



**Rapport sur le suivi scientifique annuel
mené en 2016 en parallèle aux opérations de démoustication au *Bti*
sur le périmètre du Parc naturel régional de Camargue**

Rapport final présenté au Parc naturel régional de Camargue

10 Avril 2017

Par Brigitte Poulin



**MÉTROPOLE
AIX-MARSEILLE
PROVENCE**



Sommaire

Présentation de l'équipe responsable de la réalisation des suivis	3
Introduction	4
1. Persistance du Bti dans l'environnement.....	5
2. Estimation de l'efficacité d'une démoustication par pièges Techno-BAM.....	15
3. Evaluation de l'impact des pièges Techno BAM sur la faune non cible	23
9. Suivi sociologique de la démoustication par pièges	27
Synthèse.....	54
Remerciements	55

Présentation de l'équipe responsable de la réalisation des suivis

Prestataire responsable de la mission :

Poulin, Brigitte, Dr
Chef Département Ecosystèmes
Institut de Recherche Tour du Valat
Le Sambuc
13200 Arles
Téléphone/télécopie : 04 90 97 29 75/04 90 97 20 19
poulin@tourduvalat.org

Composition de l'équipe (Groupement conjoint avec mandataires solidaires)



Dr Brigitte Poulin, Chef Département
Institut de recherche pour la conservation des zones humides en Méditerranée
Responsable des suivis sur la persistance du *Bti*, l'efficacité et l'impact des méthodes alternatives à l'usage du *Bti*.



Dr Laurence Nicolas, Chargée de recherches
RESSOURCE, laboratoire indépendant
(Recherche en Sciences Sociales sur les Organisations, Usages, Représentations et Concertations liés à l'Environnement)
Responsable du suivi sociologique.

Introduction

Les suivis présentés dans ce rapport font suite à une première phase de démoustication expérimentale, accompagnée d'un suivi environnemental et sociologique, qui fut mise en œuvre sur la période 2006-2011, puis annuellement de 2012 à 2015 sur les secteurs de Salin-de-Giraud, Port Saint-Louis-du-Rhône et Brasinvert (commune des Saintes Maries de la Mer). En 2016, il fut décidé de ne plus financer les suivis concernant l'impact du Bti sur la faune non-cible (chironomes, odonates, invertébrés paludicoles, hirondelles, pipistrelles, passereaux et oiseaux d'eau) et de dédier le financement (réduit de 120 000 à 48 000 €) au suivi de la persistance du Bti dans l'environnement et au test d'une solution alternative au Bti à l'aide de pièges au hameau du Sambuc.

Résumé de la proposition

Le suivi scientifique proposé répond à trois principaux objectifs : (1) **évaluer la rémanence du Bti dans l'environnement**; (2) **estimer l'efficacité et les impacts d'une méthode de démoustication alternative à l'aide de pièges Techno-BAM** pour réduire la nuisance causée par les moustiques en Camargue ; et (3) **mener des enquêtes sociologiques sur la perception de la population** vis-à-vis de cette méthode alternative de démoustication.

(1) Évaluation de la persistance du Bti dans l'environnement

Ce volet consiste en l'estimation du nombre de spores de Bti dans les sédiments de marais traités ou précédemment traités en Camargue. L'échantillonnage est réalisé avant (avril) et après (octobre, novembre, janvier) la saison des traitements au Bti. Les analyses microbiologiques sont réalisées par le laboratoire LECA du CNRS de Grenoble (sous-traitance). Les données sont analysées et interprétées en fonction des résultats obtenus depuis 2012.

(2) Estimation de l'efficacité et de l'impact d'une démoustication alternative avec les pièges Techno-BAM

Ce volet s'appuie sur un dispositif expérimental de 16 pièges Techno BAM installés au hameau du Sambuc. Les insectes capturés dans les pièges sont relevés à tous les jours de la semaine. Des tests du mollet sont réalisés en divers points du village, de même qu'à 500 m et 1000 m à l'extérieur du village afin d'évaluer l'efficacité des pièges en termes de réduction de la nuisance. Les impacts sur la faune non cible sont évalués selon deux approches : la proportion d'insectes non-cibles capturés dans les pièges et le succès reproducteur de la colonie d'hirondelle nichant au Sambuc.

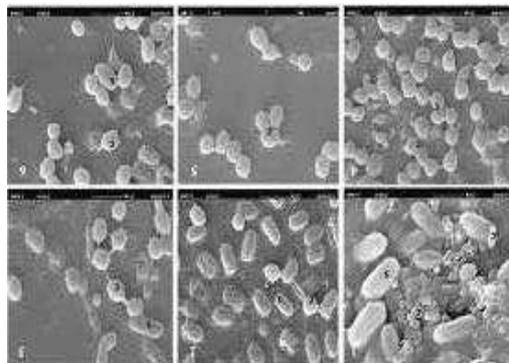
(3) Réalisation d'enquêtes sociologiques sur la perception de la démoustication par pièges Techno BAM

Une page facebook "Le Moustique du Sambuc" a été créée afin d'informer en temps réel les habitants du Sambuc sur le déroulé de l'expérimentation à base de pièges et accompagner les populations exposées aux moustiques vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Le suivi sociologique s'appuie sur des éléments du forum facebook, sur la passation d'un questionnaire et la réalisation d'entretiens auprès de la population afin d'avoir son ressenti sur l'expérimentation menée en 2016. Ces entretiens ont pour objectif d'estimer le ressenti des habitants par rapport au dispositif BAM, tout en reprenant quelques questions de la grille élaborée par Cécilia Claeys pour la démoustication traditionnelle.

VOLET I

Persistance du *Bti* dans l'environnement

**Brigitte Poulin¹, Laurence Després² Gaëtan Lefebvre¹ et
Samuel Hilaire¹**



¹ Tour du Valat

² Laboratoire LECA, Université de Grenoble

1. Persistance du *Bti* dans l'environnement

Etat de l'art

Face à l'**utilisation actuellement quasi-universelle du *Bti* dans les zones humides** pour le contrôle des moustiques, une **meilleure connaissance de son devenir et de sa persistance dans l'environnement sont essentiels**. Une étude réalisée dans la région Rhône-Alpes, révèle la présence de litière contenant du *Bti* ayant une toxicité aigüe envers les larves de moustiques plusieurs mois après épandage, de même que la présence de spores viables dans des milieux non précédemment traités (Tilquin *et al.* 2008). Le projet ANR DIBBECO (2009-2011) « Devenir et Impact du Bactério-insecticide *Bti* sur les écosystèmes » coordonné par Laurence Després du laboratoire LECA de Grenoble et auquel participait notamment l'EID, a permis de mettre au point des outils moléculaires diagnostics pour la quantification du *Bti* et de ses toxines (Test ELISA) dans l'environnement. Le suivi de marais traités en Camargue dans le cadre du projet DIBBECO a récemment révélé une densité de spores de *Bti* associée au nombre de traitements et au type de végétation, avec une persistance des spores plusieurs mois après les traitements (Duchet *et al.* 2014).

Ce volet, initié en 2012, a d'abord permis de démontrer un effet significatif du nombre de traitements sur la densité des spores de *Bti*, de même qu'un effet habitat avec une densité de spores croissante des sansouires, aux scirpaies, roselières et jonchaies (Poulin *et al.* 2016). Il s'agissait de la première démonstration *in situ* d'une persistance plus élevée du *Bti* dans des milieux riches en matière organique. Cette forte densité de *Bti* à la surface des sédiments ne permet pas de réduire l'émergence des moustiques qui s'alimentent en pleine eau, mais risque d'affecter tout particulièrement les chironomes qui sont benthiques. Ces données ont par ailleurs révélé une prolifération du *Bti* plus d'un mois après la fin des traitements, la densité des spores dans les scirpaies, roselières et jonchaies atteignant des valeurs maximales cinq mois plus tard (Poulin *et al.* 2016). Sachant que la germination du *Bti* ne peut se produire que dans le système digestif des insectes sensibles au *Bti*, l'hypothèse la plus probable pour expliquer cette augmentation serait la consommation des spores de *Bti* par les chironomes. Ce phénomène de recyclage du *Bti* dans l'environnement n'avait été jusqu'à maintenant observé qu'une seule fois, dans des mares temporaires sous couvert forestier en Isère (Tilquin *et al.* 2008).

Sur la base des quatre habitats étudiés, les données récoltées en Camargue ces trois dernières années suggèrent que la persistance et la germination du *Bti* sont inversement proportionnelles à la durée d'assèchement et à la salinité. Néanmoins, une baisse générale de la densité des spores de *Bti* sur les sites traités fut observée en 2015. Ce phénomène peut découler d'un biais d'échantillonnage, d'une modification de l'intensité des traitements et/ou de la formulation du *Bti* utilisée ou encore de conditions climatiques particulières affectant tous les sites étudiés. Dans tous les cas, il a été jugé pertinent de poursuivre ce suivi afin d'évaluer si cette tendance se poursuit en 2016.

Sites d'étude (Fig. 1)

- Sites traités: une roselière, une sansouire et une scirpaie sur le Domaine de la Palissade et le They de Roustan (les mêmes qu'en 2012-2015). Une jonchaie (Clos d'Armand) traitée à partir du sol au domaine de la Palissade.
- Site où les traitements ont été interrompus depuis 2012 : Mourgues
- Site témoin: jonchaie non traitée (pour fin d'analyse)

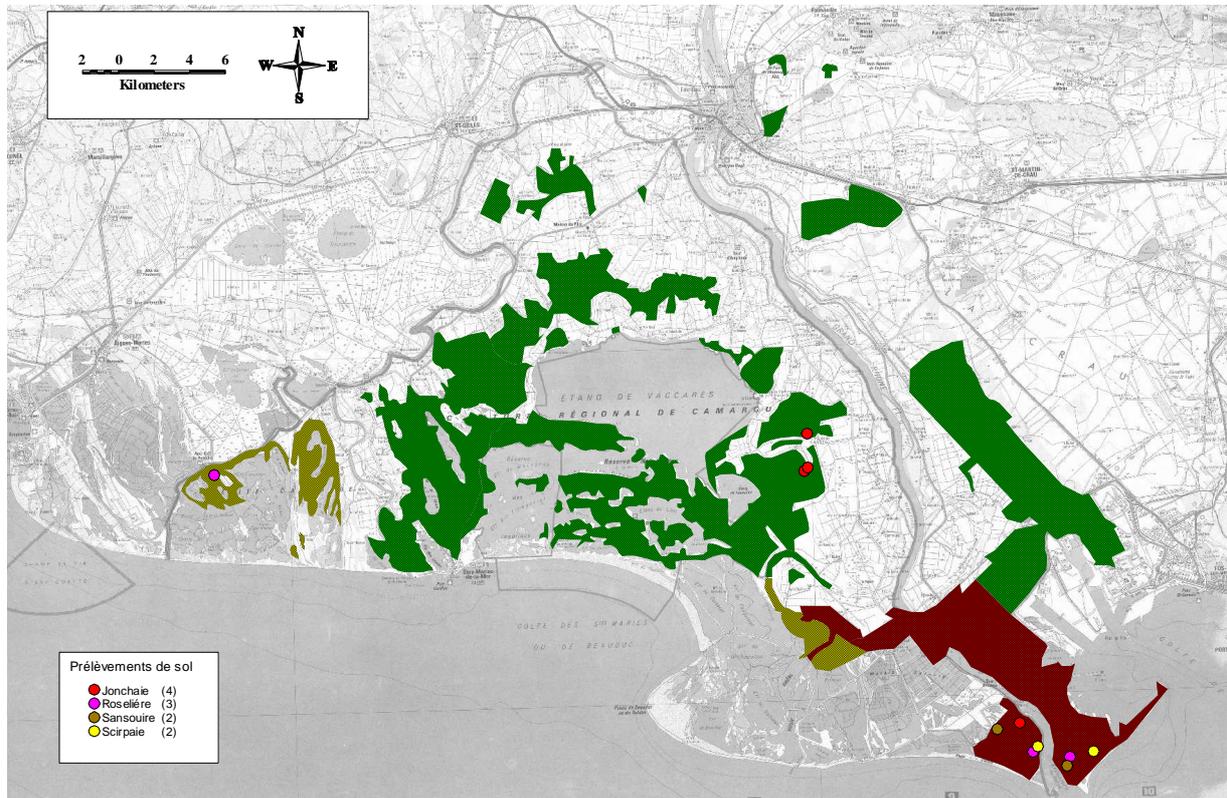


Fig.1. Localisation des sites de prélèvement de sol en relation avec les types d'habitats et les biotopes larvaires potentiels en Camargue jamais traités (vert), non traités depuis 2012 (jaune) et traités au Bti (rouge) - source EID-Méditerranée.

Méthodologie

La méthode consiste à prélever des échantillons de substrats superficiels à raison de 3 échantillons par site et de les faire sécher au four à 50°C sur papier absorbant en évitant les risques de contamination entre échantillons. Ces derniers sont ensuite envoyés à Grenoble pour broyage, étalements et comptages de spores sur boîte de pétri par analyse microbiologique. Sur les sites traités, les échantillons sont prélevés avant le premier traitement de l'année, après le dernier traitement de l'année, puis un et trois mois après. Sur les sites où les traitements ont été interrompus, les échantillons sont prélevés en été.

Résultats

Le calendrier de collecte des échantillons en fonction des sites et types de milieux depuis 2014 est indiqué au tableau 1.

Tableau 1. Calendrier de collecte des trois échantillons de sol ou litière par site à l'automne (t_0), puis 1 (t_1), 3(t_2) et 6(t_3) mois après le dernier traitement de l'année.

Sites	Lieu	Sites traités t_0	Sites traités t_1	Sites traités t_2	Sites traités t_3	Sites non traités	Sites non traités	Sites non traités	Sites traités t_2	Sites traités t_3	Sites non traités	Sites témoins	Sites traités t_0	Sites traités t_1	Sites traités t_2
They de Roustan	Roselière	7/11/14	26/1/15	3/3/15	-	-	-	-	4/3/16	1/4/16	-	-	8/11/16	04/01/17	08/03/17
	Sansouire	7/11/14	26/1/15	3/3/15	-	-	-	-	4/3/16	1/4/16	-	-	8/11/16	04/01/17	08/03/17
	Scirpaie	7/11/14	26/1/15	3/3/15	-	-	-	-	4/3/16	1/4/16	-	-	8/11/16	04/01/17	08/03/17
Palissade	Roselière	7/11/14	7/1/15	19/2/15	15/4/15	-	-	-	25/2/16	22/3/16	-	-	10/11/16	04/01/17	07/03/17
	Sansouire	7/11/14	7/1/15	19/2/15	15/4/15	-	-	-	25/2/16	22/3/16	-	-	10/11/16	04/01/17	07/03/17
	Scirpaie	7/11/14	7/1/15	19/2/15	15/4/15	-	-	-	25/2/16	22/3/16	-	-	10/11/16	04/01/17	07/03/17
	Jonchaie Clos d'Armand	7/11/14	7/1/15	19/2/15	-	-	-	-	25/2/16	22/3/16	-	-	10/11/16	04/01/17	07/03/17
Mourgues	Roselière	-	-	-	-	8/1/15	29/5/15	6/11/15	-	-	16/8/16	-	-	-	-
PSJ Est	P0	-	-	-	-	2/10/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P1	-	-	-	-	2/10/14	11/6/15	6/11/15	-	-	-	-	-	-	-
	P2	-	-	-	-	2/10/14	11/6/15	6/11/15	-	-	-	-	-	-	-
PSJ Ouest	P0	-	-	-	-	2/10/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P1	-	-	-	-	2/10/14	11/6/15	6/11/15	-	-	-	-	-	-	-
	P2	-	-	-	-	2/10/14	11/6/15	6/11/15	-	-	-	-	-	-	-
TdV	Jonchaie Tonneau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10/7/16	-	-	-
	Jonchaie Aline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10/7/16	-	-	-
	Jonchaie Cerisières	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10/7/16	-	-	-

 Echantillons analysés

 Echantillons en cours de séchage

Les densités moyennes de spores de *Bti* par gramme de sol ou litière varient selon les sites traités et les types d'habitats (Tableau 2). La densité de *Bti* atteint des valeurs maximales dans la roselière de Belugue, suivie de celle de Mourgues, puis de la jonchaie de la Palissade qui est fréquemment traitée à partir du sol. La densité de spores de *Bti* dans les sites témoins varie également selon les types d'habitats, étant parfois supérieure à celle observée dans les sites traités (ex : scirpaies). La méthodologie employée ne permettant pas de distinguer le *Bti* présent naturellement de celui épandu pour la démoustication, il est difficile d'interpréter ces résultats pour le moins surprenants.

Tableau 2. Densités moyennes de spores de *Bti* par gramme de sol ou litière pour chacun des sites et habitats échantillonnés depuis 2012.

	<i>Sansouires</i>	<i>Scirpaies</i>	<i>Roselières</i>	<i>Jonchaie</i>
Sites traités				
Palissade	7 427	8 295	4 135	55 823
They Roustan	8 530	15 376	3 045	
Bélugue			517 813	
Site non traité en 2012-2014				
Mourgues			74 342	
Sites témoins				
Tour du Valat	331	17 636	2 481	695
Marais de Rousty			3 046	

Les densités de spores de *Bti* ne suivent pas une distribution normale et ont été transformées à l'aide de l'équation $\log_{10}(x + 1)$ préalablement aux analyses statistiques. Une analyse de variance à facteurs imbriqués (Fig. 2) réalisée sur les données normalisées révèle **un impact significatif des traitements sur la densité de spores de *Bti*** ($F_{1592,1} = 40.5, P < 0.0001$). La présence de traitements contribue à 50% de la variance expliquée au sein de l'échantillon, suivie du type d'habitat (26%) et de l'année (22%). La faible variance expliquée par les trois échantillons prélevés à un même site (effet intra-site, 1%), de même que par les trois sous-échantillons de chaque échantillon créés pour mener les analyses microbiologiques (effet intra-échantillon, 1%), suggèrent que le protocole d'échantillonnage est robuste (Fig. 2).

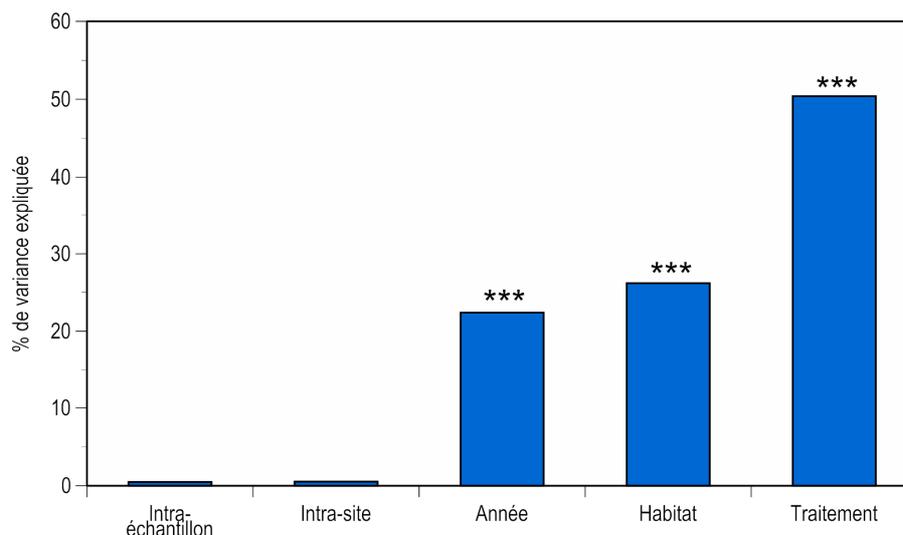


Fig. 2. Effet des variables intra-site, intra-échantillon, année, habitat et présence de traitements au *Bti* sur la densité des spores entre 2012 et 2015 selon une ANOVA à facteurs imbriqués.

