

Les stomoxes (DIPTERA : MUSCIDAE) à l'île de La Réunion : biologie, écologie et moyens de lutte.

Y. GRIMAUD

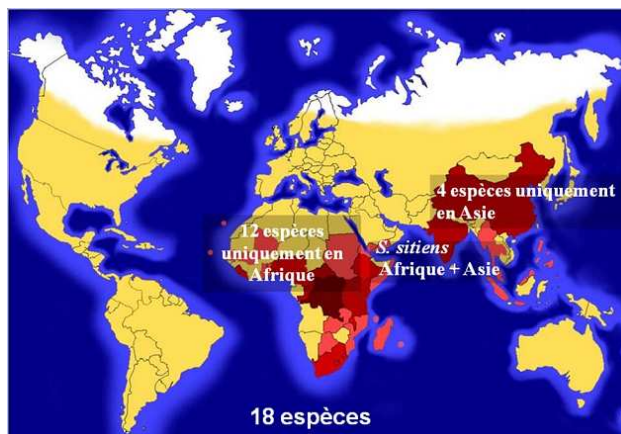
Groupement de Défense Sanitaire de La Réunion, 1 rue du Père Hauck, bâtiment E-F-G, PK 23, 97418 La Plaine des Cafres, Réunion. Tel : 0262.27.54.07 Fax : 0262.27.55.47 Mail : courrier@gds974.asso.re
Site internet : <http://www.gds974.asso.re>

I. Généralités: Systématique, répartition géographique et morphologie générale.

L'ordre des diptères comprend des familles d'insectes ayant un impact économique et sanitaire considérable (Culicidae, Simuliidae, Psychodidae, Tabanidae, etc). Parmi ces diptères, on trouve les « Stomoxes » qui est le nom vulgarisé de l'ensemble des espèces du genre *Stomoxys* [1]. C'est l'un des dix genres de la sous-famille des Stomoxyinae (DIPTERA : MUSCIDAE) ou l'on retrouve en autres les genres *Haematobosca* et *Haematobia*, dont les espèces sont aussi connues pour leurs caractères nuisibles.

Le genre *Stomoxys*, essentiellement hématophage, est associé au bétail, à la faune sauvage et parfois à l'homme. Il est aussi impliqué dans la transmission de nombreux pathogènes. Originaire de l'Ancien Monde, il inclut 18 espèces identifiées [1]. Seule *S. calcitrans*, espèce anthropophile et probablement d'origine paléarctique [1], a une distribution mondiale. Elle est plus connue sous le nom de mouche des étables (stable fly), mais également mouche charbonneuse, en raison de son rôle dans la transmission du charbon [2, 3]. Les autres espèces ont une distribution exclusivement tropicale. On retrouve ainsi 12 espèces sur le continent africain, 4 sur le continent asiatique et une espèce, *S. sitiens*, qu'on trouve à la fois sur le continent africain et le continent asiatique (carte 1, annexe 1).

L'île de La Réunion ne compte que deux espèces de stomoxes : *S. calcitrans* et *S. niger niger* [4, 5]. Cette dernière est présente sur une large partie du continent africain et est l'espèce la plus commune dans la région éthiopienne [1], en Ouganda [6] et en Tanzanie [7]. Elle semble avoir été introduite depuis le continent africain à l'île de la Réunion et à l'île Maurice via Madagascar [1].



Carte 1 : Distribution de *S. calcitrans* et des autres espèces du genre *Stomoxys* [1].

Malgré l'importance du genre *Stomoxys*, aucun travail exhaustif relatif à ce groupe n'a été effectué depuis le travail de révision systématique de Zumpt [1]. L'essentiel des informations provient des études réalisées sur *S. calcitrans* et de manière plus éparse sur *S. niger niger* par des travaux réalisés principalement à l'île Maurice et à l'île de La Réunion [7, 8, 9, 10, 11, 12]. Plus récemment, une étude préliminaire [13, 14] décrit succinctement l'écologie de quelques espèces de *Stomoxys* en Thaïlande. Une étude sur l'inventaire et l'écologie des stomoxes au Gabon fut aussi effectuée [15]. Malgré tout, on ne possède que très peu d'informations écologiques concernant les espèces autres que *S. calcitrans*.

