



**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 Parc Naturel Régional de Camargue

Le 2 avril 2013

Par Brigitte Poulin

Avec la contribution de:

**Fanny Albalat, Cécilia Claeys, Laurence Després,
Christiane Jakob, Claire Tétrel.**



Sommaire

Présentation de l'équipe responsable de la réalisation des suivis.....	2
Introduction.....	4
1. Suivi des Diptères Chironomidés.....	6
2. Suivi des odonates.....	10
3. Suivi des disponibilités alimentaires pour les passereaux paludicoles.....	16
4. Suivi des colonies d'hirondelles.....	24
5. Suivi des chiroptères.....	30
6. Suivi des dérangements de la faune sur un site démoustiqué	36
6.1 Dérangement à court-terme des remises d'oiseaux d'eau	36
6.2 Tendance des effectifs d'oiseaux d'eau à moyen terme.....	38
6.3. Dérangement à court-terme des colonies de hérons et de laro-limicoles	41
6.4 Tendance des effectifs de passereaux nicheurs à moyen terme	42
6.5 Evaluation des contraintes liées à la gestion du site & enquête sociologique.....	45
7. Suivi sociologique	51
L'enquête par questionnaires	57
Le dispositif de test des pièges à CO2.....	81
Le forum de débat : restitution analytique	92
8. Suivi sur la persistance du <i>Bti</i> dans le milieu	99
Compte-rendu de la Commission Protection Nature, Etudes et Recherche	105
Synthèse	106
Conclusions	107
Remerciements	107

Présentation de l'équipe responsable de la réalisation des suivis

Prestataire responsable des suivis :

Poulin, Brigitte, PhD
Chef du Département Ecosystèmes
Centre 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

Centre de Recherche Tour du Valat (fondation privée à but non lucratif)
Responsable des volets: Chironomes, Invertébrés paludicoles, Hirondelles des fenêtres et Persistance du *Bti* dans l'environnement, avec contribution aux tendances des effectifs d'oiseaux d'eau et passereaux à moyen terme au Domaine de la Palissade.

Dr Christiane Jakob, Ingénieur de Recherche

Statut d'auto-entrepreneur (Libelo)
Responsable du volet Odonates.

Fanny Albalat, Chargée de mission

Groupe Chiroptères de Provence, Association Loi 1901
Responsable du volet Chiroptères.

Claire Tétrel, Ingénieur

Syndicat Mixte de Gestion du Domaine de la Palissade
Responsable du suivi sur le dérangement, contribution au suivi persistance du *Bti*.

Dr Cécilia Claeys, Maître de conférences en sociologie

Dépt. de Sciences Humaines, UMR 151 LPED, Université Aix-Marseille
Responsable du suivi sociologique, contribution aux suivis sur les hirondelles des fenêtres et le dérangement au Domaine de la Palissade pour les aspects sociologiques.

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 en 2006-2011 sur les secteurs de Salin-de-Giraud et Port Saint-Louis-du-Rhône. Ils ont été réalisés en réponse à un appel à propositions lancé par le Parc Naturel Régional de Camargue en mars 2011, suite à la décision de reconduire la démoustication. Ils couvrent la période de mai 2012 à mars 2013.

Le suivi scientifique objet du présent rapport a notamment pour objectif de **quantifier les effets du Bti sur les populations animales non cibles** potentiellement impactées par les opérations de démoustication. Les groupes d'espèces considérés sont les **chironomes**, les **odonates**, les **invertébrés paludicoles**, les **hirondelles de fenêtres**, les **chiroptères**, les **passereaux et les oiseaux d'eau**. A l'exception du premier groupe qui est potentiellement affecté directement par le Bti, les effets attendus résultent d'un impact indirect à travers le réseau trophique (chaîne alimentaire). Ces suivis s'appuient sur la **comparaison de sites traités** (Domaine de la Palissade et They de Roustan) **et témoins** (Tour du Valat, Marais du Vigueirat, Réserve Naturelle Nationale de Camargue, Marais de Rousty) avec un **effort d'échantillonnage** conséquent en termes de taille d'échantillon et de nombre de réplicas, afin d'assurer la puissance des **tests statistiques**. La majorité des suivis porte sur **l'abondance relative des espèces**, à l'exception du comptage des nids d'hirondelles (dénombrement absolu), des suivis mensuels des oiseaux d'eau (dénombrement absolu) et des chiroptères (paramètres de reproduction).

Capitalisant sur la poursuite des suivis entrepris lors de la précédente campagne d'échantillonnage, ces études visent à :

- **renforcer l'analyse des tendances déjà observées**, notamment en maintenant au sein du dispositif les sites où la démoustication sera vraisemblablement interrompue en 2012 (passereaux paludicoles, hirondelles) ;
- **compléter les suivis initiés**, en considérant d'autres phases du développement ou d'autres paramètres que ceux précédemment pris en comptes (chironomes adultes, larves d'odonates, reproduction des chiroptères) ;
- **évaluer l'impact du piège à CO₂** sur les espèces potentiellement les plus sensibles à leur usage dans les zones habitées (hirondelles).

Ce suivi intègre également les effets directs et indirects occasionnés par la démoustication en termes de **dérangement sur les oiseaux** sur le Domaine de la Palissade. Deux approches sont proposées :

- **les effets à court-terme** du passage de l'avion sur les remises de canards, les colonies d'hérons arboricoles et de laro-limicoles ;
- **Les effets à long-terme** par la comparaison de l'évolution des effectifs d'oiseaux d'eau et de passereaux avant et après 2006, début des opérations de démoustication, en lien avec leur évolution sur d'autres sites en Camargue.

Les **contraintes en termes de gestion d'un site ouvert au public** sont également quantifiées, de même que la **perception de la démoustication par les visiteurs**.

Des **enquêtes sociologiques** ont été réalisées sur les attentes des populations vis-à-vis des moustiques et de la démoustication, avec un focus sur l'usage de **méthodes individuelles de lutte** et de protection contre la nuisance. **L'efficacité des pièges à CO₂** a été testée auprès d'un réseau de volontaires. Et enfin, le **rôle des pratiques de gestion de l'eau** pour réduire la nuisance ont été abordées dans le cadre d'un **forum de débat**.

Un nouveau volet sur **la persistance du Bti** a été développé en partenariat avec Laurence Després de l'Université J Fourier (Laboratoire LECA) de Grenoble. Ainsi, des

analyses microbiologiques réalisées à partir d'échantillons de sol superficiel ou de litière aux Domaines de la Palissade et du They de Roustan permettront d'évaluer la persistance des **spores et toxines de Bti jusqu'à 6 mois après le dernier épandage** réalisé en 2012.

Il était prévu que les analyses présentées dans la version finale de ce rapport intègrent les données détaillées sur les superficies traitées par avion et au sol et que celles-ci soient combinées à la localisation exacte des sites utilisés pour les différents suivis dans un fichier de métadonnées. Ces données n'ayant pas été transmises par l'EID au PNRC à ce jour, elles n'ont pu être intégrées à ce rapport. Pour cette même raison, les cartes de localisation des sites suivis présentées ici et extraites du fichier de métadonnées ne portent pas sur les zones réelles traitées, mais plutôt sur l'estimation des biotopes larvaires potentiels par secteurs produite par l'EID en 2005.

1. Suivi des Diptères Chironomidés

Etat de l'art

Avec leur physiologie proche de celle des moustiques, les chironomes sont le **principal taxon non cible affecté directement par le Bti** (Boisvert & Boisvert 2000; Lacey & Merritt 2004, Lundstrom *et al.* 2010). En complément des études réalisées sur les larves dans des milieux très temporaires lors de la précédente campagne d'échantillonnage et suite aux impacts observés sur les odonates et les hirondelles, il s'avère pertinent d'estimer l'abondance relative des chironomes après émergence (Poulin 2012). L'hypothèse de travail est que les milieux semi-permanents ou permanents contribuent davantage à la production de chironomes que les milieux à courte hydropériode, principaux producteurs des moustiques cibles des opérations de démoustication.

Sites d'étude (Fig. 1)

- **Deux roselières traitées** (Palissade et They de Roustan) et **deux roselières témoins** (Tour du Valat et Marais du Vigueirat).
- **Deux sansouires traitées** (Palissade et They de Roustan) et **deux sansouires témoins** (Tour du Valat et Marais du Vigueirat).

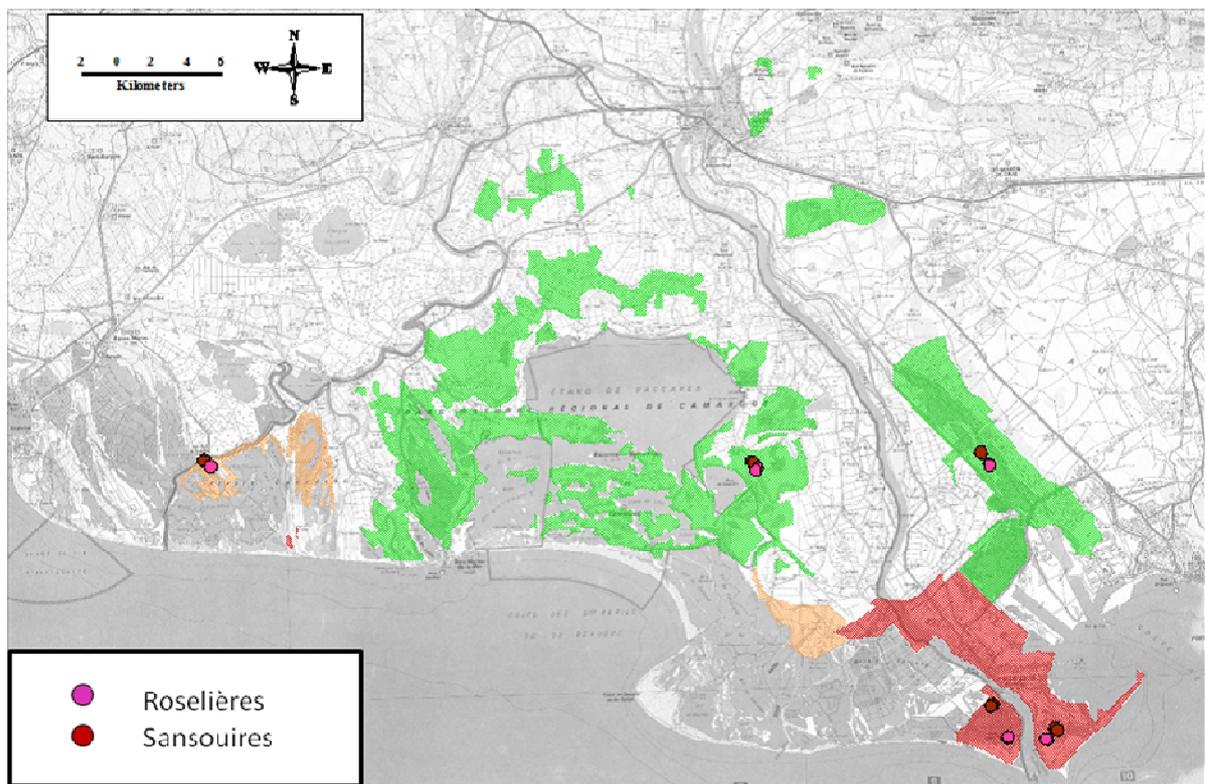


Fig. 1. Localisation des sites d'échantillonnage par rapport aux biotopes larvaires potentiels non traités (vert), non traité en 2012 (orange) et traités au Bti (rouge).

Méthodologie

Les insectes ont été capturés à l'aide de deux cuvettes jaunes distantes de 200 m en opération pendant 4 jours (96 h) à trois reprises pendant la saison des traitements au Bti (fin mai, mi-juin et septembre). Les cuvettes étaient situées au centre des parcelles et à une hauteur légèrement inférieure à celle de la végétation afin

de réduire les effets de lisière. Les zones de roseau relativement peu dense et les dépressions des sansouires ont été privilégiées afin de favoriser la capture de chironomes. Tous les insectes capturés ont été conservés dans l'éthanol puis identifiés sous loupe binoculaire à l'ordre avec distinction chez les diptères des chironomes et des autres nématocères (qui incluent les moustiques) et de la taille selon des classes à intervalle de 0-2.5, 2.5-5, 5-7.5, 7,5-10, 10-15, 15-20 et >20 mm. Afin de réduire l'impact de conditions climatiques variables, au moins un site traité et un site témoin ont été échantillonnés simultanément aux trois périodes.

Résultats

Tableau 1. Nombre total de captures (cuvette jaune) par habitat et période aux sites traités (Palissade, They de Roustan) et témoins (Tour du Valat, Marais du Vigueirat).

Taxons	Mai		Juin		Septembre	
	Sites traités	Sites témoins	Sites traités	Sites témoins	Sites traités	Sites témoins
Sansouires						
Chironomes	172	280	270	308	70	87
Nématocères	46	15	61	30	31	11
Autres diptères	294	117	296	161	45	48
Hyménoptères	7	106	6	55	36	52
Homoptères	21	80	22	45	2	7
Hétéroptères	1	0	5	7	1	10
Thysanoptères	27	378	14	196	25	108
Odonates	0	0	0	0	0	2
Araignées	2	16	3	12	1	11
Coléoptères	8	44	12	27	10	4
Lépidoptères	11	3	3	9	1	10
Acariens	0	3	0	9	0	18
Mécoptères	0	0	0	0	0	0
Isopodes	0	0	0	0	0	36
Total captures	589	1043	692	859	222	404
Richesse taxon-taille	24	28	23	32	23	37
Roselières						
Chironomes	440	768	338	716	51	413
Nématocères	15	56	105	37	75	97
Autres diptères	72	92	171	147	62	85
Hyménoptères	41	107	35	59	1200	176
Homoptères	56	109	37	58	8	6
Hétéroptères	0	0	6	19	2	1
Thysanoptères	21	318	12	191	19	453
Odonates	0	0	0	0	1	0
Araignées	8	28	0	20	6	2
Coléoptères	36	82	36	56	8	37
Lépidoptères	6	1	6	5	0	6
Acariens	0	4	2	2	0	0
Mécoptères	0	0	0	2	0	2
Isopodes	0	0	0	0	0	0
Total captures	695	1565	748	1312	1432	1278
Richesse taxon-taille	28	31	30	39	27	37

Plus de **10 000 insectes ont été capturés** dans les cuvettes incluant 3809 dans les sansouires et 7030 dans les roselières (Tableau 1). **Les chironomes**, qui représentent près de la moitié des captures ($n = 3913$) **sont significativement plus abondants dans les roselières que dans les sansouires** ($F_{(1,4)} = 12.35, p = 0.001$).

La diversité des taxons (taxons par catégories de tailles, $p = 0.000085$) et cinq des 14 groupes taxinomiques montrent une diminution significative aux sites traités par rapport aux sites témoins selon les analyses de variance à facteurs imbriqués: les **chironomes** ($p = 0.000000003$), les **coléoptères** ($p = 0.0004$), les **thysanoptères** ($p = 0.0008$), les **araignées** ($p = 0.008$) et les **mécoptères** ($p = 0.007$). Lorsque les valeurs seuils de probabilité sont divisées par 15 pour tenir compte de la multitude des tests (correction Bonferroni), ces différences ne sont plus significatives pour les araignées et les mécoptères qui comptent parmi les taxons les moins bien représentés.

Concernant les chironomes, objet du présent suivi, l'analyse de variance révèle un effet significatif du site, de la période (mois), de la cuvette (2 par site) et du traitement au *Bti*, ce dernier facteur contribuant à 63% de la variance expliquée par l'analyse contre 35% pour l'effet cumulé des trois autres facteurs (Fig. 2). Les effets des traitements au *Bti* en fonction des mois d'échantillonnage et des habitats sont illustrés à la figure 3.

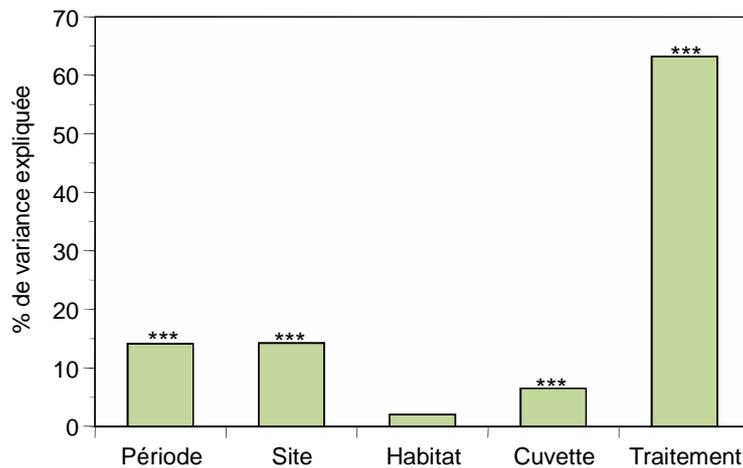


Fig. 2. Effet des variables période, site, habitat, cuvette et traitement au *Bti* sur les abondances relatives de chironomes en 2012 selon une ANOVA à facteurs imbriqués.

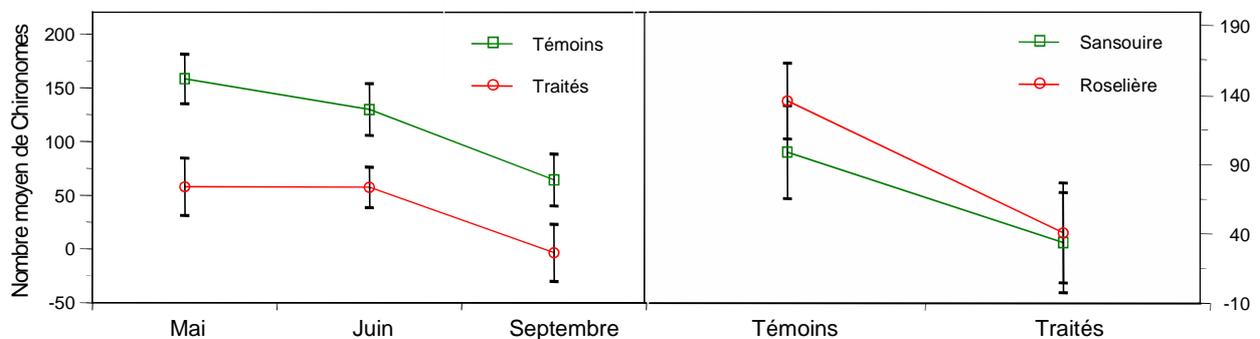


Fig. 3. Effet des traitements au *Bti* sur l'abondance relative des chironomes en fonction de la période d'échantillonnage et du type d'habitat selon une ANOVA à facteurs imbriqués.

Discussion

Cette étude procure une **première estimation de la contribution relative des sansouires (26%) et des roselières (74%) à la production de chironomes en Camargue** sur la base de 2 répliques (sites) et trois pseudo-répliques (dates) de chacun de ces habitats en zone non traitée. L'hypothèse que les milieux semi-permanents ou permanents comme les roselières contribuent davantage à la production de chironomes que les milieux à courte hydropériode comme les sansouires (qui sont les principaux milieux producteurs des moustiques cibles des opérations de démoustication), est donc validée.

La réplication de ce protocole dans des habitats similaires traités au *Bti* démontre un **effet significatif des traitements sur les chironomes**, et ce, de façon systématique **pour les deux habitats et les trois périodes d'échantillonnage**. La diversité des taxons selon leur taille, procure un nombre de catégories variant de 10 à 25 selon les échantillons, avec un appauvrissement significatif sur les sites traités. Outre les chironomes, deux taxons montrent des abondances relatives significativement plus faibles sur les sites traités, soit les coléoptères et les thysanoptères. L'abondance supérieure de ce dernier groupe sur les sites témoins (Tour du Valat et Marais du Vigueirat) découle probablement d'un biais d'échantillonnage imputable à la plus forte présence de milieux cultivés en leur proximité comparativement aux sites traités (Palissade et They de Roustan).

Perspectives

Il est proposé d'axer ce suivi sur les roselières en 2013, en s'appuyant sur la comparaison de sites traités, non traités en 2012 et témoins. Cette proposition est principalement motivée par la persistance du *Bti* dans ces milieux qui contribuent fortement à la production de chironomes en Camargue.

Références

- Ali A. 1995. A concise review of Chironomid midges (Diptera: Chironomidae) as pests and their management. *Journal of Vector Ecology* 21: 105-121.
- 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.
- Lacey LA, & Merritt DL. 2004. The safety of bacterial microbial agents used for black fly and mosquito control in aquatic environments, in: *Environmental Impacts of Microbial Insecticides: Pp. 151-168 in Need and methods for risk assessment*, Hokkanen HMT, Hajek AE (Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Lundstrom JO, Schafer ML, Petersson E, Vinnersten TZP, Landin J. & Brodin Y. 2010. Production of wetland Chironomidae (Diptera) and the effects of using *Bacillus thuringiensis israelensis* for mosquito control. *Bulletin of Entomological Research* 100:117-125.
- Poulin B. 2012. Indirect effects of bioinsecticides on the nontarget fauna: the Camargue experiment calls for future research. *Acta Oecologica* 44: 28-32.
- 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, Arles, 24 pp.

2. Suivi des odonates

Etat de l'art

Les odonates (libellules) possèdent un cycle de vie complexe, comprenant un **stade larvaire aquatique** et un **stade adulte aérien**, durant lesquels ils sont **prédateurs de Nématocères**. Reconnus pour leur importance dans la chaîne trophique des écosystèmes camarguais (Aguesse, 1955), ils sont donc doublement exposés à d'éventuels changements dans le niveau d'abondance de leurs proies qui sont particulièrement sensibles au *Bti*. Certaines des libellules inventoriées bénéficient de **statuts de protection nationaux** (MNHN, 1993), figurent dans la liste rouge méditerranéenne (Riservato et al, 2009) ou sont visées par le Plan National d'Actions en faveur des odonates (PNAO, DUPONT, 2010-2014 ; déclinaison régionale PRAO).

L'étude réalisée sur la période 2009-2011 a permis de démontrer un impact négatif, significatif et croissant du *Bti* sur la richesse spécifique et l'abondance cumulée des odonates échantillonnées sur 3 sites témoins et 3 sites traités représentant divers habitats. Ce résultat est d'autant plus important qu'actuellement, peu d'études sont disponibles sur le suivi à long terme des effets du *Bti* sur les odonates non-cibles dans un contexte deltaïque (Hershey, et al, 1998 ; Niemi *et al.* 1999).

En plus de la poursuite des suivis des adultes par transect, un suivi des larves a été réalisé dans des scirpaies et des roselières, afin d'apporter une connaissance plus approfondie de l'effet indirect du *Bti*. Ces travaux intéressent particulièrement le PNAO (Plan national d'action en faveur des odonates, Dupont, 2010). En effet, de nombreux auteurs insistent sur le bienfait des méthodes de suivi complémentaires dans les études des populations d'invertébrés, notamment dans des zones humides complexes (Cheal *et al.* 1993, Turner & Trexler 1995). Cela s'applique particulièrement aux odonates, qui fréquentent souvent des habitats différents aux stades larvaire et adulte.

Sites d'étude (Fig. 4).

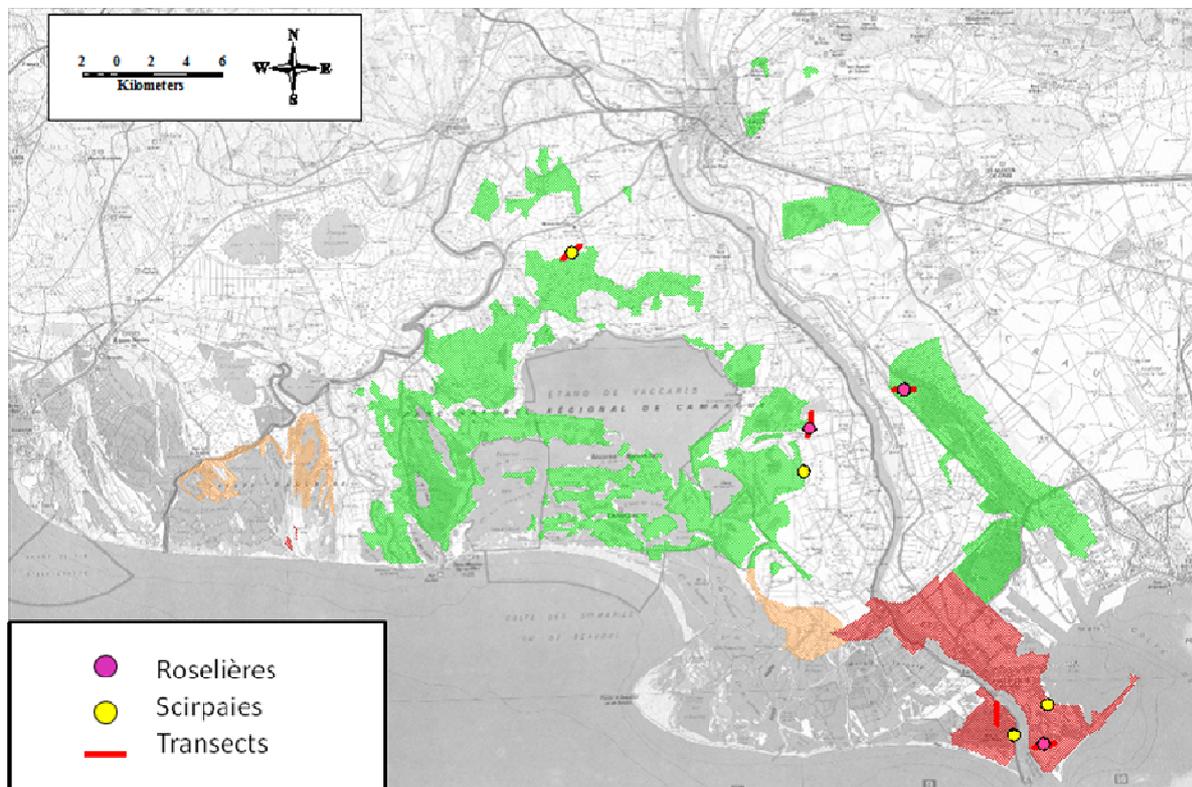


Fig. 4. Localisation des sites d'échantillonnage par rapport aux biotopes larvaires potentiels jamais traités (vert), non traités en 2012 (orange) et traités au *Bti* (rouge).