Lorsque l'on compare la densité des spores de *Bti* des sites témoins et des sites traités au cours des trois premiers traitements de la saison, **le nombre de traitements a un impact significatif** ($F_{190,3} = 20.4, P < 0.0001$), contribuant à 40% de la variance expliquée, contre 36 % pour l'effet habitat (Fig. 3). Il est à noter également que l'accroissement dans la densité des spores de *Bti* après plusieurs traitements successifs est exponentiel et non linéaire, puisque l'axe des ordonnées suit une échelle logarithmique.

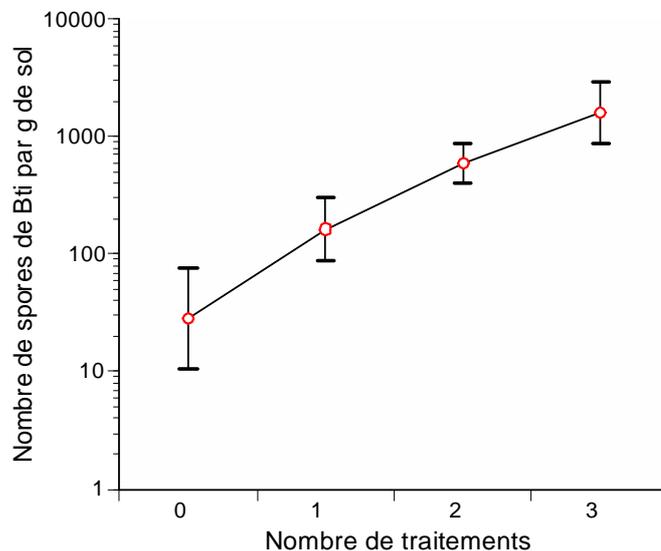


Fig.3. Effet du nombre de traitements sur la densité de spores de *Bti* dans les sites traités selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées. La densité après le premier traitement correspond à celle relevée juste avant le second traitement (données 2012).

L'effet habitat sur la densité de spores de *Bti* dans les sites traités est très significatif ($F_{1350,3} = 25.9, P < 0.0001$), contribuant à 55% de la variance expliquée au sein de l'échantillon, contre 24% pour l'effet année. Un test post-hoc LSD de Fisher révèle que la densité des spores de *Bti* est maximale et significativement plus élevée dans les jonchaies par rapport à tous les autres types d'habitats ($P < 0.0001$). Les densités sont moyennes dans les scirpaies et minimales dans les roselières et les sansouires où la densité est significativement inférieure à celle de tous les autres types d'habitats ($P < 0.0001$) (Fig. 4).

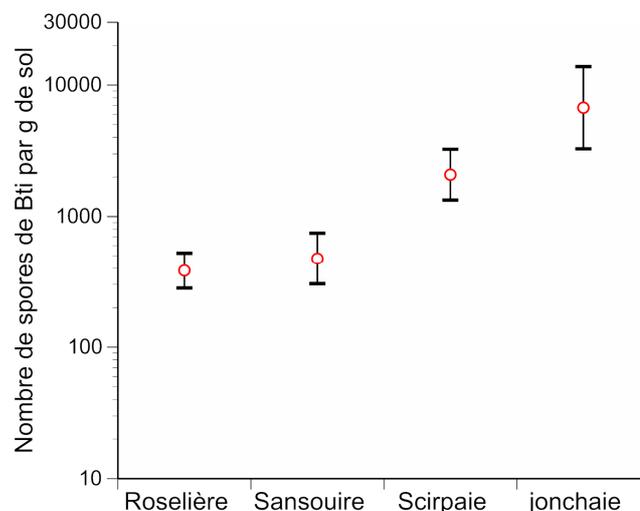


Fig. 4. Effet de l'habitat sur la densité de spores de *Bti* dans les sites traités en 2012-2015 selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées.

La densité de spores de *Bti* dans les roselières traitées était parmi les plus élevées enregistrées en 2012 et 2013. Suite à une légère baisse observée en 2014, elle atteint des valeurs très faibles en 2015 qui sont significativement inférieures à celles observées dans les roselières témoins échantillonnées en 2012-2014. La Tour du Valat ne disposant pas d'information sur les traitements réalisés en 2015 (après sollicitations auprès du PNRC et de l'EID), il n'est pas possible de comprendre les causes de cette forte baisse dans la densité des spores en 2015 qui caractérise les roselières mais non les autres habitats traités.

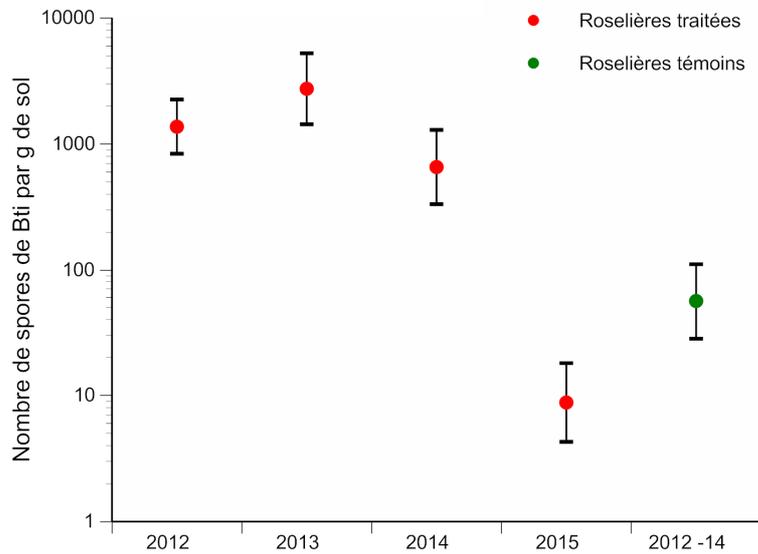


Fig. 5. Effet de l'année d'échantillonnage sur la densité de spores de *Bti* dans les roselières traitées en comparaison avec la valeur moyenne observée dans les roselières témoins selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées.

Le temps écoulé après le dernier traitement de la saison entraîne également des variations importantes dans la densité de *Bti* ($F_{620,2} = 5.72$, $P = 0.003$), représentant 16% de la variance expliquée.

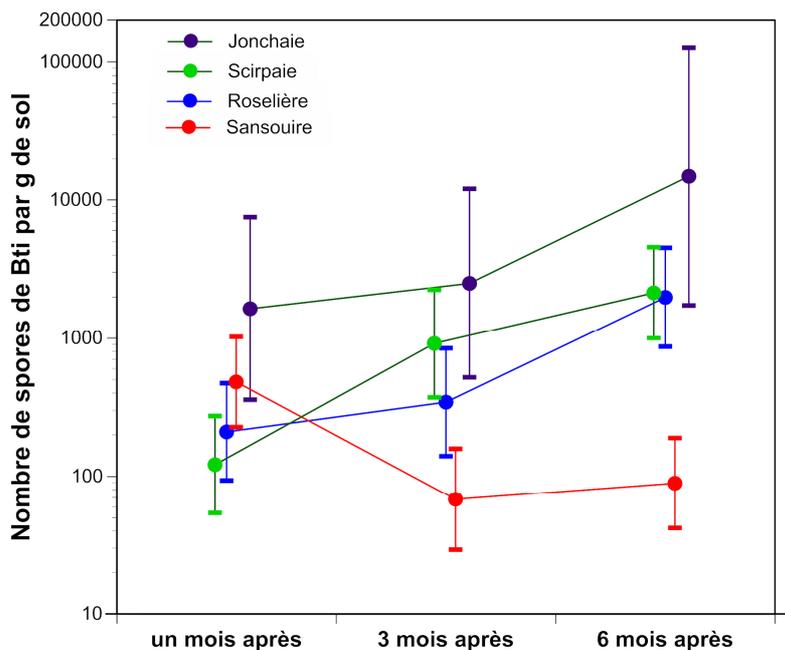


Fig.6. Effet du temps sur l'évolution de la densité de spores de *Bti* en fonction du type d'habitat selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données 2012-2015 normalisées.

On peut noter également un effet habitat important ($F_{620,9} = 8.30, P < 0.0001$), qui représente également 16% de la variance. Ces résultats s'expliquent par **l'évolution différente du *Bti* après la fin des traitements en fonction du type d'habitat** (Fig. 6). Alors qu'une **diminution de la densité des spores de *Bti*** est observée suite au dernier traitement de l'année **dans les sansouires** (test post-hoc LSD de Fisher $P = 0.002$), **le nombre de spores dans les autres habitats augmente progressivement et de façon significative** (test post-hoc LSD de Fisher $P < 0.0002$) sauf dans la jonchaie ou le nombre d'échantillons très réduit entraîne une forte variance ($P = 0.45$).

Considérant l'accumulation des spores au cours de l'année et la prolifération observée après l'arrêt des traitements à l'automne, on devrait s'attendre à une accumulation progressive des spores de *Bti* d'année en année (Fig. 7). Si l'on observe **une accumulation des spores de *Bti* sur les sites traités de 2012 à 2013** (test post-hoc LSD de Fisher $P < 0.00001$), **les données 2014 montrent baisse significative par rapport à 2013** (test post-hoc LSD de Fisher $P = 0.00009$), et les données **2015 une remontée non significative** par rapport à 2014 (test post-hoc LSD de Fisher $P = 0.15$), tout habitat confondu.

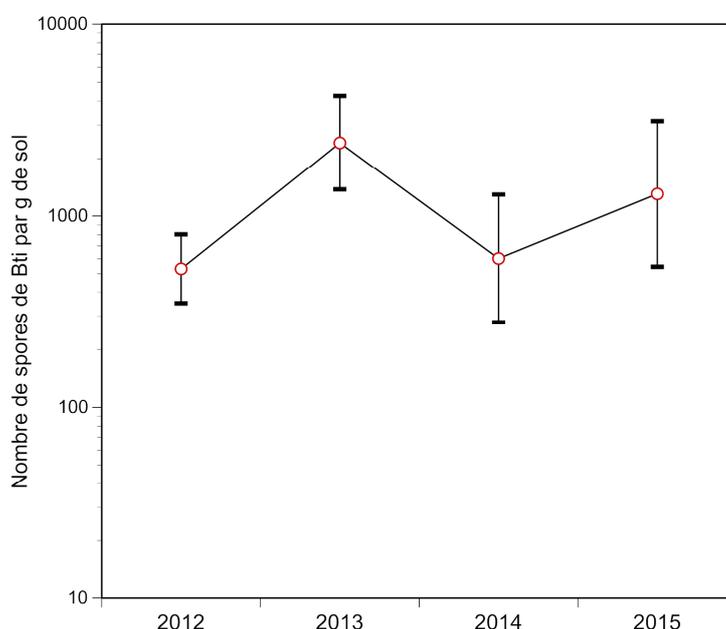


Fig. 7. Evolution de la densité de spores de *Bti* après chacune des campagnes de traitement pour tous les habitats selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées.

Afin d'étudier le devenir des spores de *Bti* suite à l'arrêt des traitements, nous avons comparé l'évolution de la densité de spores dans les roselières de Mourgues et du Petit-St-Jean (où les traitements ont été interrompus depuis novembre 2011) aux valeurs moyennes observées dans les roselières témoins et traitées (Figs. 8 & 9).

Sur le **site de Mourgues**, les densités moyennes de *Bti* un an après l'arrêt des traitements (2012) étaient largement supérieures à la moyenne des sites traités (test post-hoc LSD de Fisher $P = 0.00001$), puis similaires (test post-hoc LSD de Fisher $P > 0.34$) aux sites traités et toujours significativement supérieures aux sites témoins (test post-hoc LSD de Fisher $P < 0.00001$) les deux années suivantes (2013-2014). **Ce n'est que quatre années après l'arrêt des traitements que les densités de spores de *Bti* deviennent significativement inférieures à celles des sites traités** (test post-hoc LSD de Fisher $P = 0.0002$), et même significativement inférieures à celles des sites témoins (test post-hoc LSD de Fisher $P = 0.0002$). Les niveaux observés en 2016 sont similaires à ceux de 2015.

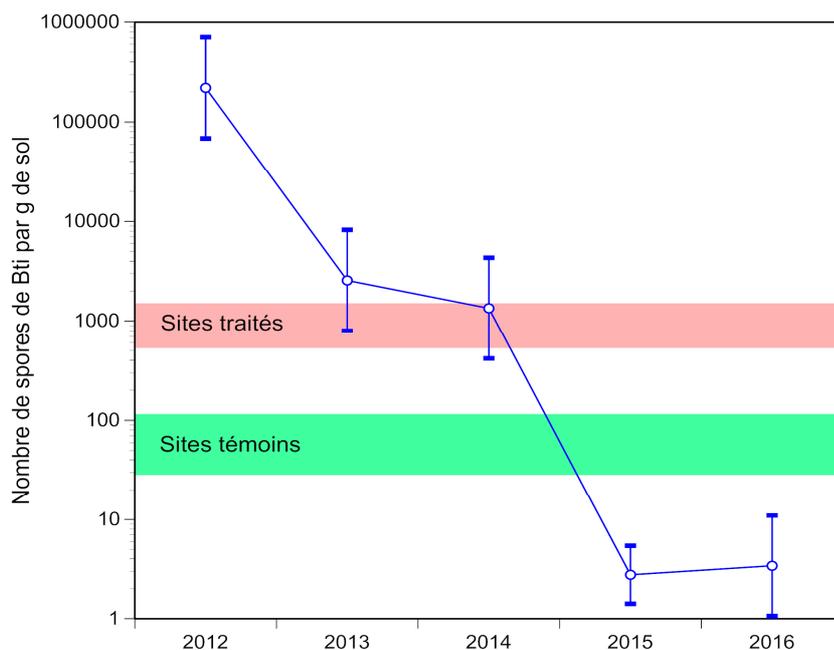


Fig. 8. Evolution de la densité de spores de Bti sur le site de Mourgues non traité depuis fin 2011 par rapport à la densité moyenne observée dans les roselières traitées et témoins selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées.

Sur le **domaine du Petit Saint-Jean** en Camargue gardoise, **deux marais** sont **échantillonnés depuis 2013 suite à l'interruption des épandages de Bti en 2012**. Les échantillons prélevés à différentes profondeurs ont été combinés suite à l'absence de différences significatives. Les trois années de suivis révèlent une **diminution graduelle de la densité des spores de Bti**, qui atteint un **niveau comparable à celui des sites témoins en 2015** (test post-hoc LSD de Fisher $P = 0.98$), soit près de **quatre années après l'interruption des traitements** (Fig. 9).

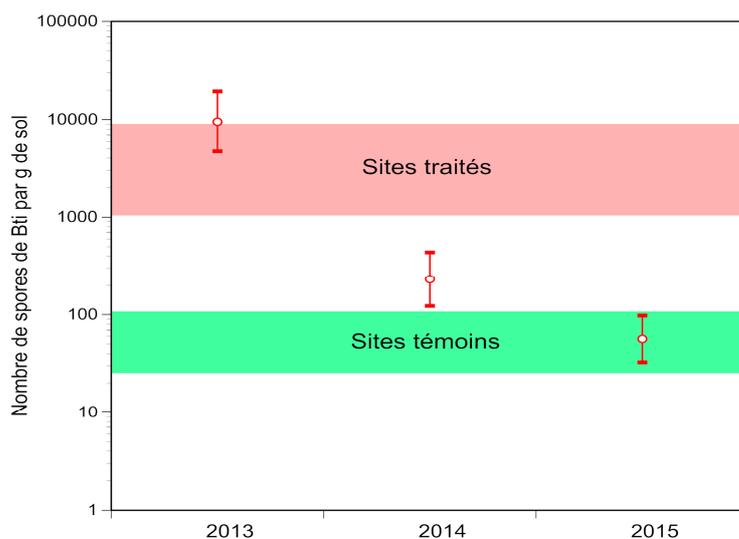


Fig. 9. Evolution de la densité de spores de Bti au domaine du Petit St-Jean non traité depuis fin 2011 par rapport à la densité moyenne observée dans les roselières traitées et témoins selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées.

Discussion

Selon une étude réalisée en mésocosmes (Tétreau *et al.* 2012), la présence de litière entraîne une persistance différentielle des 4 toxines du *Bti*, augmentant potentiellement les risques de résistance, alors qu'un recyclage – potentiellement favorisé par certains paramètres physico-chimiques - permet la multiplication des bactéries avec la production de nouvelles spores et toxines. Les données présentées dans ce rapport démontrent que **les spores de Bti s'accumulent tout au long de la saison de traitement**. La germination du *Bti* ne peut se produire que dans le système digestif des insectes sensibles au *Bti* comme les moustiques et les chironomes. Ainsi, l'hypothèse la plus probable pour expliquer l'**augmentation de la densité des spores de Bti dans les six mois après la fin des traitements dans les roselières, les scirpaies et les jonchaies**, serait leur **consommation par les chironomes** détritivores benthiques, entraînant une **multiplication de la bactérie**. Ce phénomène de recyclage du *Bti* dans l'environnement n'avait été jusqu'à maintenant observé qu'une seule fois, dans un site de la région Rhône-Alpes en 2000 (Tilquin *et al.* 2008), puis plus récemment en mésocosmes (Duchet *et al.* 2014). Ainsi, **après quelques années d'épandage de Bti**, les densités de spores peuvent atteindre des niveaux très élevés. La densité record observée dans cette étude est de **8 500 000 spores par gramme de sol** observée dans la roselière du They de Roustan le 18/02/14, soit **quatre mois après le dernier traitement de l'année**. Si cette forte densité de *Bti* à la surface des sédiments ne permet pas de réduire l'émergence des moustiques qui s'alimentent en pleine eau, elle **risque d'affecter tout particulièrement les chironomes** qui sont benthiques et abondants dans les marais de Camargue, ce qui explique sans doute **les perturbations observées sur divers compartiments du réseau trophique depuis plusieurs années**. Les tendances observées pour les sansouires, les jonchaies, les scirpaies et les roselières suggèrent que la rémanence du *Bti* est positivement liée à la durée de l'hydropériode et à la production primaire des milieux. La baisse générale de la densité des spores de *Bti* sur les sites traités en 2014, et dans les roselières en 2015 restent inexplicables. Elles peuvent découler de conditions climatiques particulières en 2014 sur tous les sites étudiés ou d'une modification de l'intensité des traitements et/ou de la formulation du *Bti* utilisée dans les roselières.