Les caractères morphologiques et comportementaux des *Stomoxys* sont bien définis. Ce sont des mouches piqueuses, de 3 à 10 mm de longueur, hématophages, ayant l'aspect d'une mouche domestique (*Musca domestica*, photo 1a) mais possédant un appareil buccal adapté à la piqûre, le proboscis (photo 1b), dirigé vers l'avant dans l'axe du corps et capable de percer la peau.

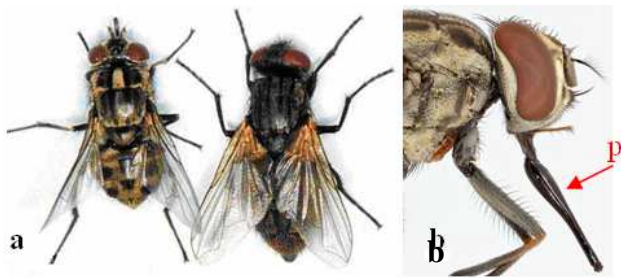


Photo 1: a) Comparaison dorsal d'un stomoxe, *Stomoxys calcitrans*, (à gauche) et d'une mouche domestique, *Musca domestica*, (à droite). b) Vue latéral de la tête et du proboscis d'un stomoxe, *Stomoxys calcitrans*.

La diagnose entre les différentes espèces du genre *Stomoxys* est réalisée par différents caractères morphologiques tel que la forme de la puppe ou la variabilité des motifs abdominaux (Fig. 1) [1]. Un autre caractère distinctif a été mis en évidence récemment. Il s'agit des palpes maxillaires (Fig. 2) ou ceux de *S. niger* mesurent le double de ceux de *S. calcitrans* [9]. La différenciation sexuelle chez les stomoxes s'effectue par la mesure de l'écartement des yeux au niveau de l'apex de la tête. Cet écartement est plus faible chez les mâles que chez les femelles (fig. 3). La partie postérieure de l'abdomen est modifiée pour la copulation et l'oviposition.

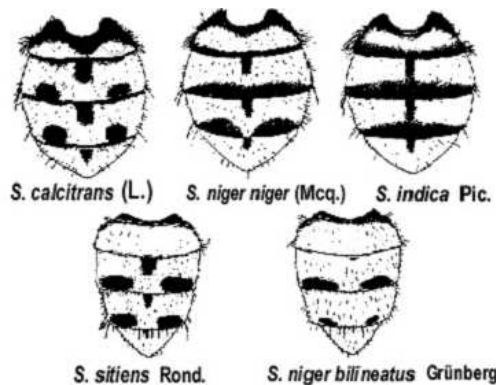


Figure 1 : Dessins des tergites abdominaux permettant la diagnose des principales espèces de stomoxes [1].

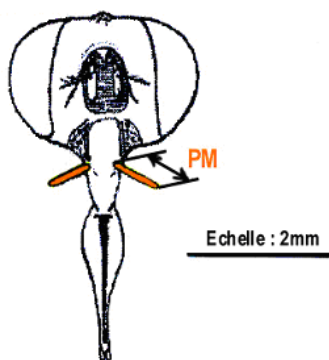


Figure 2 : Schéma de mesure des palpes maxillaires [4].

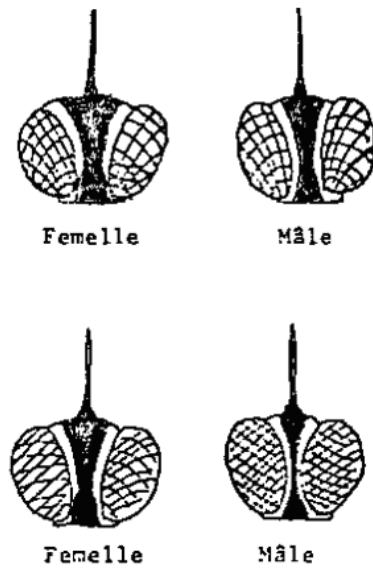


Figure 3 : Ecartement des yeux au niveau du vertex chez les femelles et les mâles de *S. calcitrans* (en haut) et de *S. niger* (en bas) [5].

