

Importance épidémiologique et **contrôle des stomoxes** à la **Réunion**

Jérémy Bouyer(1,2) (bouyer@cirad.fr), Yannick Grimaud (3), Marion Pannequin (4), Olivier Esnault (3), Marc Desquesnes (5,6)

(1) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR Cirad-Inra CMAEE, Montpellier, France

(2) Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA) - Laboratoire national d'élevage et de recherches vétérinaires (LNERV), Service de Parasitologie, Dakar – Hann, Sénégal

(3) Groupement de défense sanitaire Réunion (GDS Réunion), la Réunion, France

(4) Groupement d'éleveurs pour la santé animale à Mayotte (GESAM), Mayotte, France

(5) Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

(6) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR Intertryp, Montpellier, France

Résumé

Une synthèse des connaissances sur l'écologie, l'importance épidémiologique et le contrôle des stomoxes à l'île de la Réunion est présentée. L'intensification de l'élevage bovin dans ce département a créé des conditions optimales pour la pullulation de ces insectes hématophages. Les stomoxes sont non seulement une nuisance directe par la spoliation sanguine et le stress lié au harcèlement des animaux, mais aussi et surtout une nuisance indirecte, en tant que vecteurs mécaniques de nombreuses maladies animales. À la Réunion, le principal rôle pathogène des stomoxes est la transmission de l'anaplasmose bovine, qui est une contrainte sanitaire majeure pour l'élevage de races européennes. Des études récentes ont permis de mieux appréhender leur distribution, leur dynamique et leur structure de populations, mais leur contrôle, organisé par le Groupement de Défense Sanitaire, reste problématique. Les essais mis en place depuis 1994, ont donné des résultats variables; les perspectives sont discutées. De nombreuses pistes de recherche sont explorées pour mieux comprendre leur rôle dans la transmission mécanique immédiate ou différée des agents pathogènes. L'amélioration de leur contrôle pourra être assurée en mettant en place une politique de gestion intégrée à l'échelle de l'île, basée sur une meilleure prise en compte des connaissances sur leur écologie et sur l'intégration de nouvelles méthodes de lutte (pédiluves, champignons entomopathogènes, moustiquaires imprégnées).

Mots clés

Stomoxes, transmission mécanique, lutte anti-vectorielle intégrée, contrôle écologique

Abstract

The epidemiological significance of stable flies (*Stomoxys calcitrans*) on Réunion Island and their control
*A synthesis of current knowledge regarding the ecology, epidemiological significance and control of stable flies (*Stomoxys calcitrans*) on Réunion Island. Increasingly intensive cattle production in the Réunion Island département of France has created optimal conditions for the swarming of these hematophagous insects. Stable flies are not only a direct nuisance due to the blood loss and stress they cause by harassing cattle, but are also, and more importantly, an indirect nuisance due to their role as mechanical vectors of numerous animal diseases. On Réunion Island, the main pathogenic role played by *Stomoxys calcitrans* is the transmission of bovine anaplasmosis, which is a major health concern for European cattle breed production. Recent studies have improved understanding of the distribution, dynamics and population structure of these insects; however their control, organised by the Groupement de Défense Sanitaire, remains problematic. Trials held since 1994 have shown mitigated results and the outlook for the future is uncertain. Many avenues of research are being explored in order to improve understanding of the role of these flies in the immediate or delayed mechanical transmission of pathogens. The implementation of an integrated island-wide management policy based on better processing of information on the ecology of these insects and on the incorporation of new control methods (foot baths, entomopathogenic fungi, insecticide-treated nets) could ensure improved control of *Stomoxys calcitrans*.*

Keywords

Stomoxys calcitrans, stable fly, mechanical transmission, integrated vector control, ecological control

Introduction

À la Réunion, l'élevage bovin a connu un développement accéléré à partir du XX^e siècle; l'introduction de races améliorées dans ce milieu tropical a entraîné de lourdes contraintes sanitaires, particulièrement liées aux hémoparasitoses, première cause de mortalité bovine. Ces maladies sont transmises par les tiques de l'espèce *Rhipicephalus (boophilus) microplus* et par les mouches du genre *Stomoxys* spp. Les pullulations de stomoxes sont remarquables dans ce département, où deux espèces cohabitent: *Stomoxys calcitrans* L. et *Stomoxys niger niger* (Macquart 1851).

Écologie des stomoxes à la Réunion

Les stomoxes sont des Diptères Brachycères hématophages associés au bétail, à la faune sauvage et parfois à l'Homme et impliqués dans la transmission de nombreux agents pathogènes (Tableau 1). Ces mouches piqueuses diurnes (Figure 1) peuvent survivre en s'alimentant de nectar et de pollen, mais les deux sexes sont hématophages et leur reproduction est conditionnée par la prise de sang. L'activité journalière est bimodale en saison chaude, unimodale en saison fraîche [1]. Si la nourriture est insuffisante ou les animaux trop peu

nombreux, elles peuvent parcourir de grandes distances, jusqu'à 5 km, pour trouver du bétail et des conditions plus favorables [2].