Références

- Boisvert M & Boisvert J. 2000. Effects of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* on target and nontarget organisms: a review of laboratory and field experiments. *Biocontrol Science and Technology* 10: 517-561.
- Duchet C, Tetreau G, Albane M, Rey D, Besnard G, Perrin Y, Paris M, David J-P, Lagneau C & L. Després L. 2014. Persistence and recycling of bioinsecticidal *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* spores in contrasting environments: Evidence from field monitoring and laboratory experiments. *Microbial Ecology* 67:576-586.
- Poulin B, Després L & Lefebvre G. 2016. Volet VI : Persistence du Bti dans l'environnement. Pp. 41-51 in Poulin B (ed.) Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2015 en parallèle aux opérations de démositication au *Bti* sur le périmètre du Parc naturel régional de Camargue. Rapport présenté au PNRC, 118 pp.
- Tétreau G, Alessi M, Veyrenc S, Périgon S, David J-P, Reynaud S, Després L. 2012. Fate of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* in the field: Evidence for spore recycling and differential persistence of toxins in leaf litter. *Applied and Environmental Microbiology* 78: 8362-8367.
- Tilquin M, Paris M, Reynaud S, Despres L, Ravanel P, Geremia RA, Gury J. 2008. Long lasting persistence of *Bacillus thuringiensis* Subsp. *israelensis* *Bti* in mosquito natural habitats. *PLoS ONE* 310: e3432. doi:10.1371/journal.pone.0003432.

VOLET II

Suivi de l'efficacité d'une démoustication par pièges Techno Bam

**Brigitte Poulin, Gaëtan Lefebvre, Camille Muranyi-Kovacs,
Catherine Lavallée-Chouinard, Samuel Hilaire**

Tour du Valat



**Avec l'appui technique de
Pierre Bellagambi et Simon Lillamand**



2. Estimation de l'efficacité d'une démoustication par pièges Techno Bam

Etat de l'art

L'actuelle démoustication au *Bti* concerne un périmètre potentiel d'intervention de 15 000 hectares de milieux naturels afin de réduire la nuisance pour les 10 000 habitants de Salin-de-Giraud et Port Saint-Louis du Rhône. **Considérant l'impact du *Bti* sur la faune non-cible, le coût élevé** des opérations de démoustication (surveillance et traitements), **le nombre limité d'espèces nuisantes ciblées par les traitements et le contexte territorial** (petites zones habitées entourées de milliers d'hectares de milieux naturels traités), une **alternative attrayante** au *Bti* consiste en **l'installation d'un réseau de pièges autour des zones habitées**. Ce dispositif offre théoriquement de multiples avantages : **coût moindre, aucun impact sur les milieux naturels et contrôle de tous les insectes nuisants, incluant le moustique tigre et les arabis**. Ces pièges, typiquement utilisés dans le cadre de réseaux de surveillance, peuvent également être valorisés comme méthode de contrôle de la nuisance (Crépeau et al. 2013, Drago et al. 2012, Farajollahi et al. 2009, Geier et al. 2011).

Les pièges Mosquito Magnet (<http://www.mosquitomagnet.com/>) ont d'abord été utilisés en 2012 et 2013 afin d'évaluer leur effet sur les colonies d'hirondelles (Poulin et al. 2013; 2014) et la perception de leur efficacité par les usagers dans le cadre du suivi sociologique (Geneys et al. 2014, Nicolas et al 2015). En 2014, nous avons quantifié et comparé l'efficacité de trois modèles de pièges fonctionnant au CO₂: les pièges Mosquito Magnet (modèle Patriot), les pièges BG-Sentinel fabriqués par Biogents (<http://www.bg-sentinel.com/>) et un premier prototype du piège BAM (Barrière Anti Moustiques) développé localement par des ingénieurs et à destination des collectivités (Poulin et al. 2015). Réalisées sur le domaine de la Tour du Valat, ces expérimentations ont permis de démontrer que le piège BG-Sentinel était le plus efficace contre les moustiques, que le prototype BAM était le plus efficace contre les arabis et que le nombre de captures était fortement influencé par le débit de CO₂. En situation de forte nuisance, ces trois pièges ont permis de réduire de 15,5 à 5,8 le nombre de piqûres par périodes de 5 minutes sur le domaine de la Tour du Valat en 2014. Les deux espèces responsables de la majorité (90%) de la nuisance entre mai et octobre, *Ochlerotatus caspius* et *Oc. vexans*, étaient également les plus échantillonnées (70% des captures) dans les pièges. A noter que seule la première de ces deux espèces est ciblée par les traitements au *Bti* de l'EID.

En 2015, une première expérimentation a permis de tester l'efficacité du déploiement de 11 bornes BAMs au Sambuc entre juillet et septembre. Bien que de courte durée, cette expérimentation a permis de capturer un total de 12 espèces de moustiques et de révéler un taux de réduction de nuisance de 88% sur la base des tests de mollet réalisés à proximité des pièges et sur des sites témoins situés à plus de 500 m du hameau. Ces résultats préliminaires s'appuyaient cependant sur un faible nombre d'échantillons étant donné la courte période d'opération des pièges et les conditions météo souvent défavorables pour la réalisation du test du mollet. L'installation tardive des pièges nous avait permis d'obtenir des données conséquentes sur la nuisance caractérisant les sites témoins et les futurs sites avec pièges, très utiles pour l'analyse ultérieure des données. Cette expérimentation a donc été reconduite en 2016 sur la totalité de la saison "moustiques" et avec un nombre supérieur de pièges afin de mieux couvrir l'ensemble du village.

Site d'études

Site traité : Hameau du Sambuc

Sites non traités : Grand Mas d'Avignon, Marais du Verdier

Méthodologie

Les dix bornes anti-moustiques (BAM) installées au Sambuc en 2015 ont été mises en opération le 18 avril 2016 et complétées par six bornes additionnelles le 23 mai afin de mieux couvrir certains secteurs du hameau (Fig. 10). Les pièges, en opération continue jusqu'au 21 novembre ont été visités 3 à 5 fois par semaine pour prélever les captures (1580 visites-pièges). Chaque échantillon récolté sur des pièges fonctionnels au moment de la visite ($n = 1380$) a été pesé après avoir enlevé les insectes non cibles capturés. Une fois par semaine, les échantillons issus de trois pièges ont été triés pour comptage et détermination de toutes les captures ($n = 86$ échantillons). Ces échantillons ont été utilisés pour déterminer un poids individuel moyen des moustiques à 4 reprises pendant la saison (2,55296 mg), permettant de transformer les pesées de chaque piège en nombre de moustiques et arabis.

Des tests du mollet ont été réalisés en trois points du village à 10 et 40 m des pièges, de même qu'en deux points éloignés à 550 m (Marais du Verdier) et 1310 m (Grand mas d'Avignon) afin d'évaluer la nuisance résiduelle et le taux de réduction de la nuisance (Fig. 10). Ces tests ont été réalisés jusqu'à 3 fois par semaine lorsque la nuisance était relativement élevée mais constante (idéalement en matinée ou soirée) et les conditions météorologiques favorables (sans vent, ni pluie). La prise des échantillons fut réalisée en alternant systématiquement une position rapprochée (traité) et éloignée (témoin) des pièges. Parallèlement, une page Facebook a été créée afin de tenir la population informée du déroulement de l'opération.

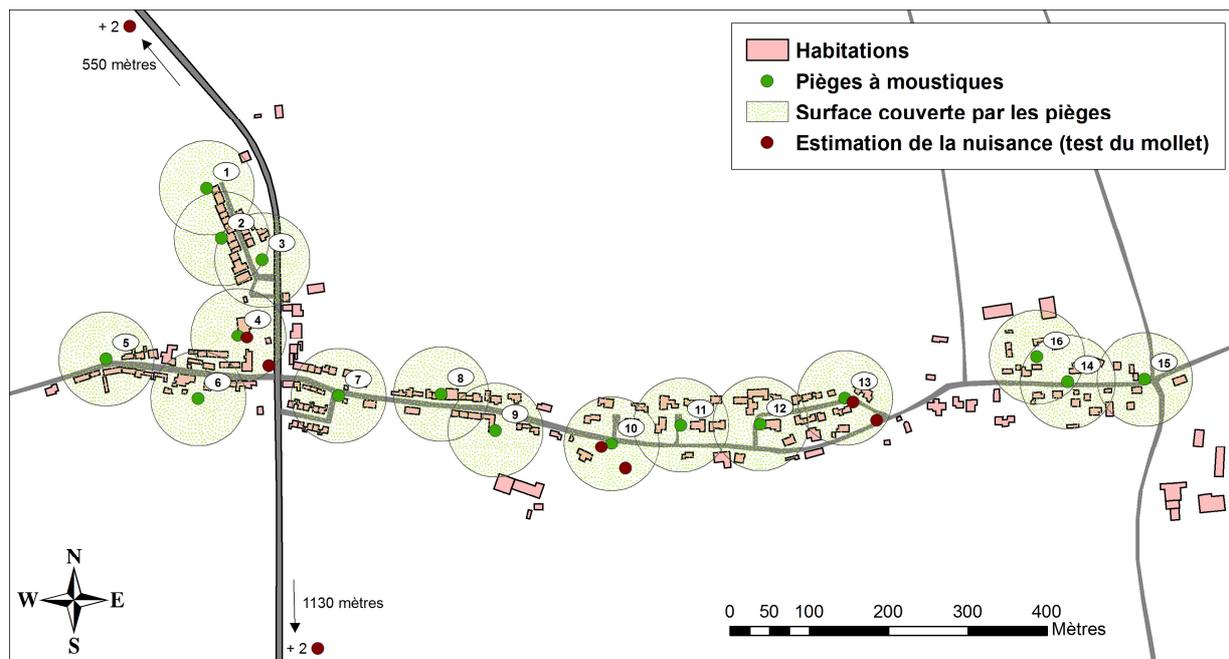


Fig. 10. Disposition des 16 Bornes Anti-Moustiques au Sambuc en 2016 et des points d'échantillonnage pour le test du mollet.

Résultats

L'utilisation des pièges d'avril à octobre a permis de capturer 299 408 moustiques en 2016. Le nombre de moustiques capturés par semaine a fortement varié au cours de la saison avec trois pics en juin, juillet et août (Fig. 11).

L'**abondance** des moustiques fut minimale au début mai avec 1,1 capture en moyenne par piège et **maximale à la fin août avec 417 captures par piège en moyenne**.

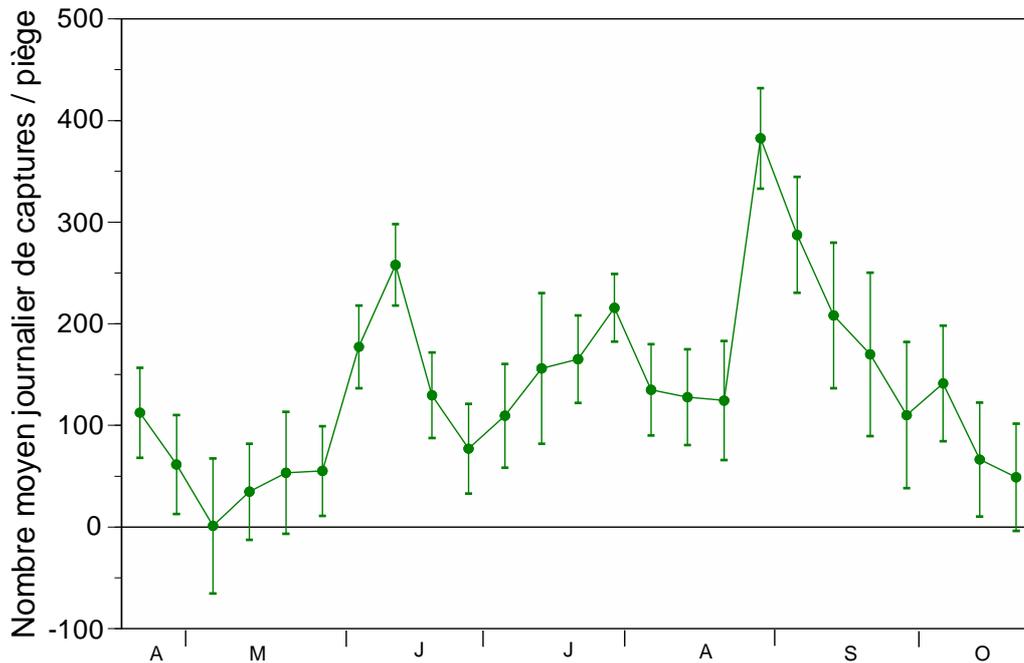


Fig. 11. Variations temporelles dans le nombre moyen de moustiques capturés par les 16 pièges en opération d'avril à octobre au Sambuc.

D'importantes variations étaient également observées à l'échelle des pièges, le nombre de **captures journalières variant de 24 à 399 selon leur position** au sein du village (Fig. 12). A noter que les pièges les plus efficaces étaient situés au sud de la rue principale à proximité de l'hôtel Longo Mai et du terrain de football (Fig. 10). Les pièges 3, 4 et 13, utilisés pour l'examen détaillé des captures (détermination à l'espèce et estimation du poids) ont présenté des valeurs dans la moyenne avec 107, 136 et 156 moustiques capturés par jour (indiqués en bleu à la figure 12).

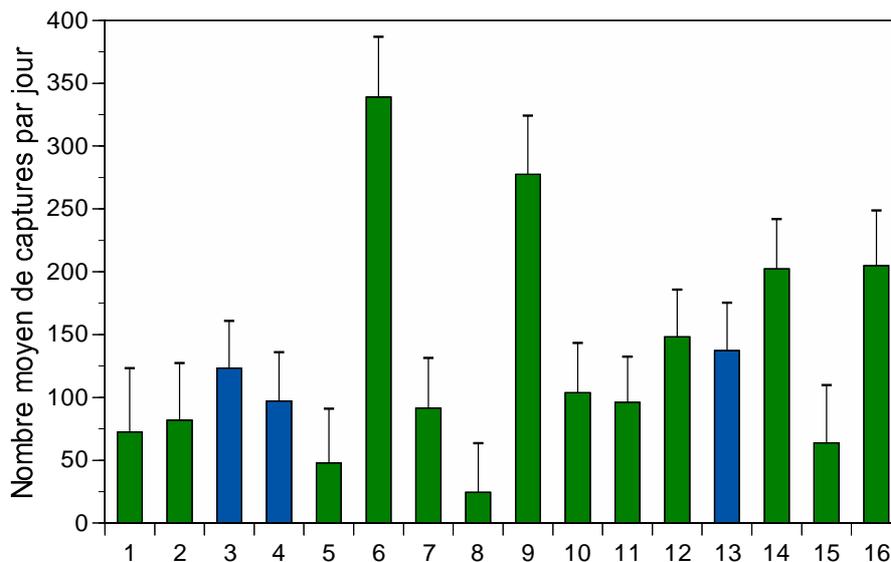


Fig. 12. Nombre moyen de moustiques capturés par jour dans chacun des pièges numérotés de 1 à 16 (voir figure 9 pour position) en opération au Sambuc d'avril à novembre 2016.

Préalablement à la mise en opération des pièges en 2015, le degré de **nuisance** était significativement **supérieur au Sambuc** ($F_{1,32} = 4.65$; $P = 0.038$) comparativement aux sites utilisés comme témoins à l'extérieur du village (Marais du Verdier et Grand Mas d'Avignon). La mise en opération des pièges d'avril à novembre 2016 a cependant permis de réduire significativement la nuisance ($F_{1,294} = 17.2$; $P < 0.0001$) au Sambuc avec un **nombre moyen de tentatives de piqûres** par 10 minutes **de 4,1 à proximité des pièges et de 14,1 à l'extérieur du village, soit un taux de réduction de 70%**. Les tests réalisés à 10 et 40 m des pièges n'ayant révélé aucune différence significative ($F_{(1,110)} = 0.252$, $P = 0.62$), ces données ont été combinées dans les analyses.

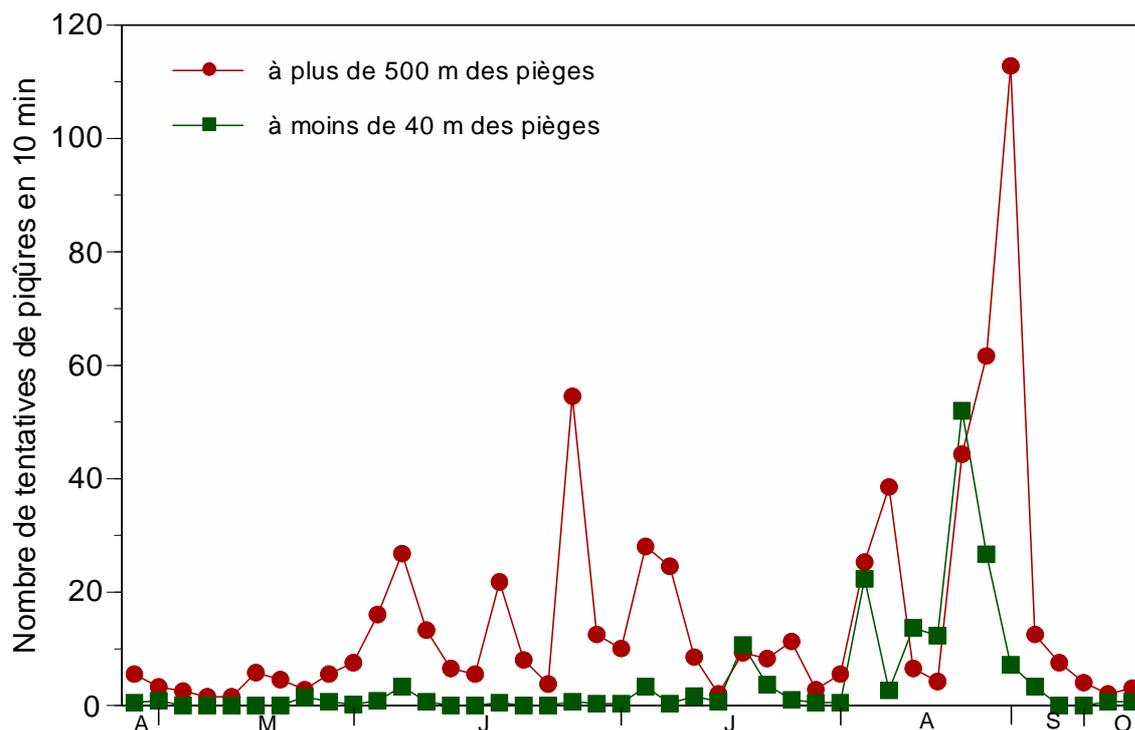


Fig. 13. Evolution de la nuisance en présence et en absence de pièges d'avril à octobre 2016.