Transect des adultes

- Sites témoins : Boutardière (ADMV), Rousty (PNRC), Fangouse (TdV)
- Sites traités : They Roustan (ONCFS), Palissade (SMGDP)

Larves par troubleau

- Sites témoins : **2 phragmitaies** (TdV, AMDV), **2 scirpaies** (Cerisières Relongues TdV et Rousty)
- Sites traités : **2 phragmitaies** (Palissade, They Roustan), **2 scirpaies** (Palissade, Mas du Levant)

Méthodologie

Pour chaque habitat, l'emplacement des deux stations a été déterminé en fonction du recouvrement de la végétation dominante. La mesure de l'effort fut déterminée selon la méthode classique du nombre de visites sur le site et du nombre de captures par unités d'effort (mesuré en nombre N de larves/coups de filet).

L'échantillonnage des larves d'odonates a été réalisé à l'aide d'un filet troubleau (Turner & Trexler 1997) pour prélever des larves dans l'eau, la végétation aquatique et les premières couches de sédiment. **Chaque site a été visité six fois, à raison d'une fois par mois de mai à octobre.** Les larves de libellules prélevées ont été stockées dans l'alcool à 90° et identifiées après tri à l'aide d'une loupe binoculaire et de clés de détermination (Gerken & Sternberg 1999, Doucet 2010). Néanmoins, pour les premiers stades larvaires des Zygoptères, l'identification n'est possible qu'au genre.

L'abondance relative des adultes de chaque espèce (ou genre) a été déterminée par **observation le long de transects de 100 m** parcourus en 30 à 45 min. Les individus étaient dénombrés jusqu'à 5 m de chaque côté du transect, permettant de convertir les données en densité. Les campagnes de terrain ont couvert les trois principales périodes d'activité (**printemps, été, automne**).

Résultats

Suivi des larves

L'échantillonnage des larves au troubleau s'est avéré **peu applicable aux roselières**, une seule session de captures sur les 12 réalisées s'étant révélée fructueuse (Tableau 2). Si davantage de larves ont pu être capturées dans les **scirpaies**, celles-ci étaient **asséchées** lors de 17 des 24 visites, réduisant fortement le nombre d'échantillons.

Tableau 2. Nombre de captures réalisées au troubleau pour les deux types d'habitats et les 6 mois d'échantillonnage sur les sites témoins et traités au *Bti*.

Période	Mois	Nombre total de captures au troubleau							
		Scirpaie				Phragmitaie			
		Témoins		Traités		Témoins		Traités	
		Cerisières	Rousty	le Boutard	Mas Levant	Pisci sud	Relongues	le Boutard	They Roustan
printemps	Mai	12	sec	16	6	0	0	15	0
	juin	52	sec	0	0	0	0	0	0
été	juillet	51	sec	sec	Sec	0	0	0	sec
	août	sec	sec	sec	Sec	sec	0	sec	sec
automne	Sept	sec	sec	sec	Sec	sec	sec	sec	sec
	Oct	sec	sec	sec	Sec	sec	sec	sec	sec

Une analyse de variance avec comme facteurs imbriqués la période et le type d'habitat a néanmoins révélé un **effet significatif du traitement (démoustication)**, ce dernier contribuant à 29% de la variance expliquée par l'analyse ($F_{(1,13)} = 6.6, p = 0.023$). Quelque 70% de la variance expliquée est attribuable à l'effet habitat, l'effet traitement n'étant observé que dans les scirpaies.

Transects d'adultes

Quelques **3012 odonates ont été inventoriés depuis 2009** sur les transects. En 2012, **508 individus, dont 390 déterminés à l'espèce, ont été observés**. Ces données sont analysées en termes de richesse (nombre d'espèces) et d'abondance (nombre d'individus observés).

A) Richesse spécifique

Le nombre total d'espèces observées en 2012 sur les sites traités et témoins suit les mêmes tendances que celles des années précédentes, à savoir une **richesse supérieure sur les sites témoins** par rapport aux sites traités (Fig. 5).

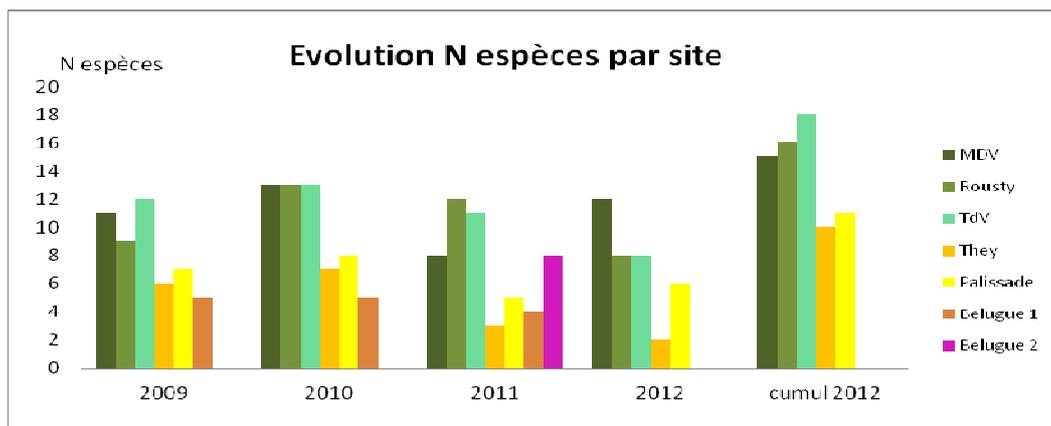


Fig. 5. Nombre d'espèces d'odonates observées sur les transects pour chaque site et année d'étude depuis 2009 avec les valeurs cumulées pour 2009-2012.

Ces données ont été soumises à une analyse de variance avec l'année et le site comme facteurs imbriqués afin d'isoler l'effet des traitements au *Bti* (Fig. 6). L'effet de la conductivité des milieux sur la variance globale a été testé, mais reste extrêmement faible par rapport aux autres effets (traitement, année, site). Ce facteur a donc été écarté de l'analyse globale. Il ressort un **effet significatif des traitements sur le nombre d'espèces d'odonates** observées ($F_{(1,13)} = 29.83; p = 0.001$), la démoustication contribuant à 94% de la variance observée, contre 4% pour l'année et 2% pour le site.

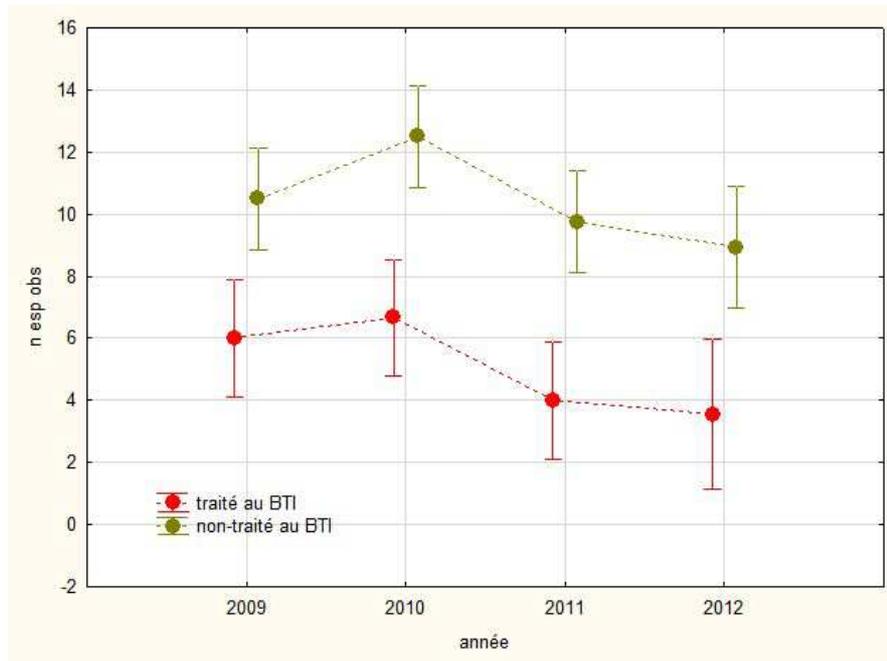


Fig. 6. Effet des traitements au Bti sur la richesse en odonates pour chaque année d'échantillonnage selon une ANOVA à facteurs imbriqués.

B) Abondance

Quelques **340 et 50 odonates ont été dénombrées respectivement sur les sites témoins et traités** depuis le début du suivi. Cette année encore, les taxons tels que les Aeshnides ainsi que les Lestes sont faiblement représentés, voire absents des transects sur les sites traités (Fig. 7).

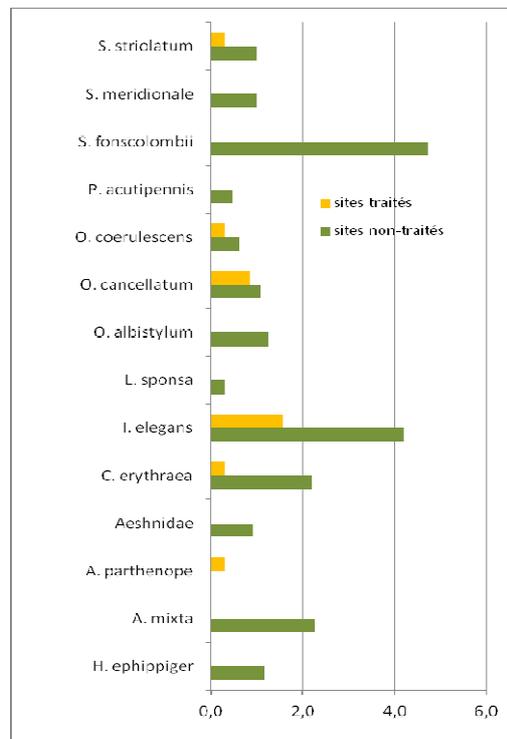


Fig. 7. Abondance moyenne des espèces d'odonates inventoriées sur les transects des sites témoins et traités pour la période de 2009 à 2012.

Ces données ont été soumises à une analyse de variance avec l'année et le site comme facteurs imbriqués afin d'isoler l'effet des traitements au *Bti* (Fig. 8). Ce dernier a un **effet croissant et significatif sur les abondances d'odonates** ($F_{(1,13)} = 29,83$; $p = 0.001$), la démoustication contribuant à 92% de la variance observée.

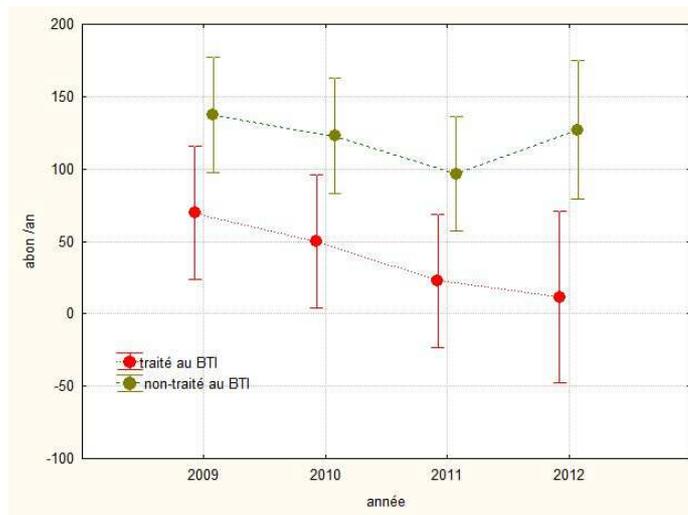


Fig. 8. Effet des traitements au *Bti* sur l'abondance des odonates pour chaque année d'échantillonnage selon une ANOVA à facteurs imbriqués.

Discussion

Cette étude, réalisée sur 6 sites et 13 stations d'échantillonnage a permis de renforcer les tendances précédemment observées concernant la richesse spécifique et l'abondance cumulée des odonates qui sont significativement inférieures sur les sites traités.

En l'absence de traitement, ou lorsque la fréquence des traitements est réduite (lors d'une année sèche, comme en 2012), la structure et l'abondance du peuplement d'odonates de l'année en cours peuvent être affectées par les traitements des années précédentes. Effectivement, nous observons des écarts croissants au cours des quatre années d'échantillonnage entre sites traités et témoins pour la richesse spécifique et l'abondance des odonates.

On pourrait s'attendre à ce que l'intensité de l'impact du traitement soit inversement proportionnelle à la complexité de l'écosystème où il s'exerce. En effet, si l'écosystème est simplifié et si les moustiques y sont très abondants, celui-ci peut être très affecté dans son fonctionnement par la disparition de ces derniers (Borrvall *et al.* 2001). Les écosystèmes saumâtres de Camargue qui abritent peu d'espèces abondantes sont donc susceptibles d'être particulièrement impactés, suite aux fortes densités d'espèces pionnières observées sur ces sites.

Perspectives

Il s'avère pertinent de poursuivre le suivi des adultes par transects d'observation, notamment avec l'objectif d'analyser les tendances au niveau spécifique. Ces analyses permettraient d'évaluer les effets de la démoustication sur certaines espèces rares et considérées en danger d'extinction, comme le *Lestes macrostima*, présent en Camargue. Pour ce qui est de l'échantillonnage des larves, il est proposé de tester la méthode des pièges à émergence dans les roselières et de combiner ce suivi à celui des chironomes et de la persistance du *Bti*.

Références

- Cheal F, Davis JA, Growns JE, Bradley JS & Whittles FH. 1993. The influence of sampling method on the classification of wetland macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia* 257: 47-56.
- Doucet G. 2010. Clé de détermination des exuvies des Odonates de France. Société française d'odonatologie, 64 pp.
- Dupont P. 2010. Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie – Ministère de Ecologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 170 pp.
- Gerken B & Sternberg K. 1999. Die Exuvien europäischer Libellen (The exuviae of European Dragonflies). Huxaria Druckerei GmbH: 354 p.
- Hershey AE, Lima AR, Niemi GJ & Regal RR. 1998. Effects of *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI) and methoprene on nontarget macroinvertebrates in Minnesota wetlands. *Ecological Applications* 8: 41-60.
- Niemi G, Hershey AE, Shannon L, Hanowski JM, Lima A, Axler RP & Rega RR. 1999. Ecological effects of mosquito control on zooplankton, insects, and birds. *Environmental Toxicology and Chemistry* 18: 549-559.
- Turner AM & Trexler JC. 1997. Sampling aquatic invertebrates from marshes: evaluating the options. *Journal of the North American Benthological Society*: 694-709.

3. Suivi des disponibilités alimentaires pour les passereaux paludicoles

Etat de l'art

Les **roselières** subissant des variations de niveaux d'eaux sont **l'un des habitats ciblés par la démoustication** au *Bti* en Camargue. Ces milieux abritent **cinq espèces de passereaux paludicoles nicheurs d'intérêt patrimonial**, dont la lusciniole à moustaches (*Acrocephalus melanopogon*), espèce résidente de statut vulnérable en Europe. L'abondance de ces espèces est fortement corrélée à celle des invertébrés-proies échantillonnés au filet-fauchoir, dont l'abondance peut être modélisée et prédite en fonction de la durée de l'assec au cours des mois précédents (Poulin *et al.* 2002). La mesure simultanée des arthropodes et de l'hydrologie dans 5 roselières traitées et 10 roselières témoins de 2007 à 2011, a révélé un effet significatif des traitements au *Bti* sur les disponibilités alimentaires de façon générale et sur les araignées en particulier. Cette diminution de ressources se traduiraient par une baisse de 39% dans l'abondance des passereaux paludicoles (Poulin *et al.* 2011).

Compte-tenu des fortes variabilités inter-site et interannuelle observées lors de la précédente campagne, le suivi de cinq sites traités et cinq sites témoins fut proposé. L'intérêt de poursuivre ce suivi résidait principalement sur l'hypothèse que les traitements soient interrompus sur certains secteurs démoustiqués en 2006-2011 (roselières de Bélugue et du secteur Brasinvers), permettant ainsi de vérifier si l'arrêt des traitements au *Bti* se traduit par une récupération rapide des communautés d'invertébrés.

Sites d'étude (Fig. 9).

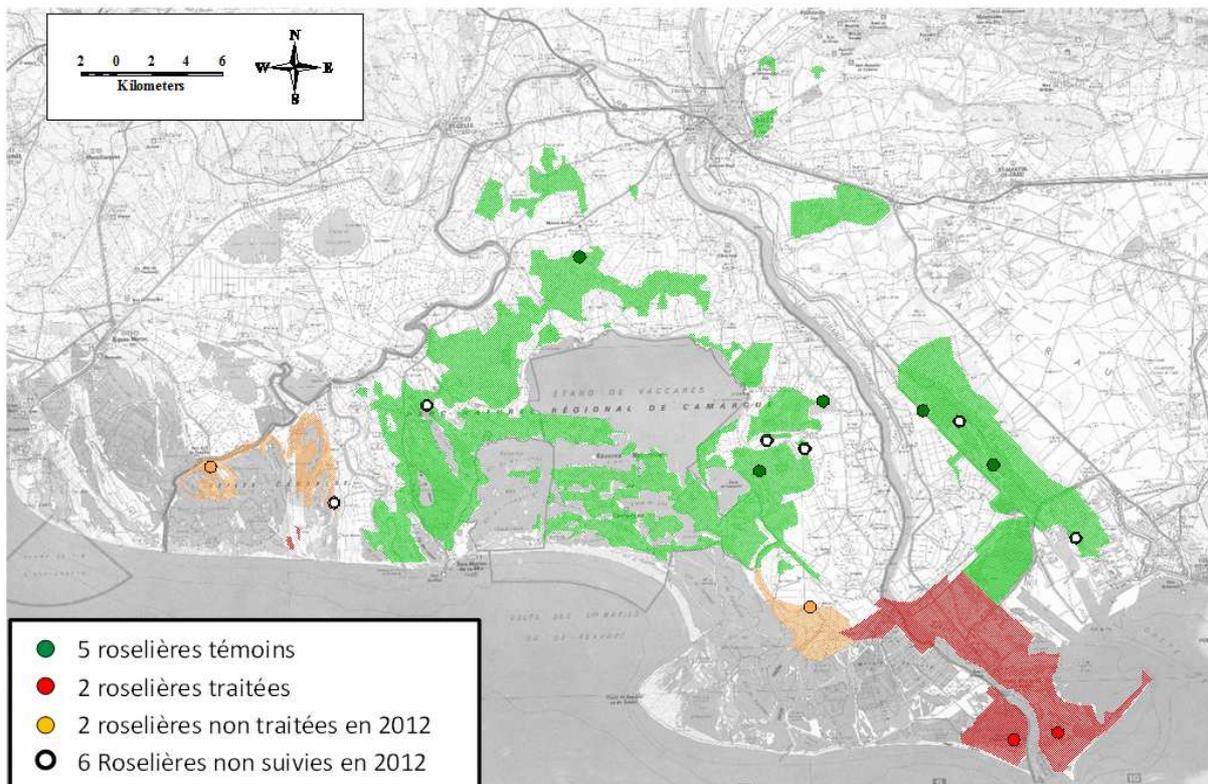


Fig. 9. Localisation des sites d'échantillonnage en 2012

Neuf sites ont été échantillonnés entre le 25 mai et le 10 juin 2012, incluant **2 sites traités** (Palissade, They Roustan), **2 sites précédemment démoustiqués mais non traités en 2012** (Bélugue, Mourgues) et **5 des 10 sites témoins suivis précédemment** (Fig. 7). Le site de Pin de Fourcat, où la démoustication fut interrompue en 2012, n'a pu faire l'objet de suivi suite au refus d'accès par le propriétaire.

Méthodologie (similaire à la précédente campagne)

Les **invertébrés ont été capturés à chaque site en balayant la végétation de 500 coups au filet fauchoir** en bordure de la roselière une fois pendant la période de reproduction des passereaux (**entre mi-mai et début juin**) lorsque la végétation était sèche et le vent faible ou absent. Les **niveaux d'eau et la salinité ont également été mesurés une fois par mois** afin de prédire l'abondance des invertébrés-proies en fonction du régime hydrologique.

Les **invertébrés** capturés ont été **identifiés à l'ordre, mesurés et comptés**. L'indice de disponibilités alimentaires fut calculé **en pondérant les taxons et les tailles en fonction de leur représentation dans le régime alimentaire des passereaux adultes** (Poulin et Lefebvre 1997, Poulin *et al.* 2002) selon l'équation:

$$\sum_{i=1}^n p_i \frac{x_{ij}}{y_i}$$

où p = proportion d'items appartenant à la proie du taxon $_i$ dans le régime alimentaire des passereaux paludicoles (régurgitats), x = nombre de captures appartenant au taxon $_i$ dans le filet fauchoir au site $_j$ et y = nombre de captures du taxon $_i$ sur l'ensemble des sites.

Un indice théorique de disponibilités alimentaires sur la base de l'hydrologie du site a été déterminé selon l'équation : $611 - 65n$, où n = nombre de mois d'assec entre juin et décembre de l'année précédente.

La relation entre l'abondance des passereaux et l'indice de disponibilité alimentaire (IDA) correspond à l'équation: $16.4 + 0.063 * IDA$. Ces modèles ont été développés à partir d'un échantillon de 24 roselières étudiées en 1998-1999 (Poulin *et al.* 2002).

Résultats

Les caractéristiques des neuf échantillons récoltés sont détaillées au tableau 3. Les données recueillies sur les deux sites de roselières où la démoustication a été interrompue en 2012 ne suggèrent **pas de récupération des communautés d'invertébrés plus de 6 mois après les derniers traitements**, ces sites affichant des valeurs nettement inférieures à celles observées sur les sites témoins. Parmi les deux sites traités en 2012, la roselière du They de Roustan semblent moins affectée par la démoustication que la roselière de la Palissade, ce qui pourrait être dû à un nombre moindre de traitements réalisés au cours de l'année.

Tableau 3. Date d'échantillonnage, nombre de captures, richesse en invertébrés, indices de disponibilités alimentaires observé et théorique avec la durée de l'assèchement entre juin et décembre 2011 pour les roselières témoins (vert), non traitées (bleu) et traitées (rouge) en 2012.

Sites	Date échantillonnage	Nombre d'invertébrés capturés	Nombre catégories proies	Indice disponibilités alimentaires	Mois d' assec juin à déc 2011	Disponibilités alimentaires théorique	Écart indices observé et théorique
Verdier (TdV)	29/05/2012	351	25	367	4	352	15
Baisse salée (TdV)	25/05/2012	174	25	264	5	287	-23
Rousty (PNRC)	30/05/2012	861	25	636	2	481	155
Pisci Sud (MdV)	29/05/2012	387	32	463	1	546	-83
Canisson (MdV)	29/05/2012	290	25	226	4	352	-126
Bélugue	10/06/2012	216	20	106	4	352	-245
Mourgues	30/05/2012	827	24	311	0	611	-300
Palissade	25/05/2012	113	21	108	1	546	-439
They Roustan	31/05/2012	359	23	291	4	352	-61

La figure 10 illustre les différentes valeurs de disponibilités alimentaires corrigées en fonction de la durée d'inondation au cours de l'année précédant l'échantillonnage. Les indices obtenus sur les sites non traités ne diffèrent pas de la valeur 0 attribuée à l'indice de référence, contrairement aux **sites traités qui montrent des valeurs significativement inférieures** à 0 pour chacune des années d'échantillonnage. Les deux **sites où les traitements ont été interrompus en 2012 présentent des valeurs similaires à celles des sites traités** et même **légèrement inférieure aux valeurs moyennes obtenues pour ces deux sites lorsqu'ils étaient démoustiqués** (Fig. 11).