Figure 1. *Stomoxys calcitrans* gorgée de sang, éliminant l'excès d'eau sous forme d'une goutte annale.
Photo: O. Esnault

Tableau 1. Principaux agents infectieux transmis ou transmissibles mécaniquement au bétail par des insectes hématophages (tabanides et stomoxes)

Anémie infectieuse des équidés (AIE)	<i>Bacillus anthracis</i> (charbon bactérien)
Blue tongue/fièvre catarrhale ovine	<i>Clostridium chauvoei</i>
Stomatite vésiculeuse	<i>Clostridium perfringens</i>
Rinderpest	<i>Pasteurella multocida</i>
Fièvre aphteuse	<i>Pasteurella tularensis</i>
Lumpy Skin Disease	<i>Pasteurella bollingeri</i> (septicémie hémorragique du buffle)
Encéphalites équine	<i>Francisella tularensis</i> (tularémie)
Fièvre de la vallée du Rift	<i>Brucella abortus</i> , <i>B. suis</i> , <i>B. melitensis</i>
Leucose bovine enzootique	<i>Listeria monocytogenes</i>
Helminthes	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>
<i>Dirofilaria repens</i>	<i>Leptospira</i> spp.
<i>Dirofilaria roemeri</i>	Protozoaires
<i>Onchocerca gibsoni</i>	<i>Trypanosoma vivax</i>
Rickettsies	<i>Trypanosoma evansi</i>
<i>Coxiella burnetii</i> (fièvre Q)	<i>Trypanosoma congolense</i> , <i>T. simiae</i> , <i>T. brucei</i>
<i>Eperythrozoon ovis</i>	<i>Trypanosoma melophagium</i>
<i>Anaplasma marginale</i>	<i>Besnoitia besnoitii</i>

Le cycle de développement des stomoxes, dépendant de la température et de l'humidité, comprend quatre stades (Figure 2). Les sites de ponte sont constitués par de la matière végétale en décomposition, comme la litière ou les déchets alimentaires, éventuellement mélangée à des déjections pour *S. calcitrans* [3]. Les fèces pures ou le fumier exposé aux intempéries ne sont pas propices à la ponte. *S. niger* préfère les amas de feuilles de canne à sucre laissées sur le sol après la coupe. La reproduction a lieu principalement en milieu ouvert mais ombragé, avec une température optimale entre 22 et 28 °C, conditions fréquemment rencontrées à la Réunion. Pendant la saison froide, en hiver austral « dans les Hauts », *S. calcitrans* se reproduit volontiers et préférentiellement à l'intérieur des étables, abandonnant les sites

de ponte extérieurs. En milieu tropical cependant (dans « les Bas » de l'île), la reproduction perdure à l'extérieur.

L'abondance des deux espèces varie en fonction des conditions géoclimatiques, de la nature et de la proximité des sites de pontes. *S. niger* est prépondérant en basse altitude (< 950 m) et dominante dans les zones à cultures cannières [3,4]. *S. calcitrans* a une répartition plus homogène jusqu'à 1 600 mètres environ [1]. En hiver, la taille des populations diminue fortement (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 pullulation en été (février-mars), correspondant à la saison des pluies et à la période de coupe des cannes. De plus, les facteurs de conduite d'élevage, notamment le mode de gestion des effluents, semblent prépondérants pour expliquer l'abondance des deux espèces de stomoxes au sein des élevages bovins laitiers [1,4].

Rôle pathogène des stomoxes à la Réunion

Les stomoxes ont deux effets néfastes sur le bétail réunionnais :

- un effet direct par lésion cutanée (jusqu'à plusieurs milliers de piqûres par jour) provoquant douleur, effets toxiques et irritants de la salive, spoliation sanguine, harcèlement visuel et sonore, et surinfections cutanées, entraînant une diminution des défenses immunitaires et permettant ainsi l'expression de maladies latentes, une perturbation de l'alimentation et une réduction des performances zootechniques [5]. Barré (1981) a estimé une prise de sang allant de 0,5 à 1 L/bovin/jour dans les élevages les plus atteints;
- un effet indirect par la transmission d'agents pathogènes (rickettsies, bactéries, virus, protozoaires ou helminthes (Tableau 1) présents dans le sang ou la lymphe de leurs hôtes, en temps que vecteurs mécaniques (Encadré).

Les stomoxes peuvent être localement hyperabondants dans cette île (plusieurs millions par élevage). Ces insectes turbulents changent facilement d'hôte au cours d'un même repas, ce qui en fait d'excellents vecteurs mécaniques. En règle générale, le temps et l'espace de sécurité au-delà desquels les agents pathogènes ont peu de chances d'être transmis mécaniquement d'un animal à l'autre par des insectes piqueurs sont de l'ordre de quelques minutes et environ