L'utilisation des pièges a permis de contenir la nuisance à des valeurs très faibles jusqu'à la mi-juillet, en dépit de plusieurs pics de nuisance observés sur les sites témoins (Fig. 13) et confirmés au Sambuc par les captures dans les pièges (Fig. 11). **Trois pics de nuisance ont cependant dépassé les 10 piqûres/10 min en juillet, début et fin août** (Fig. 13). Dans ces situations, **les pièges ont permis de réduire l'ampleur et la durée des épisodes de forte abondance de moustiques, mais pas de les éviter complètement.**

Dix espèces de moustiques ont été **capturées dans les pièges** et lors des **tests du mollet**. Elles sont présentées en ordre décroissant d'abondance au Tableau 3. Toutes les espèces présentes dans les zones témoins et contrôles ont montré une baisse nuisance au Sambuc, celle-ci étant hautement significative pour 4 espèces. **Les principales espèces responsables de la gêne** sont bien contrôlées par l'utilisation des pièges avec un **taux de réduction allant de 74 à 98%, à l'exception de Anopheles hyrcanus responsable des pics de nuisance observés en fin de saison** (Tableau 3). Les pièges ont également une efficacité moindre avec les deux espèces de *Culex* et particulièrement *Culex modestus*, qui représente 0,14% des captures dans les pièges et 4,48% de la nuisance. Enfin, bien que les pièges soient potentiellement efficaces contre **le moustique tigre Aedes albopictus (2 captures dans les pièges et 2 captures sur appât humain**

au Sambuc), l'absence de cette espèce typiquement urbaine sur les sites témoins ne permet pas de calculer un taux de réduction relatif à l'usage des pièges.

Tableau 3. Taux de captures et d'efficacité des pièges pour les différentes espèces de moustiques échantillonnées en 2016.

	Captures par pièges		Captures test du mollet					
	% captures	période forte d'abondance	% de gêne	Témoin	traité	% réduction nuisance	F _(1,294)	P
<i>Ochlerotatus caspius</i>	82.76	milieu et fin	51.39	7.68	1.97	74	28.7	<0.00001
<i>Anopheles hyrcanus</i>	8.73	Fin	35.27	3.44	1.87	46	0.4	0.37
<i>Aedes vexans</i>	4.76	Sporadique	2.05	0.57	0.03	94	38.7	<0.00001
<i>Culex pipiens</i>	1.99	milieu et fin	0.23	0.03	0.01	67	1.57	0.21
<i>Oc. detritus/coluzzii</i>	1.40	Début	6.77	1.86	0.03	98	70.8	<0.00001
<i>Culex modestus</i>	0.14	Sporadique	4.16	0.44	0.22	50	0.22	0.64
<i>Culiseta annulata</i>	0.06	Sporadique	0.03	0.017	0.0	100	6.05	0.014
<i>Aedes albopictus</i>	0.01	Sporadique	0.07	0.0	0.007		0.5	0.48
<i>Anopheles maculipennis</i>	0.14	Sporadique						
<i>Coquillettidia richiardii</i>		Sporadique	0.03			100	6.06	0.014
Total	299 408		3051	14.06	4.15	70.5	18.46	0.00002

Discussion

Au regard des coûts économiques et écologiques élevés de la démoustication traditionnelle par épandage d'insecticides, le contrôle des moustiques par piégeage est une méthode de plus en plus répandue ayant fait ses preuves (Day & Sjogren 1994, Geier *et al.* 2011). Considérant les impacts avérés des traitements au *Bti* sur la faune non-cible en Camargue, il pourrait s'agir d'une alternative intéressante pour réduire la nuisance causée par les moustiques, dont il convient d'évaluer l'efficacité préalablement à une mise en œuvre à grande échelle.

La poursuite de l'expérimentation initiée en 2015 procure **un taux de réduction de la nuisance de l'ordre de 70%** sur la base des tests du mollet conduits à proximité et à distance des pièges à partir de données récoltées avant (2015) et pendant (2016) leur mise en opération. Cette valeur est plus faible que celle rapportée en 2015 (88%) qui était basée sur un plus faible nombre d'échantillons. Il semble cependant que cette **performance moindre** soit largement **due à une plus forte abondance du moustique *Anopheles hyrcanus*** cette année, espèce contre laquelle les pièges seraient moins efficaces. Ces anophèles, qui ne représentaient que 1,4% des captures l'an dernier, représentent **81% des moustiques capturés sur appât humain au Sambuc lors du pic maximal de nuisance observé en août. Lorsque *Anopheles hyrcanus* est exclu des analyses statistiques, le taux de réduction de la nuisance atteint 85%**. Il pourrait donc être **pertinent de tester l'attractivité de différents leurres olfactifs pour cette espèce non ciblée par l'EID**, dont la forte abondance est très ponctuelle dans le temps. Bien que l'EID réalise des tests du mollet et des pièges à moustiques en différents points stratégiques et notamment à Salin-de-Giraud, ces données ne sont pas

divulguées et ne permettent donc pas de comparer l'efficacité d'une démoustication innovante par usage de pièges avec celle d'une démoustication traditionnelle à l'aide du *Bti*. Dans tous les cas, **les pièges offrent l'avantage de ne pas être limités à deux espèces de moustiques et d'offrir un moyen de contrôle du moustique tigre, typiquement associés aux zones habitées** et causant des risques de santé publique.

Une meilleure fiabilité dans le fonctionnement des pièges fut observée en 2016 par rapport à l'an dernier alors que **87% pièges étaient fonctionnels et pourvus en CO₂ lors des 1580 visites réalisées** (comparativement à 65% en 2015). Les dysfonctionnements observés dans 13% des cas étaient principalement dû à l'épuisement de CO₂ nécessitant le renouvellement de la bouteille. Il serait donc pertinent d'avoir un dispositif qui permette d'assurer le remplacement des bouteilles avant qu'elles ne soient complètement vides. De même, un régulateur de débit en fonction du vent permettrait de réduire la fréquence de remplacement des bouteilles, puisque lorsque le vent atteint 30 ou 40 km/h comme c'est souvent le cas en Camargue, les moustiques volent peu et leur capacité à détecter des sources de CO₂ émanant des pièges est sans doute fortement réduite.

L'écart important dans le nombre moyen de moustiques capturés par jour d'un piège à l'autre (de 24 à 399 moustiques/jour) tout comme en 2015 (de 246 à 1970 moustiques/jour), suggère que **leur position influence fortement leur efficacité**. Les principaux **facteurs environnementaux susceptibles d'influencer l'efficacité des pièges sont leur exposition au vent, leur orientation par rapport au soleil et la proximité de haies ou de toute autre végétation** utilisée comme site de repos par les moustiques. Même si la position des pièges répond également à des contraintes logistiques, il serait donc **pertinent de quantifier l'impact de ces facteurs** afin de déterminer un positionnement optimal des pièges **pour améliorer encore la performance de ce dispositif**.

Références

- Crepeau TN, Unlu I, Healy SP, Farajollahi A & Fonseca DM. 2013 Experiences with the large-scale operation of the Biogents Sentinel™ Trap. *Journal of the American Mosquito Control Association* 29: 177–180. DOI: 10.2987/12-6277r.1
- Day JF & Sjogren RD. 1994. Vector control by removal trapping. *Am J Trop Med Hyg.* 50(6 Suppl):126-33.
- Drago A, Marini F, Caputo B, Coluzzi M, della Torre A & Pombi M (2012) Looking for the gold standard: assessment of the effectiveness of four traps for monitoring mosquitoes in Italy. *Journal of Vector Ecology* 37: 117–123.
- Farajollahi A, Kesavaraju B, Price DC, Williams GM, Healy SP, Gaugler R, Nelder MP. 2009. Field efficacy of BG-Sentinel and industry-standard traps for *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and West Nile virus surveillance. *J Med Entomol* 46:919–925.
- Geier M., Englbrecht Ch. Carey B., Horton S. & Rose A. (2011) Innovative mosquito control: Reducing human landing rates through new innovative mosquito traps. Pp. 121-132, *Proceedings of the 23rd Scientific and Educational Seminar DDD and ZUPP 2011*. Korunic, Zagreb, Croatia.
- Geneys C, Lizée C, Claeys C, Nicolas L. 2014. Volet VII - Suivi sociologique. Pp. 69-128 *in* Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2013 en parallèle aux opérations de démoustication au *Bti* sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue.
- Nicolas L, Geneys C, Lizée C, Claeys C. 2015. Volet X - Suivi sociologique. Pp. 85-112 *in* Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2014 en parallèle aux opérations de démoustication au *Bti* sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue.
- Poulin B, Albalat F, Claeys C, Després L, Jakob C, Tétrel C. 2013. Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2012 en parallèle aux opérations de démoustication au

- Bti* sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue. Rapport présenté au PNRC, 108 pp.
- Poulin B, Lefebvre G, Hilaire S. 2014. Volet IV - Hirondelles des fenêtres. Pp. 32-39 *in* Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2013 en parallèle aux opérations de démoustication au *Bti* sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue.
- Poulin B, Hanzen C, Hilaire S, Lefebvre G. 2015. Volet VIII - Test de méthodes alternatives au Bti : les pièges à moustiques. Pp. 69-79 *in* Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2014 en parallèle aux opérations de démoustication au *Bti* sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue.

VOLET III

Evaluation de l'impact des pièges Techno Bam sur la faune non-cible

**Brigitte Poulin, Gaëtan Lefebvre, Camille Muranyi-Kovacs,
Catherine Lavallée-Chouinard, Samuel Hilaire**

Tour du Valat



3. Evaluation de l'impact des pièges Techno Bam sur la faune non-cible

Etat de l'art

Tout comme la démoustication par épandage de *Bti*, **l'utilisation des bornes anti-moustiques peut avoir des impacts directs sur la faune non cible en capturant des insectes non piqueurs, mais également des impacts indirects en réduisant les ressources alimentaires pour les organismes insectivores.**

L'un des suivis phares mené en parallèle aux opérations de démoustication en Camargue ayant motivé la recherche de solutions alternatives à la démoustication traditionnelle est celui portant sur les hirondelles de fenêtre (Poulin et al. 2010, Poulin et al. 2015). Ce suivi a révélé une consommation moindre de Nématocères, d'odonates, de neuroptères et d'araignées par les oisillons, parallèlement à une consommation supérieure de fourmis volantes sur les sites traités, se traduisant par un succès reproducteur réduit de 28% (2009), 36% (2010) et 35% (2011). L'échantillonnage du plancton aérien autour des colonies, a par ailleurs démontré que la consommation moindre (-73%) de nématocères sur les sites traités était associée à une abondance locale moindre des chironomes (-78%) et autres nématocères (-78%) (Poulin et al. 2011). Sachant que **le Sambuc abrite l'une des colonies d'hirondelles des fenêtres** concernée par cette étude, il est apparu cohérent d'évaluer **l'impact indirect d'une démoustication à base de pièges Techno Bam sur le succès reproducteur** de celle-ci.

Sites d'étude

Hameau du Sambuc

Méthodologie

Impact direct

Les insectes non piqueurs ont été déterminés à l'ordre et comptés pour les échantillons récoltés hebdomadairement dans trois pièges tout au long de l'expérimentation (n = 86).

Impact indirect

Le succès reproducteur de la colonie du Sambuc a été estimé par le nombre de jeunes produits par 21 nids situés sur la façade de l'hôtel Longo Mai côté rue de Fiélouse. Du 12 mai au 17 août, l'intérieur de chaque nid était examiné deux fois par semaine à l'aide d'un endoscope pour déterminer le nombre d'œufs puis le nombre de poussins atteignant l'âge d'indépendance. **Le nombre moyen de jeunes produits par nid est comparé à celui observé l'an dernier au Sambuc (préalablement à la mise en opération des pièges) et à ceux rapportés entre 2009 et 2011 pour deux colonies témoins (dont celle du Sambuc) et deux colonies entourées de marais traités au *Bti*.**

Résultats

Impacts directs

Quelques **39 941 insectes capturés ont été comptés et déterminés** (Fig. 14), dont **23 098 (57,8%) étaient des moustiques et 1499 (3,8%) des Ceratopogonidae (arabis)**. Parmi les **insectes non piqueurs retrouvés dans les pièges**, le groupe le mieux représenté est celui des Nématocères hors moustiques (**32,9%**), **essentiellement constitué de chironomes de très petite taille**. Ces derniers étaient

capturés ponctuellement par centaines, notamment **dans l'un des trois pièges situé sous un lampadaire**. Leur capture n'a été détectée qu'après avoir ajouté un deuxième filet plus fin (maille 1 X 0,5 mm) que le filet original (maille 1,5 X 1 mm) suite au constat que les arabis passaient au travers des mailles du filet. **Quatorze autres taxons** ont également été capturés, sans qu'aucun ne domine dans les échantillons, **représentant globalement 5,5% des captures** (Fig. 14).

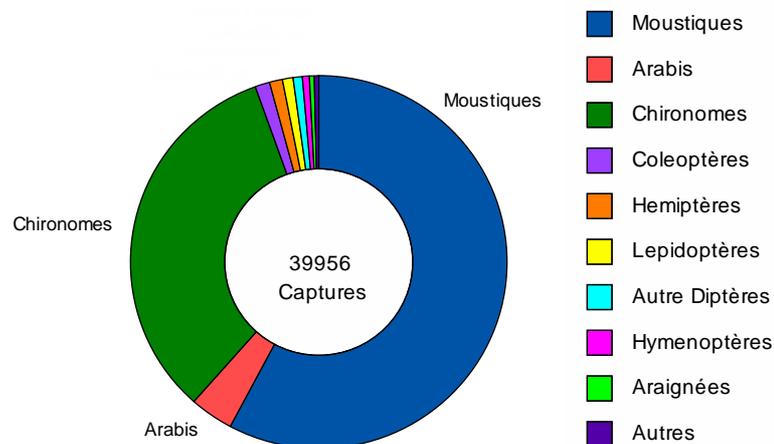


Fig. 14. Distribution des 39 941 captures identifiées dans les pièges Techno Bam au Sambuc en 2016 selon leur appartenance taxinomique.

Impact indirect

L'usage des pièges n'a pas d'impact significatif sur le succès reproducteur des hirondelles, contrairement à la démoustication traditionnelle au *Bti* ($F_{(2,212)} = 16.2$, $P < 0.0001$) (Fig. 15). Ainsi, le **nombre moyen de poussins à l'envol par nid** est de **3.3 sur les sites témoins**, de **3.1 sur le site traité à l'aide de pièges Techno Bam** et de **2.2 sur les sites traités au *Bti***. Selon les tests post-hoc LDS, la valeur observée cette année au Sambuc n'est pas significativement différente de celles observées les années passées sur les sites témoins ($P = 0.24$), mais diffère significativement de celle observée sur les sites traités ($P = 0.03$). Les 21 nids suivis en 2016, à l'exception d'un nid sans nichée, ont produit entre 2 et 4 jeunes atteignant l'âge d'indépendance, avec la réussite de deux nichées pour l'un des nids.

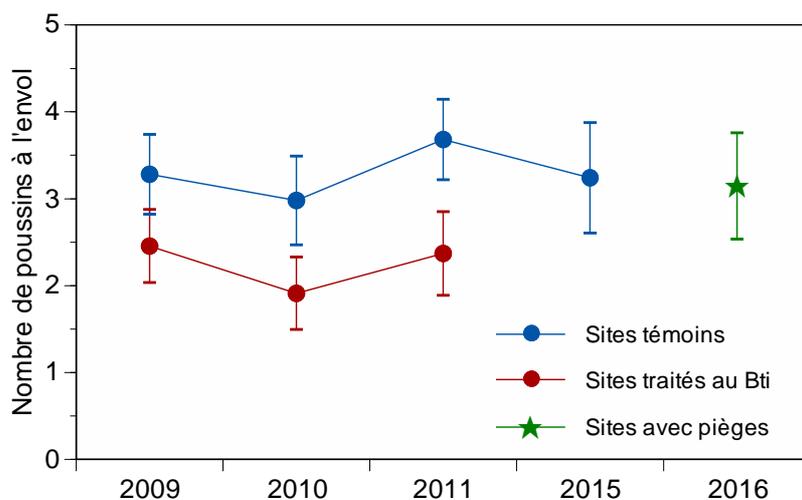


Fig. 15. Comparaison du succès reproducteur de la colonie du Sambuc en 2016 (site avec piège) à ceux obtenus pour les sites traités (Salin-de-Giraud, Port Saint-Louis) et témoins (Sambuc, Armellière) sur la période 2009-2011 et 2015.

Discussion

Les pièges Techno Bam ont capturé une quantité supérieure d'insectes non cibles en 2016 (38,4%) par rapport à l'an dernier (0,7%). Cet écart est en grande partie **dû à l'utilisation de filet à mailles fines permettant d'emprisonner les chironomes de très petite taille.** Ces derniers, de même que les autres insectes non cibles, étaient davantage capturés dans les pièges à **proximité de lampadaires**, suggérant un impact de l'éclairage sur leur aspiration accidentelle par les pièges. L'an dernier, les échantillons récoltés dans les pièges provenaient également de la Tour du Valat, où l'absence d'éclairage avait très certainement contribué à réduire la proportion d'insectes non-cibles capturés. **Dans la mesure où les taxons non cibles ne sont pas spécifiquement attirés par les pièges, ces captures accidentelles représentent probablement une infime fraction des peuplements présents.**

La présence de pièges n'affecte pas de façon significative le succès reproducteur des hirondelles de fenêtre nichant à proximité des bornes anti-moustiques. Ces résultats suggèrent que l'impact local des pièges sur les insectes constituant son régime alimentaire est nettement inférieur à celui qu'aurait l'épandage de Bti dans les milieux naturels environnants. De plus, dans la mesure où les hirondelles s'alimentent dans un rayon de 500 m autour des nids, elles ont la possibilité de sortir du périmètre couvert par les pièges pour rechercher leur nourriture en cas de nécessité.

Références

- Poulin, B. Lefebvre, G., Paz, L. 2010. Red flag for green spray: adverse trophic effects of *Bti* on breeding birds. *Journal of Applied Ecology* 47, 884–889.
- Poulin, B. Lefebvre, G., Duborper, E., Chabot, M.-H. 2011. Effets des traitements au *Bti* sur les invertébrés paludicoles et les hirondelles des fenêtres pour les cinq années de démoustication expérimentale en Camargue (2006-2011). Rapport Tour du Valat, 24 pp.
- Poulin B, Lefebvre G, Hilaire S. 2016. Volet IV - Hirondelles des fenêtres. Pp. 23-29, In Poulin B (ed.), Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2015 en parallèle aux opérations de démoustication au Bti sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue. Rapport Tour du Valat présenté au PNRC, 118 pp.
- Poulin B, Lefebvre G, Hilaire S. 2015. Volet IV - Hirondelles des fenêtres. Pp. 26-30, In Poulin B (ed.), Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2014 en parallèle aux opérations de démoustication au Bti sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue. Rapport Tour du Valat présenté au PNRC, 126 pp.
- Poulin B, Lefebvre G, Hilaire S, Hanzen C & E Gumzej. 2016. Volet VIII - Test de méthodes alternatives au Bti: les pièges à moustiques. Pp. 68-78, In Poulin B (ed.), Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2015 en parallèle aux opérations de démoustication au *Bti* sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue. Rapport Tour du Valat présenté au PNRC, 118 pp.

VOLET IV

Suivi sociologique de la démoustication par pièges

Laurence Nicolas

Bureau d'études Ressource



4. Suivi sociologique de la démoustication par pièges

Lors de la saison 2015, un nouveau dispositif BAM - *Borne Anti Moustique*, développé par des ingénieurs et à destination des collectivités a été testé sur le terrain. Plusieurs prototypes BAM ont ainsi été construits selon une version améliorée, capitalisant sur les tests de calibrage réalisés en 2014 et 2015, afin d'estimer leur efficacité pour réduire la nuisance à plus grande échelle en utilisant comme site test le hameau du Sambuc.

