontre de 250m à 1.500m; son absence dans le Pando ne peut être tenue pour certaine, d'autant qu'il est signalé de l'Amazonie brésilienne (BIANCARDI & al., 1982). Son pic d'abondance se situe aux intersaisons où il pique surtout en canopée, alors que pendant la saison sèche et chaude (septembre-octobre) il est plus agressif au niveau du sol.

*L. serrana* a été rencontré de l'Amazonie aux Yungas; les plus fortes densités ont été observées à 1.000m; il est dendrophile et descend rarement au niveau du sol.

##### Groupe *oswaldoi* :

*L. pia* est une espèce de moyenne altitude de l'Alto Beni (900m) aux Yungas (1.400m), peu abondante mais régulièrement capturée au sol et en canopée. Son anthropophilie et d'autres considérations font douter de son appartenance au groupe *oswaldoi*, spécialisé dans l'exploitation des vertébrés poïkilothermes.

##### *Incertae sedis* :

*L. bristolai* est de parenté incertaine; il fait partie de la faune anthropophile de forêt, de l'Alto Beni (900m) au Yungas (1.400m) et est régulièrement capturé au niveau du sol.

*L. boliviana* est une espèce rare (VELASCO, 1973). Une femelle a été capturée sur appât humain, au sol, en forêt, dans l'Alto Beni (900m), et cinq autres ont été récoltées au piège lumineux, dans des habitations des Yungas (1.400m).

##### Sous-genre *Lutzomyia* :

*L. longipalpis* est l'espèce la plus importante en milieu péri-domestique dans les Yungas, de 900m à 1.900m; elle ne se cantonne cependant pas au milieu domestique et peut occuper les fonds de vallées boisés, escarpés, en saison sèche; son anthropophilie, bien que certaine (VELASCO, 1973), est très relative si on la compare à son attrait pour les chiens et les volailles; c'est le vecteur de la leishmaniose viscérale (LE PONT & DESJEUX, 1985) dont les cas canins sont très fréquents alors que les cas humains sont rares, précisément à cause de la faible anthropophilie de son vecteur.

*L. gomezi* a une vaste répartition cis et trans-andine; il n'a été récolté que dans le Pando en de rares exemplaires, au sol et en canopée; à Panama, c'est le vecteur de *L. (V.) panamensis* (CHRISTENSEN & al., 1983) et de diverses arboviroses.

*L. sherlocki* figure en peu de spécimens dans les récoltes, du Pando à l'Alto Beni; sa présence dans les terres basses de Bolivie étend sa distribution, limitée jusqu'ici au Pérou et au Brésil (Matto Grosso).

*L. evangelistai* est également rare et limité aux terres basses; il n'était connu jusqu'ici que du Pérou et du Brésil (Para).

#### Groupe *migonei* :

*L. migonei* n'a été récolté qu'en quelques exemplaires en bordure de village dans les Yungas (1.500m) et en canopée dans l'Alto Beni; au sud de la Bolivie cette espèce abonde dans les terres basses arides du Chaco.

*L. sallesi*, espèce à large répartition au Sud de l'Amazonie, a été rencontré toute l'année en faible abondance dans les Yungas en milieu peridomestique où il est facultativement anthropophile. De rares spécimens ont été par ailleurs capturés au piège CDC dans des grottes du Département de Cochabamba.

*L. lenti* n'a été observé que dans les Yungas où il présente les mêmes caractéristiques écologiques que l'espèce précédente.

#### Groupe *shannoni* :

L'identification des 3 espèces de ce groupe n'a été possible que sur les mâles qui suivent les femelles lorsqu'elles viennent piquer les appâts humains. *L. shannoni* a une vaste répartition de la plaine amazonienne jusqu'à 1.500m d'altitude. *L. dendrophylla* a la même répartition que la précédente; VELASCO (1973) avait déjà mentionné ces deux espèces des Yungas. *L. volcanensis* a été récolté dans l'Alto Beni de 250 m à 900 m d'altitude en très faible nombre.