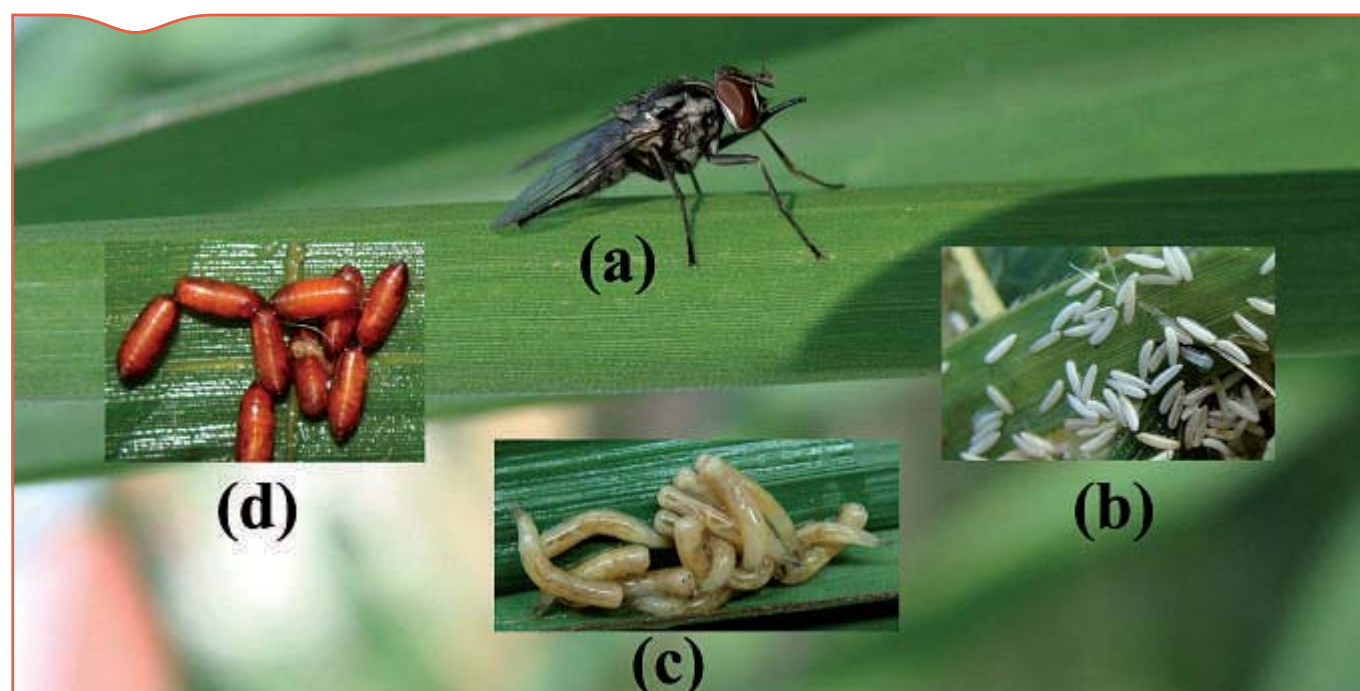


Figure 2. Le cycle de développement des stomoxes comprend quatre stades : (a) l'imago, de 5 à 7 mm de long, (b) l'œuf, d'environ 1 mm, (c) la larve, mesurant jusqu'à 1 cm au stade L3 et (d) la puppe, de 4 à 7 mm.

Photos : M. Pannequin

100 mètres [6]. Les vecteurs mécaniques sont donc susceptibles de transmettre des agents pathogènes à l'intérieur de troupeaux ou entre deux troupeaux très mitoyens, voire distants grâce à la régurgitation différée d'une partie du repas pendant le repas suivant (Encadré). La responsabilité des vecteurs mécaniques a été suspectée ou démontrée dans la transmission de nombreuses maladies (Liste exhaustive du Tableau 1) [7-11]. Les vecteurs mécaniques peuvent à eux seuls induire des incidences de 100 % d'infections en moins de deux semaines quand les conditions sont optimales [12].

Qu'est-ce qu'un vecteur mécanique ?

Un vecteur mécanique est un insecte hématophage susceptible de piquer (ou sucer) successivement plusieurs hôtes, à quelques minutes ou heures d'intervalle [8], et pouvant transmettre avec sa salive des agents pathogènes. Il n'y a ni évolution ni multiplication de l'agent pathogène chez le vecteur, par opposition à la transmission cyclique.

Lorsque le repas sanguin est interrompu, il réitère ses tentatives de piqûre le plus souvent sur le même animal ou sur un animal voisin, ce qui permet la transmission.

La transmission du sang résiduel du proboscis est immédiate, au cours d'un repas interrompu.

La régurgitation de sang à partir contenu intestinal ou du jabot, pourrait expliquer une transmission différée (24h à 48h après le repas infectant).

Les principaux paramètres de la transmission mécanique sont l'abondance des agents pathogènes dans le sang du premier hôte, la virulence du pathogène, l'état physiologique des hôtes, la densité des insectes piqueurs, la proximité entre hôtes, et des variables spécifiques du couple hôte/vecteur (taux d'interruption des repas, de changement d'hôte, volume de sang transmis, etc.) [20].