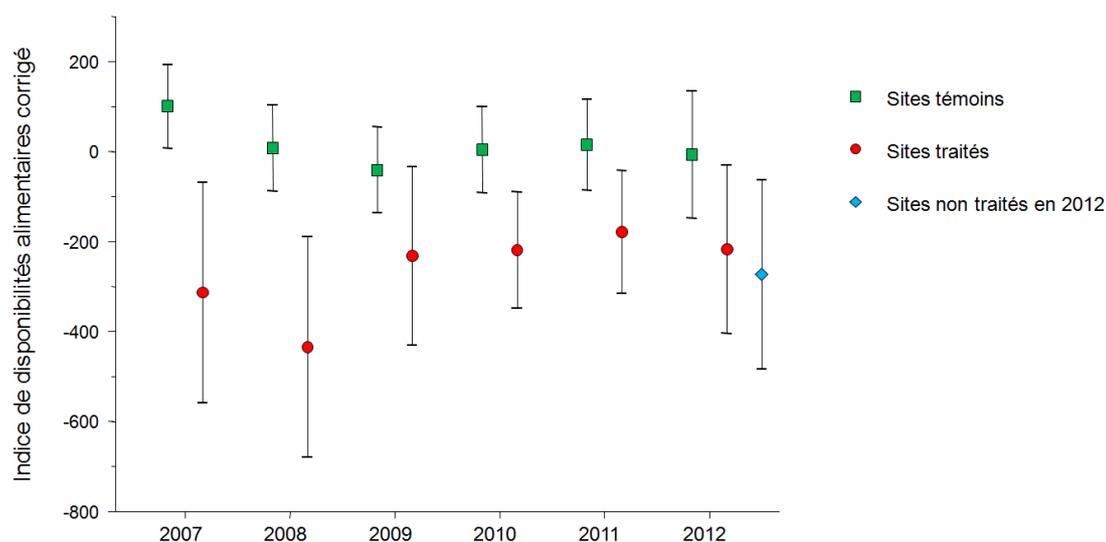


Fig.10. Ecart entre l'indice de disponibilités alimentaires observé et prédit selon l'hydrologie pour les sites témoins, les sites traités au Bti et non traités en 2012 lorsque l'indice moyen des sites de référence (1998-1999) est étalonné à 0.

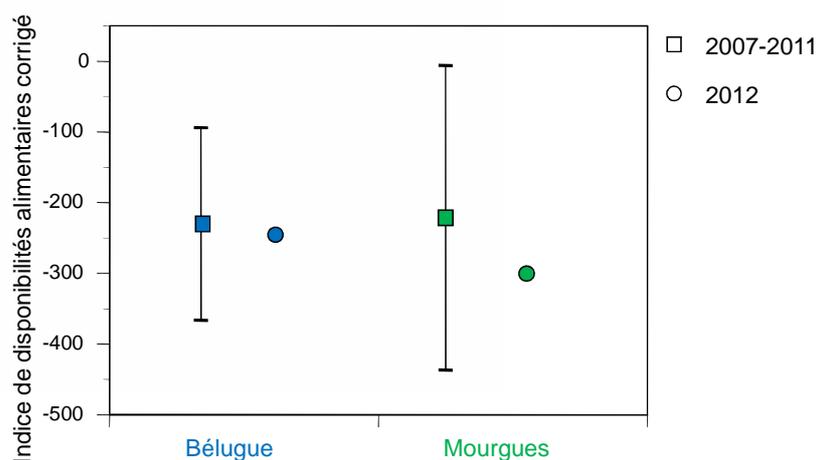


Fig. 11. Comparaison des indices moyens sur la période 2007-2011 et de la valeur observée après interruption de la démoustication en 2012 sur les sites de Bélugue et Mourgues.

Les données issues des sites traités et témoins suivis entre 2007 et 2012 ont été analysées afin d'identifier quelle est la part de variation de l'indice des disponibilités

alimentaires imputable aux facteurs sites, années et traitement (démoustication ou non). Il en ressort un **impact significatif de la démoustication** ($F_{(2, 48)} = 15.4, p = 0.000007$) qui contribue à 84% de la variance expliquée par le design expérimental, par rapport à 5% pour les années et 11% pour les sites (Fig. 12).

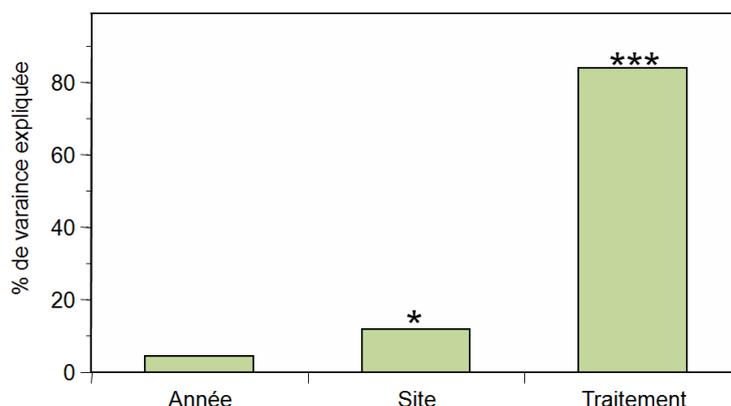


Fig.12. Effet des variables année, site et traitement au Bti sur les disponibilités alimentaires pour les passereaux paludicoles estimées de 2007 à 2012 selon une ANOVA à facteurs imbriqués.

Globalement, depuis le début des opérations de démoustication, les sites témoins affichent un indice de disponibilités alimentaires moyen de +8 par rapport à la valeur prédite selon l'hydrologie contre -257 pour les sites traités (Fig. 13). Cet écart correspondrait à une **baisse de 37% dans l'abondance des passereaux paludicoles sur les sites traités** par rapport aux sites témoins.

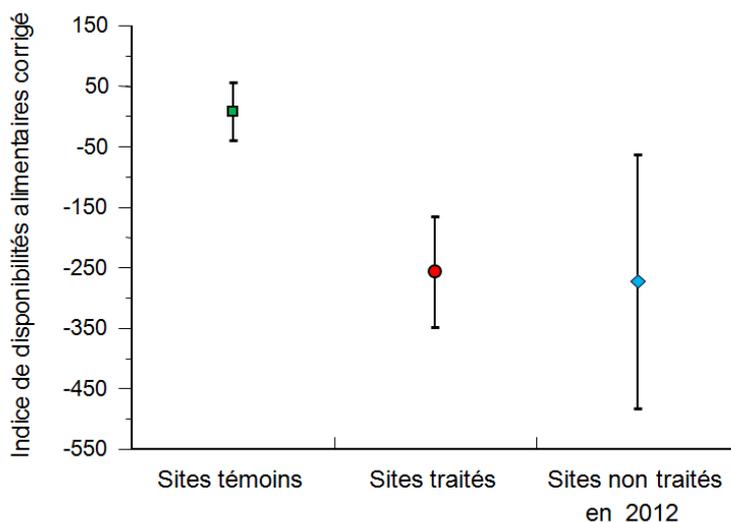


Fig. 13. Ecart entre l'indice de disponibilités alimentaires moyen observé et théorique pour les sites traités et témoins pour la période 2007-2012.

Les échantillons récoltés au filet fauchoir ont également été analysés pour chacun des ordres taxinomiques capturés (Tableau 4). L'abondance des taxons a été corrigée en fonction de l'hydrologie lorsque pertinent selon la même approche que celle utilisée précédemment.

Tableau 4. Nombre moyen (\pm intervalle de confiance à 95%) d'individus capturés pour chaque taxon échantillonné au filet fauchoir sur l'ensemble des sites traités et témoins depuis 2007 avec les résultats de l'analyse de variance et leur taux d'occurrence dans les échantillons. Les valeurs de probabilités corrigées selon la méthode Bonferroni correspondent à $* = p < 0.05$.

<i>Taxons</i>	Sites témoins Moyenne \pm 95%	Sites traités Moyenne \pm 95%	$F_{(1,64)}$	P	P corrigé	% Présence
Diptère ¹	198.0 \pm 53.2	105.4 \pm 89.9	3.11	0.082		93
Homoptère ¹	71.2 \pm 28.4	43.7 \pm 48.0	0.97	0.329		91
Hyménoptère (guêpe)	39.0 \pm 8.6	33.6 \pm 14.5	0.42	0.519		92
Coléoptère	24.1 \pm 4.4	13.4 \pm 7.5	5.91	0.017		92
Araignée¹	31.4 \pm 5.8	12.9 \pm 9.9	10.34	0.002	*	91
Hétéroptère ¹	5.6 \pm 2.5	5.5 \pm 4.3	0.00	0.977		57
Hyménoptère (fourmi) ¹	4.4 \pm 2.2	0.4 \pm 3.7	3.44	0.067		38
Larves d'insecte ¹	2.3 \pm 1.6	1.6 \pm 2.7	0.21	0.650		41
Acarien	1.9 \pm 1.3	2.4 \pm 2.2	0.19	0.662		34
Gastéropode	1.6 \pm 0.9	0.5 \pm 1.5	1.62	0.207		35
Larve de lépidoptère	0.8 \pm 0.3	0.9 \pm 0.5	0.02	0.895		43
Pseudoscorpion	0.5 \pm 0.4	0.1 \pm 0.8	0.76	0.387		12
Odonate	0.5 \pm 0.8	1.3 \pm 1.3	1.13	0.291		30
Lépidoptère	0.2 \pm 0.2	0.1 \pm 0.3	0.51	0.476		7
Pupe d'insecte	0.1 \pm 0.1	0.0 \pm 0.1	0.31	0.577		5
Œuf d'insecte	0.1 \pm 0.2	0.1 \pm 0.3	0.00	0.989		5

¹ Taxons dont l'abondance a été corrigée en fonction de l'hydrologie.

Tous les taxons présents dans plus de 50% des échantillons ont une abondance relative plus faible dans les sites traités par rapport aux sites témoins, ce qui est bien en accord avec un indice de disponibilités alimentaires inférieur pour les passereaux. Même si les écarts observés représentent souvent une diminution de l'ordre de 50%, peu de différences sont significatives du fait de la forte variabilité dans le nombre de captures de ces taxons d'un site à l'autre (valeur élevée des intervalles de confiance à 95%). Comme précédemment observé, seules les **araignées ont une abondance moyenne significativement inférieure sur les sites traités** lorsque les valeurs de probabilités sont corrigées pour tenir compte de la multitude des tests (Tableau 4).

Discussion

Les résultats du suivi 2012, réalisé sur 9 des 15 sites de la précédente campagne, confirment les tendances déjà observées, à savoir **un indice de disponibilités alimentaires pour les passereaux paludicoles significativement inférieur sur les sites traités et une réduction de l'abondance de la majorité des taxons qui s'avère significative chez les araignées**. Ces dernières sont des espèces prédatrices pour lesquelles les Nématocères représentent une proie importante (Foelix 1996). Leur abondance moindre sur les sites traités suggère un effet indirect du *Bti* au travers du réseau trophique. Il est, par ailleurs, intéressant de noter que le suivi qui porte sur les hirondelles suggère également un impact du *Bti* sur les araignées qui sont significativement moins consommées par les poussins sur les sites traités.

Les études portant sur la toxicité de *Bacillus thuringiensis israelensis* envers les invertébrés non-cibles sont relativement nombreuses (voir synthèses de Boisvert & Boisvert en 2000 et de Lacey & Merritt en 2004), mais les effets indirects du *Bti* au travers du réseau trophique ont reçu beaucoup moins d'attention (Mulligan & Schaefer 1982; Charbonneau *et al.* 1994; Wipfli & Merritt 1994; Hershey *et al.* 1998; Balcer *et al.* 1999; Russell *et al.* 2009; Vinnersten *et al.* 2009). Ces études, basées sur la comparaison de sites traités et témoins ou sur le suivi de quelques sites avant et après traitement, n'ont pas réussi à démontrer une baisse significative dans l'abondance des invertébrés non-cibles qui puisse être imputable aux traitements, à l'exception des chironomes. Outre cet effet direct du *Bti*, seuls Wipfli & Merritt (1994) ont pu démontrer que la suppression des mouches noires affectait le régime alimentaire de plécoptères et Hershey *et al.* (1998) que les sites traités avaient une richesse générique moindre sans que des variations significatives d'abondance puissent être mesurées ou confirmées.

Dans cette étude, les sites traités montrent un **appauvrissement généralisé de la faune invertébrée, qui se traduit par une diminution importante des ressources disponibles pour les passereaux**. Si cette sixième année d'échantillonnage confirme les tendances précédemment observées sur les sites traités et témoins, l'intérêt de reconduire cette étude résidait principalement dans l'évaluation des capacités de recouvrement des communautés d'invertébrés en intégrant au design expérimental deux sites où les traitements avaient été interrompus en 2012. Les résultats obtenus sur ces deux sites suggèrent que **plus d'une année est nécessaire pour observer une remontée des communautés d'invertébrés servant de nourriture aux passereaux paludicoles**. De fait, ces résultats ne sont pas surprenants puisque le développement des communautés d'invertébrés échantillonnées au printemps 2012 dépend des conditions hydrologiques observées entre juin et décembre 2011, période durant laquelle des traitements au *Bti* étaient encore réalisés. On ne peut cependant écarter la possibilité que ces résultats soient également associés en partie à la propension du *Bti* à persister et se multiplier dans les milieux stagnants riches en matière organique (Dupont et Boisvert 1985, Ohana *et al.* 1987, Tétréau *et al.* 2012).

L'obtention des informations par l'EID quant au nombre de traitements réalisés tant au sol que par avion pour chacune de ces roselières, de même que l'évaluation des concentrations en spores et toxines de *Bti* permettraient d'interpréter plus finement ces résultats, le nombre de traitement étant variable selon les sites et les années. Ces

données pourraient potentiellement expliquer l'écart observé entre la Palissade et le They de Roustan, soit les deux seules roselières traitées parmi les sites suivis en 2012.

Perspectives

Si la démoustication sur le secteur de Salin-de-Giraud et Port Saint-Louis du Rhône et la non-démoustication du secteur Brasin vert sont maintenues en 2013, il serait intéressant de poursuivre ce suivi et de le coupler à la collecte d'échantillons de sol pour évaluer la densité des spores et toxines de *Bti* sur l'ensemble des sites. Ces informations permettraient d'évaluer les capacités de résilience des invertébrés paludicoles plus d'un an après l'interruption de la démoustication.

Références

- Dupont C & Boisvert J. 1985. Persistence of *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis* toxic activity in the environment and interaction with natural substrates. *Water, Air & Soil Pollution* 29: 425-438.
- Ohana B, Margalit J & Barak J. 1987. Fate of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* under simulated field conditions. *Applied Environmental Microbiology* 53: 828-831.
- Poulin B & Lefebvre G. 1997. Estimation of arthropods available to birds: effect of trapping technique, prey distribution, and bird diet. *Journal of Field Ornithology* 68: 426-442.
- Poulin, B., Lefebvre, G. & Mauchamp, A. 2002. Habitat requirements of passerines and reedbed management in southern France. *Biological Conservation* 107: 315-325.
- 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, Arles, 24 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 Environmental Microbiology* 78: 8362-8367.

4. Suivi des colonies d'hirondelles

Etat de l'art

L'**hirondelle des fenêtres** (*Delichon urbicum*) est un excellent modèle biologique pour estimer les effets des traitements au *Bti*, le **régime alimentaire des poussins étant constitué à 35% de Nématocères** (Poulin *et al.* 2011). Des colonies sont présentes dans plusieurs sites 'urbains' et ruraux en Camargue, permettant des comparaisons entre zones traitées et témoins. Les paramètres suivis en 2006-2011 furent la taille des colonies, le taux d'alimentation (jusqu'en 2010) et le régime alimentaire des poussins, auxquels ont été ajoutés le succès reproducteur en 2009 et les disponibilités alimentaires en 2010 (Poulin *et al.* 2011). Ces suivis ont mis en évidence des modifications profondes du régime alimentaire des poussins suite à l'initiation des traitements au *Bti* sur les sites traités et ce, de façon systématique pour les 5 années de suivi. Ces résultats ont révélé **une consommation moindre de Nématocères, d'odonates, de neuroptères et d'araignées, parallèlement à une consommation supérieure de fourmis volantes sur les sites traités, se traduisant par une baisse du succès reproducteur de -28% (2009), -36% (2010) et -35% (2011)**. Le suivi des taux d'alimentation des poussins, utilisé comme indicateur des disponibilités alimentaires, fut interrompu en 2010 suite au constat qu'il était également influencé par les besoins énergétiques (âge) des poussins (Poulin *et al.* 2011). Ce suivi fut donc remplacé par l'estimation directe des disponibilités alimentaires en 2010 et 2011 qui a révélé **une baisse des chironomes et des nématocères de l'ordre de 78% sur les sites traités** par rapport aux témoins, conformément aux modifications observées dans le régime alimentaire des poussins. Il n'apparaît pas utile de poursuivre ces suivis. Le suivi de la taille des colonies sera en revanche poursuivi. Une baisse de 62% (de 240 à 92 nids) fut observée sur les sites traités entre 2009 et 2011, alors que les effectifs étaient stables sur les sites témoins (de 198 à 200 nids) au cours de la même période.

Les résultats hautement significatifs et très peu variables entre les sites et les années au regard du régime alimentaire des poussins sur les six colonies permet d'évaluer l'impact d'une modification des pratiques avec un échantillonnage minimal. Ainsi, **l'effet de l'utilisation d'un piège à CO₂** a été évalué sur le régime alimentaire des poussins au Sambuc et comparé à celui d'une colonie témoin (Armellière) et traitée au *Bti* (Salin-de-giraud). Malheureusement, il ne fut pas possible d'évaluer l'effet de l'arrêt de la démoustication du secteur Brasinvers sur les effectifs de la colonie et le régime alimentaire des poussins, le propriétaire de Pin Fourcat ne nous ayant pas permis l'accès au site.

Sites d'étude (Fig. 14).

- Sites traités : Salin-de-Giraud, Port Saint-Louis
- Sites témoins : Armellière, Nord Vaccarès (Mas Saint-Andiol et Albaron)
- Site avec piège à CO₂: Sambuc (ancien site témoin)

Méthodologie

Taille des colonies

La taille des colonies est estimée en comptant tous les nids occupés en juin. Au total, **2229 nids ont été dénombrés depuis juin 2006, dont 281 en 2012**.

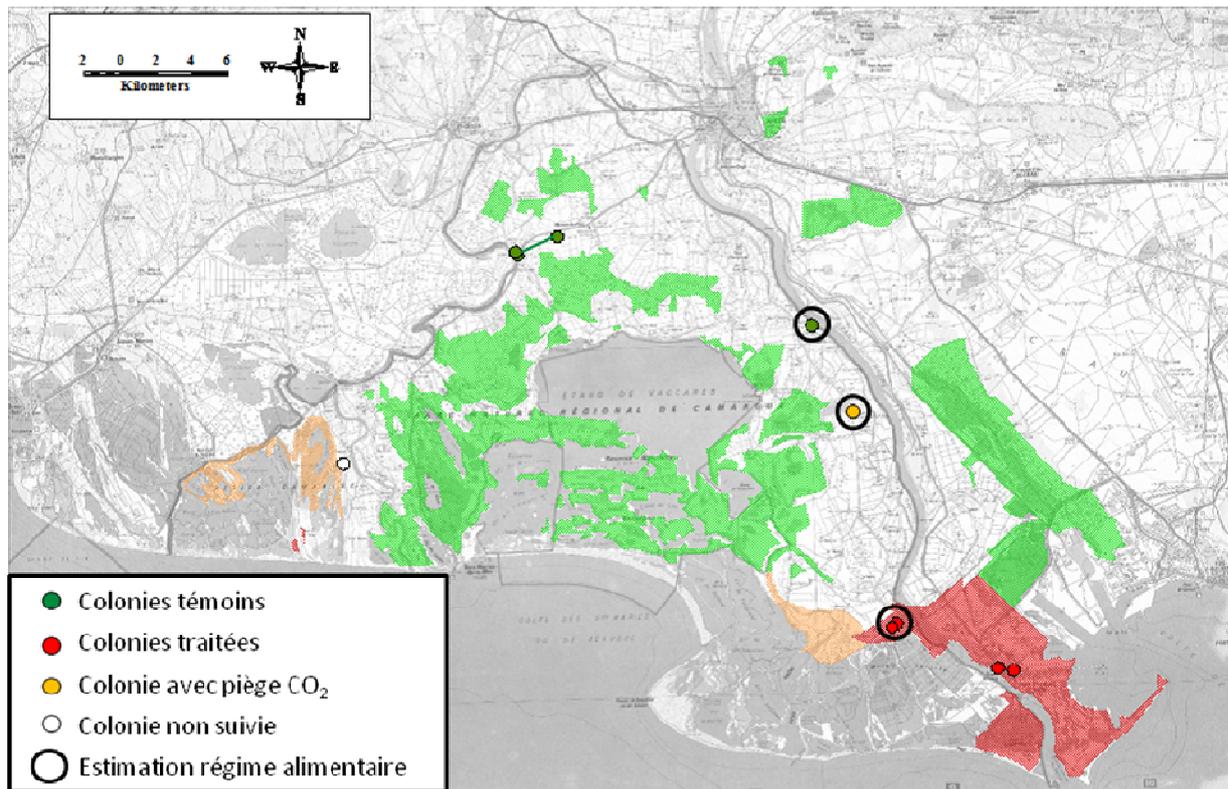


Fig. 14. Localisation des colonies d'hirondelles par rapport aux biotopes larvaires potentiels jamais traités (vert), non traités en 2012 (orange) et traités au Bti (rouge).

Régime alimentaire

Pour documenter les effets du *Bti* au travers du réseau trophique, **deux déjections ont été récoltées sous dix nids à trois reprises pendant la période de nidification** (début juin, mi-juin et début juillet) sur trois des six colonies. L'examen des fèces sous loupe binoculaire a permis de déterminer la taille approximative et l'appartenance taxinomique des proies à l'ordre ou au sous-ordre grâce à la reconnaissance de fragments caractéristiques (yeux des Nématocères, mandibules d'odonates, chélicères d'araignées, tête de fourmis, etc.) non ou partiellement digérés. La digestibilité des proies varie selon les taxons (Jenni *et al.* 1990), mais ce biais est constant pour toutes les colonies. Depuis 2006, 837 échantillons de fèces totalisant **32 171 proies identifiées ont été récoltés, incluant 3927 proies identifiées en 2012.**

Piège à CO₂

Un **piège 'Mosquito Magnet' modèle 'Independence'** qui couvre une superficie allant jusqu'à 4000 m² (rayon d'efficacité de 36 m) a été **installé dans le jardin de l'hôtel Longo Mai au Sambuc à 20-30 m de la colonie** le 4 mai 2012. Pour cause de soucis techniques, le piège a dû être renvoyé pour réparation et ne fut en opération continue qu'à partir du 6 juin et jusqu'au 12 octobre. Cette période couvre néanmoins celle allant de l'éclosion des œufs jusqu'à l'envol des jeunes et leur départ pour la migration. **Les insectes capturés dans le piège ont été récupérés** à toutes les semaines ou deux semaines puis séchés et pesés **afin d'évaluer la variation temporelle de la nuisance** au cours de la période d'échantillonnage. L'identification des insectes capturés, non prévue dans le présent contrat, pourrait être réalisée ultérieurement afin d'évaluer le degré de nuisance causé par les différentes espèces et notamment celles ciblées par les opérations de démoustication.

Enquête sociologique

Une **version réduite (36 questions sur 2 feuilles recto-verso)** du questionnaire élaboré par Cécilia Claeys lors de la précédente campagne de suivis (2007-2011) a été adaptée aux touristes et plus particulièrement aux clients de l'hôtel, incluant notamment une question sur la **perception de l'efficacité de ce piège**. Ce questionnaire a également été traduit en anglais afin de ne pas exclure la clientèle étrangère. Quatorze questionnaires ont été remplis, dont un en version anglaise.

Résultats

Taille des colonies

Les premières années de suivi montrent de fortes fluctuations dans les effectifs des colonies sur l'ensemble des sites, ces dernières étant principalement attribuées à la survie des oiseaux pendant les périodes de migration et d'hivernage (Fig. 15). Depuis 2009, la taille des colonies est cependant plutôt stable sur les sites témoins et en baisse sur les sites traités. Une augmentation est observée sur la colonie de Salin-de-Giraud en 2012 par rapport à 2011, permettant de retourner à des effectifs près de ceux observés en 2010.

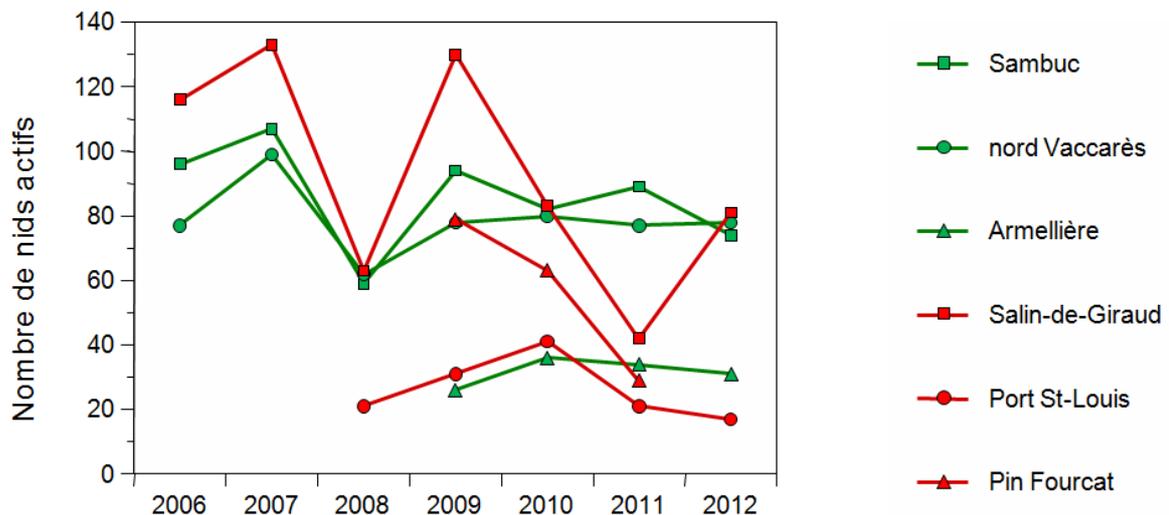


Fig. 15. Evolution des effectifs nicheurs de l'hirondelle des fenêtres sur les sites témoins (verts) et traités (rouges) suivis depuis le début de l'étude.