#### Sous-genre *Nyssomyia* :

Aucune espèce de ce sous-genre n'a été rencontrée dans les Yungas ni dans la forêt de brouillard, ce qui confirme les observations de VELASCO. De l'Alto Beni à l'Amazonie le nombre d'espèces croît en raison inverse de l'altitude.

*L. (N.) shawi* apparaît dès la jonction Yungas/Alto Beni, à 1.000m d'altitude et s'étend jusqu'au Pando; les densités les plus élevées sont observées vers 250m. En saison chaude et sèche (septembre-octobre) son activité se manifeste surtout au niveau du sol. Au Pérou, en région subandine basse (alt. : 290m) du Département de Madre de Dios, YOUNG (1985) note que *L. shawi* est l'espèce la plus commune en avril au niveau du sol.

*L. (N.) flaviscutellata* est très rare en région subandine et plus fréquent dans la galerie du Beni et les bas-fonds marécageux du Pando; il occupe tout le bassin amazonien à basse altitude, où il est le vecteur de *L. (Le.) amazonensis*, agent de la leishmaniose cutanée des marais dont l'évolution peut aboutir à une forme diffuse; ce parasite a été signalé de la région de Santa Cruz en Bolivie (URJEL & al., 1987).

*L. (N.) umbratilis* a été observé depuis le premier couloir subandin (alt. : -250 m; LE PONT & DESJEUX, 1986) jusqu'au Pando, mais n'a pas été trouvé au sud du rio Beni. Comme en Guyane française (LE PONT & PAJOT, 1980) et en Amazonie (ARIAS & DE FREITAS, 1977) c'est une espèce dendrophile qui ne descend au niveau du sol qu'en saison des pluies. Son aire de distribution est très vaste couvrant les Guyanes et les régions amazoniennes du Pérou, du Venezuela, et du Brésil. C'est le vecteur de *L. (V.) guyanensis* (LAINSON & al., 1976), agent du "pian bois" mais aucune infection due à ce parasite n'a été observée jusqu'ici en Bolivie.

*L. (N.) yuilli*, espèce forestière, abondante à la fin de la période pluvieuse, du Pando à l'Alto Beni (250 m), est aussi signalée de région subandine, du Venezuela au Pérou (YOUNG, 1985).

*L. (N.) antunesi*, peu fréquent, est limité aux terres basses de l'Alto Beni et de la plaine amazonienne.

*L. (N.) richardwardi*, très proche de *L. shawi*, n'a été trouvé que dans le Pando.

#### Sous-genre *Trichopygomyia* :

*L. (T.) dasydopogeton*, observé seulement dans le Pando, n'était connu que du Brésil (Rondonia). Abondant dans les pièges lumineux il n'est qu'accidentellement anthropophile. Les phlébotomes de ce groupe sont considérés comme phlébophiles, fréquentant en particulier les terriers de tatous.

## Genre *Psychodopygus* :

Onze espèces ont été capturées sur homme. A l'exception de *P. geniculata* qui monte dans la canopée, ce sont toutes des espèces de litière agressives au niveau du sol.

*P. ayrozai* a été observé de 170m à 1.500m et sa taille n'est pas modifiée par l'altitude; il est peu anthropophile comme PORTER & DE FOLIART l'avaient noté en Colombie (1981). Il présente une forte attractivité pour le tatou à neuf bandes (*Dasypus novemcinctus*) (LE PONT; 1984) et pourrait bien être le vecteur de la leishmaniose spécifique de cet édenté : *L.(V.) naiffi* LAINSON & SHAW, 1989.

*P. c. carrerai* est l'espèce anthropophile dominante au sol, surtout abondante à la fin de la saison des pluies, de l'Alto Beni au Pando. C'est le vecteur principal de *L. (V.) braziliensis* en région subandine basse (LE PONT & al., 1988). Il occupe une grande partie du bassin amazonien (FRAIHA & al., 1978) et des reliefs préandins.