À la Réunion, le principal rôle pathogène des stomoxes est probablement la transmission de l'anaplasmose, qui entraîne des troubles de la reproduction (infertilité des taureaux, anœstrus, avortements) dans sa forme chronique, et reste parmi les pathologies les plus graves dans les élevages laitiers dans sa forme aiguë, étant responsable de 67 % des mortalités par hémoparasitoses en 2000 (données du réseau d'épidémiologie-surveillance de l'île de la Réunion (RESIR), GDS Réunion). L'anaplasmose est en situation enzootique instable, avec des séroprévalences comprises entre 20 et 40 %, pour plusieurs raisons :

- les saisons contrastées entraînent une rupture de la reproduction des stomoxes de mai-juin à octobre, empêchant une partie des veaux de s'infecter avant l'âge de 9 mois, ce qui permettrait une enzootie stable avec peu de cas cliniques [13];
- les anaplasmes sont également transmis par les tiques, leur vecteur biologique (*Rhipicephalus microplus* surtout), qui ne sont pas présentes chez tous les éleveurs, ce qui rend l'état immunitaire des troupeaux très hétérogène d'un élevage à l'autre;
- le renouvellement des troupeaux est assuré principalement par des bovins indemnes provenant des fermes productrices de génisses ou de broutards qui maîtrisent bien cette maladie (coopératives Sicalait et Sicarevia), ou importés d'Europe et donc plus sensibles aux anaplasmes.

On suspecte aussi un rôle important des stomoxes dans la dissémination de la leucose bovine enzootique (LBE) et de la maladie des muqueuses à la Réunion, ainsi que dans l'épizootie de dermatose nodulaire contagieuse de 1991, ou plus récemment (2008) dans la transmission de la fièvre catarrhale ovine (FCO) et de l'encéphalite enzootique des cervidés.

Lutte contre les stomoxes à la Réunion

La lutte contre les stomoxes est un domaine encore peu exploré, même si de nombreuses méthodes existent [14]. À la Réunion, ils représentent une telle nuisance qu'ils ont justifié la mise en place de nombreuses méthodes de lutte, faisant de cette île une source d'informations très précieuses. Cette lutte est principalement organisée par le GDS Réunion. Les différentes techniques actuelles de lutte sont :

- environnementale, par modification du biotope et étouffement des sites de pontes;
- physique, par l'utilisation de pièges Vavoua ou de fil à colle (Figure 3);
- chimique, en aspersion ou en pour-on et conjointement à la lutte contre les tiques;
- biologique, par l'emploi du parasitoïde *Spalangia endius*.

À la Réunion, le traitement chimique par aspersion des animaux est la technique la plus utilisée par les éleveurs: elle permet une réduction de plus de 90 % des attaques lors d'un traitement, mais cet impact est temporaire (10-15 jours) et n'entraîne pas de réduction globale de

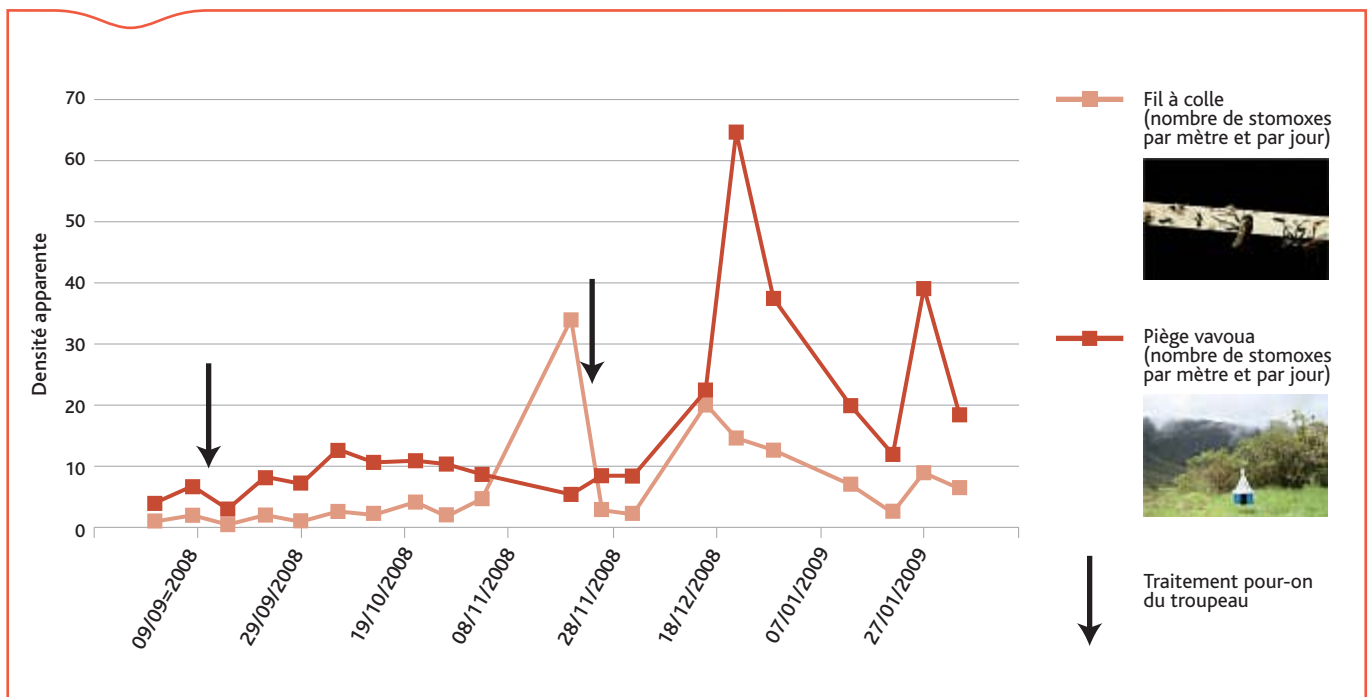


Figure 3. Impact du traitement pour-on sur la nuisance aux animaux causée par les stomoxes (fils à colle posés dans l'étable) et sur la densité de la population dans un élevage de la Réunion (pièges Vavoua posés à l'extérieur de l'étable). Source : GDS Réunion 2009