Objectifs scientifiques :

Le volet sociologique avait pour objectif de poursuivre et d'enrichir le suivi des huit premières années. Pour l'année 2016, l'accent a été porté sur l'acceptation et la perception de l'efficacité du nouveau dispositif BAM, afin de repérer les conditions les plus favorables dans lesquelles celui-ci peut s'insérer dans le paysage et le mode de vie des Camarquais comme une « solution anti moustique alternative ».

Site d'étude :

- Le Hameau du Sambuc

Méthodologie

Suivi de la réduction de la nuisance à grande échelle, une enquête sociologique par entretiens, questionnaires et focus group auprès des habitants du hameau du Sambuc. Après une pré-enquête sur la base d'entretiens individuels, les habitants du Hameau du Sambuc, situé en zone non démoustiquée, ont été invités à participer librement à une enquête par questionnaires permettant de recueillir leurs impressions sur le dispositif de 16 bornes mis en place cette année afin de repérer et cibler les questions à mettre en discussion dans un focus group. Qu'il s'agisse des entretiens individuels ou collectifs (deux focus group ont été conduits après la passation du questionnaire) ceux-ci ont été mis en regard et en discussion en conclusion des résultats et de l'analyse du questionnaire. Ce dernier visait également à investiguer et éventuellement améliorer l'utilisation de la page Facebook « *le moustique du Sambuc* » destinée à fournir différents éléments d'information relatifs au dispositif de bornes anti-moustique, comme les successives récoltes des pièges de chacune des bornes, et plus largement sur l'éthologie du moustique, les techniques de démoustication... L'idée de la mise en place de cette page Facebook est issue de l'enquête sociologique menée auprès des habitants l'année précédente, elle a été ensuite mise en place et gérée par la Tour du Valat. Il s'est donc agit d'apprécier aussi, dans le cadre de ce suivi annuel, la façon dont les habitants s'en sont saisis ou pas et de tenter d'en mesurer l'écho territorial.

1/ Analyse du questionnaire

Le questionnaire (voir en annexe) a été diffusé en recourant à plusieurs méthodes : distribution dans la totalité des habitations du hameau, sollicitation des parents d'élèves via l'école primaire du Sambuc, utilisation d'une plateforme internet *evalandgo* relayée par la page Facebook *Le moustique du Sambuc*. Le taux de retour avoisine environ un quart des habitations avec 56 répondants. Compte tenu de l'effectif des répondants ce questionnaire est surtout à vertu exploratoire plutôt que prédictive, venant consolider les entretiens qualitatifs, cœur de l'analyse depuis plusieurs années du suivi sociologique des expériences de démoustication conduites en Camargue (Salin de Giraud et Sambuc).

Profils généraux des répondants

L'analyse des questionnaires permet de dégager un profil de réponse largement majoritaire et un profil minoritaire mais cohérent.

Présentons ci-après le profil majoritaire des répondants et son profil minoritaire :



Son rapport à la démoustication

connaît la démoustication au BTI

ne sait pas si elle est plus efficace que la BAM

pense que le BTI pourrait représenter une risque pour la santé humaine et pour la nature

son rapport à la BAM

A observé une diminution de la présence de moustique depuis l'installation des BAM ...

... principalement en mangeant dehors et lors de promenades ..

Est plutôt satisfait du dispositif BAM, n'a pas éprouvé de gêne liée au dispositif dont il souhaite la poursuite

N'a pas connaissance de la page Facebook « le moustique du Sambuc »

Son rapport au moustique

moyennement sensible aux piqûres

considère que le moustique est un insecte nuisible

mais qu'il présente une utilité

quelqu'un de ce type a le plus de chance :

... d'habiter entre 20 et 60 m. d'une borne

... habiter au Sambuc depuis plus de 10 ans mais depuis moins de 20 ans

... d'être une femme

... d'avoir plus de 60 ans



son rapport à la BAM

n'a pas observé une diminution de la présence de moustique depuis l'installation des BAM ...

se dit plutôt non satisfait du dispositif BAM mais n'a pas éprouvé de gêne liée au dispositif et souhaite la poursuite du dispositif

connaît la page Facebook « le moustique du Sambuc » qu'il fréquente régulièrement

Son rapport à la démoustication

ne connaît en général pas la démoustication au BTI

lorsqu'il connaît, ne pense pas que l'usage du BTI soit plus efficace que la BAM

pense que le BTI ne présente pas de risque pour la santé humaine ni pour la nature

Son rapport au moustique

peu sensible aux piqûres

considère que le moustique n'est pas un insecte nuisible et qu'il ne présente pas une utilité spécifique

quelqu'un de ce type a le plus de chance :

... d'habiter à moins de 20 m. d'une borne

... d'habiter au Sambuc depuis plus de 20 ans

... d'être un homme de 20 à 40

Rapport des principales tendances :

Avez-vous observé une diminution de la présence de moustiques depuis l'installation des bornes anti-moustiques ?

diminution observée	%
non	16,07
oui	83,93
Total	100

Situations d'observations de la baisse de nuisance :

localisation constatation	% personnes ayant observé une diminution
promenade	55,32
manger dehors	55,32
jardin	53,19
fête du village	38,30
poste	23,40
autre	2,13

Êtes-vous satisfait de la présence de ce dispositif dans votre village ?

Satisfaction	%
plutôt non satisfait	7,14%
plutôt satisfait	89,29%
NR	3,57%
Total	100,00%

A quelle distance approximative d'une borne anti-moustiques habitez-vous ?

distance à un borne	%
moins 20	16,07
entre 20 et 60	32,14
entre 60 et 100	21,43
100 et plus	28,57
NR	1,79
Total	100

Avez-vous ou non déjà éprouvé une gêne liée à la présence des bornes ?

gêne liée aux bornes	%
non	94,64
oui	5,36
Total	100

Avez-vous des suggestions, des commentaires à apporter concernant le dispositif des bornes anti-moustiques ?

Nombre de suggestions : 27 (voir plus loin l'analyse du contenu qualitatif de ces suggestions).

Souhaitez-vous ou non la poursuite de cette méthode de démoustication ?

souhait poursuite	%
plutôt favorable à sa poursuite	98,21
NR	1,79
Total	100

Avez-vous connaissance de l'existence d'une page Facebook® intitulée le moustique du Sambuc ?

connaissance page FB	%
non	51,79
oui	46,43
NR	1,79
Total	100

Fréquence de consultation de la page FB

fréquentation page FB	% total	% de répondants oui question préc.
jamais	16,07	34,62
rarement	21,43	46,15
régulièrement	8,93	19,23
Total	46,43	100

Y trouvez- vous les informations que vous souhaitez ?

trouvez information souhaitée	% répondants oui
non	3,85
oui	57,69
NR	38,46
Total	100

Diriez-vous que vous êtes sensible aux piqûres de moustique ?

insecte nuisible	% des répondants
non	33,96
oui	60,38
ne sais pas	5,66
Total	100

Selon vous, le moustique est-il un insecte nuisible ?

insecte nuisible	% des répondants
non	33,96
oui	60,38
ne sais pas	5,66
Total	100

Selon vous, le moustique a-t-il une utilité ?

insecte utile	%
non	28,57
oui	62,50
ne sais pas	8,93
Total	100

Connaissez-vous la démoustication au BTI qui utilise une bactérie aux propriétés insecticides ?

connaissance BTI	%
non	35,71
oui	62,50
NR	1,79
Total	100

Selon vous la démoustication au BTI est-elle plus efficace que la démoustication utilisée au Sambuc ?

efficacité sup. du BTI	%
plutôt d'accord	23,21
plutôt pas d'accord	21,43
ne sais pas	41,07
NR	14,29
Total	100

efficacité sup. du BTI	% ayant répondu oui question précédente
plutôt d'accord	29,41
plutôt pas d'accord	32,35
ne sais pas	38,24
Total	100

Selon vous la démoustication au BTI présente-t-elle un risque pour la santé humaine ?

BTI risque santé humaine	% personnes connaissant BTI
plutôt d'accord	51,43
plutôt pas d'accord	11,43
ne sais pas	37,14
Total	100

La démoustication au BTI présente un risque pour la nature ?

BTI risque sur nature	% connaissant BTI
plutôt d'accord	65,71
plutôt pas d'accord	2,86
ne sais pas	28,57
NR	2,86
Total	100

Caractéristiques principales des répondants

sexe	%
femme	60,71
homme	39,29
Total	100

Age	%
20- 40	25,00
41-60	35,71
plus de 60	37,50
Non réponse	1,79
Total	100

Analyse des résultats de deux questions qualitatives

Les deux questions ouvraient sur des contenus qualitatifs et concernaient d'une part, l'évaluation du dispositif des bornes anti-moustique et, d'autre part, l'argumentation autour de la poursuite de l'expérimentation BAM au Sambuc.

Avez-vous des suggestions, des commentaires à apporter concernant le dispositif des bornes anti-moustiques ?

48% des personnes interrogées formulent des suggestions quant à l'amélioration du dispositif. Ces suggestions portent majoritairement sur l'augmentation des bornes : près de 78% des répondants. Cette suggestion d'augmentation concerne surtout le nombre de bornes à l'intérieur même du village et quelques unes prône leur extension à d'autres, voire toutes, les agglomérations du territoire. Sur leur disposition, en cercle autour du village, ou encore plus loin dans l'environnement plus éloignées de la zone urbaine (champs), ou dans l'habitat dispersé (mas) mais à proximité du Sambuc ou encore à tel ou tel endroit à l'intérieur du village, notamment vers le secteur de l'église. D'autres encore évoquent un lien avec la gestion hydraulique du territoire et l'entretien des roubines pour une meilleure circulation de l'eau

Exemples de réponses :

1. Il en faudrait un peu plus pour couvrir tout le village
2. Une borne dans la zone de l'église serait très appréciée!
3. Il en faudrait plus
4. Ce serait peut-être plus efficace "d'entourer" le village
5. Il serait bien que de nouvelles bornes soient installées; ou bien des plus grandes
6. ce serait plus efficace s'il y en avait plus
7. Plus de bornes à recharge solaires
8. C'est sans doute efficace mais il faudrait multiplier par 4 ou 5 et surtout nettoyer les roubines
9. équipement des mas!
10. mettre un peu plus de bornes
11. Ce serait bien de rajouter des bornes notamment entre la 13 et la 14. De plus il y a beaucoup de moustiques au parc de jeux malgré la borne (fonctionne t-elle correctement?)
12. Plus de bornes ce serait déjà un plus
13. Une disposition moins linéaire qui encerclerait le village
14. Il n'y a rien vers l'église, il faut plus de bornes
15. Je souhaiterais vivement être consulté si à l'aventure un piège devait être installé près de chez moi. Je dors la fenêtre ouverte en été et ne veut pas entendre de bruit de fond supplémentaire.
16. Il en faudrait un peu plus à des endroits où il y a les champs et où les moustiques arrivent abondamment (je fais référence à la borne n°8 qui devait être déplacée et qui ne l'a pas été résultat c'est elle qui absorbait le moins de moustiques)
17. Il en faudrait plus, de manière à entourer le village
18. Il en faudrait dans tous les villages et toutes les villes
19. Pas de commentaires particuliers, si ce n'est un grand merci à la Tour de Valat pour cette initiative et un autre grand merci pour les jeunes ingénieurs rencontrés en mairie annexe du village.
20. Quelques bornes de plus rendraient le système plus efficace
21. A installer dans toutes les zones agglomérées non démosuquées
22. Peut-être en augmenter le nombre...

23. Bornes trop peu nombreuses pour un résultat visible
24. Il en faudrait plus, tout autour du village

Quelle(s) raison(s) donneriez-vous **pour** la poursuite de cette méthode de démoustication au Sambuc ?

Il s'agit là d'une question ouvrant sur du contenu qualitatif et ayant obtenue le plus de réponses (plus de 73%) ce qui montre un engouement massif autour du dispositif et un positionnement quasi unanime sur sa poursuite.

Cet engouement repose sur les arguments suivants :

Une meilleure qualité de vie (44%), nous pouvons profiter de l'extérieur de façon plus tranquille et apaisée, du fait de la baisse de la nuisance, permettant de profiter de l'extérieur.

Un procédé perçu comme écologique (44% des répondants), discret, plutôt efficace, intelligent, français, pourvoyeur d'emplois, concourant à rendre plus attractif le village. Bref un dispositif perçu comme une aubaine pour le village qu'il s'agisse de sa mise en lumière ou parce qu'il constitue un atout pour la fréquentation du village.

Exemples de réponses :

1. C'est plus agréable d'y vivre. Beaucoup moins d'impact sur l'hirondelle que le BTI et l'impact est très restreint au niveau de la surface
2. Puisque ça marche il faut continuer
3. Pour valoriser l'intelligence de l'initiative
4. Puisqu'au Sambuc tout système de démoustication est interdit on se raccroche à celui-là qui semble de plus très efficace
5. Méthode "écologique"
6. Baisse significative du nombre de moustiques
7. Un petit test qui doit grandir
8. Non polluant, discret, plutôt efficace
9. Pour profiter de l'extérieur
10. Bien-être, tranquillité
11. Il y a beaucoup moins de moustiques, c'est une bonne initiative alors je suis pour la poursuite de cette méthode
12. Pas nocif. Même s'il y a toujours des moustiques, certainement moins quand même depuis l'installation des bornes
13. Elle est très efficace et discrète
14. Cette méthode ne dérange ni l'être humain ni la nature
15. Méthode sans nuisance, sans effet secondaire pour la santé, avec le moindre effet/impact sur la nature (contrairement par exemple au BTI)
16. C'est une amélioration de la qualité de la vie avec un impact minimum au niveau écologique
17. Écologique et efficace
18. Elles sont efficaces, esthétiques et discrètes
19. Pour l'aspect écologique et le bien-être des personnes
20. C'est écologique et à la longue peut-être il y aura moins de moustiques qui se reproduisent
21. Bien-être des habitants mais aussi des animaux
22. Ça marche et ça ne présente pas un risque pour la santé de l'homme contrairement aux autres techniques utilisant des 'insecticides' !
23. Cela évite de l'épandage de produits dans les milieux naturels, dérangement, non sélectivité etc.
24. Une meilleure qualité de vie à l'extérieur
25. Un bien meilleur confort de la vie quotidienne, particulièrement du printemps à l'automne

26. Cette méthode n'est pas agressive pour la Camargue, elle protège les habitations et n'a pas d'influence négative pour les oiseaux.
27. La meilleure raison serait de poursuivre et perdurer cette expérience car il semble vraiment qu'elle porte ses fruits et que nous pouvons profiter de l'extérieur de façon plus tranquille et apaisée ;-).
28. Les résultats sont intéressants vu que nous sommes une des rares zones qui n'étaient pas du tout démoustiquées ces bornes sont une aubaine pour tout le village
29. Amélioration de la qualité de vie, vie plus agréable, donnant des atouts à la fréquentation du village
30. C'est propre, c'est écologique, ça donne des résultats, c'est Français
31. Il s'agit d'une méthode sans impact sur l'environnement et la chaîne alimentaire.
32. Sans produit toxique
33. Méthode non polluante
34. Solution alternative au BTI, créateur d'emploi. Possibilité d'apporter un mieux être à tous les hameaux

Quelle(s) raison(s) donneriez-vous **contre** la poursuite de cette méthode de démoustication au Sambuc ?

On observe peu de distorsions dans ce consensus et lorsque celles-ci s'expriment c'est toutefois en se positionnant cependant pour la poursuite du dispositif

Ces distorsions s'expriment comme suit :

1 / absence de résultats patents sur la nuisance

2/ coût du dispositif

3/ inutile de poursuivre si pas plus de bornes car les moustiques sont aussi nombreux loin des bornes

Une volonté de reconduite massive qui dépasse les situations personnelles

Le souhait de reconduire la BAM est unanime, avec plus de 98% des enquêtés qui se disent plutôt favorables pour une reconduction. Le dispositif suscite une large satisfaction des enquêtés avec 89,3% de satisfaits.

7,1% des personnes favorables à la poursuite de la BAM se disent toutefois non satisfaites du dispositif. Ce résultat se laisse interpréter différemment. On peut penser soit que ces personnes considèrent le dispositif insuffisant mais désirent le maintenir faute de mieux, soit que ces personnes sont à titre personnel non satisfaites mais jugent que le dispositif est bénéfique pour le hameau, au point de souhaiter sa poursuite en dépit de leur insatisfaction personnelle.

Souhait poursuite Satisfaction du dispositif	Non réponse	plutôt favorable à sa poursuite	TOTAL
Non réponse	1,8%	1,8%	3,6%
plutôt non satisfait	0,0%	7,1%	7,1%
plutôt satisfait	0,0%	89,3%	89,3%
TOTAL	1,8%	98,2%	

Tableau 1

Les deux interprétations semblent pouvoir être suivies. Considérons d'abord la seconde. Celle-ci semblerait indiquer que la démoustication à l'échelle du Sambuc arrive à concerner les habitants au-delà de leur condition personnelle et de leur propre expérience. En effet, 14,3% des personnes favorables à la poursuite du dispositif BAM n'ont pas observé de diminution de la présence de moustique depuis l'installation des bornes (Cf. tableau 2). Ce n'est donc pas une amélioration de leur exposition personnelle aux moustiques qui les conduit à souhaiter la poursuite du dispositif. De la même façon, ce n'est pas leur certitude dans l'efficacité du dispositif qui les pousse à en réclamer la poursuite. C'est donc que ce dispositif prend un sens symbolique supplémentaire.

Souhaitez-vous ou non la poursuite Avez-vous observé une diminution	Non réponse	plutôt favorable à sa poursuite	TOTAL
non	1,8%	14,3%	16,1%
oui	0,0%	83,9%	83,9%
TOTAL	1,8%	98,2%	100

Tableau 2

De façon plus massive encore, la connaissance d'autres méthodes de démoustication, en l'espèce de la démoustication au BTI, est sans effet sur le fait de se dire favorable ou non à la poursuite de la BAM puisque 33,9% des personnes favorables à la poursuite du dispositif BAM n'ont pas connaissance de la démoustication au BTI (seulement 3,27% de la variance expliquée). Seul 21,4% des enquêtés sont en situation d'être favorables à la poursuite de la BAM parce qu'ils seraient convaincus qu'elle est au moins aussi efficace que la démoustication au BTI (pourcentage connaissant le BTI et pensant que BTI n'est pas plus efficace que BAM et favorable à la poursuite), contre 17,9% qui pensent que BTI est plus efficace que la BAM.

De même, on ne pourrait au maximum imputer qu'à 41% des sondés leur souhait de voir la BAM maintenue au fait qu'ils considèrent, en toute connaissance (c'est-à-dire en déclarant savoir ce qu'est la démoustication au BTI), que le BTI aurait un effet négatif sur la nature (32,1% concernant un risque sanitaire relatif à l'emploi du BTI)

Souhaitez-vous ou non la poursuite de cette méthode de démoustication ?