L'appareil piqueur rigide, le proboscis (Fig. 4), est composé de trois longues pièces fortement sclérifiées, non rétractiles: un labium (lèvre inférieure), un labre (lèvre supérieure) et un hypopharynx formant deux tubes. La salive est injectée dans le derme de l'hôte à travers le tube le plus fin représenté par l'hypopharynx, tandis que le sang est aspiré par le tube le plus large formé par le labre et la partie dorsale de l'hypopharynx [1].

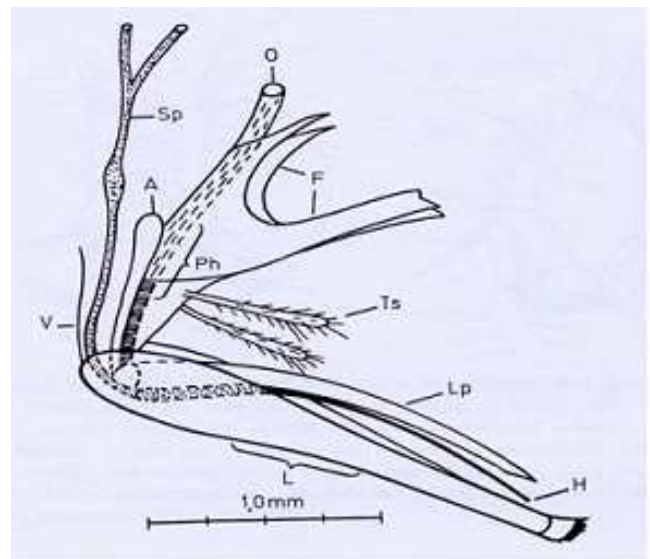


Figure 4 : Schéma des pièces buccales des stomoxes [1]. L = labium, H = hypopharynx, Lp = labre, O = œsophage, Sp = glande salivaire, Ts = palpes, V = membrane entre le proboscis et la capsule céphalique.

II. Biologie, abondance et variations des populations de stomoxes à La Réunion:

Accouplement, oviposition et site de ponte

L'étude de l'accouplement et de la ponte de *S. calcitrans* a montré que la prise de repas de sang est nécessaire à la fertilité des mâles [16] et à la maturation folliculaire des femelles [17, 18]. Toutefois, les deux sexes peuvent survivre en s'alimentant de nectar et de pollen [19, 20].

La durée de pré-oviposition est variable et inversement proportionnelle à la température. La période de pré-oviposition la plus courte observée était de 4,3 jours à 30°C et la plus longue de 11,7 jours à 20°C [21]. La fécondité des femelles de *S. calcitrans* dépend également de la température. Les femelles pondraient au cours de leur existence moins de 30 œufs à 15°C et plus de 700 œufs à 25°C [22]. Très peu de données sont disponibles dans la littérature concernant les paramètres de reproduction de *S. niger*.

Les sites de ponte et de développement larvaire sont très variés, et sont souvent associés à de mauvaises conditions sanitaires et à une mauvaise gestion des élevages [23]. Pour *S. calcitrans*, la matière végétale en décomposition, éventuellement mélangée à des déjections constitue le site de ponte de prédilection [5, 24]. Les déjections pures d'animaux sont moins attractives [1, 19]. Le milieu de ponte doit être friable, poreux, avoir un fort taux d'humidité, et une température comprise entre 15 et 30°C [25]. *S. niger* pond préférentiellement dans un substrat végétal en décomposition, notamment les amas de feuilles de canne à sucre laissées sur le sol après la coupe [26].

Les immatures

Le cycle de développement des stomoxes comprend 4 stades : l'œuf, le stade larvaire, la nymphe (ou pupa) et l'adulte (Fig. 5). Le passage d'un stade à l'autre et la durée de chacun d'eux sont fonction de la température et de l'humidité [22].