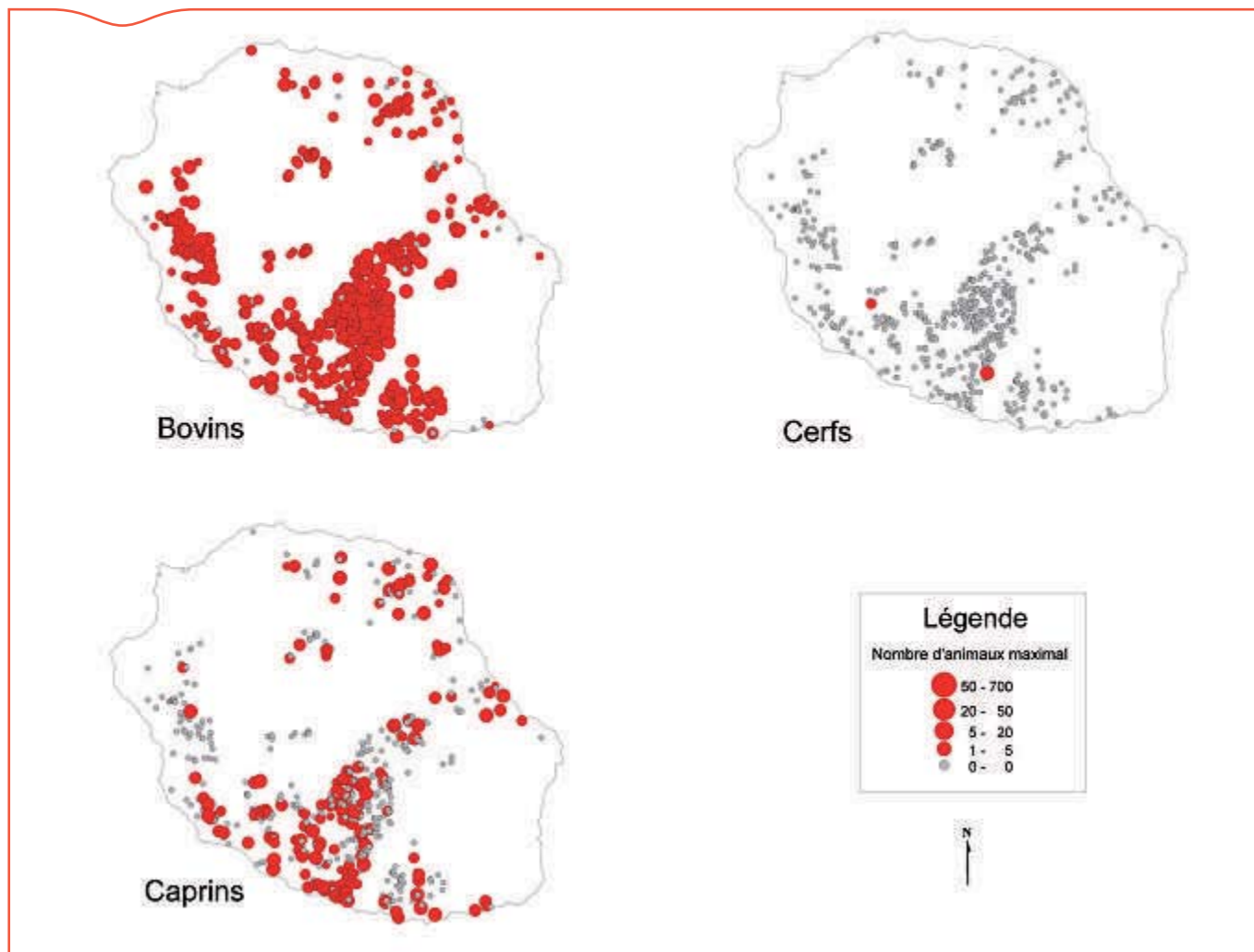


Figure 4. Localisation des élevages de bovins, cerfs et caprins contenus dans la base GDS Réunion en mars 2009.

Source : GDS Réunion

la population (Figure 3). Le sous-dosage est un des risques principaux de cette méthode. Le pour-on a également été utilisé, mais ne permet pas d'obtenir une concentration d'insecticide suffisante dans les parties distales du corps (bas des flancs, abdomen, pattes) [15], qui sont les sites d'attaques principaux des stomoxes.

Une étude récente montre que les populations de *S. calcitrans* prélevées à la Réunion restent sensibles au Butox® (dont la matière active est la Deltaméthrine), qui est utilisé quasi-exclusivement depuis plus de 11 ans, surtout en élevage laitier, avec cependant une baisse de la rémanence de l'effet Knock-Down chez les mouches sauvages par rapport à une souche de référence [16].