Connaissiez-vous la démoustication au BTI Souhaitez-vous ou non la poursuite de ...	Non réponse	plutôt favorable à sa poursuite	TOTAL
Non réponse	0,0%	1,8%	1,8%
non	1,8%	33,9%	35,7%
oui	0,0%	62,5%	62,5%
TOTAL	1,8%	98,2%	

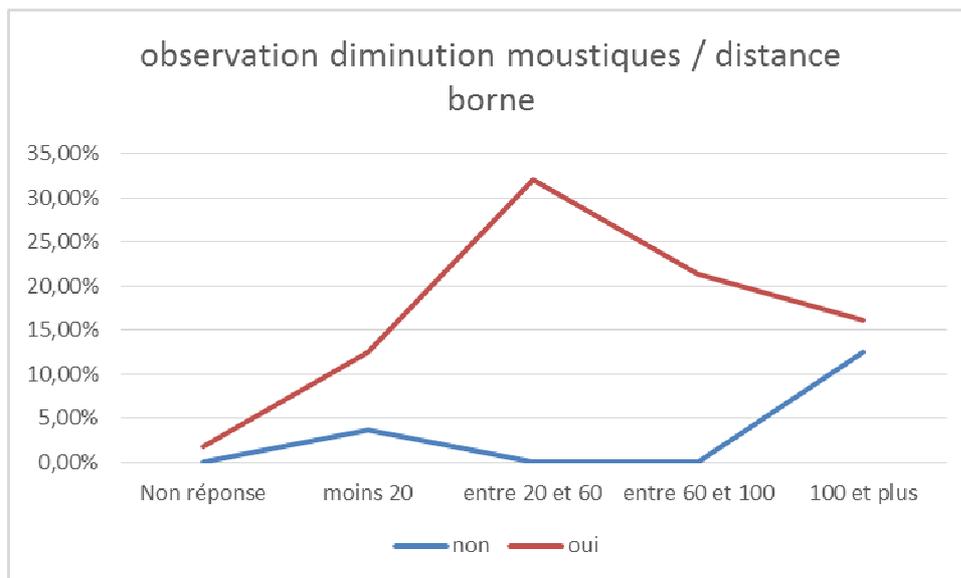
Tableau 3

En résumé l'évaluation d'une diminution de la présence de moustiques est sensible et semble clairement un facteur déterminant dans le souhait de poursuivre l'expérience la BAM. Ce souhait ne se fait que très faiblement par comparaison avec la démoustication au BTI, bien que sensibilité à l'effet de celui-ci existe parmi les personnes interrogées, bien qu'à l'état de minorité. Néanmoins le souhait de poursuivre l'expérience de la BAM ne s'explique pas par ces seuls facteurs, et va parfois même à l'encontre de ceux-ci.

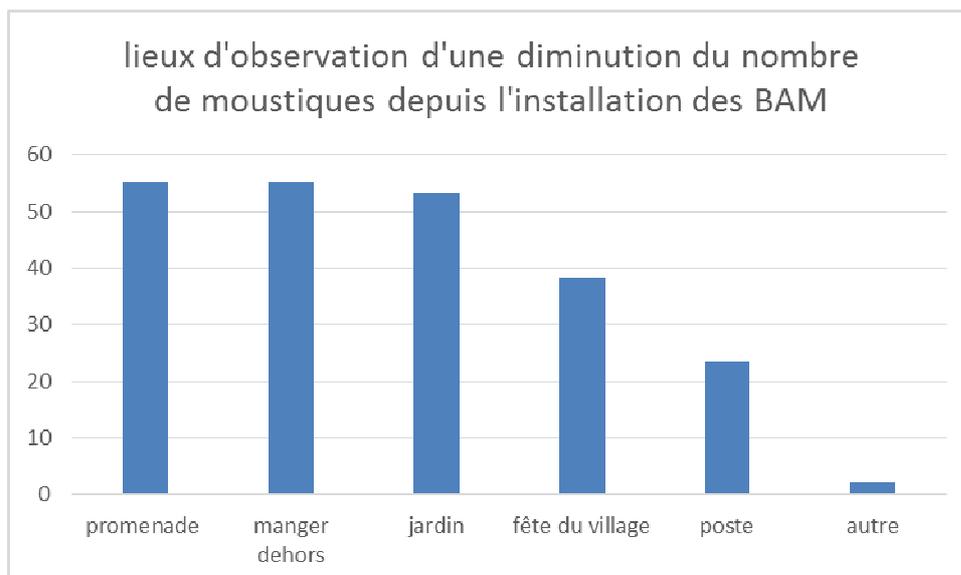
Sur quoi repose l'évaluation de l'efficacité des BAM ?

En première lecture, l'observation d'une diminution de la présence de moustique ne paraît pas liée à la distance d'habitation à une borne anti-moustique, puisqu'il est impossible d'observer une décroissance linéaire en fonction de la distance d'observation.

Avez-vous observé une diminution de moustiques /distance borne	Non réponse	moins 20	entre 20 et 60	entre 60 et 100	100 et plus	TOTAL
non	0,00%	3,60%	0,00%	0,00%	12,50%	16,10%
oui	1,80%	12,50%	32,10%	21,40%	16,10%	83,90%
TOTAL	1,80%	16,10%	32,10%	21,40%	28,60%	



Il ne faudrait toutefois pas en conclure que l'observation d'une diminution du nombre de moustiques depuis l'installation des bornes anti-moustiques serait parfaitement subjective et sans fondement. On peut en partie expliquer ce résultat en regardant les occasions durant lesquelles les personnes interrogées ont observé une diminution :

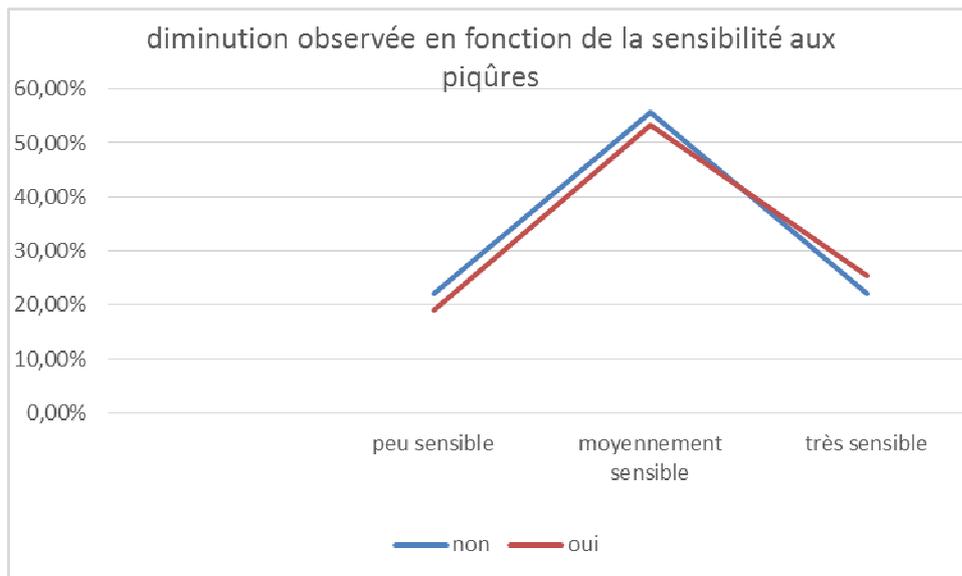


lieu observation diminution	% personnes ayant observé une diminution
promenade	55,32
manger dehors	55,32
jardin	53,19
fête du village	38,30
poste	23,40
autre	2,13

Ce n'est donc pas uniquement dans un cadre domestique et intime que se fonde le constat de l'efficacité ou non de la BAM, ce qui expliquerait le faible lien entre la distance d'habitation à une borne et la constatation de l'efficacité de la BAM. Cela implique également de repositionner la question de la démoustication dans un espace de discussion dépassant la sphère domestique ainsi que d'élargir les modalités de « concernement » des acteurs.

L'hypothèse d'une subjectivité de l'évaluation des personnes interrogée est également à rejeter sur un autre point : l'observation d'une diminution du nombre de moustiques n'est pas liée à la sensibilité aux piqûres de moustiques, soit que ceux qui y sont très sensibles tendraient à exagérer leur présence, soit que ceux qui y sont peu sensibles ne noteraient pas leur diminution. Les distributions statistiques en fonction de ces critères sont en effet quasi identiques comme nous pouvons le constater ci-dessous :

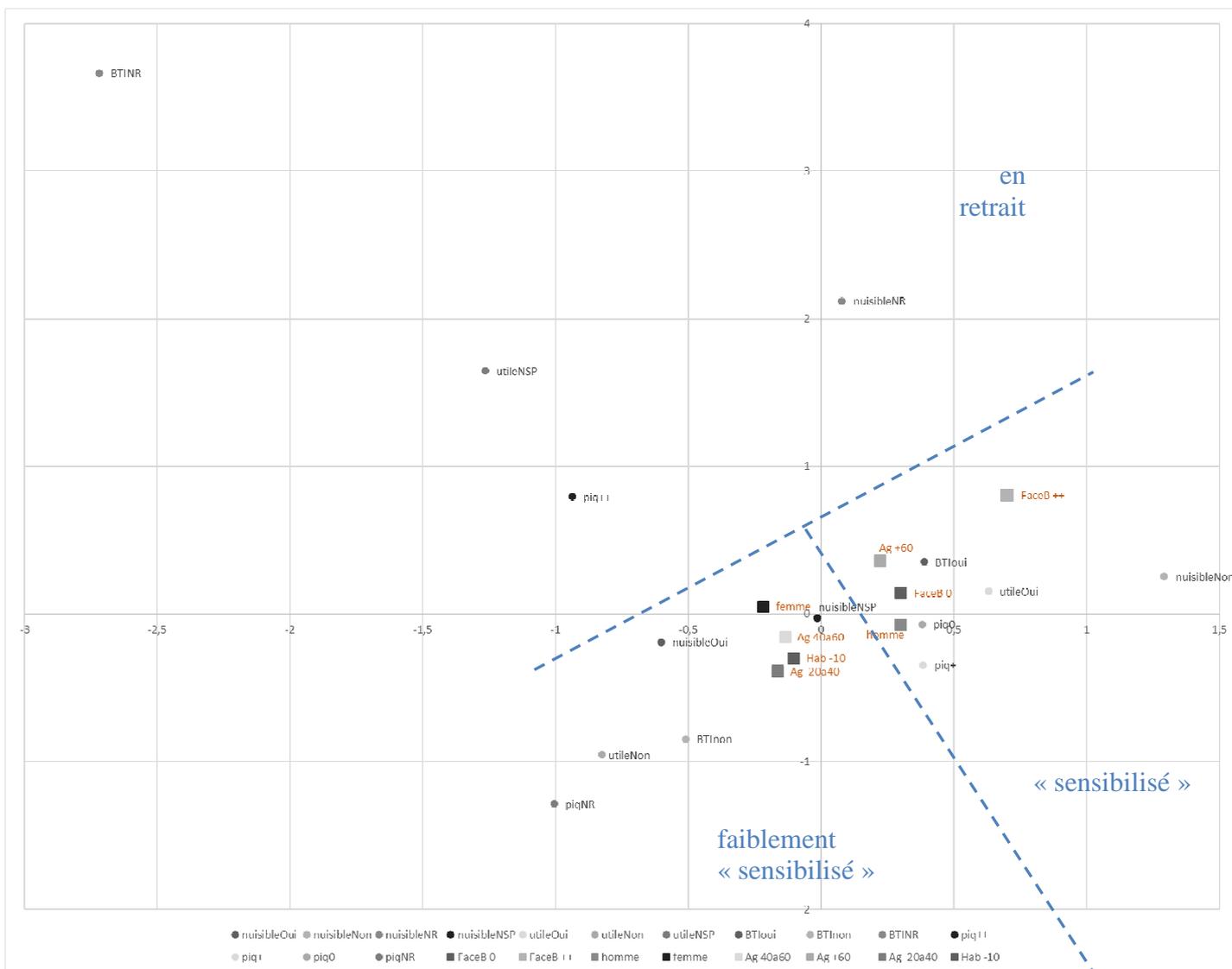
Sensibilité piqûres Diminution observée	Non réponse	peu sensible	moyennement sensible	très sensible	TOTAL
non	0,00%	22,20%	55,60%	22,20%	100%
oui	2,10%	19,10%	53,20%	25,50%	100%
TOTAL	1,80%	19,60%	53,60%	25,00%	100%



La page Facebook et l'existence d'un public « sensibilisé » à l'environnement

Le rapport aux moustiques et au BTI décrit deux sous-populations que le rapport à la BAM ne permet pas d'identifier.

Considérons en effet l'analyse des correspondances multiples (ACM) croisant les variables portant sur le rapport au moustique et celles sur la démoustication au BTI, avec pour variables supplémentaires les variables signalétiques et la fréquentation de la page Facebook.



Trois sous-ensembles se dégagent :

- 1) un ensemble correspondant à une attitude pro-environnementale : informé sur le BTI, il considère que le moustique est utile et non-nuisible et se dit peu sensible aux piqûres de moustiques
- 2) Un second, plus jeune et d'une durée d'habitation plus courte, est à l'opposé non informé sur le BTI, considère que le moustique est nuisible et ne représente aucune utilité
- 3) un troisième est caractérisé par une attitude de retrait, soit ne se prononçant pas soit affirmant ne pas savoir, sauf sur leur forte sensibilité aux piqûres de moustiques.

La projection de variables supplémentaires place la consultation de la page Facebook dans le sous-ensemble que nous qualifions de « sensibilisé ». Sans établir de causalité directe, nous pouvons faire l'hypothèse qu'il s'agit ici d'une attitude orientée vers la recherche d'informations et d'une sensibilisation de ces personnes, sensibilisation qui s'exprime à travers plusieurs traits attitudeux tels que la manifestation de connaissance relatives aux moustiques, au BTI et à la page Facebook. Cette dernière ne peut effectivement pas être vue comme la cause d'une connaissance accrue des acteurs sur le BTI. En effet, on peut s'en assurer par le croisement entre connaissance d'une page FB et connaissance de la démositication au BTI (cf. tableau ci-dessous, tableau sur la base des répondants).

Connaiss. FB Connaissez-vous la démoustication au BTI	non	oui	TOTAL
non	25,45	10,91	36,36
oui	27,27	36,36	63,64
TOTAL	52,73	47,27	100,00

Le khi2 avec correction pour effectifs théoriques inférieurs à 10 ne donne pas de différence significative, ou dit autrement, plaide au risque 5% pour l'hypothèse d'une distribution identique entre personnes connaissant la page FB et les autres.

Donc plutôt que d'y voir une causalité directe, il faut inscrire l'ensemble de ces traits dans une attitude pro-active témoignant d'une sensibilité environnementale.

Corrélativement, on constate que les personnes qui n'ont pas connaissance de la page Facebook ont un plus fort taux de non-réponse et de « ne sais pas » que ceux qui en ont connaissance, marquant en cela soit une attitude plus faiblement orientée vers la recherche d'informations relatives à la démoustication, soit une disposition moins affirmée dans leur évaluation :

démoustication au BTI est-elle plus efficace	Non réponse	ne sais pas	plutôt d'accord	plutôt pas d'accord	TOTAL
Avez-vous connaissance de l'existence d'une page FB					
non	17,2%	51,7%	13,8%	17,2%	100%
oui	7,7%	30,8%	34,6%	26,9%	100%
TOTAL	14,3%	41,1%	23,2%	21,4%	100%

BTi : risque sanitaire	Non réponse	ne sais pas	plutôt d'accord	plutôt pas d'accord	TOTAL
Avez-vous connaissance de l'existence d'une page facebook ...					
non	13,8%	44,8%	37,9%	3,4%	100%
oui	7,7%	26,9%	53,8%	11,5%	100%
TOTAL	12,5%	35,7%	44,6%	7,1%	100%

BTi : risque pour la nature	Non réponse	ne sais pas	plutôt d'accord	plutôt pas d'accord	TOTAL
Avez-vous connaissance de l'existence d'une page facebook ...					
non	17,2%	27,6%	55,2%	0,0%	100%
oui	7,7%	26,9%	61,5%	3,8%	100%
TOTAL	14,3%	26,8%	57,1%	1,8%	100%

Conclusion et mise en regard de l'analyse du questionnaire avec les entretiens qualitatifs

Il convient d'être prudent sinon circonspects quant aux résultats pouvant être jugés « trop » consensuels autour du dispositif BAM. Que l'ensemble de la population interrogée soit « plutôt favorable » à la poursuite du dispositif relève t-il de la constatation directe de son efficacité ?

On peut assurément répondre positivement si l'on s'en tient au ressenti de l'observation sur la diminution de la nuisance, globalement positif, et dont témoignent les résultats du questionnaire. Il s'enregistre surtout autour de plusieurs types de situations : manger à l'extérieur, se trouver dans le jardin, lors de promenades où de l'exercice de la sociabilité collective comme la fête du village.

On voit là qu'il s'agit plus largement du rapport à l'extérieur que rendrait possible ou qu'optimiserait la diminution de la nuisance et pas seulement – comme cela a été souvent répété, de manière parfois un peu méprisante – de satisfaire la possibilité de *prendre l'apéro* ou le repas dehors – plus largement en effet la satisfaction autour de cette diminution concerne des aspects « politiques », au sens de l'exercice de la cité, de l'espace public, de la rencontre sociale et dépasse ainsi les seules considérations de confort personnel ou privé d'une population.

Par ailleurs et si l'on s'intéresse à cette dimension politique du moustique il convient de revenir sur les résultats des enquêtes que nous menons depuis les années 2000 sur ces questions et notamment à Salin de Giraud où cette dimension s'est fortement exprimée avant et durant les années d'expérimentation de la démoustication au BTI. En effet, se dégagea assez rapidement que certes le sujet était le support à une polémique crispée entre « pro et anti moustiques » mais qu'il se révélait aussi être le creuset d'une argumentation bien plus large concernant les choix d'aménagement du territoire typiquement le développement du tourisme vs la protection de l'environnement. Dans le même temps ces opérations de démoustication soulignent pour les populations locales l'attention du politique à leur égard que peut résumer l'expression « enfin on s'occupe de nous » maintes fois relevée (Claeys & Nicolas 2009). Or les enquêtes par entretiens menées sur le Sambuc¹ ont également souligné comme un des effets du dispositif BAM celui qui aboutit à la mise en lumière du village, notamment par la médiatisation : *Le Sambuc*, « capitale du moustique », et par la sensation de fierté collective que produit cette mise en lumière. Corrélativement s'enregistre aussi, comme à Salin de Giraud, le sentiment d'une attention sociale de type « enfin on s'occupe de nous », avec l'enregistrement d'un déplacement du salin au Sambuc de la cible d'attention autour de la question de la démoustication. Cet aspect du débat a d'ailleurs surgi, dans le forum internet de la page Facebook du *moustique du Sambuc*, comme un des éléments de débat public mis en discussion.