Une analyse de variance à facteurs imbriqués montre un **impact significatif des traitements au Bti sur la taille des colonies pour la période 2006-2012** ($F_{(1,17)} = 9.15, p = 0.007$). Une forte variance au sein de l'échantillon est également expliquée par l'effet site (Fig. 16), ce qui n'est pas surprenant puisque ces derniers accueillent des colonies de taille variable. Dans la mesure où la première saison de reproduction avec traitements au Bti fut celle de 2007, les effets potentiels de la démoustication sur les effectifs ne peuvent être détectés qu'à partir de 2008. Depuis cette date, nos résultats indiquent **une diminution annuelle de la taille des colonies de l'ordre de 23% sur les sites traités** par rapport aux sites témoins.

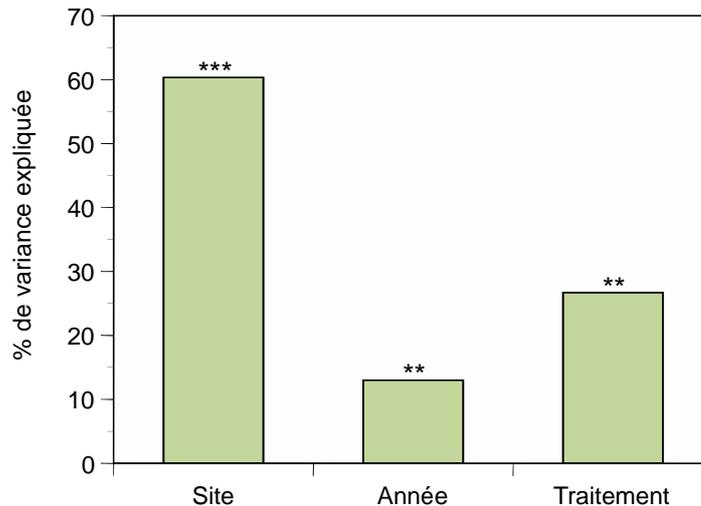


Fig. 16. Effet des variables site, année et traitement sur la taille des colonies de 2006 à 2012 selon une analyse de variance à facteurs imbriqués où ** = $p < 0.01$ et *** = $p < 0.001$.

Régime alimentaire

Tableau 5. Comparaison du régime alimentaire des poussins aux colonies de l'Armellière (témoin) et de Salin-de-Giraud (traité) en 2012 sur la base du nombre moyen (\pm intervalle de confiance à 95%) de proies consommées par fèces selon les taxons et les tailles. Les valeurs de probabilités sont corrigées selon la méthode Bonferroni : ** = $P < 0.01$, *** = $P < 0.001$.

Régime alimentaire	Témoin Moyenne \pm 95%	<i>p</i> <i>corrigé</i>	Traité Moyenne \pm 95%
Taxon proies			
Diptère (Nématocère)	12.6 \pm 1.5	***	5.5 \pm 1.9
Hyménoptère (fourmi)	10.1 \pm 1.4	***	16.4 \pm 1.7
Coléoptère	10.1 \pm 0.8		10.6 \pm 1.0
Hyménoptère (guêpe)	2.2 \pm 0.3		2.0 \pm 0.3
Hétéroptère	1.4 \pm 0.2		1.3 \pm 0.2
Homoptère	1.3 \pm 0.2	***	0.7 \pm 0.2
Diptère (autres)	0.6 \pm 0.2		0.6 \pm 0.3
Araignée	0.6 \pm 0.1	***	0.1 \pm 0.1
Neuroptère	0.5 \pm 0.0	***	0.1 \pm 0.1
Odonate	0.3 \pm 0.0	***	0.1 \pm 0.0
Taille proies			
0 – 2.5 mm	1.8 \pm 0.3		1.8 \pm 0.3
2.5 – 5.0 mm	8.3 \pm 0.8		8.9 \pm 1.0
5.0 – 7.5 mm	23.6 \pm 1.8		22.2 \pm 2.3
7.5 – 10 mm	4.7 \pm 0.5		4.0 \pm 0.6
10 – 15 mm	0.5 \pm 0.2	**	0.2 \pm 0.2
> 15 mm	0.8 \pm 0.1	***	0.2 \pm 0.1

Bien que s'appuyant sur un seul site traité et un seul site témoin, les régimes alimentaires des poussins montrent des tendances similaires à celles des années précédentes pour l'ensemble des sites avec une **consommation supérieure de Nématocères, d'araignées, de Neuroptères et d'odonates sur le site témoin**, et une **consommation supérieure de fourmis volantes sur le site traité** (Tableau 5). Les **proies de grandes tailles sont également davantage consommées sur le site témoin** (Tableau 5).

Afin de mettre en valeur l'effet du piège à CO₂ installé à proximité de la colonie du Sambuc, les valeurs de régime alimentaire obtenues sur les trois sites échantillonnés en 2012 ont été comparées à celles obtenues sur ces mêmes trois sites depuis le début des suivis (Tableau 6). Les quelques différences significatives dans l'abondance des taxons consommés concernent toutes des tendances observées sur les trois sites, bien qu'elles ne soient pas systématiquement significatives. Il apparaît donc probable qu'il s'agisse de tendances annuelles générales dans l'abondance de ces taxons, qui ressortent suite à une seule année d'échantillonnage. Fait important, **aucune baisse dans la consommation des Nématocères, seul groupe directement affecté par la présence du piège, n'est observé au Sambuc.**

Tableau 6. Comparaison du régime alimentaire de 2012 par rapport à celui observé en 2007-2011 par ANOVA à facteurs imbriqués. Nombre moyen (\pm IC à 95%) de proies consommées par fèces selon les taxons et les tailles. Les augmentations (+) ou diminutions (-) ne sont indiqués que pour les valeurs de probabilités p corrigées selon la méthode Bonferroni où +/- = $p < 0.05$, ++/-- = $p < 0.01$ et +++/--- = $p < 0.001$.

Régime alimentaire	Sambuc Moyenne \pm 95%	p	Armelière Moyenne \pm 95%	p	Salin Moyenne \pm 95%	p
Taxon proies						
Diptère (Nématocère)	14.9 \pm 1.8		10.3 \pm 2.3		5.5 \pm 1.9	
Hyménoptère (fourmi)	11.6 \pm 1.7		8.7 \pm 2.2		16.4 \pm 1.7	
Coléoptère	11.0 \pm 1.0		9.2 \pm 1.3		10.6 \pm 1.0	
Hyménoptère (guêpe)	1.9 \pm 0.3		2.6 \pm 0.4		2.0 \pm 0.3	
Hétéroptère	1.5 \pm 0.2		1.2 \pm 0.3		1.3 \pm 0.2	++
Homoptère	1.5 \pm 0.2		1.1 \pm 0.3		0.7 \pm 0.2	
Diptère (autres)	0.5 \pm 0.3		0.6 \pm 0.3		0.6 \pm 0.3	
Araignée	0.5 \pm 0.1		0.7 \pm 0.1		0.1 \pm 0.1	
Neuroptère	0.5 \pm 0.1	+++	0.4 \pm 0.1		0.1 \pm 0.1	++
Odonate	0.2 \pm 0.0	-	0.3 \pm 0.1		0.1 \pm 0.0	
Taille proies						
0 – 2.5 mm	1.7 \pm 0.3		1.9 \pm 0.4		1.98 \pm 0.3	
2.5 – 5.0 mm	9.0 \pm 1.0		7.5 \pm 1.3		8.9 \pm 1.0	
5.0 – 7.5 mm	27.9 \pm 2.3	++	19.5 \pm 2.9		22.2 \pm 2.3	
7.5 – 10 mm	4.3 \pm 0.6		5.2 \pm 0.7		4.0 \pm 0.6	
10 – 15 mm	0.6 \pm 0.2		0.5 \pm 0.2		0.2 \pm 0.2	
> 15 mm	0.7 \pm 0.1		0.8 \pm 0.1		0.2 \pm 0.1	

Efficacité du piège à CO₂ et mini enquête sociologique

Sur la base des 14 enquêtes disponibles, le piège est considéré efficace ou très efficace par 58% des clients de l'hôtel Longo Mai au Sambuc. La gêne perçue à l'hôtel Longo Mai est inférieure à celle perçue en Camargue par les interrogés (Fig. 17).

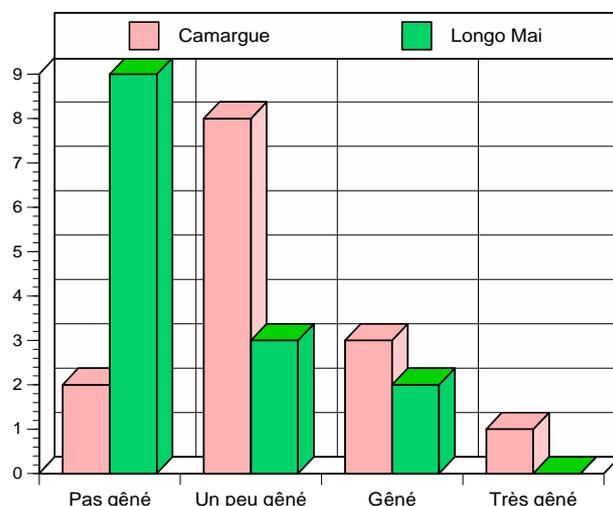


Fig.17. Perception de la gêne au Longo Mai vs. en Camargue par les clients de l'hôtel équipé d'un piège à CO₂.

Ce piège a certainement contribué à réduire la nuisance sur le site au regard du nombre d'insectes piqueurs capturés (Fig. 18). A chaque semaine, un contrôle du fonctionnement du piège était effectué et son contenu (captures) récupéré lorsque nécessaire (plein). Ces échantillons ont été pesés puis transformés en nombre d'insectes capturés sur la base d'un poids frais moyen individuel de 0,001 g. Le nombre journalier de captures varie au cours de la saison, atteignant des valeurs maximales de près de 3000 insectes du 24 juillet au 22 août. Compte-tenu de l'absence de précipitations dans les 3 semaines précédent cette période (Fig. 18), ce pic de nuisance est vraisemblablement attribuable à la gestion anthropique des milieux.

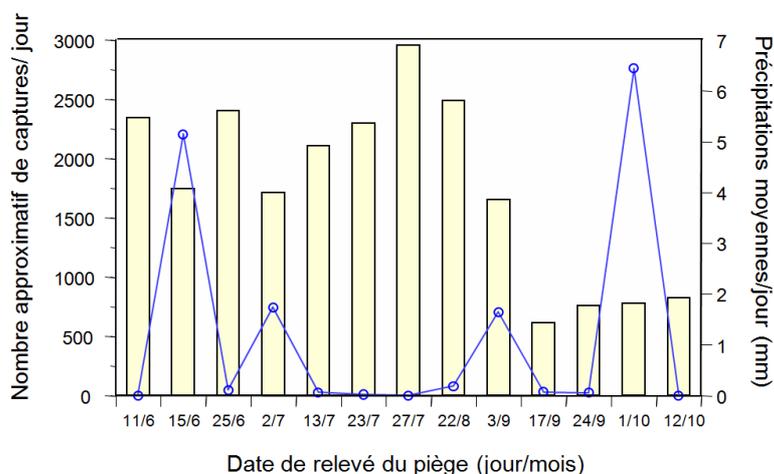


Fig. 18. Variation du nombre d'insectes piqueurs capturés par jour dans le piège à CO₂ en relation avec les précipitations journalières précédant la date de relevé du piège.

Discussion

Les effectifs de colonie ont augmenté en 2012 par rapport à 2011, notamment sur le site des Salins, ce qui peut découler du succès reproducteur relativement élevé sur l'ensemble des sites en 2011 et des nombreux emplacements de nidification laissés vacants sur ce site suite au fort déclin de la colonie en 2011.

Le régime alimentaire des poussins, évalué sur trois des six colonies, montre des tendances similaires aux années précédentes, avec des différences marquées entre la colonie en zone traitée et celle en zone témoin. L'expérimentation avec le piège à CO₂ suggère que ce dispositif n'a pas d'impact sur le régime alimentaire des poussins, tout en étant jugé efficace pour réduire la nuisance par près de 60% des visiteurs interrogés. L'échantillon, basé sur quatorze questionnaires reste cependant faible.

Perspectives

Il serait pertinent de reconduire l'expérimentation sur l'effet et l'efficacité des pièges à CO₂ à plus grande échelle. Un site potentiel serait le Mas de Pin Fourcat, site non traité en 2012, pour lequel il existe des données sur le régime alimentaire des poussins en condition de démoustication au *Bti*. Ce dispositif, si accepté par le propriétaire du site, permettrait d'évaluer si l'interruption des traitements au *Bti* se traduit par une modification du régime alimentaire des poussins et de poursuivre l'estimation de la taille des colonies sur l'ensemble des six sites initialement suivis.

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, Arles, 24 pp.

5. Suivi des populations de chiroptères

Etat de l'art

La Camargue abrite 18 espèces de chauves-souris (10 s'y rencontrent régulièrement) et concentre ainsi **plus de la moitié des 34 espèces présentes en France**. La Camargue a aussi la particularité d'héberger des **colonies très importantes de pipistrelles**, atteignant parfois jusqu'à 1000 individus localisés dans des toitures ou d'anciennes caves. Ces pipistrelles insectivores sont notamment **connues pour leur propension à consommer des Diptères Nématocères**.

L'utilisation de *Bti* peut réduire de manière importante (>50%) les émergences d'insectes aquatiques et notamment celles des Nématocères. Dans l'état de nos connaissances, cette diminution de proies potentielles pourrait avoir un impact négatif sur les chiroptères de Camargue en réduisant les effectifs des populations locales par l'émigration des individus qui ne trouvent plus à se nourrir suffisamment, la baisse de la natalité et une mortalité juvénile accrue.

Une première étude sur le régime alimentaire de la Pipistrelle pygmée en Camargue a montré un régime constitué à 100% de Nématocères, essentiellement de chironomes (Lugon 2008). Les études réalisées par le GCP ces trois dernières années ont démontré un impact sur les zones de chasse des pipistrelles en zones démoustiquées par comparaison avec les zones non démoustiquées (Kapfer & Cosson 2009, 2010; Planckaert & Kapfer 2011). Ce résultat est mis en évidence au moment des traitements au *Bti*. En dehors de ces périodes, qui sont fonction de la pluviométrie locale, aucune différence statistique ne peut être déterminée bien qu'une tendance soit détectée. Il existe cependant un biais lié aux conditions météorologiques locales en Camargue. La pluviométrie qui déclenche un traitement au *Bti* peut affecter une partie restreinte de la Camargue et biaiser les comparaisons de répliquas. Malgré ces difficultés, **l'impact du *Bti* est démontré sur les zones de chasse avec une activité de chasse moindre et un faible taux de succès de capture réduisant le nourrissage**.

Pour ces raisons, il apparaît dorénavant nécessaire de prendre en compte dans le suivi de l'effet de la démoustication les **paramètres de reproduction** des colonies de pipistrelles en zone démoustiquée et en zone non démoustiquée. Les travaux des années précédentes ayant permis de démontrer l'effet de la démoustication sur les zones de chasse en période de démoustication, ce volet n'a pas été poursuivi en 2012.

Une première expérience en 2011 de pose de 8 nichoirs sur des bâtiments de Camargue pour évaluer la reproduction et suivre les populations de pipistrelles a déjà été engagée (nichoirs spéciaux avec plexiglas et récupérateur de cadavres). Le premier retour d'expérience début 2012 a permis de réviser notre stratégie et d'améliorer le système. Nous nous sommes inspirés des méthodes mises en œuvre par Flaquer *et al.* (2006, 2009) dans le delta de l'Ebre. Ce travail a donné de très bons résultats et démontré le rôle des chauves-souris dans la lutte contre les ravageurs du riz en permettant l'arrêt complet des traitements chimiques. Ce nouveau protocole consiste à mettre en place un nombre important de nichoirs sur des poteaux isolés des colonies déjà existantes et de comparer la colonisation par les pipistrelles en zone démoustiquée et en zone non démoustiquée.

Le suivi 2012 est centré sur l'installation de nichoirs artificiels dans deux sites démoustiqués et deux sites témoins afin de comparer ultérieurement le taux de colonisation et le succès reproducteur des Pipistrelles entre les sites.

Sites d'étude

- Sites traités : Palissade, They de Roustan
- Sites témoins : Tour du Valat, Marais du Vigueirat

La localisation des sites d'études est illustrée à la figure 19.

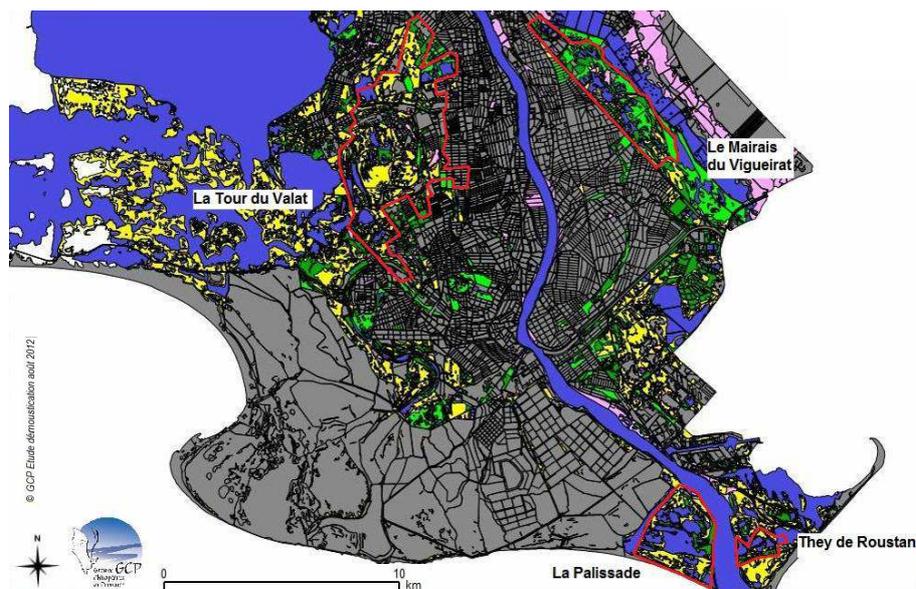


Fig. 19. Localisation des quatre sites d'étude en Camargue.

Méthodologie

Installation expérimentale :

- Construction de 40 nichoirs destinés à abriter des colonies de reproduction de pipistrelles selon le modèle préconisé par Flaquer *et al.* (2006). Les nichoirs sont constitués d'une boîte en bois brut non traité de H25 cm X L20 cm X P10 cm. Une piste d'atterrissage sous le nichoir permet aux chauves-souris d'atterrir puis d'entrer en rampant par la fissure prévue à cet effet. Afin de limiter le dérangement lors des suivis, la partie frontale est amovible pour contrôler l'intérieur du nichoir. Une plaque de plexiglas empêche les chauves-souris de s'accrocher à cette « porte amovible ».
- Mise en place d'un récupérateur de guano et de cadavres sous le nichoir pour relever la mortalité au gîte et d'un plexiglas de façade pour le contrôle à vue. Cette action fut reportée à février afin de ne pas nuire à la colonisation avec l'installation tardive (11-13 juin) des nichoirs en 2012.
- Mise en place de deux nichoirs orientés Est et Ouest sur 20 poteaux de 4,5 m enfoncés à 1 m dans le sol.
- Remise en état et suivi des 8 nichoirs posés en 2011.
- Suivi des nichoirs de 2011 et 2012 toute les 2 semaines de fin juin à fin août.

Paramètres relevés : Date de colonisation, taille de population adultes et jeunes, nombre de naissances, mortalité de jeunes et adultes, temps de résidence.

Les paramètres de sexe ratio, masse corporelle et mensuration ne sont pas relevés afin de réduire les dérangements et les risques de désertion de gîte. Le suivi a été réalisé par 2 stagiaires munis d'une échelle et équipés d'un appareil photo utilisé en cas de présence de chauves-souris. Le nombre d'adultes, de juvéniles et de cadavres a été relevé sur une fiche. La présence de nids de guêpes dans le nichoir a été notée et ces derniers immédiatement détruits. La prospection des nichoirs sur un site nécessite environ 2h. Le suivi de ces nichoirs sera vraisemblablement poursuivi sur plusieurs années.



Résultats

Caractérisation de l'environnement des niochirs 2012

Tout en respectant les contraintes imposées par les gestionnaires de chaque site, les **niochirs** devaient être **espacés d'au moins 200 m**, distants d'au moins 200 m d'une habitation, être situés dans des milieux les plus homogènes possibles et **représentatifs des cinq principaux habitats de Camargue**: roselières, jonchaies, sansouïres, plans d'eau libre et tamarigaie (Fig. 20).

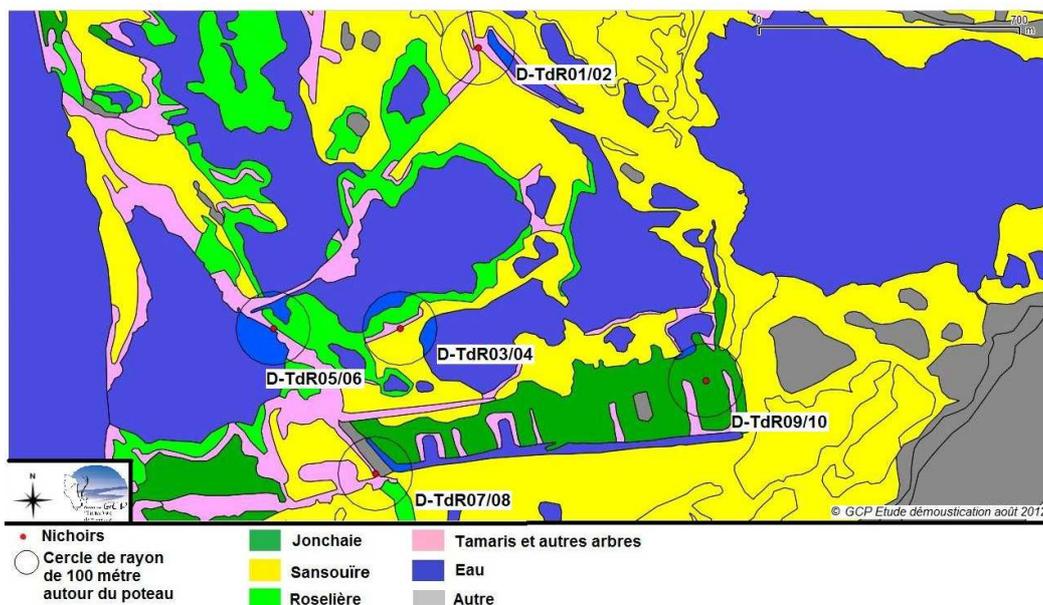


Fig. 20. Exemple de localisation des niochirs (site du They de Roustan) en fonction des contraintes spatiales et logistiques en relation avec l'occupation du sol.

La proportion des cinq habitats autour des niochirs varie selon les niochirs et les sites (Fig. 21). Ce paramètre sera intégré dans les analyses lors des comparaisons des taux d'occupation.

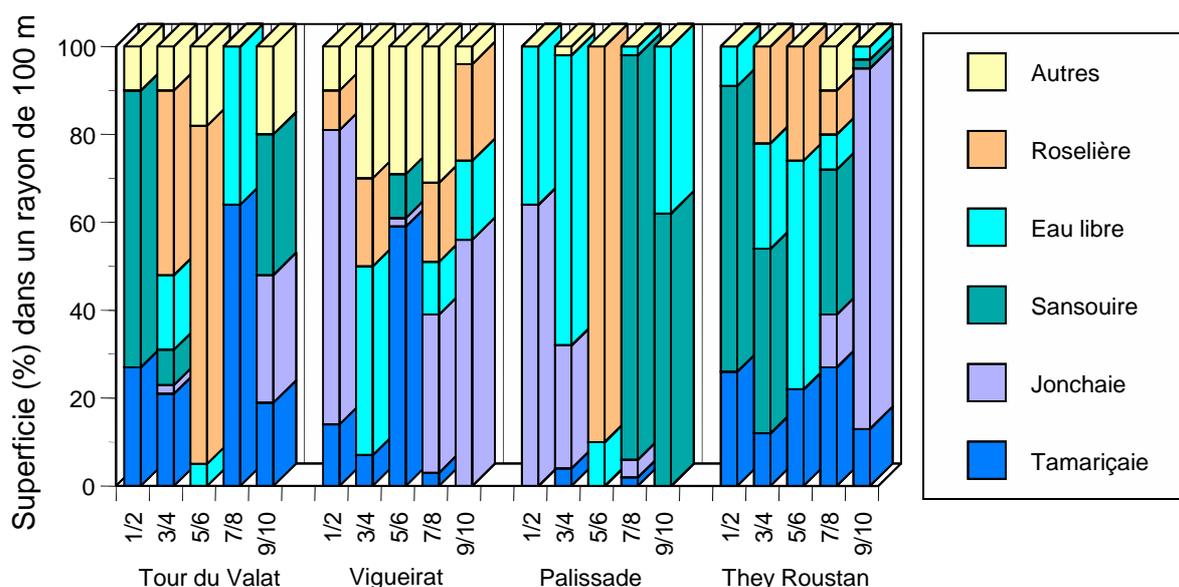


Fig. 21. Proportion (%) de la superficie occupée par les cinq principaux habitats dans un rayon de 100 m autour des 5 niochirs doubles aux quatre sites d'échantillonnage.