*P. h. hirsuta* a été rencontré du Pando jusqu'à l'Alto Beni; il est relativement abondant vers 900m. Ses densités les plus élevées s'observent en saison sèche et fraîche de juin à août, comme dans la forêt pluvieuse du sud-est brésilien (AGUIAR & al., 1984).

*P. davisi* a la même distribution que l'espèce précédente et occupe notamment les zones inondées de la vallée du rio Beni.

*P. amazonensis* est toujours peu abondant, de l'Alto Beni (900m) à la plaine amazonienne.

*P. nocticola* n'a été récolté qu'en peu d'exemplaires en région subandine basse. Cette espèce n'était connue que de Panama, de Colombie et de Guyane française où elle était très abondante en période pluvieuse. (LE PONT, 1984).

*P. yucumensis* a été décrit de l'Alto Beni (LE PONT & DESJEUX, 1986) et n'a été récolté que de part et d'autre de la première cordillère subandine, dans les zones les plus basses, et dans la galerie du Beni. C'est un vecteur confirmé de *L. (V.) braziliensis* (LE PONT & DESJEUX, 1986). Cette espèce a été signalée en Equateur (YOUNG & ROGERS, 1985) et en Amazonie brésilienne sous le nom de *P. c. carrerai*, "dark form".

*P. chagasi* n'a été trouvé que dans le Pando; il fait partie de la série *squamiventris* qui compte des espèces très agressives pour l'homme et des vecteurs de *L. (V.) braziliensis* au Brésil, dans l'Etat de Para, au nord de l'Amazonie (LAINSON & al., 1973, 1977 ; RYAN & al., 1987).

*P. complexus* a été capturé uniquement dans le Pando en compagnie de l'espèce précédente; leurs femelles sont inséparables. BIANCARDI & al. (1982) avait constaté la sympatrie des deux espèces au Brésil (Rondonia).

*P. geniculata* couvre le Pando et les zones subandines de 250 m à 1.500 m d'altitude; son étage altitudinal préférentiel se situe vers 1.500 m dans les Yungas. Les adultes ne sont pas observés durant les mois chauds et secs. A 1.500 m d'altitude les spécimens présentent une taille significativement supérieure à celle des spécimens de terres basses.

*P. llanomartinsi* n'a été rencontré que dans le Pando et l'Alto Beni, en particulier à 900m d'altitude. C'est un vecteur confirmé de *L. (V.) braziliensis* dans cette région (LE PONT & DESJEUX, 1986). L'espèce a été décrite d'Amazonie péruvienne.

## 7. Discussion:

### 7.1. Diversité et abondance des phlébotomes suivant l'altitude :

La figure 3 rend compte de la densité des différentes espèces au niveau du sol dans les différentes régions phytogéographiques du transect.

Au niveau du genre, on remarque que les *Warileya* occupent la partie haute du transect dans une frange altitudinale réduite, en compagnie de représentants du genre *Lutzomyia*, tandis que *Brumptomyia* (non anthropophiles) et *Psychodopygus* ne semblent pas dépasser les Yungas.

A l'exception de la galerie forestière du Beni, milieu inondable, on constate que le nombre d'espèces décroît avec l'altitude (Fig. 2). Suivant les stations de capture, de 18 à 21 espèces sont agressives dans l'Alto Beni et en Amazonie, de 11 à 17 dans les Yungas, et seulement 3 dans le forêt de brouillard. Cette diminution du nombre des espèces avec l'altitude se manifeste chez le sous-genre *Nyssomyia* de *Lutzomyia* et chez les *Psychodopygus*. On observe en effet 6 *Nyssomyia* en Amazonie, seulement 2 dans l'Alto Beni (900m), et aucun dans les Yungas; 13 *Psychodopygus* se trouvent en Amazonie, 9 dans l'Alto Beni, et seulement 2 dans les Yungas.