De 1994 à 1997, une collaboration GDS Réunion-Chambre d'Agriculture-vétérinaires a permis de subventionner la distribution d'insecticides (66 % du cheptel traité en 1994, 32 % en 1996). Cette action a été poursuivie par le Programme d'option spécifique à l'éloignement et à l'insularité des départements d'Outre-mer (POSEIDOM) vétérinaire (70 % du cheptel traité en 1997, 47 % en 2000), en plus d'une campagne de communication. Malgré l'ampleur et le coût des actions mises en place, celles-ci n'ont eu qu'un effet transitoire, avec pour principal impact positif de faire passer le pourcentage d'éleveurs organisés en filière de 10 % jusqu'en 2000 à 50 % en 2009, ce qui permet d'envisager la mise en place des mesures de lutte collectives à l'échelle de l'île.

L'utilisation exclusive de cette méthode entraînant un risque d'apparition de résistances, le GDS Réunion a diversifié les méthodes utilisées. Par ailleurs, les éleveurs laitiers sont soumis à une évolution de la réglementation des délais d'attente des insecticides utilisés, qui les pousse à ne traiter que les vaches tarées et les génisses pour éviter de perdre du lait.

La lutte mécanique par la pose de pièges Vavoua, de fil à colle (Figure 3) et par aspersion d'eau, souvent additionnée d'huiles essentielles ou d'hydrolat de Géranium sur les animaux, est testée depuis 2000. Ces techniques, bien qu'ayant un impact psychologique important sur les propriétaires (visualisation des mouches détruites ou diminution instantanée de la nuisance), ont un impact négligeable sur les populations de stomoxes [17]. Cet impact pourrait être augmenté par l'utilisation de pièges de lutte imprégnés d'insecticides, introduits à la Réunion en 2009.

La lutte biologique contre les stomoxes a reposé sur l'utilisation de trois parasitoïdes : *Spalangia endius* (depuis 1996), *Trichopria* sp. (1996-2000) et *Tachinaephagus stomoxicidae* (1996-2000). Depuis 2000, seul *Sp. endius* est encore utilisé. L'efficacité de la lutte biologique est bonne en saison froide, mais limitée pendant le pic d'infestation des élevages, conduisant à se demander si elle ne devrait pas être ciblée dans le temps, voire arrêtée. L'absence de réduction durable des densités de stomoxes malgré une longue période d'utilisation semble indiquer qu'il est peu probable que leur utilisation telle que pratiquée actuellement soit rentable.

La lutte environnementale a été appliquée à la Réunion depuis 2003. Elle correspondait à l'élimination des sites de ponte par la gestion du fumier (vente ou bâchage des tas de fumier), du lisier (fosses lisières couvertes) et à l'élimination des dépôts. Ces techniques ont probablement un impact très important sur les densités de stomoxes, comme le montre la comparaison d'élevages avec des systèmes de gestion des effluents plus ou moins efficaces [1,4].

La lutte intégrée correspond à la mise en œuvre de différentes méthodes de lutte contre les vecteurs-cibles, choisies en fonction d'une situation spécifique et selon des prédictions économiques, écologiques

et sociologiques basées sur une bonne connaissance préalable de l'écologie des populations cible [18]. Comme les populations « des bas » communiquent entre elles, probablement en raison des transports passifs de stomoxes adultes par les véhicules et de larves par les échanges de fumier [19], tout programme de lutte intégrée devrait concerner la population entière de l'île (« Area-Wide Integrated Pest Management » ou AW-IPM). Même si différentes techniques ont bien été utilisées simultanément, on ne peut pas vraiment parler de lutte intégrée, qui supposerait une bonne maîtrise de leurs impacts respectifs et de leurs interactions. En revanche, les programmes de lutte et l'assistance apportés par le GDS ont abouti à une bonne collaboration avec les éleveurs qui faciliterait une campagne AW-IPM⁽¹⁾. Le géoréférencement des éleveurs (en cours) est un premier pas vers une telle approche, avec 638 éleveurs déjà intégrés dans la base de données en mars 2009 (Figure 4), sur les 1 147 adhérents au programme, qui ont bénéficié de matériel de lutte en 2010, grâce à la mise en place de points de retrait au lieu de leur distribution par les techniciens. De plus, toutes les filières de production de bétail (bovin, caprin, ovin, porcin et équin) sont actuellement intégrées au sein du GDS Réunion.

Perspectives

L'importance épidémiologique de la transmission mécanique en général, des stomoxes à la Réunion en particulier, est encore largement sous-estimée et mal connue, à telle enseigne qu'on peut parler de thème de recherche négligé, en grande partie faute de financements, alors que celle-ci a pourtant permis récemment l'apparition d'un foyer autochtone de Trypanosomose en France métropolitaine [20].