Colonisation des nichoirs installés en 2012

Durant l'été 2012, seul le nichoir ND-TDV08 a été occupé par une pipistrelle durant 5 semaines. Ce nichoir, exposé à l'est, est situé dans une tamarigaie aux Marais du Verdier (Tour du Valat). Il a été colonisé le 11 juillet 2012 pour la première fois. Une chauve-souris y a été également observée le 25 juillet et le 8 août 2012.

Contrôle des nids de guêpes

Cinquante nids de guêpes ont été observés pendant l'étude et il y a eu jusqu'à trois nids simultanés dans un même nichoir. Quelque 67% des nichoirs qui ont abrité des nids de guêpes étaient dans les sites démoustiqués, dont 50% à la Palissade et 50% au They de Roustan. Sur les 50 nids de guêpes observés, 78% se trouvaient en milieu démoustiqué (39 nids) et 22% en milieu non démoustiqué (11 nids, dont 9 aux Marais du Vigueirat et 2 à la Tour du Valat). Le taux de colonisation par les guêpes était relativement constant (entre 4 et 7 nichoirs occupés par comptage) à l'exception de la dernière semaine de contrôle (fin août) où 18 nichoirs présentaient au moins un nid de guêpes.

Colonisation des nichoirs installés en 2011

Les huit nichoirs installés en 2011, d'un modèle différent de ceux de 2012, ont été davantage fréquentés par les chauves-souris en 2012 qu'en 2011 (Tableau 7). La présence d'une colonie de reproduction de 370 individus dans une toiture à 1,2 m du nichoir A de la Tour du Valat est cependant un biais important. Ce nichoir ne sera plus considéré dans les analyses à l'avenir.

Tableau 7. Comparaison des effectifs maximums 2011 et 2012 des nichoirs installés en 2011.

Localisation des nichoirs	Effectif maximum observé durant l'été		Remarques
	2011	2012	
Zones non démoustiquées			
Tour du Valat nichoir A Ouest	1	29	Reproduction dans le nichoir en 2012.
Tour du Valat nichoir B Est	1	3	18 Pipistrelles étaient présentes le 11/10/11.
RNC Salin de Badon A Est	1	2	
RNC Salin de Badon B Ouest	0	1	
Zones démoustiquées			
Domaine de la Palissade A Est	1	1	
Domaine de la Palissade B Nord	1	5	
They de Roustan A Sud	0	1	
They de Roustan B Ouest	0	0	

Discussion

L'hypothèse de travail est que les conditions de reproduction (alimentation) se dégradent dans les zones démoustiquées. Ceci devrait avoir un effet sur l'effectif des adultes, la natalité et le taux de survie des jeunes avant l'envol, avec pour conséquence une raréfaction des chauves-souris dans le delta et particulièrement dans les zones traitées sur le long terme. En Camargue, les colonisations de nichoirs sont en général rapides. Lorsque les nichoirs seront colonisés, des analyses multivariées seront mises en place prenant en compte les variables suivantes : traitement au *Bti*, orientation du nichoir, habitat immédiat, proportion des habitats dans un rayon de 100 m et présence de corridors (élément vertical du paysage) autour du nichoir.

Sur les 40 nichoirs mis en place en 2012, seul le nichoir n°8 en zone non démoustiquée de la Tour du Valat a été colonisé par une pipistrelle. Le très faible taux de colonisation par les chauves-souris n'est cependant pas étonnant, car les microchiroptères ont souvent besoin de plusieurs années avant de coloniser un gîte. Dans l'étude réalisée par Flaquer *et al.* (2006), 15% des nichoirs étaient occupés la 1^{er} année par des colonies de reproduction et ce chiffre augmente significativement jusqu'au 4^{ème} été. Ici, le lancement tardif de l'étude nous a fait perdre une année, les colonies de reproduction étant déjà formées lors de la pose des nichoirs. Ceux installés en 2011 commencent tout juste à attirer les premières pipistrelles.

Nous n'avons pas trouvé de bibliographie concernant l'impact de la présence de nids de guêpes sur la colonisation d'un nichoir par des chauves-souris. Un témoignage mentionne une cohabitation possible (Boulay, comm. pers), mais il semble probable qu'une importante colonie de guêpes puisse faire fuir les chauves-souris. Alternativement, l'absence de chauves-souris dans le nichoir est susceptible de favoriser leur colonisation par les guêpes. Un contrôle des nids de guêpes dans les nichoirs installés en 2012 devra donc être mis en œuvre avant la phase d'installation des colonies de pipistrelles en 2013.

Perspectives

Dans l'éventualité de la reconduite de la démoustication, il est proposé de poursuivre le suivi des nichoirs installés en 2011 et 2012. Des prospections pourraient également être réalisées à proximité des nichoirs pour la détection de colonies existantes et le suivi de leur succès reproducteur dans l'attente de la colonisation des nichoirs.

Références

- Flaquer C, Puig-Montserrat X, Goiti U, Vidal F, Curc A & Russo D. 2009. Habitat Selection in Nathusius' Pipistrelle (*Pipistrellus nathusii*): The Importance of Wetlands. *Acta Chiropterologica* 11: 149-155.
- Flaquer C, Torre I, & Ruiz-Jarillo R. 2006. The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological Conservation* 128: 223-230.
- Kapfer G & Cosson E. 2010. Etude de l'influence du *Bti* sur les populations de Chiroptères dans le cadre des campagnes de démoustication en Camargue. Parc naturel régional de Camargue. Groupe Chiroptères de Provence, Arles, 9 pp.
- Kapfer G & Cosson E. 2009. Etude de l'influence du *Bti* sur les populations de Chiroptères dans le cadre des campagnes de démoustication en Camargue. Parc naturel régional de Camargue. Groupe Chiroptères de Provence, Arles, 15 pp.
- Lugon A. 2007. Analyse du régime alimentaire de *Pipistrellus pygmaeus*. La Tour du Valat, Arles, Camargue (13). Parc naturel régional de Camargue, Azuré, Groupe Chiroptères Provence. 11 pp.
- Planckaert O & Kapfer G. 2011. Campagnes de démoustication en Camargue : influence du *Bti* sur les populations de Chiroptères. Parc naturel régional de Camargue. Groupe Chiroptères de Provence, Arles. 17 pp.

6. Suivi des dérangements de la faune sur un site démoustiqué

Etat de l'art

Directement impacté par les opérations de démoustication, le Syndicat Mixte pour la Gestion du Domaine de la Palissade (SMGDP), s'est engagé dans un processus d'évaluation des dérangements effectués par cette pratique. En effet, bien que la problématique du dérangement soit prégnante chez les gestionnaires d'espaces naturels, force est de constater la faiblesse des méthodologies d'évaluation de cet impact. L'objectif de ce suivi est donc double : permettre d'**évaluer l'impact du dérangement d'une pratique perturbatrice sur un site et développer une méthodologie d'action.**

Le Domaine de la Palissade accueille des remises de plusieurs milliers d'oiseaux d'eau particulièrement sensibles aux dérangements (Klein *et al.* 1995). Les comptages réalisés mensuellement depuis août 1992 révèlent des effectifs pouvant atteindre **jusqu'à 2000 individus estivants et 7500 hivernants**. Les traitements aériens réalisés à très basse altitude sont donc susceptibles d'affecter la fréquentation du site par ces espèces. Nous proposons d'**évaluer les dérangements à court terme** selon une version allégée du protocole mis en place en 2005 par les Marais du Vigueirat (Blanc 2005) et d'**évaluer ses possibles conséquences à long-terme** en capitalisant sur les **comptages réalisés à la Palissade et interprétés selon les tendances observées plus généralement en Camargue.**

6.1 Dérangement à court-terme des remises d'oiseaux d'eau

Sites d'étude

Plans d'eau de la Baisse Claire et la Sableuse.

Méthodologie

Le nombre d'oiseaux d'eau est compté sur les deux plans d'eau avant le passage de l'avion, immédiatement après et à nouveau une heure après le passage. Pour chaque famille d'oiseaux, les effectifs des trois différentes sessions de comptage (avant, immédiatement après et 1h après chaque opération aérienne) sont comparés à l'aide d'un test de Wilcoxon avec une transformation logarithmique $\ln(x+1)$ des données au préalable. Cette transformation est couramment utilisée quand les valeurs observées contiennent des zéros, ce qui est souvent le cas dans des données de comptage. Les données récoltées lors des précédents suivis sont également utilisées afin de renforcer le pouvoir statistique des tests.

Résultats

Sur les **96 opérations aériennes effectuées depuis 2006** sur le Domaine de la Palissade (**dont 12 en 2012**), **71 ont pu faire l'objet d'une analyse**. Les autres n'ont pu être suivies soit par manque de personnel, soit parce que l'arrivée des avions a précédé celle des observateurs qui n'ont pas été prévenus à temps, ou encore parce que le traitement n'était pas prévu.

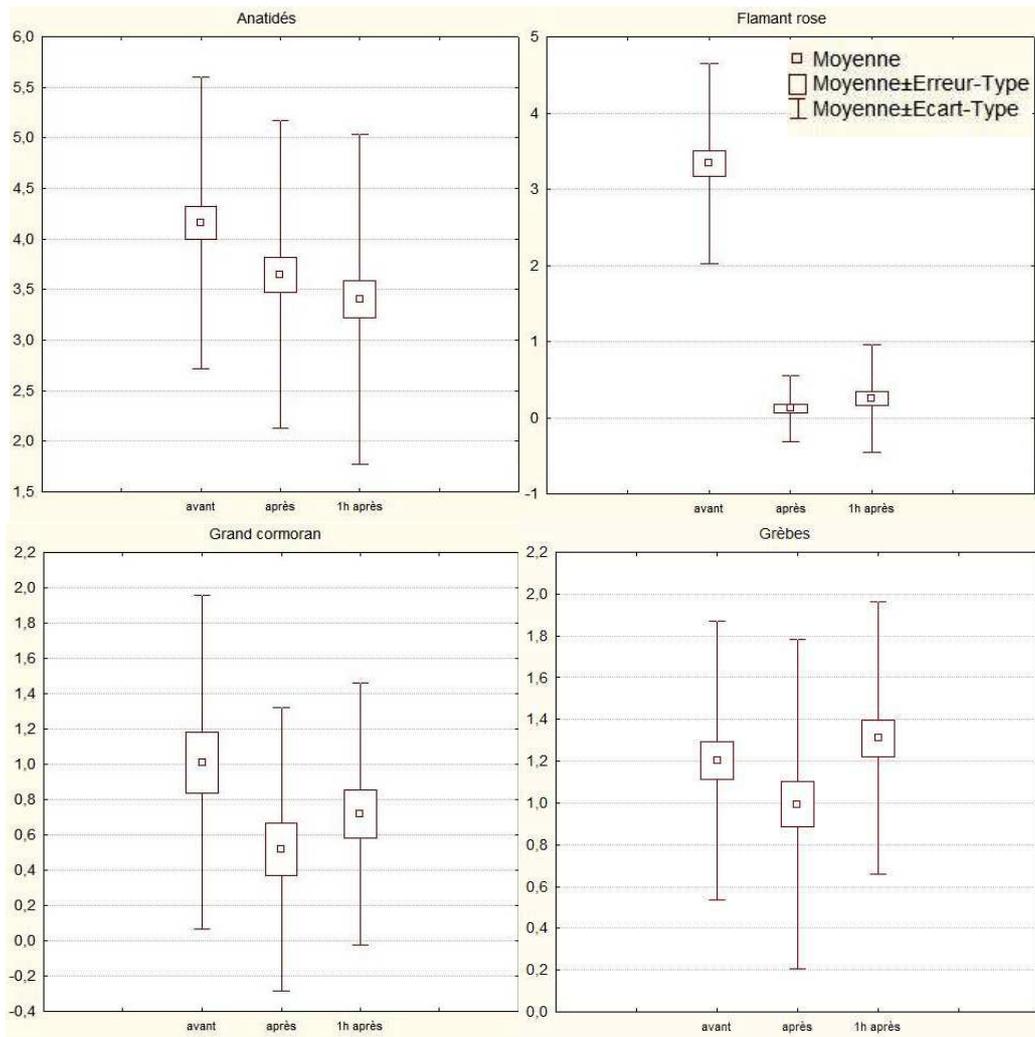


Fig. 22. Moyennes des effectifs transformés $[\ln(x+1)]$ en fonction du comptage avant, immédiatement après et 1h après les traitements aériens.

Plusieurs types de comportement sont observés (Fig. 22) :

- Le nombre d'individus diminue immédiatement après le passage de l'avion et encore une heure après comme pour les Anatidés.
- Pour les Laridés, Rallidés, Ardéidés, Limicoles, Grands cormorans et Flamants roses, il n'y a toujours pas de retour des oiseaux ayant quitté le site jusqu'à une heure après les traitements.
- Seuls les grèbes retrouvent leurs effectifs initiaux une heure après le traitement. Ces effectifs sont par ailleurs supérieurs à ceux observés avant traitement, suggérant que la diminution observée pourrait être due à un artéfact découlant de la difficulté de comptage des grèbes qui effectuent des plongées régulières et de longue durée.

Si l'on peut considérer que le survol des colonies n'a pas d'impact depuis 2008, c'est au prix d'un travail et d'une coordination préparatoires. Sans ce préalable, l'impact du survol serait à revoir notamment au regard de l'incident de 2008 qui laisse à penser que la pratique du survol de colonie reproductrice est largement perturbatrice.

Ces données révèlent l'**absence d'accoutumance des oiseaux au passage de l'avion**, ce qui se traduit par une diminution significative des effectifs (test de Wilcoxon $p < 0.0001$ entre avant et immédiatement après ; $p < 0.0001$ entre avant et 1h après ; NS entre immédiatement après et 1h après). En ajoutant ces données à celles des années précédentes, il s'avère que **toutes les familles d'oiseaux d'eau montrent des variations significatives d'effectifs** entre les sessions de comptage (Tableau 8),

contrairement à la précédente campagne où les grèbes et les Grands cormorans ne variaient pas significativement.

Tableau 8. Test de Wilcoxon pour chacun des groupes d'oiseaux d'eau en fonction des différents comptages avant et après les traitements. N = nombre de paires ; Z, statistique du test ; p = seuil de significativité. Les valeurs de probabilités corrigées par la méthode Bonferroni correspondent à * : p = 0.05, ** : p = 0.01 et *** p = 0.001.

Période	Famille	N	Z	p	p corrigé
Avant et immédiatement après	Anatidés	75	5,489	0,00000004	***
	Ardéidés	67	3,320	0,0009	***
	Laridés	74	2,742	0,0061	*
	Limicoles	54	3,764	0,00017	**
	Grand cormoran	30	2,419	0,016	
	Flamant rose	63	6,601	0,000000004	***
	Grèbes	54	2,489	0,013	
	Rallidés	41	2,771	0,0056	*
Avant et 1h après	Anatidés	75	6,352	0,0000000002	***
	Ardéidés	67	2,324	0,021	
	Laridés	74	2,713	0,0067	
	Limicoles	54	2,523	0,019	
	Grand cormoran	30	1,788	0,074	
	Flamant rose	63	6,612	0,0000000004	***
	Grèbes	54	0,898	0,37	
	Rallidés	41	3,260	0,0011	**
Immédiatement après et 1h après	Anatidés	75	3,037	0,0024	*
	Ardéidés	67	0,715	0,47	
	Laridés	74	0,618	0,54	
	Limicoles	54	0,381	0,70	
	Grand cormoran	30	1,437	0,15	
	Flamant rose	63	1,098	0,27	
	Grèbes	54	2,966	0,003	*
	Rallidés	41	0,259	0,80	

6.2 Tendance des effectifs d'oiseaux d'eau à moyen terme

Sites d'étude

Tous les plans d'eau concernés par les suivis mensuels d'oiseaux d'eau:

- Site traité: Domaine de la Palissade
- Sites témoins: Tour du Valat et Réserve Nationale de Camargue (données SNPN).

Méthodologie

Les données utilisées pour les analyses sont issues de **comptages d'oiseaux d'eau réalisés par observation à partir du sol** systématiquement autour du 15 de chaque mois de l'année selon un protocole standardisé identique sur l'ensemble de la période. Les sites et périodes correspondants à ces critères sont le **Domaine de la Palissade (2000-2011)**, le **Tour du Valat (2002-2011)** et la **Réserve Nationale de Camargue (données SNPN 2002-2011)**. Seules les espèces présentes à la Palissade et au moins sur l'un des deux autres sites ont été retenues pour analyse ($n = 50$).

Afin de rendre les effectifs des espèces comparables entre les sites pour la réalisation des tests statistiques, les effectifs mensuels de chaque espèce sur les deux sites témoins ont été divisés par la moyenne globale de leurs effectifs à leur site, puis multipliés par les effectifs moyens obtenus à la Palissade pour la période hors traitement (janvier 2000 à juillet 2006). Ces données 'calibrées' ont été soumises pour chaque espèce à une analyse de variance à facteurs imbriqués afin de distinguer l'effet des traitements des effets année, mois et site. En d'autres termes, cette analyse permet de définir une tendance générale des effectifs en Camargue hors démoustication qui est ensuite confrontée aux tendances observées en présence de démoustication. Seul l'effet traitement est illustré ici. Une correction Bonferroni a été appliquée aux valeurs de probabilités afin de tenir compte de la multitude des tests.

Résultats

Les résultats de ces analyses sont détaillés au tableau 9 et à la figure 23. Le groupe comprenant les **anatidés, les foulques et les grèbes** est le plus important avec **16 espèces et 83% des observations**. Treize de ces 16 espèces sont en déclin depuis le début des traitements au *Bti*, dont 6 montrent une tendance négative significative après correction Bonferroni. Celles-ci incluent la **foulque macroule (-70%)** et le **canard colvert (-37%)**, qui sont les deux espèces les plus abondantes sur le site, de même que le **canard chipeau (-56%)**, le **grèbe huppé (-72%)**, le **grèbe à cou noir (-80%)** et le **grèbe castagneux (-92%)**, les deux dernières espèces atteignant des effectifs très près de 0 depuis 2005 ou 2006.

Tableau 9. Effectifs mensuels moyens des oiseaux d'eau en ordre décroissant d'abondance avec les résultats de l'effet traitement selon l'ANOVA à facteurs imbriqués. Les valeurs de p corrigées correspondent à * $p = 0.05$, ** $p = 0.01$ et *** $p = 0.001$. Les astérisques en rouge indiquent les espèces dont le déclin est potentiellement attribuable à la démoustication.

Espèce	Abondance moyenne avant	Abondance moyenne après	tendance	p	p corrigé	Taux différence
Foulque macroule	1201.5	362.0	↘	0.00000	***	-70
Canard colvert	771.6	484.6	↘	0.00000	***	-37
Sarcelle d'hiver	381.1	296.2	↘	0.070		
Canard siffleur	332.8	266.4	↘	0.51		
Canard chipeau	234.5	103.1	↘	0.00036	**	-56
Flamant rose	181.0	156.2	↘	0.13		
Canard souchet	110.4	137.1	↗	0.10		
Mouette rieuse	102.1	138.4	↗	0.044		
Goéland leucophée	71.1	32.8	↘	0.0012		
Aigrette garzette	58.4	26.6	↘	0.00077	*	-54
Cygne tuberculé	49.8	91.0	↗	0.00000	***	83
Chevalier gambette	42.2	43.3	↗	0.94		
Héron cendré	34.4	15.0	↘	0.00004	**	-56
Grand cormoran	29.2	15.2	↘	0.015		
Grèbe huppé	28.6	8.1	↘	0.00001	***	-72
Tadorne de Belon	20.3	11.9	↘	0.010		
Bécasseau variable	19.0	34.4	↗	0.15		
Canard pilet	16.2	5.0	↘	0.049		
Echasse blanche	15.6	14.7	↘	0.82		
Sterne caugek	13.4	21.3	↗	0.15		
Fuligule milouin	11.9	0.4	↘	0.051		
Oie cendrée	10.0	10.6	↗	0.73		
Avocette élégante	9.2	31.9	↗	0.00023	**	+248
Sterne pierregarin	9.0	3.5	↘	0.054		
Guifette noire	7.2	7.5	↗	0.93		
Gravelot à collier interrompu	6.0	3.6	↘	0.34		

Tableau 9 (suite).

Espèce	Abondance moyenne avant	Abondance moyenne après	tendance	<i>p</i>	<i>p</i> corrigé	Taux différence
Grèbe à cou noir	5.8	1.2	↘	0.00069	*	-80
Grand Gravelot	5.7	4.1	↘	0.59		
Bécassine des marais	5.3	1.5	↘	0.011		
Bécasseau minute	5.1	2.1	↘	0.21		
Sterne naine	4.7	3.4	↘	0.37		
Grande aigrette	4.0	3.7	↘	0.68		
Pluvier argenté	4.0	14.6	↗	0.00001	***	+266
Bécasseau cocorli	3.4	4.6	↗	0.75		
Sarcelle d'été	2.8	0.8	↘	0.062		
Huîtrier pie	2.1	0.3	↘	0.00018	**	-85
Grèbe castagneux	2.0	0.2	↘	0.00032	**	-92
Nette rousse	2.0	1.1	↘	0.35		
Chevalier arlequin	1.2	1.3	↗	0.79		
Bécasseau sanderling	1.2	0.0	↘	0.31		
Barge à queue noire	1.1	0.3	↘	0.39		
Goéland railleur	0.9	0.4	↘	0.25		
Chevalier aboyeur	0.9	1.6	↗	0.019		
Bihoreau gris	0.9	0.3	↘	0.061		
Petit Gravelot	0.7	1.5	↗	0.24		
Chevalier guignette	0.7	0.8	↗	0.59		
Sterne caspienne	0.6	0.6	↘	0.91		
Héron garde-boeufs	0.4	0.2	↘	0.47		
Héron pourpré	0.3	0.3	↘	0.68		
Courlis cendré	0.2	2.4	↗	0.00000	***	+1008
Total	3808.9	2369.6.1	↘	0.00000	***	-38

Il est remarquable de noter que sur la figure 23, le déclin se produit à partir du début des traitements au *Bti* (2006) pour toutes ces espèces à l'exception de deux espèces de grèbes pour lesquelles le déclin est amorcé une année plus tôt. Une espèce d'anatidé, le cygne tuberculé, montre des effectifs significativement à la hausse depuis le début des traitements, ce qui découle probablement de l'apparition d'un site d'hivernage à proximité de la Palissade ces dernières années. Les laro-limicoles constituent le deuxième groupe en importance avec 26 espèces et 9% des effectifs. Respectivement 3 et 5 espèces montrent des effectifs à la baisse et à la hausse, dont 1 et 3 demeurent significatifs après correction Bonferroni. L'espèce en déclin est **l'huîtrier pie (-85%)**, alors que les trois espèces en augmentation sont l'avocette élégante, le pluvier argenté et le courlis cendré. Si le déclin de l'huîtrier concorde avec le début des opérations de démoustication (Fig. 23), la hausse des trois autres espèces n'est observée que sur une partie de la période entre 2007 et 2011. Le troisième groupe en importance est celui des Ardéidés (hérons) avec 6 espèces représentant 3% des effectifs. Deux de ces espèces, l'aigrette garzette et le héron cendré, montrent des effectifs significativement à la baisse, ce qui est probablement associé au déclin de la colonie nicheuse présente sur la Palissade depuis de nombreuses années.