Chez *S. calcitrans*, la durée moyenne pour passer de l'œuf à l'adulte est inversement proportionnelle à la température, il faut plus de 60 jours à 15°C et moins de 12 jours à 30°C, la durée

minimale étant observée à 31°C [22]. Globalement, la survie des immatures est maximale à 20-22°C.

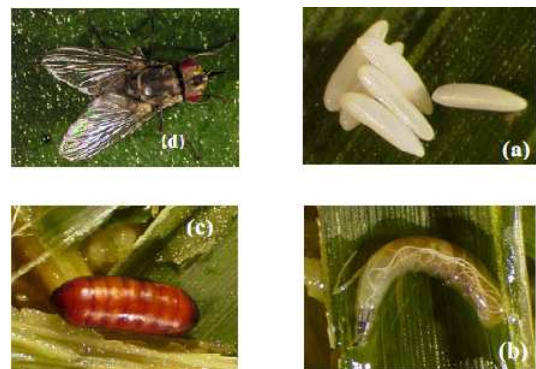


Figure 5 : Le cycle de développement des stomoxes comprend quatre stades : (a) l'œuf (environ 1 mm), (b) la larve (mesurant jusqu'à 1 cm au stade L3), (c) la pupa renfermant la nymphe (4 à 7 mm) et (d) l'imago (5 à 7 mm).

Au stade de croissance active, les larves recherchent une humidité très proche de la saturation, une température de 15 à 30°C et sont fortement attirées par l'odeur des fèces de cheval et de vache et de certains produits comme l'ammoniaque, l'éthylamine, le triméthylamine et l'acétone [4]. A l'approche de la pupaison, les larves préfèrent une humidité de 75 à 83% et une température de 15 à 25°C sachant que les pupes de *S. calcitrans* tolèrent facilement des températures comprises entre 20°C et 30°C [4].

Préférences trophiques, comportement et dispersion

Chez les stomoxes, le sens visuel et le thigmotaxisme sont excellents ainsi que le sens olfactif, affiné par des chémorécepteurs de contact [27]. Le choix de leur victime est donc fonction de la couleur, de l'épaisseur du pelage, de la taille, des mouvements et des odeurs. Les hôtes préférentiels de *S. calcitrans* sont les gros mammifères à sang chaud tels que les bovidés et les équidés. Cependant, dans des conditions naturelles extrêmes, les hommes peuvent également être attaqués. Chez les bovins, les stomoxes se nourrissent préférentiellement sur la partie inférieure des membres où le pelage est plus fin, les vaisseaux sanguins plus proches de la surface de la peau et les réactions de défense moins efficaces [5].

Les stomoxes attaquent de jour [28, 29] avec agressivité et la prise d'un repas de sang complet dure en moyenne de 2 à 30 minutes selon les espèces et la saison [26, 30, 31, 32]. Chez *S. calcitrans* et *S. niger*, l'activité journalière est bimodale en région chaude ou tropicale (un tôt le matin et un en fin d'après-midi), unimodale en pays tempérés ou en saison fraîche avec un pic en début d'après-midi [4].

Enfin, les stomoxes semblent être capables de parcourir de grandes distances (de l'ordre de quelques kilomètres, voir plusieurs dizaines dans certaines situations) afin de se nourrir et de migrer vers des conditions plus favorables [33].

Abondances et variations

L'abondance des deux espèces de stomoxes varie dans le temps et l'espace.

A La Réunion, une variation altitudinale de leurs abondances et de leurs ratios est observée pour les deux espèces. *S. niger* est plus prépondérant en basse altitude (<950m) tandis que *S. calcitrans* a une répartition plus homogène jusqu'à 1600 mètres environ [4]. Cette dernière tolère en effet des températures plus tempérées et est donc dominante en haute altitude. *S. niger* se présente comme l'espèce dominante dans les zones de cultures cannières ou à proximité [5].