Il serait donc souhaitable de quantifier l'importance de la transmission mécanique de différents pathogènes par les stomoxes en conditions contrôlées, avec animaux donneurs et receveurs exposés ensemble sous étable moustiquaires [12,21], pour déterminer précisément leur importance épidémiologique et économique (et notamment leur importance relative par rapport aux tiques dans la transmission de l'anaplasmose). Leur rôle fortement suspecté (cf. *supra*) dans la transmission de la FCO et de la LBE intéresse particulièrement les éleveurs réunionnais, la transmission des rétrovirus par les stomoxes étant fortement soupçonnée [22]. De plus, il est nécessaire de quantifier l'importance respective de la transmission du sang résiduel du proboscis et de la régurgitation de sang (voir Encadré).

En ce qui concerne les méthodes de contrôle, il est prévu d'évaluer quantitativement l'impact des mesures déjà mises en œuvre (étude cas/témoins) afin d'optimiser leur intégration et de proposer des solutions *ad hoc* en fonction de la zone géographique et du type d'élevage. De plus, de nouvelles techniques sont en cours d'évaluation par le GDS Réunion.

Les filets moustiquaires imprégnés de pyréthrinoides autour des étables ont permis de réduire le nombre d'attaques de stomoxes subies par les bovins de plus de 70 % au Ghana [14]. Des essais réalisés de septembre 2008 à mars 2009 ont présenté des résultats variables d'une ferme à l'autre, probablement en raison d'une mauvaise connaissance du comportement de vol de ces insectes ou d'une surface protégée insuffisante [23]: en effet, les filets doivent être placés stratégiquement entre les sites de repos et d'attaque, et couvrir une proportion suffisante du couloir de vol. D'autres essais sont prévus, après une formation des éleveurs et techniciens aux techniques de pose.

Concernant la lutte biologique, il est souhaitable de reprendre l'élevage de *Tachinaephagus stomoxicidae*, cette espèce s'étant révélée la plus efficace à Maurice (taux de parasitisme atteignant 80 %). Un renforcement de l'unité de production de l'insectarium du GDS Réunion va permettre de tester des lâchers inondatifs en période hivernale, période où les effectifs sont les plus fragiles.

Le pédiluve insecticide, qui s'est révélé efficace contre les stomoxes au Burkina Faso, sera testé en 2011. Il permet de traiter spécifiquement

les sites d'attaques préférentiels des stomoxes [24]. L'utilisation de plantes-reposoirs pièges traitées est un nouvel axe de recherche qui sera également exploré: les plantes-reposoirs préférentielles des stomoxes seront identifiées et traitées par un insecticide naturel.

Enfin, il est prévu d'étudier l'écologie et le cycle parasitaire du champignon *Batkoa apiculata* (*Entomophthora*), l'un des principaux régulateurs des populations de stomoxes à la Réunion, pour évaluer ses potentialités en tant qu'agent de lutte biologique.

La faisabilité (pratique, technique et économique), la rentabilité, les effets secondaires et la durabilité d'une éradication des stomoxes de La Réunion pouvant faire l'objet de débats contradictoires, seule la nécessité de leur contrôle fait l'unanimité à ce jour. La maîtrise des populations de stomoxes doit donc passer par une lutte intégrée, appliquée régulièrement et faisant appel à des méthodes et outils durables.

Références bibliographiques

- [1] Gilles J. (2005). Dynamique et génétique des populations d'insectes vecteurs. Les stomoxes, *Stomoxys calcitrans* et *Stomoxys niger niger* dans les élevages bovins réunionnais. Université de La Réunion, La Réunion, France: 140.
- [2] Hogsette J. A., Ruf, J. P. & Jones, C. J. (1987) Stable fly biology and control in northwest Florida. *Journal of agricultural entomology*, 4, 1-11.
- [3] Barré N. (1981). Les stomoxes ou « mouches bœuf » à la réunion. Pouvoir pathogène, écologie, moyen de lutte. GERDAT-LEMVT, Maisons-Alfort, France, 90 pp.
- [4] Pannequin M. (2009). Étude des pratiques d'élevage et des facteurs environnementaux influençant l'abondance en stomoxes dans les élevages bovins laitiers. ENVT, Toulouse, France, 109 pp.
- [5] Desquesnes M., Dia, M., Acapovi, G. & Yoni, W. (2005). Les vecteurs mécaniques des trypanosomoses animales: généralités, morphologie, biologie, impacts et contrôle. Identification des espèces les plus abondantes en Afrique de l'Ouest. Cirad & CIRDES, Montpellier, France, 68 pp.
- [6] Foil L. (1983) A mark-recapture method for measuring effects of spatial separation of horses on tabanid (Diptera) movement between hosts. *Journal of Medical Entomology*, 20, 301-305.
- [7] Wells E. A. (1972) The importance of mechanical transmission in the epidemiology of Nagana: a review. *Tropical Animal Health and Production*, 4, 74-88.
- [8] Krinsky W. L. (1976) Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae). *Journal of Medical Entomology*, 13, 225-275.
- [9] Rodhain F. & Perez, C. (1985). Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, Paris, France, 458 pp.
- [10] Foil L. D. (1989) Tabanids as Vectors of Disease agents. *Parasitology today*, 5, 88-96.
- [11] Foil L. D. & Hogsette, J. A. (1994) Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 13, 1125-1158.
- [12] Desquesnes M. & Dia, M. L. (2003) Mechanical transmission of *Trypanosoma congolense* in cattle by the African tabanid *Atylotus agrestis*. *Experimental Parasitology*, 105, 226-231.
- [13] Camus E. & Uilenberg, G. (2003). L'anaplasmose. Dans: Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail en Europe et en Régions Chaudes. Lavoisier, Paris, France: 1099-1107.
- [14] Maia M., Clausen, P.-H., Mehlitz, D., Garms, R. & Bauer, B. (2010) Protection of confined cattle against biting and nuisance flies (Muscidae: Diptera) with insecticide-treated nets in the Ghanaian forest zone at Kumasi. *Parasitology Research*, 106, 1307-1313.
- [15] Vale G. A., Mutika, G. & Lovemore, D. F. (1999) Insecticide-treated cattle for controlling tsetse flies (Diptera: Glossinidae): some questions answered, many posed. *Bulletin of Entomological Research*, 89, 569-578.
- [16] Ehrhardt N. (2006). Étude de l'activité d'une formulation à 50 p 1000 de deltaméthrine sur *Stomoxys calcitrans* à la Réunion: résistance et rémanence. ENVT, Toulouse, France, 90 pp.