Parmi les espèces d'importance, le flamant rose représente 5% des effectifs et montre une baisse (-13%) non significative. Globalement, **les effectifs moyens mensuels des 50 espèces** intégrées à l'analyse **passent de 3809 individus (2000-2005) à 2370 (2006-2011)**, soit une **baisse très hautement significative de 38% correspondant à l'effet traitement.**

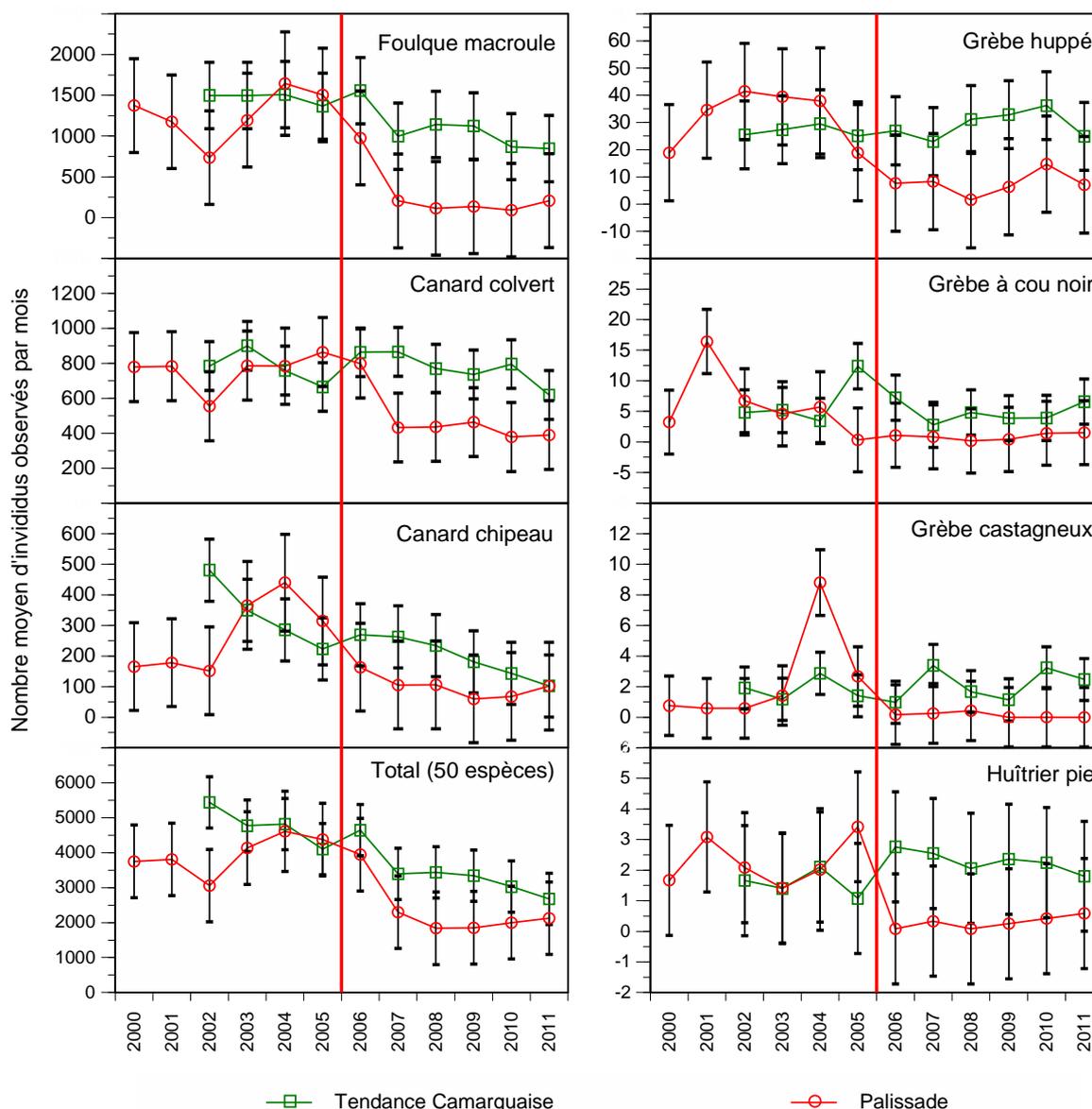


Fig. 23. Tendances des effectifs mensuels moyens des espèces qui sont en déclin depuis le début des opérations de démoustication (trait vertical rouge) à la Palissade par rapport aux tendances observées sur la Tour du Valat (données Tour du Valat) et la Réserve Nationale de Camargue (données SNPN).

6.3. Dérangement à court terme des colonies de hérons arboricoles et de laro-limicoles

Etat de l'art

La colonie de hérons arboricoles accueille actuellement une trentaine de Hérons cendrés, alors qu'une colonie de laro-limicoles s'est constituée en 2011 sur l'îlot de la Baisse Claire comprenant 272 couples de Sternes naines, Avocettes élégantes et Gravelots à collier interrompu en 2012. Suite à la difficulté d'associer les effectifs des colonies aux opérations de démoustication (Tetrel *et al.* 2011), il est proposé de quantifier plutôt l'impact direct du dérangement causé par les traitements aériens sur l'activité de ces oiseaux nicheurs dont la sensibilité au dérangement est particulièrement élevée pendant la phase d'installation et, dans une moindre mesure, lors de l'incubation.

Sites d'études

Emplacement de la colonie de hérons arboricole et îlot sur la Baisse Claire.

Méthodologie

Comptage du nombre total d'individus présents préalablement au passage de l'avion pendant les phases d'installation des couples et d'incubation des œufs. **Estimation du nombre d'individus quittant la colonie lors du passage de l'avion avec relevé du temps écoulé avant le retour des individus au nid.**

Résultats

La demande de non survol de la héronnière et de la colonie de laro-limicole a été bien comprise par les pilotes de l'EID. Malgré cela, **deux passages ont été effectués** au niveau de l'îlot de nidification à laro-limicoles situé sur la Baisse Claire : le premier le 2 mai **provoquant l'envol de la totalité des avocettes présentes** (11 individus) et leur retour en 3 secondes. Le deuxième, le 24 mai provoquant **l'envol des 137 oiseaux installés** et leur retour en moins d'une minute (Sterne pierregarin, Sterne naine, Avocette élégante et Echasse blanche). Ces résultats ne permettent pas de faire des analyses statistiques mais **ces dérangements ne semblent pas avoir eu de conséquences sur la réussite de la reproduction de ces espèces.**

Pour rappel, les traitements aériens en 2008 avaient causé l'abandon de la héronnière pendant plus d'une semaine en avril, en pleine période de reproduction, suite à des traitements intensifs et répétés. Depuis cet événement, pas plus d'un passage par an n'a été observé à proximité de la héronnière et sans dérangement notable de la colonie, grâce une meilleure connaissance des enjeux par les pilotes et une amélioration de la coordination. Dans ces résultats, seuls les traitements aériens concernant le Domaine de la Palissade sont étudiés. Cependant, certains traitements réalisés sur Port-Saint-Louis du Rhône peuvent entraîner des manœuvres aériennes sur le domaine. N'ayant pas à être informés de ces survols, nous n'avons pas pu les suivre pendant la période de reproduction. **Les traitements aériens imposent une emprise spatiale largement supérieure à celle de la zone traitée.**

6.4 Tendances des effectifs de passereaux nicheurs à moyen terme

Etat de l'art

Le protocole précédemment proposé des STOC EPS réalisé pendant 5 ans ne s'est pas révélé être adapté pour évaluer l'impact des traitements au *Bti* sur les passereaux nicheurs à court et moyen terme (Tetrel *et al.* 2011). En contre partie nous proposons **d'analyser les tendances des suivis à long terme réalisés sur le domaine selon la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance IPA** (Blondel *et al.* 1970) et de les **comparer à ceux d'un site non démoustiqué en Camargue, la Tour du Valat.**

Sites d'étude

- Site traité: La Palissade.
- Site témoin: La Tour du Valat

Méthodologie

Les données utilisées pour les analyses sont issues des suivis de passereaux nicheurs réalisés par **points d'écoute de 20 minutes en mai et juin sur l'ensemble des domaines de la Palissade (1997, 2006, 2011) et de la Tour du Valat (2000, 2005, 2010)**. Un total de **40 points pour la Palissade et 100 points pour la Tour du Valat** ont été prospectés selon un protocole identique pour chacune des trois années d'échantillonnages et sur les mêmes emplacements. Seules les tendances des espèces présentes sur les deux sites ($n = 26$) ont pu être analysées.

L'approche statistique utilisée est la même que pour les effectifs mensuels d'oiseaux d'eau, soit une analyse de variance à facteurs imbriqués afin de distinguer l'effet traitement des effets année (1997 avec 2000, 2006 avec 2005 et 2011 avec 2010) et site. Seuls les points où une espèce fut observée au moins une fois au cours des trois périodes de suivis ont été utilisés pour chaque analyse. Comme pour l'analyse des effectifs d'oiseaux d'eau, les abondances moyennes ont été calibrées pour chaque espèce afin de mettre en valeur les tendances. Seul l'effet traitement est présenté dans les analyses. Ce dernier est associé uniquement à la troisième période d'échantillonnage puisque les points d'écoute réalisés en 2006 à la Palissade le furent trois mois avant les premières opérations de démoustication. Des corrections Bonferroni ont été appliquées sur les valeurs de probabilités pour tenir compte de la multitude des tests. Comme précédemment, cette analyse permet donc de générer une tendance générale des populations de passereaux nicheurs en Camargue qui est ensuite confrontée à la tendance observée en situation de démoustication (données Palissade issues de 2011).

Résultats

Parmi les 26 espèces, **l'alouette des champs et la bergeronnette printanière qui sont associées aux sansouires et aux prés salés montrent un déclin significatif** post-démoustication, alors que deux espèces associées aux milieux buissonnants ou boisés, la fauvette mélanocéphale et le rossignol philomèle, ont des effectifs en augmentation (Tableau 10). Les effectifs par points d'écoute étant relativement faibles, puisque limités au nombre d'individus d'une espèce pouvant être vus ou entendus à partir d'une position unique, les quatre espèces présentant des tendances significatives à la baisse ou à la hausse sont présentes sur au moins 15 des 40 points d'écoutes de la Palissade. Les tendances à la baisse observées chez les deux espèces fréquentant des milieux typiquement traités au *Bti* sont plus marquées que les tendances à la hausse qui, initiées avant 2006, sont potentiellement associées à un processus graduel de fermeture des milieux (Fig. 24).

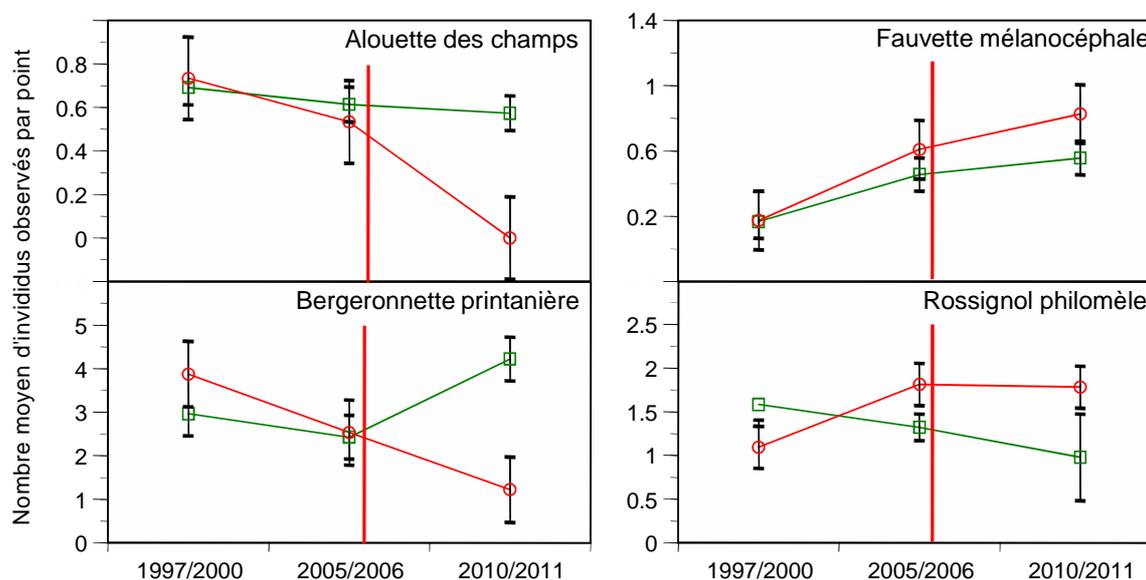


Fig. 24. Tendances des effectifs moyens par IPA pour les espèces en déclin et en augmentation significative (ANOVA à facteurs imbriqués) depuis le début des opérations de démoustication (trait vertical rouge) à la Palissade (rouge) et à la Tour du Valat (vert).

Tableau 10. Tendence des effectifs moyens par point d'écoute pour les 26 espèces de passereaux ayant chacune fait l'objet d'une analyse de variance à facteurs imbriqués. Les valeurs de probabilités corrigées par la méthode Bonferroni correspondent à * : $p = 0.05$, et *** $p = 0.001$. Les déclinis attribuables à la démoustication sont indiqués en rouge.

Espèces	Abondance		tendance	p	p corrigé	Nb points Palissade
	avant	après				
Alouette des champs	0.6	0.0	↘	0.00076	*	15
Bergeronnette printanière	3.4	1.2	↘	0.000007	***	32
Bouscarle de Cetti	1.4	1.6	↗	0.22		37
Bruant proyer	0.3	0.5	↗	0.29		2
Chardonneret	0.5	0.7	↗	0.70		3
Choucas des tours	3.1	0.0	↘	0.34		2
Cisticole des joncs	1.6	1.3	↘	0.14		38
Corneille noire	0.4	0.6	↗	0.49		9
Etourneau sansonnet	0.7	1.0	↗	0.58		3
Fauvette à lunettes	0.9	0.7	↘	0.58		7
Fauvette à tête noire	0.6	0.3	↘	0.29		4
Fauvette mélanocéphale	0.4	0.8	↗	0.000007	***	23
Hirondelle des cheminées	1.1	0.9	↘	0.69		8
Hypolaïs polyglotte	0.9	1.1	↗	0.67		26
Linotte mélodieuse	0.9	0.3	↘	0.55		15
Loriot	0.5	0.0	↘	0.60		1
Lusciniole à moustaches	0.5	0.0	↘	0.60		1
Mésange bleue	1.6	1.0	↘	0.86		1
Mésange charbonnière	1.2	0.3	↘	0.12		7
Moineau domestique	4.8	9.0	↗	0.54		1
Moineau friquet	1.3	0.0	↘	0.10		8
Pie bavarde	0.8	0.1	↘	0.037		12
Pipit rousseline	0.5	0.6	↗	0.67		5
Rosignol philomèle	1.3	1.8	↗	0.00076	*	32
Rousserolle effarvatte	1.0	1.1	↗	0.60		15
Rousserolle turdoïde	0.3	0.5	↗	0.18		2

Dans la mesure où les dénombrements par IPA n'ont pas été réalisés lors des mêmes années aux deux sites et que les effectifs peuvent fluctuer d'une année sur l'autre, on ne peut exclure la possibilité que les différences observées (ou non observées) soient en partie imputables à des variations annuelles, d'autant plus que nous disposons d'une seule période d'échantillonnage après l'initiation de la démoustication.

6.5 Evaluation des contraintes liées à la gestion du site et enquête sociologique

Etat de l'art

L'expérience de la précédente étude de 5 ans a révélé que **les opérations de démoustication interfèrent également avec la gestion du site** (Tetrel *et al.* 2011). En effet, la gestion hydraulique a été prise en compte dans le Plan de Gestion afin de réduire la production de moustiques, se traduisant par **l'assèchement de certains clos du printemps à l'automne**. Les traitements aériens causent une **panique chez les chevaux**, entraînant occasionnellement des blessures et affectant les activités du manadier. Le **site est fermé au public pendant les traitements aériens** lorsqu'ils sont réalisés lors des heures d'ouverture au public. De plus, des opérations de gestion programmées peuvent être déplacées en raison de la démoustication : suivis, mises en eau. Enfin, la démoustication peut avoir un **impact sur le ressenti des visiteurs** : site naturel à visiter versus site plus artificialisé ou inversement présence de moustiques encore importante ne justifiant pas, en terme de ressenti, la démoustication.

Site d'étude

Le Domaine de la Palissade.

Méthodologie

Compilation sur tableur des contraintes directes découlant des opérations de démoustication sur la gestion du domaine (gestion de l'eau, perturbations de l'activité équestre, apicole, de l'accueil du public, etc.).

Elaboration d'un **petit questionnaire** en collaboration avec Cécilia Claeys qui est **proposé aux visiteurs** afin d'appréhender leur ressenti sur la démoustication d'un espace naturel. Ceci permettra, au travers de l'analyse des pourcentages de réponses obtenues, d'appréhender l'impact qualitatif sur les visiteurs.

Résultats

D'août 2006 à novembre 2012, l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication (EID) a effectué sur le Domaine de la Palissade un total de **95 traitements aériens**, quatre traitements ayant été comptés en double car nécessitant deux survols à plus d'une heure d'intervalle.

L'examen du Tableau 11 révèle un plus grand nombre de traitements aériens (TA) en 2008 soit 23, avec la 2^e surface survolée en importance (1740 ha) après 2009 (1937 ha). Les surfaces moyennes traitées atteignent des valeurs maximales en 2006 et 2009 avec respectivement 154 et 129 ha. En 2007, 937 ha ont été traités en 19 TA, alors que le double de surface avait été survolé en 2009 pour seulement 15 passages d'avion. De même, quatre TA en 2006 représentent 616 ha alors que pour quasiment la même surface traitée en 2011 (651 ha) il y avait eu 11 survols aériens. **L'année 2012 représente une année moyenne en termes d'intensité des traitements.**

Bien que l'on trouve une saisonnalité dans les traitements aériens et les prospections avec deux pics d'activités, il n'existe pas d'année type. En effet, les caractéristiques de chaque année dépendent essentiellement des conditions météorologiques mais également de l'expérience des agents sur le site. Ceci implique qu'il n'est pas possible de mettre au point une méthodologie standard et prédictive pour envisager de rationaliser le survol des avions. Cela a pour conséquence la **nécessité d'une réactivité et d'une adaptabilité permanentes au détriment des autres actions de gestion**, aussi bien en termes de gestion de personnels que d'actions opérationnelles.

Tableau 11. Détails de l'activité de l'EID par année depuis le début des opérations de démoustication.

Années	Nombre de traitements aériens	Moyenne des surfaces traitées (ha)	Cumul des surfaces traitées (ha)	Nombre de prospections
2006	4	154	616	37
2007	19	72	937	82
2008	23	83	1740	100
2009	15	129	1937	68
2010	12	65	778	72
2011	12	59	651	95
2012	12	89	1077	70

L'année 2012 a été marquée par une **meilleure collaboration entre le SMGDP et l'EID**. Peu de contraintes ont été notées. Cependant malgré une bonne coordination, des interférences seront toujours à noter.

Au niveau de l'impact quantitatif, **les perturbations de suivis et de coordination ont pu être estimées à 6 jours/homme**. Ceci concerne essentiellement la mise en place de la coordination EID/SMGDP. Parmi les autres contraintes relevées, on peut noter:

- un survol aller-retour au-dessus du site le 26 mars 2012 non motivé par un traitement et provoquant l'envol de tous les Flamants roses du site ;
- deux traitements aérien annulés ;
- l'obligation de réaliser le suivi des STOC EPS (Suivi Temporel des Oiseaux Communs par Écoute Ponctuel Simple) pendant un traitement de reprise de seulement 9,8 ha , car pas d'autres fenêtres temps disponibles;
- un avion traitant le DPM pendant le compte mensuel mais sans incidence ;
- un survol pendant les heures d'ouverture non prévu initialement et deux finissant pendant les heures d'ouverture. Pour rappel, les traitements aériens pendant les heures d'ouvertures au public nous obligent à fermer le site temporairement aux visiteurs et aux balades équestres;
- trois traitements pédestres effectués pendant les heures d'ouvertures contrairement à ce qui est demandé dans le règlement, mais concernant des parties du site non accessibles au public.

Le temps consacré à la gestion hydrologique est plus difficilement quantifiable. Globalement **la gestion de l'eau est plus exigeante** et demande donc une plus grande implication du personnel en charge de cette tâche. En effet, au delà d'une gestion liée à l'objectif « moustique », il est nécessaire de la concilier avec les autres objectifs. C'est au quotidien que l'eau doit être gérée afin de prendre en compte les objectifs de gestion du domaine de la Palissade et ceux de la démoustication. Nous pouvons noter que sur les 12 traitements aériens effectués sur le site, 1 seul a été causé par notre gestion autant que par des causes naturelles, 3 ont été des reprises de traitements non concluants et 8 ont été d'origine naturelle. Nous n'avons pas encore toutes les données, mais nous pouvons observer qu'au contraire des traitements aériens, la moitié des traitements terrestres sont effectués après des opérations de gestion (fuite clos d'Armand, remise en eau trop tardive des emprunts) mais sur de petites surfaces (moins de 5-6 ha). La **réduction de la production de moustiques par la diminution des mouvements d'eau** n'est pas sans conséquences sur le site. En effet, ceci **induit moins de production biologique en général**. Il est également possible que ceci **participe à la fermeture des milieux** du site car la végétation progresse sur les berges exondées. Elle **éloigne également le site de son fonctionnement spontané**, et du coup **dénature son originalité et le banalise dans le contexte camarguais**.

Afin de travailler au bon déroulement de la gestion du site et des suivis, plusieurs données ont été demandées à l'EID depuis 2006. A ce jour nous sommes en possession des données des traitements terrestres 2012, des traitements aériens et des données de prospections depuis 2006. Par contre **nous attendons toujours la cartographie des gîtes larvaires et les tracés GPS des avions.**

En ce qui concerne l'impact qualitatif, **48 visiteurs ont rempli le mini questionnaire**, élaboré à partir de celui développé lors de la précédente étude sociologique par Cécilia Claeys. Ainsi, aucune information sur la démoustication n'est fournie afin d'éviter d'influencer les réponses. Pourtant, nous avons remarqué **que les visiteurs sont en demande d'information** avant de répondre. Cela se ressent avec la forte proportion de réponse « ne sais pas » et les retours par les agents d'accueil. Ce questionnaire sera proposé à nouveau en 2013, afin de procurer un échantillon suffisant pour analyse. Dans l'attente, voici quelques résultats bruts :

- 90 % des visiteurs font entre autre du tourisme nature;
- 60 % ont été gênés par les moustiques pendant leur séjour en Camargue et 30 % sur le site. Néanmoins, seulement 54 % pensent que la démoustication est efficace sur le site;
- 43 % pensent que le moustique est nuisible contre 41 % non nuisible;
- 60 % pensent que le moustique est utile contre 20 % inutile;
- 80 % n'étaient pas au courant de la démoustication expérimentale, 52 % y sont favorables et 37 % ne savent pas;
- 33 % des personnes sont favorables à l'élargissement de la démoustication, 33 % sont défavorables et 33 % ne savent pas;
- 54 % ne savent pas quel type de produit est utilisé et 37% pensent qu'il est d'origine biologique;
- 60 % pensent que la démoustication est nocive (62 % pour la nature et 40 % pour l'homme) et 27 % ne savent pas;
- 45 % sont favorables à un arrêt de la démoustication dans les espaces naturels suite à un impact démontré sur la nature et 31 % ne savent pas. Par contre l'aspect financier n'est pas aussi important car à la question de l'arrêt de la démoustication pour des raisons de coût, 40 % ne se prononcent pas et 37 % ne sont pas d'accord;
- 93 % n'avaient pas connaissance que le Domaine de la Palissade était démoustiqué;
- 45 % seraient d'accord pour le maintien de cette pratique et 35 % ne savent pas.

La mise en place du document concernant la collaboration du SMGDP et de l'EID prévu pour l'année 2012 n'a toujours pas été finalisée. Le SMGDP a souhaité quelques modifications afin que soient prise en compte dans les actions de la démoustication les résultats obtenus dans les suivis des années antérieures. Certains points d'achoppement restent dans l'élaboration du document. Si les deux parties prenantes essayent de trouver au mieux un compromis dans les actions quotidiennes, la formalisation des préconisations pose des problèmes de fond car les objectifs et les méthodes des uns et des autres sont antagonistes.