Aussi, une variation saisonnière, de plus en plus marquée quand l'altitude augmente, fut mise en évidence chez les deux espèces [4]. En effet, la taille des populations diminue fortement en hiver (de juillet à septembre) avec des effectifs très faibles, voire nuls pour *S. niger* à partir d'une certaine altitude. Au printemps, les populations augmentent rapidement pour atteindre des pics de pullulations en été (février – mars). Ce pic correspond nettement à la saison des pluies, mais aussi à la période de coupe des cannes, offrant ainsi un site de ponte illimité à une population d'insecte déjà en expansion [5].

Autour des étables, on constate aussi une variation journalière de l'abondance des stomoxes, relative aux pics d'activités. Pendant les heures les plus chaudes, les stomoxes se réfugient dans la végétation environnante, délaissant ainsi les animaux. Quoiqu'il en soit, la proportion de stomoxes dans la végétation est

nettement supérieure à celle présente sur les animaux, quelque soit l'heure de la journée [34].

Ainsi, la densité apparente des stomoxes, au cours d'une journée ou tout au long de l'année, se montre très dépendante des variables climatiques [4], de la nature et de la proximité des sites de ponte [5].

III. Impact direct des stomoxes

La première nuisance notable provoquée par les stomoxes est la spoliation sanguine. Des pertes importantes, de l'ordre de 0,5 à 1 litre de sang par bovin et par jour dans les élevages les plus atteints, ont été démontrées [5].

Il a également été rapporté que le harcèlement perturbe de façon importante le comportement alimentaire des bovins [35]. Ces derniers réagissent de façon intense aux piqûres douloureuses des stomoxes [36]: coups de pattes, mouvements de la tête, des oreilles, de la queue, trémulations des muscles peauciers, etc. La fréquence de ces diverses réactions peut être rattachée à l'abondance de mouches.

Les conséquences directes [37] de l'anxiété induite par le harcèlement et la spoliation sanguine importante, sont une diminution des défenses immunitaires des animaux, permettant ainsi l'expression de maladies latentes, et une réduction des performances zootechniques [5, 38, 39, 40].

IV. Impact indirect des stomoxes

Les piqûres de stomoxes étant douloureuses, la prise de repas de sang se fait de manière interrompue avec un changement fréquent d'hôtes au cours d'un même repas. Lors de ce changement, le sang contenu dans les pièces buccales est régurgité chez le nouvel hôte. Ces aspects de la prise de repas font du stomoxes un potentiel vecteur mécanique d'agents pathogènes [4, 41]. Ils sont donc susceptibles de transmettre des rickettsies, des bactéries, des virus, des protozoaires ou des helminthes présents dans le sang ou la lymphe de leur hôte [41]. A La Réunion, les stomoxes jouent un rôle principal dans la transmission de l'anaplasmose [42], une maladie d'importance économique responsable de 10.59% des mortalités bovines en 2000 et d'au

15% des interruptions de gestation avant 2003 (données GDS Réunion). Les stomoxes sont aussi fortement suspectés dans la dissémination de la leucose bovine enzootique, la maladie des muqueuses (BVD), l'épizootie de dermatose nodulaire contagieuse de 1991 et dans l'épizootie de fièvre catarrhale ovine de 2008.

V. Contrôle des populations de stomoxes

Modes de luttés contre les stomoxes

A la Réunion, la lutte intégrée contre les stomoxes est principalement organisée par le Groupement de Défense Sanitaire de la Réunion (GDS Réunion). Le groupement emploie différents moyens de lutte dits environnementaux, physiques, chimiques et biologiques [42]. Bien sûr, leur mise en œuvre passe par une prise de conscience de l'éleveur de l'importance de son environnement et de son itinéraire technique sur l'état sanitaire de son troupeau.

La lutte environnementale consiste à modifier le biotope des stomoxes pour le rendre impropre à la ponte et à la prolifération des larves tout en constituant une barrière naturelle à leur progression. Cette lutte implique la gestion des effluents d'élevage, l'élimination des reposoirs à mouches (débroussaillage régulier autour des stabulations), l'élimination ou l'étouffement des sites de pontes des stomoxes constitués par les refus de nourriture et les tas de fumiers.