La densité de piqûres au niveau du sol pendant la période crépusculaire régresse également avec l'altitude (Fig. 2). Dans le Pando, dans l'Alto Beni (à 250 m et à 900 m), dans les Yungas et dans la forêt de brouillard, ces densités sont respectivement de : 32, 40, 34, 12 et 2,6 par homme et par heure.

La richesse en espèces et en individus diminue donc avec l'altitude.

D'autre part, au sol, dans le Pando, 85% des piqûres sont dues à seulement 4 espèces (3 *Psychodopygus* : 68% et 1 *Nyssomyia* : 17%); dans l'Alto Beni, à 250m, 90% sont dues à 3 espèces (2 *Psychodopygus* : 60% et 1 *Nyssomyia* : 30%); à 900 m, il n'y a plus que deux espèces : *P. c. carrerai* est à elle seule responsable de 61% des attaques tandis que *P. h. hirsuta* n'intervient que pour 17%. Dans les Yungas, on retrouve le même phénomène avec 48% de piqûres dues à une espèce, *L. n. anglesi*, et 25% à une autre, *P. geniculata*. Enfin dans la forêt de brouillard, plus de la moitié des piqûres sont le fait d'une seule espèce, *W. rotundipennis*.

## 7.2. Biogéographie :

### 7.2.1. Espèces endémiques :

Deux espèces anthropophiles *L. boliviana* et *L. brisolai* ne sont connues que de Bolivie. Très différentes l'une de l'autre, et bien caractérisées par rapport aux autres *Lutzomyia*, elles sont probablement endémiques de la région préandine (900-1400m) si ce n'est de Bolivie elle-même.

Trois autres espèces ne sont connues aussi que de Bolivie, *W. yungasi*, *L. (Trichopygomyia) gantieri* LE PONT & DESJEUX et *L. (Trichophoromyia) beniensis* LE PONT & DESJEUX, mais il s'agit d'espèce non anthropophiles.

Toutes les autres espèces récoltées sur notre transect sont signalées d'autres pays d'Amérique du Sud et peuvent être groupées en espèces andines et espèces amazoniennes. Les trois espèces péridomestiques ont une répartition néotropicale plus large.

### 7.2.2 Espèces andines :

*W. rotundipennis* qui, en Bolivie, se trouve entre 1400 et 2700m dans des biotopes très humides, se rencontre également à Costa Rica et à Panama, et en Colombie depuis le niveau de la mer jusqu'à 700m d'altitude. Ce genre pose d'ailleurs quelques questions. Si *W. phlebotomanica* HERTIG n'a été trouvé qu'au dessus de 3000m dans les Andes occidentales arides du Pérou, *W. fourgassiensis* LE PONT & DESJEUX a été récolté uniquement dans des grottes humides du littoral guyanais. Il n'y a donc pas d'uniformité dans la répartition de ce genre.

Parmi les *Lutzomyia*, les espèces de la série *peruensis* (groupe *vexator*), observées sur notre transect entre 2000m et 900m, et jusqu'à 250m pour *L. tortura*, ont une répartition andine et préandine stricte, au Pérou comme en Equateur (HASHIGUCHI, 1987); mais d'autres espèces de cette série se trouvent au niveau de la mer en milieu très humide, comme *L. hartmanni*, FAIRCHILD & HERTIG en Colombie (PORTER & DE FOLIART, 1981) et *L. sanguinaria*, FAIRCHILD & HERTIG à Panama (CHRISTENSEN & al., 1983).

Le groupe *verrucarum* présente, lui aussi, une distribution andine en Bolivie. Mais *L. evansi* Nunez-Tovar et *L. ovallesi* Ortiz sont signalés d'Amérique Centrale, du Venezuela et de Colombie à basse altitude; *L. serrana* a été observé à Panama, en Guyane française (LE PONT, 1984) et au Brésil (Etat de Rondonia), également à basse altitude.

*L. pia* (groupe *oswaldoi*) est aussi connu de Panama, du versant amazonien des Andes en Colombie, et de Bolivie (900m-1.400m).