Discussion

D'août 2006 à novembre 2012, l'EID-Méditerranée a eu recours à 95 traitements aériens et 528 tournées de prospections/traitements terrestres pour contrôler les populations de moustiques du Domaine de la Palissade. Ces actions se concentrent aux saisons pluvieuses, que sont le printemps et l'automne. Pour bon nombre d'oiseaux d'eau, le printemps est la période de migration pré-nuptiale et de nidification tandis que l'automne marque l'émancipation des jeunes et la migration post-nuptiale. Ainsi **les pics d'activité de l'EID coïncident avec des étapes charnières du cycle de vie des oiseaux d'eau.**

Le premier effet de la démoustication est lié au dérangement direct. La fréquentation accrue des agents de l'EID par voies terrestre et aérienne bouleverse nombre d'oiseaux d'eau dans leurs activités. Dans la plupart des cas, le dérangement les contraint à s'envoler. Sur le plan énergétique, le dérangement réduit le temps passé notamment à l'alimentation et favorise une activité plus coûteuse en énergie, le vol. Or, le suivi des opérations de démoustication entrepris depuis 2006 démontre que ces dernières engendrent de nombreux vols. Sur les 70 traitements aériens suivis, l'analyse a montré qu'il existe un impact dans la redistribution spatiale pour toutes les familles d'oiseaux d'eau présentes sur le complexe Baisses Claire/Sableuse: Anatidés, Ardéidés, Flamants roses, Laridés, Limicoles, Foulques macroules, grèbes et Grand cormoran. Concernant les autres familles, plus de la moitié des traitements aériens où ils sont présents se solde par la redistribution d'eau minimum un quart des effectifs allant jusqu'à la totalité. Les impacts observés sur la colonie nicheuses de laro-limicoles sont à priori faibles, grâce à la prise en considération de cette zone sensible par l'EID, notamment lors des phases critiques de la nidification. **Les Flamants roses, espèce patrimoniale attirant de nombreux touristes, sont les plus impactés par le passage des avions à basse altitude.** En effet, dès que l'avion est en approche, alors qu'il n'a pas encore atteint le site, ils fuient le domaine. **Au bout de 7 ans de traitements, aucune évolution d'accoutumance face à ce dérangement n'apparaît.**

Les tendances observées à moyen terme sur le Domaine de la Palissade dans l'abondance des oiseaux d'eau et des passereaux nicheurs suggèrent un impact de la démoustication sur 9 espèces qui présentent un déclin significatif non observé sur les autres sites en Camargue. Les analyses sur les données mensuelles issues du comptage des oiseaux d'eau s'appuient sur quatre années avant et six années après le début des traitements au *Bti*. Pour cinq des sept espèces, l'amorce du déclin est synchronisé avec le début du traitement et concerne notamment les deux espèces les plus abondantes sur le site, la foulque macroule et le canard colvert. **Ce déclin, vraisemblablement imputable à la démoustication, peut découler d'un effet combiné du dérangement, d'une diminution des ressources alimentaires et d'une modification de la gestion des plans d'eau pour réduire la production de moustiques.** Les hausses observées chez trois espèces de limicoles sont, quant à elles, probablement associées à une modification de la gestion de l'eau qui augmentent les superficies en vasière. **Un impact est également suggéré sur les passereaux nicheurs avec un déclin significatif de l'alouette des champs et de la bergeronnette printanière** (deuxième espèce en abondance avant le début des traitements) qui fréquente des milieux typiquement concernés par la démoustication. **Une seconde période d'échantillonnage après le début des traitements permettrait possiblement de déceler des déclins significatifs également chez des espèces moins abondantes qui atteignent des effectifs quasiment nuls en 2011.**

Les opérations de démoustication n'impactent pas seulement l'écologie des oiseaux mais interfèrent également dans la gestion du site:

- **La gestion hydraulique est modelée par les besoins de la démoustication :** moins de mouvements des eaux pour moins de production de moustiques. Mais ceci induit aussi moins de production biologique en général et plus d'eutrophisation. Il est également possible que ceci participe à la fermeture des milieux du site. Sans être inadéquate, **cette gestion s'éloigne des conditions naturelles du Domaine de la Palissade ciblées par le Plan de Gestion.** En effet étant situé à l'embouchure du Grand Rhône et dernier territoire non endigué de Camargue, ce sont les constants mouvements d'eau et crues qui ont modelé cette mosaïque de paysages et ses particularités.

- Par ailleurs, la démoustication ne constitue pas le seul facteur de dérangement du site : la fréquentation touristique et les activités du SMGDP en constituent d'autres non négligeables. Cependant à la différence du premier, le gestionnaire cherche à canaliser ces facteurs et est en capacité de les influencer car ils sont dépendants de la volonté du gestionnaire. Les touristes à pied et à cheval se promènent seulement sur des chemins

prédéfinis et pendant des heures données (9h00-17h00) ce qui permet de garder une plage de quiétude pour la faune, notamment en début et fin de journée, périodes particulièrement importantes pour l'alimentation. **A l'inverse, les activités de démoustication et de surveillance des moustiques se font au plus près des plans d'eau et en général aux premières heures du lever du jour**, en dehors des heures d'ouverture, **qui constituent un pic d'activité pour les oiseaux** avant les heures plus chaudes où le repos est de mise. De plus l'EID a une obligation de résultats qui ne dépend pas du gestionnaire. Il ne peut donc faire systématiquement des compromis sous peine que son action soit jugée comme insuffisamment efficace.

Les efforts de coordination avec l'EID permettent de réduire certains impacts, comme celui causé par le passage des avions à basse altitude à proximité des colonies d'oiseaux nicheurs qui est susceptible de causer la désertion du site pendant plusieurs jours. La coordination entre l'EID et le SMGDP s'effectue très bien depuis plusieurs années. Pour autant, la finalisation du document de coopération concernant l'année 2012 n'a pas abouti à ce jour.

Perspectives

Depuis 2006 les résultats sur le dérangement de l'avifaune ne changent pas significativement, suggérant qu'il n'y a pas d'effet d'accoutumance des oiseaux face à ce type de dérangement. L'activité équestre ne peut avoir lieu pendant les survols pour des raisons de sécurité. Nous constatons au quotidien l'antagonisme mis à jour lors des précédentes études entre la gestion d'un espace naturel ouvert au public, qui relève déjà de concessions envers la faune et la flore, et la pratique de la démoustication.

Si la démoustication est poursuivie en 2013 nous proposons de restreindre les suivis du dérangement aux colonies d'oiseaux nicheurs. En effet, il nous semble qu'au vu des données acquises au cours des sept années d'expérimentation sur les remise d'oiseaux d'eau (24 000 individus de 54 espèces), l'impact de la démoustication comme source de dérangement est avéré. Cette banque de données sera, par ailleurs, exploitée pour interpréter les tendances observées sur les effectifs à long terme. Le suivi des traitements aériens sera maintenu, au même titre que toute autre activité s'exerçant sur le site et intégrée aux actions de gestion. Le questionnaire mis en place pourrait être amélioré et poursuivi dans le cadre du volet sociologique de cette étude, ceci en adaptant le questionnaire aux visiteurs, c'est-à-dire en y incluant une synthèse des suivis opérations et d'impacts de la démoustication expérimentale.

La valorisation des données de suivis à long-terme sur les oiseaux réalisés selon des protocoles identiques au domaine de la Palissade et sur d'autres réserves naturelles en Camargue a procuré des résultats suggérant un impact fort de la démoustication sur certaines espèces parmi les plus abondantes. Pour les oiseaux d'eau, il serait intéressant de développer ce volet en distinguant pour chacune des espèces quelle est la part du déclin attribuable au dérangement, à une baisse des ressources trophiques et à une modification de l'hydrologie du site. Pour les passereaux nicheurs, il serait utile de renforcer les analyses par l'acquisition de nouvelles données. Deux options sont envisagées: reconduire ce suivi sur les deux sites en 2013 de façon à obtenir une seconde période d'échantillonnage après traitement qui soit synchrone sur les deux sites ou valoriser les données annuelles des STOC-EPS (10 points d'écoute de 5 min) disponibles pour la Palissade et la Tour du Valat, de même que sur d'autres sites sur le littoral méditerranéen sur une période d'une dizaine d'années. Cela permettrait sans doute d'augmenter le pouvoir statistique des tests, notamment pour les espèces moins abondantes également en déclin sur le site.

Références

- Goss-Custard JD, Triplet P, Sueur F & West AD. 2006. Critical thresholds of disturbance by people and raptors in foraging wading birds. *Biological Conservation* 127: 88-97.
- Hafner H & Pineau O. 1988. Etude de l'avifaune nicheuse du Domaine de la Palissade.
- Jiguet F & Juliard R. 2010. Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2009.
- Klein ML, Humphrey SR & Percival HF. 1995. Effects of Ecotourism on Distribution of Waterbirds in a Wildlife Refuge. *Conservation Biology* 9:1454-1465.
- Tetrel C, Dal Pos N, Bonnet X, Vialet E, Grapin V, Cheiron A, Ansel O & Lafage D. 2011. Bilan des 5 années de suivis sur le dérangement mis en place sur le Domaine de la Palissade en parallèle des opérations de démoustication. Rapport final 2011.
- Triplet P. 2012. Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones cotières. Syndicat Mixte Baie de Somme, Forum des Marais atlantiques, Aesturia 17, 775 pp.
- Vincent-Martin N. 2011. Bilan du programme STOC-EPS en région PACA : tendances, statuts des espèces et les indicateurs de biodiversité pour la période 2001 - 2010.

7. Suivi sociologique

Etat de l'art

Les cinq premières années du suivi sociologique de la démoustication expérimentale de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône ont abouti aux résultats suivants : En zone démoustiquée, une très grande majorité des habitants interrogés se dit favorable aux traitements, à leur poursuite, mais aussi à leur élargissement à d'autres espaces habités de Camargue. Inversement, en zone non démoustiquée les demandes de traitements sont moindres, du fait de revendications environnementales et culturelles plus marquées, observées de longue date et caractéristiques de localités à forte identité territoriale (Camargue (Claeys 2002) et Bretagne (Huneau 2008)). La dichotomie « moustiques des villes, moustiques des champs » (Claeys 2003, Claeys et Nicolas 2009) perdure et tend à se renforcer. Ce compromis taxonomique et spatial permettant d'articuler désir de démoustication et soucis environnemental est toutefois un idéal techniquement difficile à concrétiser, tant l'insecte sait faire preuve de mobilité. Ce processus a aussi été souligné par la littérature sociologique dans l'analyse du rapport à d'autres espèces animales (Mauz 2005, Mougnot et Strivay 2011).

Les trois premières campagnes d'enquêtes par questionnaires rapportent l'expression de niveaux de gêne élevés. Mais, inversement, les deux années de suivi à travers le réseau de mollets donnent à voir des niveaux de gêne moyens à bas. Le questionnaire interroge les individus sur leurs impressions générales, tandis que le réseau de mollets recueille un ressenti semaine après semaine, invitant les habitants à commenter leur vécu en direct. Les écarts constatés semblent donner à voir une posture générale où le sentiment de gêne continue à prédominer malgré une relative tendance à la baisse d'un côté et de l'autre, un quotidien estival décrit comme peu ou moyennement perturbé par la présence de moustiques. L'enjeu, à plus long terme, si la démoustication est poursuivie, sera de voir si la baisse du sentiment de gêne en tant que posture générale se confirme pour rejoindre le sentiment de confort accru qui transparait des données hebdomadaires issues du réseau de mollets.

Par ailleurs, l'émergence d'une nouvelle problématique sanitaire est à prendre en compte dans une logique d'anticipation. Les premiers travaux sociologiques réalisés en France métropolitaine concernant l'introduction du moustique tigre montrent que les spécificités comportementales de cet *Aedes* bousculent les anciens modes de gestion collective et individuelle de la nuisance (Claeys et Mieulet 2012). Son penchant pour les eaux domestiques non ou peu souillées fait de chaque coupelle de jardin un lieu potentiel de ponte, rendant inopérant les traitements classiques par épandage, et exigeant une gestion à l'échelle de chaque foyer. Or, comme le montre de façon récurrente le suivi sociologique de la démoustication, les habitants tendent ou tendaient récemment encore à considérer comme négligeable le rôle de leur gestion individuelle dans la limitation de la nuisance.

A ce titre et de façon générale, la question de la responsabilité des acteurs locaux en termes de protection, mais aussi de production de la nuisance est centrale. En Camargue, elle prend une dimension toute particulière car elle est inféodée à un héritage socio-naturel complexe (Picon 1978, 2008, Claeys 2000, 2003). L'actuelle gestion de l'eau réalisée pour les activités agricoles, cynégétiques et naturalistes est en effet particulièrement propice à la production de gîtes larvaires.

Enfin, les suivis scientifiques de la démoustication expérimentale ont alerté les décideurs des effets du BTI sur la faune non cible (Poulin et al. 2011). Dans ce contexte, le Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC) a exprimé la volonté d'explorer des méthodes alternatives de lutte contre la nuisance moustique.

Ce volet sociologique a pour objectif de poursuivre et d'enrichir le suivi des 5 premières années. Il vise l'observation et l'analyse de :

- L'évolution du **sentiment de gêne**, des discours et des attentes des populations vis-à-vis des moustiques et de la démoustication, ainsi que des **méthodes individuelles de lutte** et de protection contre la nuisance ; incluant les enjeux socioéconomiques, culturels, environnementaux et sanitaires sous-jacents ;
- Le **test de nouveaux dispositifs** de lutte contre la nuisance auprès d'un réseau de volontaires;
- L'évaluation du **rôle des pratiques de gestion de l'eau et des pratiques agricoles** dans la production, la réduction ou le déplacement des gîtes larvaires et/ou des moustiques adultes.

Méthodologie

Trois outils méthodologiques permettant de répondre aux trois grandes demandes de l'appel à proposition ont été mobilisés :

- La réalisation d'une **enquête par questionnaires** auprès des habitants des zones démoustiquées et non démoustiquées de Camargue ;
- Le transfert de la méthode du **réseau de mollets** en vue de faire **tester par les volontaires de nouveaux dispositifs de lutte**, tel que les pièges à CO2 ;
- L'organisation d'un **forum de débat** avec les **acteurs de la gestion de l'eau** et du **monde agricole camarguais**.

L'enquête par questionnaires :

Elle a été réalisée auprès d'un échantillon représentatif des habitants des zones démoustiquées (Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône) et de la Camargue non démoustiquée (commune des Saintes-Maries-de-la-Mer et commune d'Arles hors ville d'Arles et hors Salin-de-Giraud). Parmi les 400 individus interrogés en 2011, 200 ont été tirés au sort (en respect d'une représentativité socioéconomique selon le sexe, l'âge et la profession). L'enquête porte sur un échantillon représentatif des habitants de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de la Camargue *intra muros*, c'est-à-dire le polder situé entre les deux bras du Rhône.

Lieu d'habitation (IRIS INSEE)	Effectifs	Effectifs cumulés	Pourcentages	Pourcentages cumulés
Port saint louis du Rhône : MALEBARGE	24	24	11.82266	11.82266
Port Saint louis du Rhône : VAUBAN	10	34	4.92611	16.7488
Arles : CAMARGUE NORD	10	44	4.92611	21.6749
Arles : SALIN DE GIRAUD	57	101	28.07882	49.7537
Arles : SAMBUC	11	112	5.41872	55.1724
Saintes maries de la mer	42	154	20.68966	75.8621
Arles : SEMESTRE – PLAN DU BOURG	24	178	11.82266	87.6847
Port saint louis du Rhône : CENTRE	13	191	6.40394	94.0887
Arles : MAS THIBERT	11	202	5.41872	99.5074
Port St louis du Rhône : LA PETITE VITESSE	1	203	0.49261	100.000
VALEURS MANQUANTES	0	203	0.00000	100.000

Cet échantillon est composé de deux sous-populations : les habitants des zones démoustiquées (Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône) et les habitants de la Camargue non démoustiquée.

:

Zone d'habitation	Effectifs	Effectifs cumulés	Pourcentages	Pourcentages cumulés
Camargue démoustiquée	104	104	51.23153	51.2315
Camargue non démoustiquée	99	203	48.76847	100.000
VALEURS MANQUANTES	0	203	0.00000	100.000

Le test de nouveaux dispositifs de lutte par un réseau de mollets élargi :

S'appuyant sur les membres du réseau de mollets de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône d'une part et d'autre part, recrutant de nouveaux volontaires en zone non démoustiquée, il s'agit de mettre à disposition de ces habitants pendant trois semaines chacun un nouveau dispositif de lutte contre la nuisance (e.g. un piège à CO₂). A l'issue de cette période d'essai un entretien sociologique sous forme de retour d'expérience a été réalisé auprès de chaque participant. Ce dispositif expérimental a été complété par un appel à témoignage via la presse locale d'habitants déjà équipés de pièges à CO₂. Ces derniers ont été aussi rencontrés pour la réalisation d'un entretien sociologique.

Suite à l'achat de 3 pièges à CO₂ anti-moustiques, nous avons sélectionné 12 volontaires pour tester ce dispositif :

- en réactivant les contacts établis lors des précédentes enquêtes sur Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône. Nous avons sollicité les membres du réseau de mollets qui ont répondu nombreux à notre appel ;
- en faisant paraître un appel à participation dans la presse locale (article ci-contre). Ce sont surtout des personnes de la commune d'Arles, hors zone de test qui ont répondu ;
- en démarchant téléphoniquement les habitants de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer qui ne semblaient pas avoir vu l'article ou en activant les connaissances de voisinage des volontaires déjà impliqués.

AVIS DE RECHERCHE

Devenez testeur contre les moustiques

C'est maintenant la 5^e année que l'équipe scientifiques animée par Cécilia Chaeys effectue un suivi sociologique de la démoustication expérimentale de Salin et Port-Saint-Louis du Rhône. Cette année le LPED (Laboratoire population environnement développement) porte ses recherches sur l'efficacité des pièges à moustiques à gaz. Pour cela l'équipe recherche des personnes habitant en Camargue, prêtes à tester ce nouveau dispositif, pendant trois semaines, dans leur jardin. Après les 3 semaines de mise à disposition gratuite du nouveau dispositif, une rencontre sera organisée avec les volontaires pour discuter de l'expérience. Les personnes déjà en possession de tels appareils, et intéressées par l'étude, peuvent aussi faire connaître leurs observations. Pour contacter l'équipe, proposer sa participation : demoustication@gmail.com. Aurélie Reine étant l'interlocutrice en la matière.

Le calendrier des volontaires pour la saison a été établi comme suit : un piège est dédié à Port Saint Louis-du-Rhône (PSL), un autre à Salin-de-Giraud (SDG), et un dernier parcourt la Camargue non démoustiquée (CND). Chaque personne garde le dispositif 3 semaines dans son jardin après signature d'une charte d'utilisation. L'installation s'est faite en adéquation entre la topographie du lieu et les consignes du fabricant.

Période N°	Du	Au	Volontaires N°		
			PSL	SDG	CND
I	3 juillet 2012	24 juillet 2012	1	2	3
II	25 juillet 2012	16 août 2012	4	5	6
III	17 août 2012	6 septembre 2012	7	8	9
IV	7 septembre 2012	27 septembre 2012	10	11	12

Durant la période de test, les volontaires avaient une fiche de suivi à remplir chaque semaine. Un entretien semi-directif enregistré a été réalisé en fin de période.

Modèle de fiche hebdomadaire

Votre nom :
.....

D'une façon **générale**, cette semaine ;

➤ Le moustique m'a gêné :



➤ J'ai été le plus gêné(e)

 *Le matin*

 *La journée*

 *En soirée*

 *La nuit*

Cette semaine, le moustique m'a gêné alors que

➤ J'étais à mon domicile

 *En intérieur*

 *En extérieur*

➤ J'étais hors de chez moi

 *En intérieur*

 *En extérieur*

Mes remarques et commentaires sur cette semaine :
.....
.....

Les données recueillies grâce à ces fiches hebdomadaires ont une simple portée descriptive. Au regard de la taille réduite du nombre de volontaires, elles ne peuvent avoir d'ambitions statistiques.

Par ailleurs, les récoltes de moustiques ont été récupérées par les techniciens de la Tour du Valat pour compléter leur étude quantitative.

Les forums de débat :

La liste des invités à cette réunion a été dressée en collaboration avec les équipes partenaires et avec le Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC). A ce titre **45** personnes ont été formellement invitées à participer à la réunion relative à la gestion de l'eau.

Le choix initial était de permettre des échanges relatifs à des considérations techniques et non pas politiques et idéologiques. A ce titre, sur les conseils du PNRC, ont été invitées au sein des différentes institutions, les personnes en charge très concrètement des dispositifs techniques de gestion de l'eau. Cependant, plusieurs institutions sollicitées ont pris l'initiative de mandater un responsable, sinon le responsable, en lieu et place de la personne nominativement invitée.

Malgré un travail de communication et de relances appuyé, le nombre de participants a été très limité (**10** personnes). Ce faible taux de participation est un processus largement analysé par la littérature sociologique (Blanc 1988, Blatrix 2000, Claeys 2000, 2003, notamment). Il va de paire avec une faible représentativité des participants. En effet, aucun représentant du monde agricole n'était présent.

Ainsi étaient représentées les structures suivantes :

<i>Structure</i>	<i>Nombre de représentants</i>
Domaine de la Palissade	2
EID-Méditerranée	2
Groupe Cynégétique Arlésien	2
Office National de la Chasse et la Faune Sauvage	1
Parc Naturel Régional de Camargue	1
Réserve de Camargue	1
Société de Protection de la Nature du Gard	1

Les représentants sollicités des structures suivantes n'ont pas répondu à l'invitation, l'ont déclinée ou bien ne pouvaient pas se libérer :

Structures sollicitées n'ayant pas participé à la réunion

4 Propriétaires Exploitants

ADDEC (ASS DEVELOPP DURABLE ECOLOGIE CAMARGUE)

Antique Confrérie des Gardians

Association des Pêches camarguaises

Association « Renaissance saintoise »

Association de Chasse Maritime de Camargue

Association des Pêcheurs Mer et Étangs du Pays des Saintes et d'Arles

Association Migrateurs Rhône Méditerranée

Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône

CIAM (Compagnie Industrielle Agricole du Midi)

Conseil Général - 13

Les chasseurs du Salin du Midi

Manade Blanc

Mas de Carrelet

Mas de la Cure

Mas de Peint

Mas des Bruns

Mas du Clamador

Mas Saint-Germain

Parc Ornithologique du Pont de Gau

Peña Taurine David Lombardo

SCEA du Grand Badon (Société Civile d'Exploitation Agricole)

SCI DES MARAIS DE MEYRANNE ET DE MEGERIE

Société communale de pêche en eau douce

Société de chasse des Saintes Maries de la Mer

SPN du Gard - Commission Camargue (Société de protection de la nature)

Syndicat Mixte Camargue Gardoise

Syndicat Mixte de gestion de la Palissade

Syndicat Mixte de Gestion des ASA

Tour du Valat

Résultats

L'enquête par questionnaires

Afin de mettre l'accent sur la comparaison entre zones démoustiquées et non démoustiquées, l'analyse ici présentée est centrée sur les deux campagnes d'enquête par questionnaires qui ont porté sur ces deux sous-populations : 2011 et 2012. Les résultats des enquêtes par questionnaires réalisées avant 2011 et portant uniquement sur les zones démoustiquées ont été présentés de façon détaillée dans les précédents rapports annuels (Claeys et al. De 2007 à 2010).

La gêne ressentie et les pratiques de protection

Cette première question interroge les habitants sur leur sentiment de gêne général concernant les moustiques. Sa formulation volontairement large a pour objectif de recueillir l'expression d'une expérience générale des individus, quelque soit les contingences. Ainsi, quels que soient l'année et le lieu d'habitation, une majorité des individus interrogés déclare des niveaux de gêne élevés (niveau 3) ou très élevés (niveau 4).

En général, les moustiques vous gênent-ils?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
1	13,30	17,73	15,52	21,15	16,16	18,72
2	19,70	19,21	19,46	19,23	21,21	20,20
3	19,70	23,15	21,43	16,35	18,18	17,24
4	47,29	39,90	43,60	43,27	44,44	43,84
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=3.133$, ddl=3, p-valeur=0,372)¹						
2012 ($\chi^2=0.889$, ddl=3, p-valeur=0,828)						

¹ Les khi2 inscrits en noir ne sont pas significatifs. Les khi2 inscrits en couleur sont significatifs. Les différentes couleurs indiquent les différences de seuils.

Quels que soient l'année et le lieu d'habitation, les individus se disent gênés principalement en soirée. Il s'agit là d'un effet conjugué de pratiques sociales (moment de loisir et de convivialité en extérieur) et de processus biologiques (période d'activité de différentes espèces de moustiques, produisant un effet appelé dans certaines régions « volée du soir »).

A quel moment de la journée les moustiques vous gênent-ils le plus ? (plusieurs réponses possibles) Le soir						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
NR	NR	NR	NR	21,15	14,14	17,73
Oui	91,63	92,65	92,14	70,19	72,73	71,43
Non	8,37	7,35	7,86	8,65	13,13	10,84
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.147$, ddl=1, p-valeur=0,702)						
2012 ($\chi^2=2.39$, ddl=2, p-valeur=0,303)						

Face à cette gêne, une majorité des habitants interrogés utilise des protections. En 2012, l'écart se creuse entre habitants des zones démoustiquées et non démoustiquées, dans la mesure où davantage de pratiques de protection sont déclarées en zones non démoustiquées. Toutefois, à ce jour, les écarts ne sont pas suffisamment grands pour être statistiquement significatifs.

Utilisez-vous des protections et répulsifs contre les moustiques?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	67,98	68,14	68,06	67,31	74,75	70,94
Non	32,02	31,86	31,94	32,69	25,25	29,06
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.001$, ddl=1, p-valeur=0,973)						
2012 ($\chi^2=1.362$, ddl=1, p-valeur=0,243)						

En revanche, lorsque sont regardés plus en détail les types de protection utilisés contre les moustiques, des différences apparaissent entre zones démoustiquées et non démoustiquées. Ainsi, l'usage de moustiquaires aux fenêtres, très courant en Camargue, l'est plus encore en zone non démoustiquée. Cette tendance, déjà visible en 2011, se renforce en 2012, devenant statistiquement significative. Elle est notamment due à une baisse relative du taux d'utilisation des moustiquaires de fenêtres en zone démoustiquée.