La lutte physique passe par l'utilisation de plusieurs pièges. Le piège Vavoua (photo 2), initialement conçu pour la lutte contre les glossines, se montre très efficace et spécifique des stomoxes [40]. Les fils à colle sont également utilisés de façon stratégique dans l'exploitation, au-dessus des cornadis pour diminuer le nombre de mouches autour des bovins lorsque ceux-ci se nourrissent.

La lutte chimique reposa durant longtemps sur l'utilisation unique d'un insecticide à base de deltaméthrine (pyrèthrianoïde) contre les stomoxes adultes. Le produit actif était, et est encore, utilisé en pour-on ou en aspersion conjointement à la lutte contre les tiques. Cependant, le traitement direct des animaux pose souvent des effets contraignants pour la production. Les ombrières reposoirs, encore en cours d'essai, propose une

alternative prometteuse aux contraintes du traitement direct. En se basant sur le comportement des stomoxes, ces ombrières créent une barrière sur le couloir de vol des stomoxes et proposent un reposoir alternatif imprégné d'insecticide. De plus, le dispositif permet une action étendue aux mouches domestiques. Des larvicides (régulateur de croissance) sur les lieux de ponte des stomoxes sont aussi employés et des essais à base d'huiles essentielles ont été menés, mais pas développés.



Photo 2 : Piège Vavoua

Une lutte biologique a aussi été menée contre les stomoxes à l'île de La Réunion. Cette lutte se traduisait par des lâchers de micro hyménoptères parasitoïdes, *Spalangia endius* (photo 3), sur les élevages de l'île. Cette espèce, qui était produite par l'insectarium du GDS, est un parasitoïde ovipar solitaire des Muscidae [43]. Le parasitoïde pond dans la puppe, l'œuf s'y développe jusqu'à l'émergence de l'adulte. La puppe de la mouche parasitée n'est ainsi plus viable. A l'île Maurice, la lutte est dirigée contre *S. niger* par l'emploi d'autres parasitoïdes : *Trichopria spp* et *Tachinaephagus stomoxicidae*.



Photo 3 : Un *Spalangia endius* posé sur une puppe de *Stomoxys calcitrans*

Autres modes de contrôle

Les autres modes de contrôle des populations de stomoxes sont naturels [5]. Les populations sont régies naturellement par les conditions climatiques, la prédation et par les maladies. En effet, les stomoxes se montrent sensibles à un certains nombres d'agents pathogènes, en particuliers bactéries et champignons. Des mycoses (jamais observées ailleurs), par *Batkoa apiculata*, entraînant des mortalités spectaculaires ont déjà été observées sur l'île. Quelques essais d'utilisation de cet entomopathogène, infructueuses jusqu'à présent, ont été menés afin de l'intégrer au volet lutte biologique dans un futur proche.