Lors d'un entretien collectif réunissant plusieurs habitants la discussion s'installe autour du fait qu'une juste appréciation de l'expérimentation du dispositif BAM ne peut s'envisager que sur du long terme. Les deux années écoulées ne pouvant permettre d'inféoder la baisse de la nuisance à la seule présence des bornes : « Il faut le voir sur plusieurs années là ça fait trop peu de temps ». D'aucuns indiquent une saison sèche peu propice aux moustiques, d'autres la diminution, l'aménagement ou le contrôle d'espaces végétalisés tels que des haies arbustives plus ou moins sauvages. Pourtant tous s'accordent sur le fait de poursuivre le dispositif : « C'est bien qu'ils essayent quelque chose... tout ce qu'ils récupèrent déjà c'est bien... surtout pour les enfants » indique une habitante. « Bon après ça serait plus efficace un vrai traitement » rajoute un habitant. Un jeune homme, adolescent, peu convaincu de l'efficacité des bornes, témoigne d'habitudes vestimentaires lors des soirées estivales : chaussettes hautes, pantalon et blouson

¹ Cf. Poulin B., Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2015 en parallèle aux opérations de démoustication au Bti sur le périmètre du Parc naturel régional de Camargue, 2016, PNRC, p 100.

couvrant, qui n'ont pas changé pour lui lorsqu'il rejoint quotidiennement un groupe de jeunes gens sur la place du Sambuc pour jouer aux boules : « On dit [entre-nous] que c'est pas trop efficace, cet été y'en avait beaucoup vers 22h00, on se faisait bouffer, on se faisait harceler ». Car qu'il s'agisse de ces précautions vestimentaires ou de l'organisation domestique, les habitudes de vie, avec le moustique, au Sambuc, ont la vie dure et ne semblent pas avoir beaucoup évolué avec l'expérimentation BAM. Ainsi, à la suite du témoignage de l'adolescent, une habitante rajoute : « on mange pas dehors, à 9h-9h30 l'été il faut rentrer, c'est l'attaque normale au coucher du soleil, cette année on a essayé une fois mais c'était pareil, mais nous on est d'ici, on est habitué » puis encore avec cet habitant : « le midi ça va mais le soir c'est impossible ou alors il faut une véranda en moustiquaire ». L'ensemble des propos recueillis dans le cadre des entretiens individuels et collectifs rejoint cette posture perceptive à l'égard du dispositif, favorable à son maintien mais teintée d'expectative. En revanche, là où les avis, les perceptions hésitent, les habitudes corporelles, qu'elles soient vestimentaires ou relatives aux pratiques du « dehors » - dans certaines tranches horaires bien connues des populations locales - tranchent la question avec plus de netteté et conservent les vieux réflexes acquis pour se protéger de l'insecte piqueur.

2/ Étude de la page Facebook *Le moustique du Sambuc*

Le suivi de l'année 2015 concluait à l'intérêt de la page FB pour la diffusion de ce mode de démoustication sans qu'il soit pour autant possible d'évaluer l'attractivité, la force de dissémination et l'effet d'engagement que la page pouvait produire. De la même façon, l'évolution de cette page ne pouvait encore être étudiée compte de tenu de son caractère récent. L'objectif est de mieux redéfinir et ressaisir la place de la page et ces marges d'évolution et d'évaluer si cette page remplit le rôle qui lui était assigné initialement.

Les données

Deux types de données exportables depuis un compte « analyst » de FB ont été utilisés : les données métriques de la page et les données liées aux postes. Les données de la page présentent un volume conséquent de variables à traiter : pour la seule feuille « key metrics », qui regroupe les variables principales, 128 variables sont distribuées en fonction de la périodicité de l'analyse. Le fichier excel comporte vingt feuilles. Nous nous sommes concentrés sur la feuille key metrics...

La page en quelques moyennes : des chiffres honorables

Nous rapportons dans le tableau ci-dessous les scores moyens pour trois périodes : du 25 avril 2016 au 13 novembre 2016, correspondant au suivi à mi-parcours, la période du 14 novembre 2016 au 5 mars 2017, correspondant à seconde moitié du programme, et enfin la période totale du 25 avril 2016 au 5 mars 2017.

	25-4-16 à 13-11- 16	14-11-16 à 05-3- 17	25-4-16 à 05-3- 17
moyenne de nouvelles personnes qui ont aimé la Page par jour	1,27	0,04	0,83
moyenne des retraits de la mention « j'aime » par jour	0,05	0,04	0,05

Engaged Users²			
moyenne quotidienne	29,30	2,01	19,59
moyenne hebdomadaire	174,40	13,21	117,09
moyenne sur une période de 28 jours	590,96	47,69	397,80
Audience organique³			
moyenne journalière	418,10	35,01	281,89
moyenne hebdomadaire	1793,02	177,50	1218,61
moyenne à 28 jours	5423,59	583,39	3702,63
Portée d'un poste⁴			
moyenne journalière	395,03	33,40	266,45
moyenne hebdomadaire	1651,64	168,62	1124,34
moyenne à 28 jours	4924,04	550,74	3369,09
Impressions⁵ de l'ensemble des publications			
moyenne journalière	910,59	57,37	607,22
moyenne hebdomadaire	6400,30	472,70	4292,70
moyenne à 28 jours	25214,52	3048,93	17333,42
Retours négatifs sur la page			
moyenne journalière	0,34	0,01	0,22
moyenne hebdomadaire	2,35	0,11	1,56
moyenne à 28 jours	9,39	0,48	6,22
personnes partageant des actualités de la page			
moyenne journalière	11,22	0,88	7,54
moyenne hebdomadaire	62,07	5,61	41,99
moyenne à 28 jours	198,69	19,63	135,03

Les caractéristiques moyennes de la page sont plus faibles que celles présentées dans le rapport intermédiaire. Les chiffres restent toutefois bons.

La moyenne de 0,83 like par jour est certes toujours modeste. Néanmoins, la portée des postes a conservé un score qui mérite d'être relevé, puisqu'**une publication peut espérer être vue en moyenne, dans la journée, par 266,45 personnes** (sans que celles-ci se rendent nécessairement sur la page du moustique du Sambuc) **et par 3369,09 personnes dans les vingt-huit jours qui suivent**. L'impression moyenne (cf. note) d'une publication dans les vingt-huit jours qui suivent sa mise en ligne dépasse les 1733 vues, ce qui ne signifie pas qu'autant de personnes auront vu cette publication puisqu'une même personne peut l'avoir vue plusieurs fois. Ces chiffres ne disent rien sur la passivité ou non des personnes qui accèdent à une publication. Pour distinguer les personnes réellement actives lors de leur accès à la page, il faut se rapporter au nombre moyen de personnes « engagées » qui est de 397,80 sur 28 jours (« engaged users », cf. note précédente). La propension à partager une actualité se stabilise au tiers des personnes engagées avec 135,03 personnes partageant sur 28 jours.

² Nombre de personnes ayant interagi avec la page (différent de l'audience passive), c'est-à-dire ayant fait n'importe quel type de clic ou ayant créé n'importe quel type d'actualité

³ Nombre de personnes qui ont accédé à la page du moustique du Sambuc ou vu cette Page ou une de ses publications dans le fil d'actualité ou le téléx.

⁴ Nombres de personnes qui ont vu une des publications de la page (à travers les amis FB d'un utilisateur, par exemple)

⁵ Les impressions mesurent le nombre d'affichages de tout contenu associé à la page, indépendamment du fait que l'utilisateur ait cliqué ou non sur ces contenus. Les utilisateurs peuvent visualiser la même publication plusieurs fois

Évolution générale de la page : un tassement de la fréquentation et de l'attrait de la page

Les évolutions de la page annoncées dans le rapport intermédiaire se sont, pour la plupart, confirmées dans la seconde moitié du suivi.

La comparaison entre ces deux périodes semble indiquer que l'impact de la page Facebook trouve un nouveau régime temporel. C'est ce que suggère la dispersion des principales mesures de la page pour ses deux périodes si l'on considère à la fois l'activité quotidienne et l'activité hebdomadaire. La figure 1 représente les coefficients de variation (rapport de l'écart-type sur la moyenne exprimé en pourcentage) pour ces deux régimes d'activité et ces deux périodes.

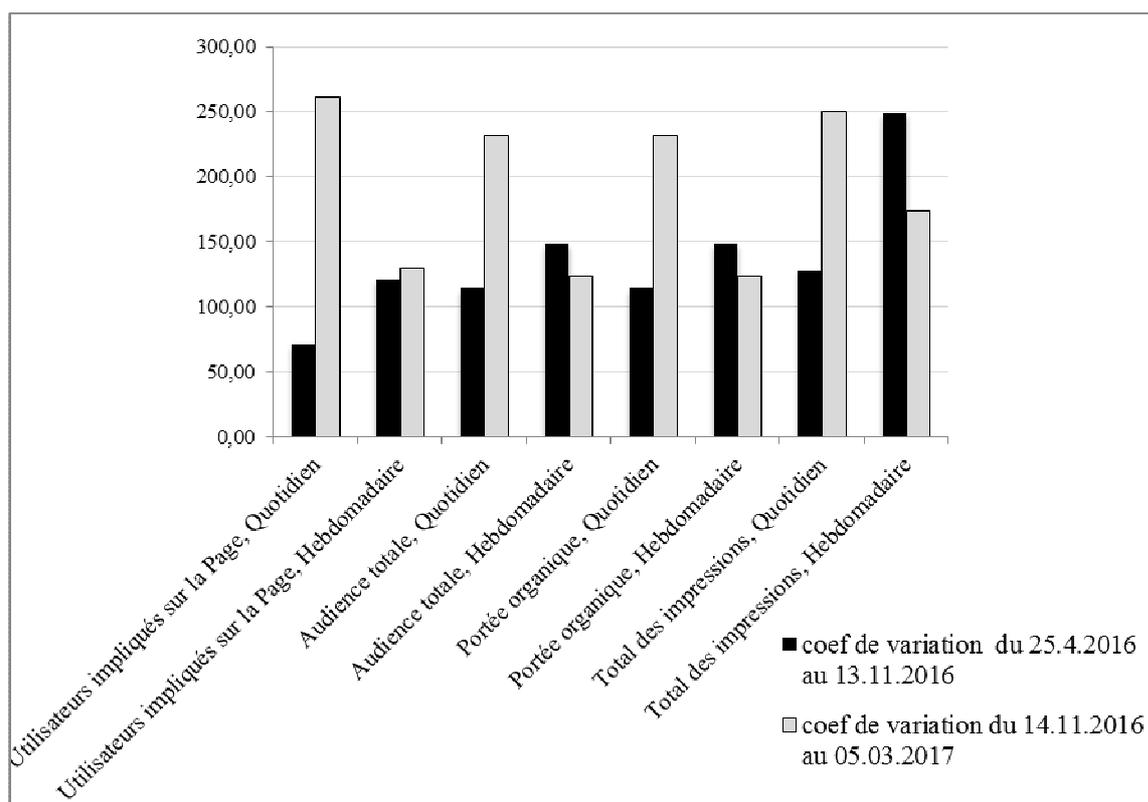


Fig. 1: Coefficients de variation des mesures clés de l'activité quotidienne et de l'activité hebdomadaire avant et après le 13 nov. 2016

On constate que sur la seconde période de l'étude (à partir du 14.11.16) le coefficient de variation est systématiquement supérieur pour l'activité quotidienne (par exemple les utilisateurs impliqués quotidiennement) et inférieure pour l'activité hebdomadaire, et inversement pour la première période d'étude. Cela signifie que sur la première période les publications de la page provoquaient des effets relativement homogènes sur la journée, mais des effets plus dispersés, plus hétérogènes, au cours de la semaine qui suivait. Dans la seconde période, cette hétérogénéité se déplace dans l'immédiateté du jour de la publication (certaines publications provoquent peu d'activité le jour de leur publication, d'autres beaucoup d'activité etc.), alors que l'activité hebdomadaire s'homogénéise. Il faut également garder à l'esprit que ce changement sur la périodicité hebdomadaire est à mettre en rapport avec le fait que le partage sur la page Facebook n'est pas soutenu par le dispositif physique de la démostication qui n'a pas lieu durant la période considérée. Plus encore, l'impact de la page Facebook sur la seconde période (14/11 au 5/03) ne s'appuie que sur l'effet des publications et non pas sur la présence effective et importantes des moustiques. On comprend alors assez bien que la réactivité aux publications se déplace et exprime sa diversité sur le jour de la publication et

nettement moins sur la quotidienneté hebdomadaire. D'une certaine façon, dans la seconde période de suivi, la vie d'une publication est moins portée par l'activité des moustiques et des démousticateurs mais plus par celle du réseau social. Ces éléments confirment que la page Facebook peut jouer un rôle de maintien en attention de la démoustication dans l'espace public. Ils montrent également que la virtualité de la page n'est pas synonyme d'« hors-sol », ce qui ne peut qu'être perçu positivement concernant l'utilité de la page.

Les tendances à la baisse annoncées dans le rapport intermédiaire se confirment **avec néanmoins une inversion de ces tendances sur un type d'indicateur**, ce qu'il convient de noter. Nous détaillons ces différentes tendances ci-dessous.

L'audience organique⁶ poursuit sa tendance à la diminution malgré quelques pics (Fig. 2)

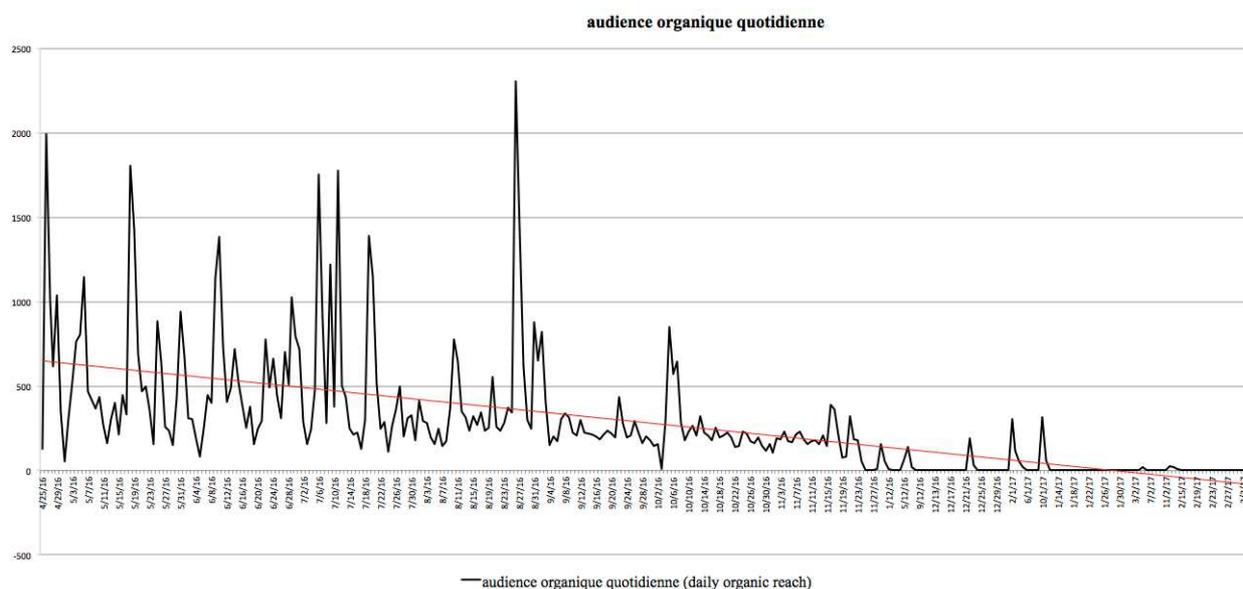


Fig. 2 : Audience organique (quotidienne) : Nombre de personnes qui ont accédé à la page ou qui ont vu la page ou une de ses publications dans le fil d'actualité ou le téléx (utilisateurs uniques, valeurs quotidiennes).

Mais cette baisse s'interprète difficilement dans la mesure où mécaniquement le fonctionnement de Facebook conduit à réduire l'audience de ce type de page. En effet, les membres de Facebook tendant à avoir de plus en plus d'amis, les publications (posts) leur étant destinées sont de plus en plus nombreuses et seules certaines sont affichées en fonction de l'algorithme de FB (Edgerank). La portée organique des publications est donc tendanciellement à la baisse. Une donnée essentielle pour contrecarrer cette tendance étant le démarchage de nouveaux amis et la demande d'être ami avec d'autres comptes. Nous avons relevé dans le rapport intermédiaire le risque d'un accès à la page qui accuserait une évolution vers un accès passif aux publications. En effet, la proportion d'internautes qui cliquent effectivement sur la publication (tous types de clics), qu'il faut distinguer des internautes qui voient une publication s'afficher par exemple sur leur mur sans interagir avec le contenu, était clairement orientée à la baisse, cette baisse se confirme dans la seconde période de suivi (fig. 3).

⁶ Rappelons que l'audience organique désigne le nombre de personnes qui ont accédé à la page du moustique du Sambou ou vu cette page ou une de ses publications dans le fil d'actualité ou le téléx

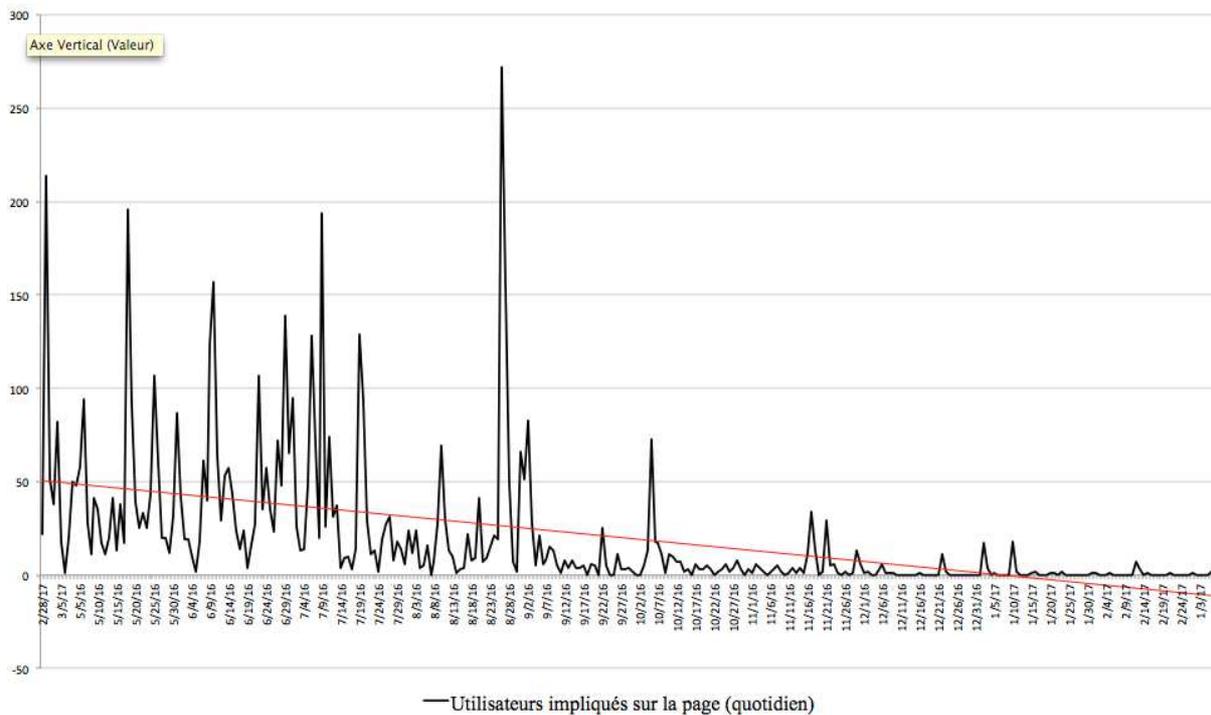


Fig. 3 : Nombre de personnes ayant interagi avec la page. L'interaction correspond à n'importe quel clic ou n'importe quelle actualité créée (utilisateurs uniques, valeurs quotidiennes)

On peut interpréter cela ou bien par un plus faible intérêt des internautes qui consulteraient la page de plus en plus sous une forme routinière et passive ou bien par la mise en ligne de contenus qui n'appelleraient pas d'action particulière (clic, etc.). Lors de la première phase de suivi, la fréquence cumulée des likes sur le site indiquait également un tassement à parti du 14 juin, cette tendance se confirme sous une forme quasi asymptotique. (fig. 4)

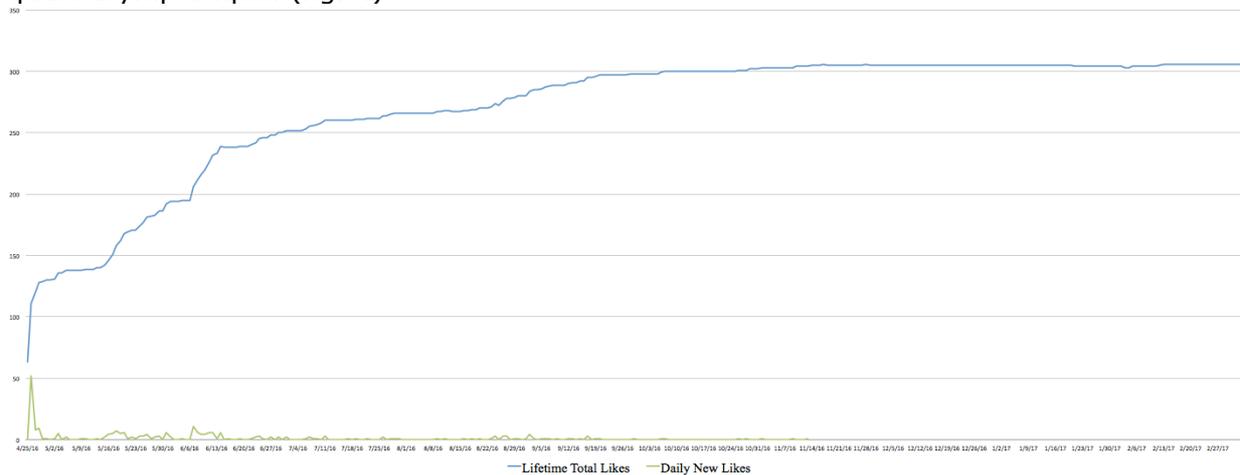


Fig.4 : fréquence cumulée des « likes » et fréquence quotidienne des « likes »

Ces différentes tendances à la baisse ne doivent toutefois pas conduire à des constats par trop alarmistes. On peut y voir le fait de trouver « son » public après une première phase d'« emballement » lors de son lancement.