(1) Area Wide-Integrated Pest Management.

- [17] Holloway M. T. P. & Phelps, R. J. (1991) The responses of stomoxys spp. (Diptera: Muscidae) to traps and artificial host odours in the field. *Bulletin of Entomological Research*, 81, 51-56.
- [18] Vreysen M., Robinson, A. S. & Hendrichs, J. (2007). *Area-Wide Control of Insect Pests, From research to field implementation*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 789 pp.
- [19] Gilles J., Litrico, I., Tillard, E. & Duvallet, G. (2007) Genetic Structure and Gene Flow Along an Altitudinal Gradient Among Two Stomoxysine Species (Diptera: Muscidae) on La Réunion Island. *Journal of Medical Entomology*, 44, 433-439.
- [20] Desquesnes M., Bossard, G., Patrel, D., Herder, S., Patout, O., Lepetitcolin, E., Thevenon, S., Berthier, D., Pavlovic, D., Brugidou, R., Jacquet, P., Schelcher, F., Faye, B., Touratier, L. & Cuny, G. (2008) First outbreak of *Trypanosoma evansi* in camels in metropolitan France. *Veterinary Record*, 162, 750-752.
- [21] Desquesnes M., Biteau-Coroller, F., Bouyer, J., Dia, M. L. & Foil, L. D. (2009) Development of a mathematical model for mechanical transmission of trypanosomes and other pathogens of cattle transmitted by tabanids. *International Journal for Parasitology*, 39, 333-346.
- [22] Eigen M., Kloft, W. J. & Brandner, G. (2002) Transferability of HIV by arthropods supports the hypothesis about transmission of the virus from apes to man. *Naturwissenschaften*, 89, 185-186.
- [23] Bouyer J. & Stachurski, F. (2009). *Mission d'appui pour les orientations du programme CMTV (Contrôle des Maladies à Transmission Vectorielle)*. UMR Cirad/INRA CMAEE, Dakar, Sénégal, 108 pp.
- [24] Bouyer J., Stachurski, F., Gouro, A. & Lancelot, R. (2009) Control of bovine trypanosomosis by restricted application of insecticides to cattle using footbaths. *Veterinary Parasitology*, 161, 187-193.

Encadré. Présentation du programme de lutte intégrée contre *Rhipicephalus microplus* en Nouvelle-Calédonie

Box. *Presentation of the integrated pest management programme against Rhipicephalus microplus in New Caledonia*

Vincent Galibert (vgalibert@canc.nc)

Chambre d'agriculture de Nouvelle-Calédonie, Bourail

Postulat de départ

l'éradication est impossible.

Objectifs

1. Pérenniser les dernières molécules actives encore disponibles contre *R. microplus*.
2. Introduire la lutte agronomique (mise au repos des parcelles 3 à 6 mois selon la saison, programme de rotation annuelle associé avec les traitements rémanents).
3. Introduire la lutte génétique (nécessité d'avoir un schéma de sélection intra-troupeau et à l'échelle du territoire pour organiser l'introduction et la diffusion des caractères de résistance aux tiques des races disponibles tel que le Brahman, le Droughmaster ou le Sénégal).
4. Changer les mentalités pour gérer l'environnement et pas seulement les animaux atteints.

Méthode

- Former et informer tous les professionnels de la filière bovine (vétérinaires, éleveurs et techniciens).
- Créer une base de données sanitaire recensant dans chaque exploitation :
 - les pratiques d'élevage ;
 - le degré de sensibilité à l'Amitraze et à la Deltaméthrine.
- Financer une visite vétérinaire annuelle proposant un protocole de lutte adapté à chaque situation (topographique, climatique, conditions d'élevage).
- Introduire l'usage contrôlé de formulations rémanentes (Ivermectine longue actionND et FluzuronND) pour assainir les pâtures en diminuant la charge larvaire à l'hectare.
- Alternier les molécules actives de manière raisonnée.
- Conditionner le financement de la lutte chimique au respect des mesures de lutte agronomique et/ou génétique prescrites.