Références bibliographiques

- [1] **Zumt F., 1973.** The Stomoxyine biting flies of the world. Taxonomy, biology, economic importance and control measures. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 175pp.
- [2] **Brues C.T., 1913.** The geographical distribution of the stable fly, *S. calcitrans*. J. Eco. Entomol. 6: 459-477.
- [3] **Smith J.P., Hall R.D. & Thomas G.D., 1987.** Field parasitism of the stable fly (Diptera: Muscidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 80 391-397
- [4] **Gilles J., 2005.** Dynamique et génétique des populations d'insectes vecteurs. Les stomoxes, *Stomoxys calcitrans* et *Stomoxys niger niger* dans les élevages bovins réunionnais. Thèse de doctorat en science, UFR Saint Denis, La Réunion. 135p.
- [5] **Barré N., 1981.** Les stomoxes ou « mouches bœuf » à La Réunion : pouvoir pathogène, écologie, moyen de lutte. Maison Alfort (FRA) –GERDAT –EMVT, 90p.
- [6] **Kangwagye T.N., 1973.** Diurnal and nocturnal biting activity of flies (Diptera) in western Uganda. Bull. Entomol. Research 63, 17-29.
- [7] **Charlwood J.D. & Sama S., 1996.** The age structure, biting cycle and dispersal of *Stomoxys niger* Macquart (Diptera : Muscidae) from Ifakara, Tanzania. African Entomol. 4(2): 274-277.
- [8] **Ramsamy M.P., 1979.** Studies on the large-scale rearing of the stable fly, *Stomoxys nigra* Macquart (Diptera: Muscidae). Bull. Entomol. Research 69: 477-489.
- [9] **Garros C., Gilles J. & Duvallet G., 2004.** Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *S. niger* (Diptera : Muscidae). Comparaison de populations de l'île de La Réunion. Parasite 11 : 329-332.
- [10] **Gilles J., Litrico I. & Duvallet G., 2005.** Microsatellite loci in the stable fly, *Stomoxys niger niger* (Diptera: Muscidae) on La Réunion Island. Mol. Ecol. Notes 5: 93-95.
- [11] **Gilles J., David J-F. & Duvallet G., 2005.** Temperature effects on development and survival of two stable flies, *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger* (Diptera: Muscidae), in La Réunion Island. J. Med. Entomol. 42 (3): in press.
- [12] **Gilles J., David J-F., Duvallet G., 2005.** Effects of temperature on the rate of increase of two stable flies from La Réunion island, *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger* (Diptera: Muscidae). J. Med. Entomol. (in press).
- [13] **Masmeatathip R., Gilles J., Ketavan C. & Duvallet G., 2006.** First survey of seasonal abundance and daily activity of *Stomoxys spp.* (Diptera : Muscidae) in Kamphaengsaen campus, Nakornpathom Province Thailand. Parasite, 13, 245-250.
- [14] **Masmeatathip R., Ketavan C. & Duvallet G., 2006.** Morphological Studies of *Stomoxys spp.* (Diptera: Muscidae) in central Thailand. Kasetsart Journal, 40, 872-881.
- [15] **Mavoungou J.F., Jay-Robert P., Gilles J., Atsame E.A. & Duvallet G., 2008.** Ecology of *Stomoxys* flies (Diptera: Muscidae) in Gabon. First survey in different ecological areas. Parasite, 15(1), 27-34.
- [16] **Anderson J.R., 1966.** Effect of nutrition on mating of *Stomoxys calcitrans* (L.). Bull. Entomol. Soc. Am. 12: 285-302.
- [17] **Killough R.A. & McKinstry D.M., 1965.** Mating and oviposition studies of the stable fly. J. Econ. Entomol. 58(3): 489-491.
- [18] **Sutcliffe J.F., Dcambre C. & Downe A.E.R., 1993.** Effects of 2 blood-feeding regimes on mortality and female reproduction in a laboratory colony of Stable Flies, *Stomoxys calcitrans*. Med. Vet. Entomol. 7(2): 111-116.
- [19] **Foil L.D. & Hogsette J.A., 1994.** Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. Rev. Scient. Tech. Off. Intern. Epizooties 13(4): 1125-1158.
- [20] **Jones C.J. Milne D.E., Patterson R.S., Schreiber E.T. & Milio J.A., 1992.** Nectar Feeding by *Stomoxys calcitrans* (Diptera, Muscidae), Effects on Reproduction and Survival. Environ. Entomol. 21(1), 141-147.
- [21] **Sutherland B., 1979.** Some effects of temperature on the adults, eggs and pupae of *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae). Onderstepoort. J. Vet. Research 46: 223-227.
- [22] **Lysyk T.J., 1998.** Relationships between temperature and life-history parameters of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). J. Med. Entomol. 35(2): 107-119.
- [23] **Meyer J. A. & Petersen J.J., 1983.** Characterization and seasonal distribution of breeding sites of stable flies and house flies (Diptera : Muscidae) on Eastern Nebraska feedlots and dairies. J. Econ. Entomol. 76: 103-108.
- [24] **Lysyk T.J., 1993.** Adult resting and larval development sites of stable flies and house flies (Diptera : Muscidae) on dairies in alberta. J. Econ. Entomol. 86(6): 1746-1753.
- [25] **Hafez M. & Gamal-Eddin F.M., 1959.** Ecological studie on *Stomoxys calcitrans* L. and *sitiens* Rond.in