On constate donc que plusieurs espèces à distribution préandine ou andine en Bolivie et au Pérou, se retrouvent au niveau de la mer sur le versant pacifique de Colombie et à Panama (CHRISTENSEN & al., 1983).

Le caractère fragmentaire des récoltes, en particulier dans les régions andines d'Argentine et du Chili, ne permet pas de délimiter l'aire des différentes espèces andines.

### 7.2.3. Espèces amazoniennes :

Les espèces considérées comme amazoniennes occupent les terres basses au dessous de 900m. Dans le genre *Lutzomyia*, le sous-genre *Nyssomyia*, la série *cruciata*, et le groupe *shannoni*, se trouvent généralement dans les parties les plus basses dans tout le bloc forestier amazonien ainsi que sur la façade atlantique de l'Amérique du Sud et en Amérique Centrale.

Dans le groupe *shannoni*, *L. shannoni* peut être considéré comme panaméricain puisqu'il s'étend de l'Etat du Maryland aux Etats Unis jusqu'au nord de l'Argentine; *L.*

*volcanensis* n'était signalé que d'Amérique Centrale et de Guyane française. *L. undulata* FAIRCHILD & HERTIG (non anthropophile), répertorié dans toute l'Amérique Centrale, a été retrouvé dans l'Alto Beni mais n'est pas mentionné des autres pays d'Amérique du Sud.

Le sous-genre *Trichopygomyia*, composé d'espèces phaléophiles, est essentiellement inféodé à la cuvette amazonienne; l'espèce citée, *L. dasypodogeton*, n'était connue que d'Amazonie brésilienne.

Le genre *Psychodopygus* est amazonien mais quelques espèces, *P. geniculata*, les deux sous espèces: *P. c. carrerai* et *P. h. hirsuta*, et *P. ayrozai*, dépassent la cuvette amazonienne en altitude (jusqu'à 1.400m dans les Yungas) et en extension géographique (Nicaragua, façades maritimes de Colombie et du Venezuela).

#### 7.2.4. Espèces domestiques :

L'espèce domestique et périodestique *L. longipalpis* est signalée depuis le Mexique jusqu'au nord de l'Argentine, mais évite le centre de la cuvette amazonienne. C'est une espèce relativement bien étudiée du fait de son rôle dans la transmission de la leishmaniose viscérale. On a distingué, d'après les taches tergaux des mâles, deux formes qui sont sympatriques au Brésil et allopatriques en Bolivie (LE PONT & al., in press); les résultats des études des phéromones ne se recoupent pas avec les observations morphologiques. Cette espèce fait probablement partie d'un complexe d'espèces, mais dans l'état actuel des recherches il n'est pas possible de mieux définir les différentes formes et, à fortiori, leur distribution.

*L. migonei* a une large répartition périamazonienne, sur la façade atlantique du Brésil et dans le nord de l'Argentine. *L. sallesi* et *L. lenti* se retrouvent sur toute la façade atlantique et le centre-est brésilien et accompagnent très souvent *L. longipalpis*.

#### 7.2.5. Les contreforts andins, refuges de la faune ?

Les Yungas et l'Alto Beni ont été considérés comme des refuges forestiers par les ornithologues et les lépidoptéristes (BROWN, 1987). La description de sept espèces nouvelles de phlébotomes<sup>1</sup> des contreforts andins confirmerait leur position biogéographique privilégiée.

Ces conclusions doivent cependant être tempérées. En effet, la faune phlébotomienne des pays voisins, et même du reste de la Bolivie, est mal connue et il n'est guère possible de dresser un réseau fiable de la répartition de la plupart des espèces néotropicales. Il est très possible que telle espèce décrite de l'Alto Beni se retrouve dans l'étage correspondant au Pérou, ou même en Bolivie à l'est de Cochabamba.

La présence, dans le piémont andin, d'espèces côtières de Panama et de Colombie retirerait à cet étage une bonne partie de sa spécificité andine. Mais encore faudrait-il s'assurer (par des méthodes biochimiques par exemple) de l'identité ou du degré d'isolement des taxons de Bolivie et de ceux des plaines côtières de la suite des bouleversements tectoniques et climatiques de la fin du tertiaire et du quaternaire.