L'inversion partielle des tendances observées à mi-parcours témoigne d'un régime de publication bénéfique

Il est toutefois difficile d'évaluer l'intérêt réel suscité par les publications du site sur la seule base des données brutes fournies par FB, tout spécialement si l'on souhaite s'intéresser à l'intérêt suscité par une publication par rapport à une autre. Nous avons défini un premier indicateur correspondant à l'intérêt réel journalier ainsi :

$$i_1 = 100 \times \text{Engaged users} / \text{Reached users}$$

Cet indicateur évalue donc la part des internautes directement touchés par une publication qui devient active en cliquant sur des liens de la page.

Un second indicateur nous permettra d'évaluer la frange la plus « militante » du public en cours de fidélisation :

$$i_2 = 100 \times \text{people talking about} / \text{engaged users}$$

Enfin, pour contrôler l'effet propre aux disséminations massives et non ciblées de contenus via Facebook, nous proposons l'indicateur suivant pour évaluer les feedbacks négatifs :

$$i_3 = 100 \times \text{feedback négatif} / \text{organic reach.}$$

Rappelons l'état de ces indicateurs à mi-parcours du suivi (fig. 5)

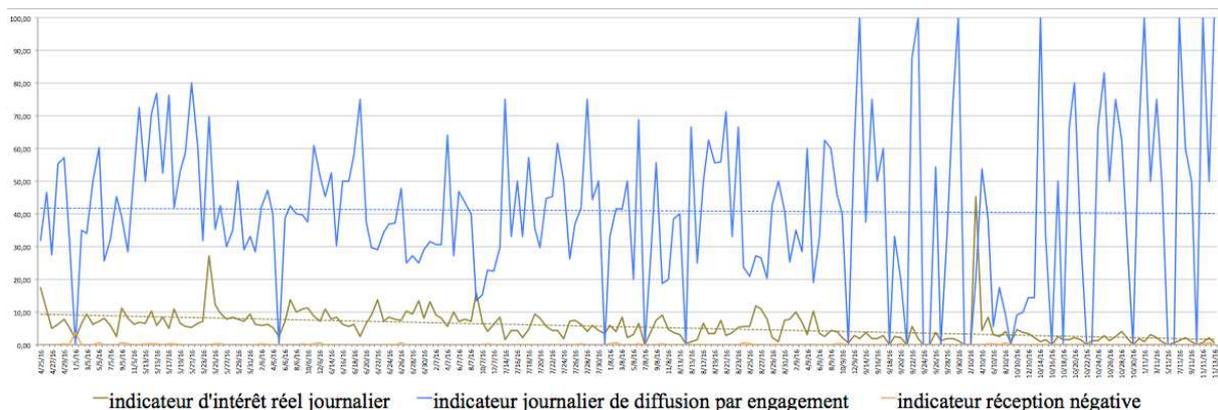


Fig. 5 : indicateurs journaliers d'intérêt réel, de diffusion par engagement de réception négative à mi-parcours du suivi (jusqu'au 13-11-14)

Sur cette période, l'indicateur journalier de diffusion par engagement marquait une tendance quasi stationnaire, alors que l'indicateur d'intérêt réel journalier observait une tendance à la baisse. Quant à la réception négative, le phénomène était quasi nul. La dimension engageante du site (passage de l'utilisateur atteint à l'utilisateur actif) convergeait vers des valeurs nulles après un départ moyen aux alentours de 10 %. L'attractivité durable de la page paraissait en déclin alors que la fidélisation d'un ensemble d'internautes demeurait quasi constante.

Ces tendances ont évolué au cours de la poursuite du suivi. Sur la totalité de la période de suivi, l'évolution de la fréquentation de la page *Le moustique du Sambuc* sur ces trois indicateurs est la suivante (fig. 6)

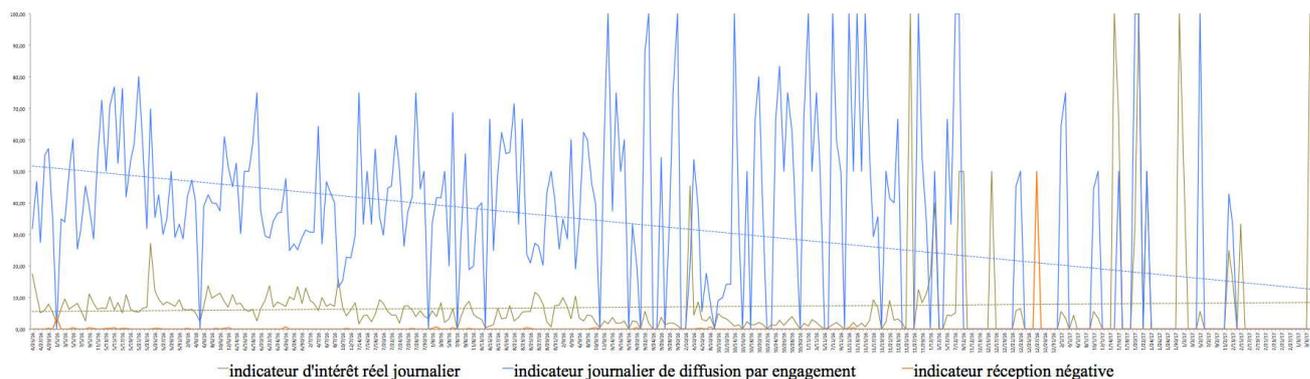


fig. 6 : indicateurs journaliers d'intérêt réel, de diffusion par engagement de réception négative sur la totalité du suivi (jusqu'au 05-03-17)

La courbe de tendance de la diffusion par engagement est orientée à la baisse, après avoir été longtemps stationnaire. Cette orientation marque plutôt un changement de régime dans la diffusion qui procède dorénavant par forts à-coups avec la succession de très forts taux de partage et d'inactivité totale (ou presque) correspondant à des publications moins fréquentes. Il s'agit donc plutôt d'un changement de régime d'activité de la page que de la perte d'un public, bien au contraire.

En effet, l'indicateur d'intérêt journalier observe à l'inverse une tendance à la hausse et adopte également un fonctionnement en dents de scie avec de très forts pics occasionnels.

On peut probablement voir dans ces deux évolutions une transition entre la période où la page représente une nouveauté et commence à fidéliser un public et celle où ce dernier réagit plus vivement (sous l'effet de la fidélisation) à des informations espacées dans le temps. Ces résultats sont intéressants sous un autre angle : ils illustrent deux régimes d'activité de la page, régimes complémentaires, entre une période s'inscrivant dans la saison des moustiques et de la démoustication (première période) et une période « hors saison ». Celle-ci ne marque pas la disparition d'un public fréquentant la page, comme on aurait pu le craindre, mais un changement dans le régime de fréquentation comme le suggérait déjà la description des coefficients de variation précédemment.

Cela paraît confirmer la fidélisation d'un public « acquis » à la démoustication BAM et aux orientations axiologiques (c.-à-d. les valeurs) véhiculées par la page Facebook du *Moustique du Sambuc*.

Bibliographie :

- Claeys-Mekdade C. et Nicolas L. (2009), « Le moustique fauteur de troubles », *Ethnologie Française*. XXXIX, 1-janvier, pp. 109-116.
- Poulin B., Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2015 en parallèle aux opérations de démoustication au Bti sur le périmètre du Parc naturel régional de Camargue, 2016, PNRC.



Saisissez à travers ce bref questionnaire l'occasion de vous exprimer

Il permettra de mieux connaître vos avis et ressentis sur le dispositif de bornes anti-moustiques testé pour la deuxième année dans le village du Sambuc.

1

- Avez-vous observé une diminution de la présence de moustiques depuis l'installation des bornes anti-moustiques ? :

oui

non

> Si oui, merci de préciser dans quelles situations vous l'avez observée :

lors des fêtes du village

en jardinant

en vous rendant à la Poste

en mangeant à l'extérieur

en vous promenant

autres :

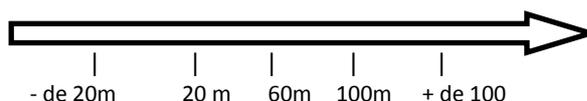
- Êtes-vous satisfait de la présence de ce dispositif dans votre village ?

plutôt satisfait

plutôt non satisfait

- A quelle distance approximative d'une borne anti-moustiques habitez-vous ?

> entourez la distance correspondante



- Avez-vous ou non déjà éprouvé une gêne liée à la présence des bornes ?

oui

non

> Si oui pourquoi ?

- Avez-vous des suggestions, des commentaires à apporter concernant le dispositif des bornes anti-moustiques ? (répartition dans le village, nombre,...)

- Quelle(s) raison(s) donneriez-vous **pour** la poursuite de cette méthode de démoustication au Sambuc ?

- Quelle(s) raison(s) donneriez-vous **contre** la poursuite de cette méthode de démoustication au Sambuc ?

- Souhaitez-vous ou non la poursuite de cette méthode de démoustication ?

plutôt favorable à sa poursuite

plutôt défavorable à sa poursuite

- Avez-vous connaissance de l'existence d'une page Facebook® intitulée *le moustique du Sambuc* ?
 oui non

> Si oui, vous y rendez-vous : régulièrement rarement jamais

Y trouvez-vous les informations que vous souhaitez ? oui non

- Comment en avez-vous eut connaissance ? _____
- Avez-vous des suggestions pour améliorer cette page Facebook ?

-
-
- Diriez-vous que vous êtes sensible aux piqûres de moustique ?
 très sensible moyennement sensible peu sensible

- Selon vous, le moustique est-il un insecte nuisible ?
 oui non ne sais pas

- Selon vous, le moustique a-t-il une utilité ?
 oui non ne sais pas

- Connaissez-vous la démoustication au BTI qui utilise une bactérie aux propriétés insecticides (pratiquée à Salin de Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône depuis 2006) ?
 oui non

> Si oui, à votre avis,

- La démoustication au BTI est-elle plus efficace que la démoustication utilisée au Sambuc ?
 plutôt pas d'accord plutôt d'accord ne sais pas
- La démoustication au BTI présente un risque pour la santé de l'homme ?
 plutôt pas d'accord plutôt d'accord ne sais pas
- La démoustication au BTI présente un risque pour la nature ?
 plutôt pas d'accord plutôt d'accord ne sais pas

Vous êtes : un homme une femme

Votre âge : _____

Votre profession : _____ Le lieu de votre profession : _____

Vous habitez le Sambuc depuis : _____

Un grand merci pour votre participation !

Une fois le questionnaire rempli, il vous suffit de le déposer
dans la boîte aux lettres de la mairie annexe du Sambuc.



Synthèse

Historiquement focalisé sur les impacts de l'usage du *Bti* sur la faune non-cible, le suivi scientifique mené en parallèle aux opérations de démoustication au *Bti* en Camargue a fait l'objet d'une restructuration stratégique et financière en 2016 avec trois principaux objectifs :

- 1) **évaluer la rémanence du *Bti* dans l'environnement;**
- 2) **estimer l'efficacité et les impacts d'une méthode de démoustication alternative avec des pièges Techno-BAM au hameau du Sambuc**
- 3) **mener des enquêtes sociologiques sur la perception de la population quant à cette méthode alternative de démoustication.**

Le suivi sur la persistance du *Bti* dans l'environnement, initié en 2012, a révélé une **tendance du *Bti* à persister et à se multiplier dans les sédiments**, notamment dans certains d'habitats (**roselières, jonchaies, scirpaies**) et jusqu'à **plusieurs années** après l'interruption des traitements. A l'issue des traitements de l'année 2014, nous avons observé **en 2015 une baisse inexpliquée dans la densité des spores de *Bti* sur plusieurs sites**. Suite aux traitements réalisés en 2015, nous observons en 2016, **une augmentation non significative de la densité moyenne de *Bti*, malgré une baisse significative dans les roselières traitées**, où la densité des spores est inférieure à celle des roselières témoins. **Ces résultats pourraient découler de conditions climatiques particulières en 2014** puisqu'affectant tous les sites étudiés **et d'une modification de l'intensité des traitements et/ou de la formulation du *Bti* utilisée dans les roselières** (nécessité de vérifier auprès de l'EID, opérateur de la démoustication) à partir de 2015.

Le suivi de l'efficacité des 16 pièges Techno Bam mis en opération d'avril à novembre 2016 **a révélé une baisse significative de 70% de la nuisance au Sambuc**, celle-ci **atteignant 85% lorsque *Anopheles hyrcanus***, espèce de moustique responsable des forts pics de nuisance en fin d'été **est exclue**. Bien que cette espèce ne soit **pas ciblée par les traitements au *Bti***, il serait sans doute utile de tester l'effet de différents leurres olfactifs pour améliorer l'efficacité des pièges contre cette espèce. Globalement, **l'usage des pièges a permis de réduire le nombre moyen de tentatives de piqûres/10 min de 14,1 à 4,1 au Sambuc cette année**.

L'utilisation des pièges au Sambuc n'a pas d'impact sur le succès reproducteur des hirondelles. La capture d'insectes non-cibles est cependant relativement élevée dans les pièges (38,4% des captures), étant **associée à la proximité des lampadaires** qui augmentent les captures accidentelles de chironomes de très petite taille, notamment.

Le suivi sociologique permet de consigner les éléments suivants résultant de l'enquête par questionnaire, par entretiens et relativement à l'étude de fréquentation de la page Facebook du *moustique du Sambuc* : **le souhait de reconduire le dispositif BAM apparaît comme étant unanime, avec plus de 98% des enquêtés** qui se disent plutôt favorables à sa reconduction. Le dispositif suscite une large satisfaction des enquêtés avec **89,3% de satisfaits**. Cet engouement repose sur les arguments suivants : une **meilleure qualité de vie (44%)** ou encore un **procédé perçu comme écologique (44% des répondants)** et concourant à rendre plus attractif le village. Bref un dispositif perçu comme **une aubaine pour le village** qu'il s'agisse de sa mise en lumière par la médiatisation ou parce qu'il constitue un atout pour la fréquentation du village. Argument corroboré par les enquêtes par entretiens qui enregistrent également un sentiment de fierté collective que produit cette mise en lumière ainsi que celui d'une attention sociale de type « enfin on s'occupe de nous ». Enfin en ce qui concerne la page Facebook, l'analyse de sa fréquentation paraît confirmer la **fidélisation d'un public «acquis» à la démoustication BAM et aux orientations axiologiques** (c.-à-d. les valeurs) véhiculées.

▪ Remerciements

Suivi de la persistance du Bti dans le milieu

Merci à Solenne Lozinguez, Sophie Perigon, Frédéric Laporte, Laura Berthon, Alexis Bruant, Mathilde Reich et Aristide Chauveau pour leur contribution à la réalisation des analyses microbiologiques au laboratoire LECA de Grenoble.

Estimation de l'efficacité des pièges à moustiques

Nous remercions tous ceux et celles qui ont prêté leur mollet à la science, en particulier Céline Hanzen, Eva Gumzej et Erika Audry qui était là quand tous les autres étaient partis ! Nos remerciements vont également à Simon Lillamand et Pierre Bellagambi, ingénieurs qui ont mis au point le prototype BAM, pour leur réactivité lors des divers tests réalisés sur le terrain.

Estimation de l'impact des pièges à moustiques

Merci à tous ceux qui accueillent des hirondelles au-dessus de leurs fenêtres et tout particulièrement à M. Raynaud (hôtel Longo Mai du Sambuc) pour avoir permis de suivre le succès reproducteur de « sa » colonie.

Suivi sociologique

Nous tenons à remercier la population du Sambuc pour la qualité de son accueil lors de l'enquête qualitative et pour sa participation au questionnaire. Nous remercions également les services techniques et le personnel de la mairie annexe du Sambuc pour leur soutien et leur aide active pour la distribution du questionnaire auprès des habitants. Enfin nous remercions plus particulièrement Camille Muranyi-Kovacs d'avoir prêté main forte au bon déroulement de cette passation de questionnaires notamment pour son intégration à la page FB via la plate-forme *evalandgo*.

Enfin, merci à Régis Vianet, directeur du Parc naturel régional de Camargue, et à son conseil scientifique pour nous avoir fait confiance en nous accordant la tâche de réaliser ces suivis, à Stéphan Arnassant du Parc naturel régional de Camargue pour en avoir assuré la coordination et aux collectivités ayant financé cette étude : Région PACA, Conseils départementaux des Bouches-du-Rhône et du Gard, la communauté d'agglomération Arles-Crau-Camargue-Montagnette et Métropole Marseille-Aix Provence.