- Egypt, with suggestions on their control. Bull. Soc. Entomol. Egypte 43: 245-254.
- [26] **Kunz S.E. & Monty J., 1976.** Biology and ecology of *Stomoxys nigra* Macquart and *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera, Muscidae) in Mauritius. Bull. Entomol. Research 66: 745- 755.
- [27] **Leclercq M., 1971.** Les mouches nuisibles aux animaux domestiques. Presses agronomiques de Gembloux: 199pp.
- [28] **Harley J.M.B., 1965.** Seasonal abundance and diurnal variations in activity of some *Stomoxys* and *Tabanidae* in Uganda. Bull. Entomol. Research : 319-332.
- [29] **Schofield S. & Brady J., 1996.** Circadian activity pattern in the stable fly, *Stomoxys calcitrans*. Physiol. Entomol. 21: 159-163.
- [30] **Hafez M. & Gamal-Eddin F.M., 1959.** On the feeding habits of *Stomoxys calcitrans* L. and *sitens* Rond., with special reference to their biting cycle in nature. Bull. Soc. Entomol. Egypte 43: 291-301.
- [31] **Schofield S. & Torr S.J., 2002.** A comparison of the feeding behaviour of tsetse and stable flies. Med. Vet. Entomol. 16: 177-185.
- [32] **Lysyk T.J., 1995.** Temperature and population density effects on feeding activity of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). J. Med. Entomol. 32(4): 508-514.
- [33] **Bailey D.L., Whitfield T.L. & Smittle B.J., 1979.** Flight and dispersal of the stable fly. J. Econ. Entomol. 66: 410-411.
- [34] **Ehrhardt N., 2006.** Etude de l'activité d'une formulation à 50‰ de deltaméthrine sur *Stomoxys calcitrans* à La Réunion : résistance et rémanence. Ecole Nat. Vet. Toul. Thèse : 2006-TOU3-4025, 88p.
- [35] **Bishopp F.C., 1913.** The stable fly (*Stomoxys calcitrans* L.), an important live-stock pest. J. Econ. Entomol. 6: 112-126.
- [36] **Campbell J.B., White R.G., Wright J.E., Crookshank R. & Clanton D.C., 1977.** Effects of stable flies (Diptera-Muscidae) on weight gains and feed-efficiency of calves on growing and finishing rations. J. Econ. Entomol. 70(5): 592-594.
- [37] **Dougherty et al, 1995.** Behavior of grazing cattle exposed to small populations of stable flies (*Stomoxys calcitrans* L.) App. Anim. Beh. Sc. 42 (1995) 231-248.
- [38] **Mullens B.A. et al, 2006.** Behavioural responses of dairy cattle to the stable fly, *Stomoxys calcitrans*, in an open field environment. Med. Vet. Entomol. 20: 122-137.
- [39] **Hogsette J.A. & Farkas R., 2000.** Secretophagous and hematophagous higher diptera. Manual of palearctic diptera. 1:769-792.
- [40] **Dia M.L., Desquesnes M., Elsen P., Lancelot R. & Acapovi G., 2004.** Evaluation of new trap for tabanids and stomoxiines. Bull. Soc. Roy. Belge Entomol. 140:64-73.
- [41] **Bouyer J., Grimaud Y., Pannequin M., Esnault O. & Desquesnes M., 2011.** Importance épidémiologique et contrôle des stomoxes à La Réunion. Bull. Épidémiol. Santé animale et alim. 43:53-58
- [42] **Hüe T. & Cenicerros R., 2007.** Gestion de la lutte contre les hémoparasitose et leurs vecteurs. Île de La Réunion. Etat des connaissances en 2007. CIRAD – GDS Réunion. 106p.
- [43] **Morgan P.B., Patterson R.S. & Labrecque G.C., 1976.** Host parasitoid relationship of the house fly, *Musca domestica* L. and the protolean parasitoid *Spalangia endius* Walker. (Diptera: Muscidae and Hymenoptera: Pteromalidae). J. Kansas Entomol. Soc. 49: 483-488

Annexe 1 : Aires de distribution de 17 espèces du genre *Stomoxys* [1, 2]