Actuellement, la faune phlébotomienne d'Amérique du Sud est insuffisamment connue pour fournir des arguments indiscutables aux biogéographes. Tout au plus, peut-elle leur donner des indications.

### REMERCIEMENTS :

Nous remercions le Docteur D. G. YOUNG (Université de Floride, Gainesville) pour les suggestions et l'identification de plusieurs espèces.

### SUMMARY :

An account is given on the distribution and ecology of anthropophilic sand fly species in Bolivia, along a transect from Amazonia to the Andes.

Three species are found in the cloud forest (alt. : 2.000m), 11 to 17 are found in the Andean foothill (Yungas; alt.: 1.000-1.800m), and 18 to 21, in the hilly region of Alto Beni (alt. : 250-900m) and in the lowlands of Beni and Pando (alt. : 170-250m). The biting density per man hour increases when altitude decreases, amounting to 2,6 at 2.000m, to 12 at 1.400m, to 32 at 900 m and to 40 below 250m.

<sup>1</sup> Plusieurs de ces espèces (*Lu. gantieri*, *Lu. beniensis*) n'étant pas anthropophiles n'ont pas été mentionnées dans le texte. D'autres espèces sont actuellement en cours de description.

Peridomestic species are mainly found in the subtropical belt of Yungas. *Lutzomyia longipalpis* is the main peridomestic species but a sylvatic, exophilic species, *L. n. anglesi*, enters dwellings and bites man.

The genus *Warileya* (1 sp.) is found above 1.000m with a peak at 2.000m. The *peruensis* (3 sp.) and *verrucarum* (3 sp.) species groups of *Lutzomyia* account for 75% of the aggressive fauna at 1.500m, while *Lutzomyia* of the subgenus *Nyssomyia* (5 sp.) and the *Psychodopygus* (15 sp.) predominate in the lowlands. Above 1.000 m, the main core of fauna is Andean; below, Amazonian species are prevalent but many species are overlapping.

## RÉFÉRENCES

AGUIAR, GM. & SOUCASAU, T., 1984.:

Aspectos da ecologia dos flebotomos do Parque Nacional da Serra dos Orgaos, Rio de Janeiro. I. Frequencia mensal em isca humana (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae)-Mem. Inst. O. Cruz, 79 : 197-209.

ANEZ, N.; CAZORLA, D.; NIEVES, E.; CHATAING, B.; CASTRO, M. & de YARBUH, A.L., 1988.:

Epidemiology of the cutaneous leishmaniasis in Merida, Venezuela. I. Diversity and dispersion of species of phlebotomine sandflies at different altitude and its possible role in the transmission of the disease.- Mem. Inst. O. Cruz, 83 : 455-463.

ARIAS, JR. & de FREITAS, RA., 1977.:

Flebotomos da Amazonia Central do Brasil. I. Resultados obtidos de capturas feitas com iscas humana e equina (Diptera, Psychodidae)-Acta Amazonica, 7 : 507-527.

BIANCARDI, CB.; ARIAS, JR.; de FREITAS, RA. & CASTELLON, EG., 1982.:

The known geographical distribution of sand flies in the state of Rondonia, Brasil (Diptera, Psychodidae)-Acta Amazonica, 12 : 167-179.

BROWN Jr., KS., 1987.:

Biogeography and evolution of neotropical butterflies. p. 66-104. In Biogeography and Quaternary History in Tropical America (T.C. Whitmore and G.T. France Eds), Clarendon Press: Oxford

CHRISTENSEN, HA.; FAIRCHILD, GB.; HERRER, A.; JOHNSON, CM.; YOUNG, DG. & de VASQUEZ, A.M., 1983.:

The ecology of cutaneous leishmaniasis in the Republic of Panama-J. Med Ent., 20: 463-484.

FRAIHA, H.; WARD, RD.; SHAW, JJ. & LAINSON, R., 1978.:

Fara antropofilia do *Protophila transamazonica*, Brasil (Diptera, Psychodidae)-Bol. Of Sanit. Param., 84: 134-139.

HASHIGUCHI, Y., 1987.:

Studies on New World Leishmaniasis and its Transmission with Particular Reference to Ecuador-Kyowa Printing & Co. Ltd., Kochi, 174p.

HERRER, A. 1982.:

*Lutzomyia peruensis* Shannon, 1929, posible vector natural de la uta (*Leishmaniasis tegumentaria*).- Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo, 24 : 168-172.

LAINSON, R. ; SHAW, JJ. ; WARD, RD. & FRAIHA, H. 1973.:

Leishmaniasis in Brasil. IX. Considerations on the *Leishmania braziliensis* complex : Importance of sandflies of the genus *Psychodopygus* (Mangabeira) in the transmission of *Leishmania braziliensis braziliensis* in north Brazil.- Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 67 : 184-196.

LAINSON, R.; WARD, RD. & SHAW, JJ.; 1976.:

Cutaneous leishmaniasis in north Brazil : *Lutzomyia anduzei* as a major vector-Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 70 : 171-172.

LAINSON, R.; WARD, RD.; SHAW, J.J., 1977.:

*Leishmania* in phlebotomid sandflies. VI. Importance of hindgut development in distinguishing between parasites of the *Leishmania mexicana* and *L. braziliensis* complexes-Proc. R. Soc. London., B, 199 : 309-320.

- LE PONT, F. & PAJOT, FX., 1980.:  
La leishmaniose en Guyane française. I. Etude de l'écologie et du taux d'infection naturelle du vecteur *Lutzomyia (Nyssomyia) umbratilis* Ward et Fraiha, 1977 en saison sèche. Considérations épidémiologiques-Cah. ORSTOM, sér.Ent. med. et Parasitol., 18: 359-382.
- LE PONT, F., 1984.:  
Contribution à l'épidémiologie de la leishmaniose tégumentaire en Guyane française. Thèse, Paris, 143p.
- LE PONT, F. & DESJEUX, P. 1985.:  
Leishmaniasis in Bolivia. I. *Lutzomyia longipalpis* (Lutz and Neiva, 1912) as the vector of visceral leishmaniasis in Los Yungas. Trans. R. Soc. Trop. Med Hyg., 79: 227-231.
- LE PONT, F.; CAILLARD, T.; TIBAYRENC, M. & DESJEUX, P. 1986.:  
Bolivian phlebotomines. II. *Psychodopygus yucumensis* n. sp., a new man biting phlebotomine sandfly from subandean region (Diptera, Psychodidae)-Mem. Inst. O. Cruz, 81: 79-85.
- LE PONT, F. & DESJEUX, P. 1986.:  
Leishmaniasis in Bolivia. II. The involvement of *Psychodopygus yucumensis* and *Psychodopygus llanosmartinsi* in the sylvatic transmission cycle of *Leishmania braziliensis braziliensis* in a lowland subandean region-Mem. Inst. O. Cruz, 81: 311-318.
- LE PONT, F.; BRENIERE, SB.; MOUCHET, J. & DESJEUX, P., 1988.:  
Leishmaniose en Bolivie. III. *Psychodopygus carrerai carrerai* (Barretto, 1946) nouveau vecteur de *Leishmania braziliensis* Vianna, 1911 en milieu sylvatique de région subandine basse.- C.R. Acad. Sc., Paris, t. 307, Série III: 279-282.
- LE PONT, F.; MOUCHET, J. & DESJEUX, P., 1989.:  
Leishmaniasis in Bolivia. VI. Observations on *Lutzomyia nuneztovari anglesi* Le Pont & Desjeux, 1984 the presumed vector of tegumentary leishmaniasis in the Yungas focus.- Mem. Inst. O. Cruz., 84: 277-278.
- LE PONT, F.; MOUCHET, J. & DESJEUX, P., 1989.: Phlébotomes de Bolivie. VII. Répartition des deux morphotypes du phlébotome *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae) dans le piémont andin de Bolivie-Mem. Inst. O. Cruz. (in press).
- LEWIS, D.J.; YOUNG, D.G.; FAIRCHILD, G.B. & MINTER, D.M., 1977.:  
Proposals for a stable classification of the Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae).- Syst. Ent., 2: 319-332.
- MARTINS, AV.; WILLIAMS, P. & FALCAO, AL., 1978.:  
American sandflies (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae)-Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro, 195p.
- PORTER, CH. & DE FOLIART, G. 1981.:  
The man-biting activity of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a tropical wet forest environment in Colombia-Arc. Zool., S. Paulo, 30: 81-158.
- READY, PD.; FRAIHA, H.; LAINSON, R. & SHAW, JJ. 1980.:  
*Psychodopygus* as a genus: reasons for a flexible classification of the phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae).- J. Med. Ent., 17: 75-88.
- RYAN L.; LAINSON, R.; SHAW, JJ.; BRAGA, RR. & ISHIKAWA, EAY., 1987.:  
Leishmaniasis in Brazil. XXV. Sandfly vectors of *Leishmania* in Para State, Brazil.- Med and Vet. Ent., 1: 383-395.
- URJEL, R.; RECACOECHEA, M.; DESJEUX, P.; BERMUDEZ, H. VILLARROEL, G.; BALDERRAMA, S.; CARRASCO, J.; AGUILAR, O.; DUJARDIN, JC.; LE RAY, A. 1987.:  
Leishmaniasis in the lowlands of Bolivia. VI. Preliminary characterization of 11 *Leishmania* isolates.- Proceedings NATO ASI, Séries A 163. in press.

- VELASCO, JE. & MARTINS, AV. 1974.:**  
Notas sobre *Lutzomyia nevesi* (Damasceno & Arouck, 1956), com a descrição da fêmea (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae).- Rev. brasil. Biol., 34 : 93-97.
- VELASCO, JE., 1973.:**  
The phlebotomine sandflies of the Los Yungas region of Bolivia. M. S. Thesis, Louisiana State Univ., Dep. Trop. Med. & Med. Parasit., 204p.
- WARD, RD.; SHAW, JJ.; LAINSON, R. & FRAIHA, H., 1973.:**  
Leishmaniasis in Brazil : VIII. Observations on the phlebotomine fauna of an area highly endemic for cutaneous leishmaniasis, in the Serra dos Carajas, Para State.- Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 67 : 174-83.
- YOUNG, DG. & ROGERS, TE., 1984.:**  
The phlebotomine sand fly fauna (Diptera : Psychodidae) of Ecuador.- J. Med Ent., 21 : 597-611.
- YOUNG, DG.; PEREZ, TE. & ROMERO, G., 1985.:**  
New records of phlebotomine sandflies from Peru with a description of *Lutzomyia digglesi* sp. n. from the Rimac valley (Diptera: Psychodidae) Int. J. Ent., 27 : 136-146.

**Fig. 1. :**

La zone d'étude (encadré) dans les grandes zones biogéographiques de Bolivie: 1. région tropicale, 2. région subtropicale, 3. région tempérée.

**Fig. 2. :**

Diversité et abondance des espèces de phlébotomes anthropophiles en région subandine.

**Fig. 3. :**

Abondance des espèces de phlébotomes anthropophiles, au niveau du sol, dans les diverses strates écologiques du transect Andes-Amazonie (les espèces capturées seulement au "light-trap", mais connues ailleurs pour leur anthropophilie, sont représentées par des tirets; celles dont la densité agressive est inférieure à 1 par homme/heure sont représentées par un simple trait plein; celles dont la densité est supérieure à 1 par homme/heure sont représentées par un diagramme dont le calibre est proportionnel à la densité; en grisé, espèces péridomestiques).

Se reporter pour les figures 1, 2 et 3 aux figures 2A, 2B et 4 de la note de présentation.