Parmi les protections suivantes, quelles sont celles que vous utilisez ? Moustiquaires pour fenêtres						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	76,81	82,01	79,42	75,71	93,24	84,72
Non	23,19	17	20,58	24,29	6,76	15,28
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=1.146963$, ddl=1, p-valeur=0,28419)						
2012 ($\chi^2=8.539293$, ddl=1, p-valeur=0,00348)						

En revanche, le recours aux moustiquaires pour lits est moins répandu, constat qui s'accroît en 2012 (environ 18,05% d'utilisateurs en 2011 et 14,58% en 2012). Tout comme pour les moustiquaires aux fenêtres, le recours à ce moyen de protection est influencé par la zone d'habitation des personnes interrogées. Ainsi, le recours aux moustiquaires pour lits est plus courant en zone non démoustiquée.

Parmi les protections suivantes, quelles sont celles que vous utilisez ? Moustiquaires pour lit						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	15,94	20,14	18,05	8,57	20,27	14,58
Non	84,06	79,86	81,95	91,43	79,73	85,42
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.8265328$, ddl=1, p-valeur=0,36328)						
2012 ($\chi^2=3.952333$, ddl=1, p-valeur=0,04681)						

Quelles que soient l'année et la zone de résidence, les insecticides (prises électriques, serpentins, etc.) demeurent l'un des moyens de protections les plus utilisés. Ainsi près de 74,37% des répondants y ont recours en 2011 et 77,78% en 2012.

Parmi les protections suivantes, quelles sont celles que vous utilisez ? Insecticides (prises électriques, serpentins, etc.) (2011) / (2012) Aérosols, serpentins à brûler, diffuseurs électriques (piles ou prises)						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	71	76,98	74,37	74	81,08	77,78
Non	28,26	23,02	25,63	25,71	18	22,22
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.9972233$, ddl=1, p-valeur=0,31799)						
2012 ($\chi^2=0.9610590$, ddl=1, p-valeur=0,32692)						

Tout comme les insecticides, les répulsifs en application corporelle sont parmi les moyens de protections les plus utilisés (80,87% en 2011 et 72,22% en 2012). Une légère baisse de leur utilisation s'observe néanmoins en 2012.

Parmi les protections suivantes, quelles sont celles que vous utilisez ? Répulsifs en application corporelle (2011) / (2012) Huiles essentielles pour le corps & lotions, sprays pour le corps						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	78	82,73	80,87	70	74,32	72,22
Non	21,01	17,27	19,13	30	25,68	27,78
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.6288105$, ddl=1, p-valeur=0,42779)						
2012 ($\chi^2=0.3353015$, ddl=1, p-valeur=0,56256)						

La climatisation est également mentionnée comme moyen de protection contre les moustiques, toutefois la majorité des personnes interrogées n'y a pas recours. En 2011 une différence statistiquement significative était observable quant à l'usage de la climatisation selon la zone d'habitation, différence qui s'estompe en 2012.

Parmi les protections suivantes, quelles sont celles que vous utilisez ? La climatisation						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	32,61	49,64	41,16	48,57	43,24	45,83
Non	67,39	50,36	58,84	51,43	56,76	54,17
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=8.294528$, ddl=1, p-valeur=0,00398)						
2012 ($\chi^2=0.4113508$, ddl=1, p-valeur=0,52129)						

Quels que soient l'année et le lieu d'habitation, une majorité des personnes interrogées déclare lutter contre les eaux stagnantes (61,73% en 2011 et 64% en 2012). Ce résultat serait révélateur d'un recours accru à la prévention individuelle, qu'il conviendrait de suivre sur le long terme.

Parmi les protections suivantes, quelles sont celles que vous utilisez ? Vider les eaux stagnantes						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	63,04	60,43	61,73	65,38	62,63	64
Non	36,96	39,57	38	34	37	35,96
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.1999675$, ddl=1, p-valeur=0,65475)						
2012 ($\chi^2=0.1675707$, ddl=1, p-valeur=0,68228)						

Les pièges à CO2/gaz, encore relativement récents sur le marché, ne sont utilisés que par une très faible proportion des répondants (moins de 3%). Par ailleurs, leur usage ne semble pas être influencé par la zone d'habitation.

Parmi les protections suivantes, quelles sont celles que vous utilisez ? Pièges à CO2/gaz						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	NR	NR	NR	2,86	2,7	2,78
Non	NR	NR	NR	97,14	97,3	97,22
Total	NR	NR	NR	100	100	100
2012 ($\chi^2=0.0031771$, ddl=1, p-valeur=0,95505)						

La présence de moustiques, et la gêne associée, s'avèrent problématique au quotidien lors de la pratique de certaines activités. Cependant toutes les activités ne sont pas impactées de façon analogue. Ainsi, les activités de détente et de loisirs sont celles où la gêne exprimée est la plus élevée.

En premier lieu, la gêne ressentie lors des repas et/ou apéritifs pris en extérieur est la plus fortement mentionnée (près de 79% en 2011 et 83% en 2012). En 2011 des écarts significatifs entre les différentes zones d'habitation étaient observés, écarts qui tendent à s'estomper en 2012.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Manger, prendre l'apéro dehors						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Géné	85,71	73	79,36	82,93	84,34	83,64
Pas Gêne	11,33	23,53	17	12,2	13,25	12,73
Ne pratique pas	2,96	3,43	3,19	4,88	2,41	3,64
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=10.81233$, ddl=2, p-valeur=0,00449)						
2012 ($\chi^2=0.7372377$, ddl=2, p-valeur=0,69169)						

Entre 2011 et 2012 la gêne exprimée lors de la pratique de la chasse et/ou de la pêche demeure stable. Sur l'ensemble des personnes pratiquant ces activités le taux de personnes ressentant une gêne liée aux moustiques est élevé. L'effet du lieu d'habitation observable en 2012 porte surtout sur le fait de pratiquer ou non ces activités, de sorte que les personnes vivant en zone non démoustiquée ont plus tendance à ne pas les pratiquer.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Chasser, pêcher						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Gêné	27,59	19,12	23,34	28,05	15,66	21,82
Pas Gêné	8	11,27	9,83	10,98	4,82	7,88
Ne pratique pas	64	69,61	66,83	60,98	79,52	70,3
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=4.469087$, ddl=2, p-valeur=0,10705)						
2012 ($\chi^2=6.996079$, ddl=2, p-valeur=0,03172)						

Le fait de ressentir une gêne lors de la pratique du jardinage est chose courante aussi bien en 2011 qu'en 2012, et cela quelle que soit la zone d'habitation. Toutefois, en 2011 on observe que les personnes vivant en zone non démoustiquée ont plus tendance à ne pas se déclarer gênées lorsqu'elles jardinent. En 2012 cet effet spatial n'est plus statistiquement significatif.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Jardiner						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Gêné	66	53,92	59,95	60,98	73	67,2
Pas Gêné	9,36	22,55	15,97	12,2	10,84	11,52
Ne pratique pas	24,63	23,53	24,08	26,83	15,66	21,21
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=13.61448$, ddl=2, p-valeur=0,00111)						
2012 ($\chi^2=3.451074$, ddl=2, p-valeur=0,17808)						

Un constat similaire peut être fait quant à la gêne ressentie lorsque les personnes assistent à des spectacles en plein-air.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Assister à des spectacles de plein-air						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Gêné	67,98	51,47	59,71	62,2	54,22	58,18
Pas Gêné	13,3	33,82	23,59	13,41	18,07	15,76
Ne pratique pas	18,72	14,71	16,71	24,39	27,71	27,71
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=23.79535$, ddl=2, p-valeur=0,00001)						
2012 ($\chi^2=1.193670$, ddl=2, p-valeur=0,55055)						

La pratique d'une activité sportive, bien que moins répandue au sein de ces deux échantillons, ne semble pas échapper à la gêne imputable à la présence de moustiques. Ainsi, dans l'ensemble, plus d'une personne sur deux pratiquant cette activité se plaint de la nuisance moustique alors ressentie. Les écarts observables en 2011 se réduisent en 2012.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Pratiquer une activité sportive						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Gêné	42,36	33,82	38,08	31,71	30,12	30,91
Pas Gêné	21,67	35,78	28,75	19	24,1	21,82
Ne pratique pas	35,96	30,39	33,17	48,78	45,78	47,27
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=9.946449$, ddl=2, p-valeur=0,00692)						
2012 ($\chi^2=0.5092924$, ddl=2, p-valeur=0,77519)						

Quels que soient l'année et le lieu d'habitation, la pratique de la promenade est l'une des activités la plus souvent mentionnée comme étant affectée par la nuisance due aux moustiques.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Vous promener						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Gêné	72,91	62,25	67	68	73	70,91
Pas Gêné	24,14	33,82	28,99	25,61	21,69	23,64
Ne pratique pas	2,96	3,92	3,44	6,1	4,82	5,45
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=5.276756$, ddl=2, p-valeur=0,07148)						
2012 ($\chi^2=0.5495151$, ddl=2, p-valeur=0,75976)						

En revanche, la gêne exprimée est moins importante lorsque la personne pratique la baignade.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Vous baigner						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Gêné	35,47	30,88	33,17	17,07	26,51	21,82
Pas Gêné	52,22	56,86	54,55	67	60,24	63,64
Ne pratique pas	12,32	12,25	12,29	15,85	13,25	14,55
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=1.048000$, ddl=2, p-valeur=0,59215)						
2012 ($\chi^2=2.176559$, ddl=2, p-valeur=0,33680)						

Les activités professionnelles en extérieur, moins souvent pratiquées que les activités de loisirs n'échappent pas pour autant à la nuisance moustique. L'augmentation de la part des personnes se déclarant gênées en 2012 (31,52%, contre 15,97% en 2011) s'explique en partie par l'augmentation de la part des gens pratiquant ce type d'activité.

La présence de moustiques peut-elle vous empêcher de pratiquer les activités suivantes: Travailler dehors dans le cadre de votre activité professionnelle						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Gêné	16,75	15,2	15,97	30,49	32,53	31,52
Pas Gêné	15,76	22,55	19,16	26,83	27,71	27,27
Ne pratique pas	67	62,25	64,86	42,68	39,76	41,21
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=3.027631$, ddl=2, p-valeur=0,22007)						
2012 ($\chi^2=0.1519138$, ddl=2, p-valeur=0,92686)						

Connaissance, satisfaction et attentes concernant la démoustication

Une majorité de l'échantillon a entendu parler de la mise en place de la démoustication de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône. Les habitants des zones démoustiquées sont plus encore que les autres informés à ce sujet.

D'après vous quel(s) organisme(s) finance(nt) la démoustication de Salin de Giraud et Port Saint Louis du Rhône? Plusieurs réponses possibles: Le conseil général						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	39,9	34	37,35	49,04	38	43,84
Non	60,1	65,2	62,65	50,96	61,62	56,16
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($X^2=1.129954$, ddl=1, p-valeur=0,28779)						
2012 ($X^2=2.338546$, ddl=1, p-valeur=0,12621)						

Le financeur de la démoustication de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône est de mieux en mieux identifié par les habitants, quel que soit leur lieu d'habitation.

Avez-vous entendu parler de la mise en place d'une démoustication de Salin de Giraud et Port Saint Louis du Rhône?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	75,37	58,82	67,08	74,04	64,65	69,46
Non	24,14	40,20	32,19	25,00	35,35	30,05
Ne sait pas	0,49	0,98	0,74	0,96	0,00	0,49
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($X^2=12.633$, ddl=2, p-valeur=0,002)						
2012 ($X^2=3.405$, ddl=2, p-valeur=0,182)						

Une minorité des habitants interrogés attribue le financement de la démostication à la municipalité. Cette association entre municipalité et démostication est davantage marquée chez les habitants des zones démostiquées.

D'après vous quel(s) organisme(s) finance(nt) la démostication de Salin de Giraud et Port Saint Louis du Rhône? Plusieurs réponses possibles: La municipalité						
%	2011			2012		
	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	16	9	13,02	18,27	8,08	13,3
Non	83,74	90,2	86,98	81,73	91,92	86,7
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=3.739917$, ddl=1, p-valeur=0,05313)						
2012 ($\chi^2=4.565644$, ddl=1, p-valeur=0,03262)						

Le sentiment d'avoir été moins piqué depuis le début des campagnes de démostication (2006) est partagé par une majorité croissante d'habitants des zones démostiquées. Inversement, le sentiment d'avoir été moins piqué depuis le début de la démostication exprimé par un tiers des habitants des zones démostiquées tend à décroître en 2012.

Avez-vous été moins piqué(e) depuis que la démostication de Salin de Giraud et Port Saint Louis du Rhône a commencé en septembre 2006?						
%	2011			2012		
	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon
N'habitait pas là avant 2006	7,88	10,29	9,09	1,92	4,04	2,96
Oui	67,98	34,31	51,11	75,96	28,28	52,71
Non	20,69	39,22	29,98	16,35	54,55	34,98
Nsp	3,45	16,18	9,83	5,77	13,13	9,36
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=51.64$, ddl=3, p-valeur=0,000)						
2012 ($\chi^2=46.741$, ddl=3, p-valeur=0,000)						

Le fait d'avoir été moins piqué est en tout premier lieu attribué à l'efficacité de la démoustication expérimentale et ceci de façon constante de 2011 à 2012. Ce sentiment majoritairement partagé est toutefois moins présent chez les habitants des zones non démoustiquées.

(Si a été moins piqué) : pensez-vous que ce soit dû : A l'efficacité de la démoustication						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	96,38	87,14	93,27	96,2	78	91,59
Non	1,45	1,43	1,44	1,27	10,71	3,74
Ne sait pas	2,17	11,43	5,29	2	10,71	4,67
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=7.946223$, ddl=2, p-valeur=0,01882)						
2012 ($\chi^2=8.600583$, ddl=2, p-valeur=0,01357)						

En 2012, une part croissante des habitants attribue le fait d'avoir été moins piqué par les moustiques aux conditions climatiques (respectivement 33,17% en 2011 et 38,32% en 2012). Les écarts entre zones démoustiquées et non démoustiquées ne sont pas significatifs.

(Si a été moins piqué) : Pensez-vous que ce soit dû : Au temps/climat qu'il a fait						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	34,06	31,43	33,17	37,97	39,29	38,32
Non	57,97	61,43	59,13	53,16	50	52,34
Ne sait pas	7,97	7,14	7,69	8,86	10,71	9,35
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.2320884$, ddl=2, p-valeur=0,89044)						
2012 ($\chi^2=0.1248247$, ddl=2, p-valeur=0,93950)						

Une part croissante des habitants attribue le fait d'avoir été moins piqué à leurs propres stratégies de protection et de prévention. Ainsi, en 2012, 33,64% des habitants considèrent avoir été moins piqués grâce à leur propre action de protection et 29,91% du fait de s'être moins exposés, soit une hausse de plus de 10 point par rapport à 2011.

(Si a été moins piqué) : pensez-vous que ce soit dû : Au fait que vous vous êtes davantage protégé						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	20,29	14,29	18,27	32	35,71	33,64
Non	79	85,71	81,73	67,09	60,71	65,42
NSP	NR	NR	NR	0	3,57	0,93
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=2.998098$, ddl=2, p-valeur=0,22335)						
2012 ($\chi^2=1.055706$, ddl=2, p-valeur=0,30420)						

Cette évolution est à soulignée car elle constitue un enjeu de fond dans les débats relatifs à la démoustication de la Camargue : la question de la mise en tension entre responsabilité privée *versus* publique et ses implications financières.

(Si a été moins piqué) : Pensez-vous que ce soit dû : Au fait que vous vous êtes moins exposé						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	18,84	14,29	17	30,38	28,57	29,91
Non	80	84,29	81,73	69,62	67,86	69,16
Ne sait pas	0,72	1,43	0,96	0	3,57	0,93
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.8803107$, ddl=2, p-valeur=0,64394)						
2012 ($\chi^2=2.853325$, ddl=2, p-valeur=0,24011)						

Quels que soient l'année et le lieu d'habitation, les individus interrogés s'accordent majoritairement sur l'idée que la démoustication n'agit pas sur les arabis.

Pensez-vous que la démoustication agit sur les arabis?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	13,79	17,16	15,48	8,65	12,12	10,34
Non	65,02	60,78	62,90	75,00	71,72	73,40
Nsp	21,18	22,06	21,62	16,35	16,16	16,26
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=1.071$, ddl=2, p-valeur=0,585)						
2012 ($\chi^2=0.665$, ddl=2, p-valeur=0,717)						

Une majorité croissante d'habitants se dit très favorable à la démoustication de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône (63,88% en 2011 et 71,78%). Par-delà cette tendance générale, des écarts marqués et statistiquement significatifs s'observent entre zones démoustiquées et non démoustiquées. Si la hausse générale de cette adhésion entre 2011 et 2012 est partagée par les habitants des deux zones, c'est dans des proportions différentes. En zone non démoustiquée 46,57% des habitants se disent très favorables à la démoustication de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône en 2011, ils sont 54,08% en 2012. S'il s'agit bien d'une majorité absolue au sens statistique, cela reste dans des proportions limitées, dont se démarquent nettement les réponses des habitants des zones démoustiquées qui sont 81,28% en 2011 et 88,46% en 2012 à se déclarer très favorables à la démoustication de leur localité.

Êtes-vous favorable à cette campagne de démoustication de Salin de Giraud et Port Saint Louis du Rhône? Veuillez vous situer sur une échelle de 1 à 4 où 1 signifie pas du tout favorable et 4 très favorable						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
1	2,46	12,25	7,37	2,88	14,29	8,42
2	4,93	19,61	12,29	3,85	17,35	10,40
3	11,33	21,57	16,46	4,81	14,29	9,41
4	81,28	46,57	63,88	88,46	54,08	71,78
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=56.759$, ddl=3, p-valeur=0,000)						
2012 ($\chi^2=29.766$, ddl=3, p-valeur=0,000)						

Une majorité croissante d'habitants se dit favorable à un élargissement de la démoustication expérimentale à d'autres zones de Camargue. Cette demande est plus marquée encore chez les habitants des zones actuellement non démoustiquées qui sont ainsi demandeurs d'une prise en compte de leur localité par les politiques publiques de démoustication.

Seriez-vous favorable à un élargissement de cette démoustication à d'autres zones de la Camargue?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	66	67,16	66,58	71	76,77	73,89
Non	27,09	25,98	26,54	15,38	19	17
Ne sait pas	6,9	6,86	6,88	13,46	4,04	8
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.0677908$, ddl=2, p-valeur=0,96667)						
2012 ($\chi^2=5.719682$, ddl=2, p-valeur=0,05728)						

La posture générale de demander des traitements de démoustication en zones habitées de Camargue perdure. Elle est très majoritaire, chez tous les habitants interrogés et plus encore chez les habitants des zones démoustiquées.

De façon générale, êtes-vous favorable à une démoustication des zones habitées en Camargue?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	96,06	81,37	88,70	92,31	84,85	88,67
Non	2,96	18,14	10,57	6,73	13,13	9,85
Ne sait pas	0,99	0,49	0,74	0,96	2,02	1,48
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=25.01$, ddl=2, p-valeur=0,000)						
2012 ($\chi^2=2.812$, ddl=2, p-valeur=0,245)						

Les réserves exprimées concernant la démoustication des espaces naturels de Camargue perdurent tout en s'effritant. Ainsi une majorité absolue de 57,49% d'habitants se disait défavorable à la démoustication des espaces naturels en 2011. En 2012, ils passent sous la barre symbolique des 50%. En 2011, l'écart entre les habitants des zones démoustiquées et non démoustiquées était statistiquement significatif, il ne l'est plus en 2012.

De façon générale, êtes-vous favorable à une démoustication des espaces naturels en Camargue?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	46,8	30,88	38,82	51,92	40,4	46,31
Non	47,78	67,16	57,49	40	53,54	46,8
Ne sait pas	5,42	1,96	3,69	7,69	6,06	6,9
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=16.58293$, ddl=2, p-valeur=0,00025)						
2012 ($\chi^2=3.523490$, ddl=2, p-valeur=0,17175)						

Moustiques, démoustication et enjeux environnementaux

L'acceptation biocentrique octroyant au moustique une utilité dans la nature demeure majoritaire, tout en subissant un déclin entre 2011 et 2012 (passant de 60,93% à 52,22%). En 2011 comme en 2012, cette posture biocentrique est davantage marquée chez les habitants des zones non démoustiquées. Inversement, elle passe sous la barre symbolique des 50% en 2012 chez les habitants des zones démoustiquées.

Selon vous, le moustique a-t-il une utilité dans la nature?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	56,16	65,69	60,93	43,27	61,62	52,22
Non	32,51	28,43	30,47	50,00	33,33	41,87
Ne sait pas	11,33	5,88	8,60	6,73	5,05	5,91
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=5.584$, ddl=2, p-valeur=0,061)						
2012 ($\chi^2=6.877$, ddl=2, p-valeur=0,032)						

La posture anthropocentrique amenant à qualifier le moustique de nuisible est aussi, et même davantage encore, partagée par une majorité des habitants interrogés. Ce paradoxe du moustique utile/nuisible analysé de longue date en Camargue (Claeys 2000, 2003 notamment) perdure ici et semble particulièrement marqué parmi les habitants de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône plus enclins à qualifier le moustique à la fois d'utile et de nuisible que les autres habitants. L'année 2012 se caractérise par une adhésion croissante à une posture anthropocentrique.

Selon vous, le moustique est-il un insecte nuisible?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	76	64	70	77,00	69,00	73,00
Non	20,69	32,35	26,54	19,00	27,00	23,00
Ne sait pas	2,46	2,94	2,7	2,00	3,00	2,00
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=7.421830$, ddl=2, p-valeur=0,02446)						
2012 ($\chi^2=1.880541$, ddl=2, p-valeur=0,39053)						

La part d'habitants considérant que le produit utilisé pour la démostication expérimentale de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône est biologique augmente notablement entre 2011 et 2012 (respectivement 49,63% et 58%). Pour les deux années, les habitants des zones démostiquées sont les plus enclins à qualifier ces produits de biologiques. Toutefois, en 2012, les écarts entre les deux zones s'amenuisent au profit du qualificatif « biologique », l'écart n'est dès lors plus statistiquement significatif entre les deux sous-populations concernant cette modalité.

Selon vous quel produit a été utilisé?						
%	2011			2012		
	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon
Biologique	53,2	46,08	49,63	64,08	51,55	58
Chimique	14,29	26,96	20,64	14,56	23,71	19
Ne sait pas	32,51	26,96	29,73	21,36	24,74	23
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=10.01552$, ddl=2, p-valeur=0,00669)						
2012 ($\chi^2=3.801485$, ddl=2, p-valeur=0,14946)						

Près d'un tiers des habitants considère la démostication comme nocive pour l'homme et/ou pour la nature. Ces réserves sont davantage marquées chez les habitants des zones non démostiquées.

D'après vous la démostication est-elle nocive?						
%	2011			2012		
	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démostiquée	Zone non démostiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	25,12	47,06	36	21,15	43,43	32
Non	53,2	39,22	46,19	57,69	46,46	52,22
Ne sait pas	21,67	13,73	17	21,15	10,1	15,76
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=21.49895$, ddl=2, p-valeur=0,00002)						
2012 ($\chi^2=13.01842$, ddl=2, p-valeur=0,00149)						

Enjeux sanitaires (re)émergents

La récente introduction d'*Aedes albopictus* sur le littoral méditerranéen s'accompagne de l'émergence d'un risque sanitaire lié à une possible épidémie de chikungunya ou de dengue. En effet, le moustique tigre est un vecteur potentiel de ces deux pathologies. Toutefois en Camargue la question des enjeux sanitaires relatifs à la présence de moustique n'est pas nouvelle, elle était plutôt en situation de latence (Claeys et Nicolas 2008). Ainsi, jusqu'à la première moitié du XX^{ème} la Camargue est touchée par des cas de paludismes, et plus récemment une épidémie de West Nile, bien que cantonnée aux chevaux, a marqué les esprits. Ce lien entre le territoire camarguais et la question des enjeux sanitaires inhérents aux moustiques confère aujourd'hui une visibilité particulière aux nouvelles pathologies pouvant être transmises par les moustiques en France métropolitaine.

En 2011 comme en 2012, une majorité d'individus considère que le moustique peut transmettre des maladies à l'être humain, toutefois ce constat est beaucoup plus marqué en 2012 (85,22% en 2012 contre 55,77% en 2011). Ainsi, le rôle de vecteur du moustique est aujourd'hui largement connu au sein de la population camarguaise, et cela quelle que soit la zone de résidence des personnes interrogées (démoustiquée ou non).

Selon vous, en France métropolitaine, le moustique peut-il transmettre des maladies à l'Homme ?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	57,64	53,92	55,77	84,62	85,86	85,22
Non	26,11	31,86	28,99	11,54	12,12	11,82
Ne sait pas	16	14,22	15,23	3,85	2,02	2,96
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=1.691816$, ddl=2, p-valeur=0,42917)						
2012 ($\chi^2=0.5958986$, ddl=2, p-valeur=0,74234)						

De même, une écrasante majorité des personnes interrogées lors de ces deux vagues d'enquêtes (84,28% en 2011 et 95,07% en 2012) a déjà entendu parler d'*Aedes albopictus*. A nouveau la part des personnes informées augmente fortement en l'espace d'une année (plus de 10 points), suggérant que la connaissance accrue du moustique tigre en 2012 est un facteur de renforcement du lien établi entre moustiques et maladies.

Avez-vous entendu parler du moustique tigre ?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	82,76	85,78	84,28	95,19	94,95	95,07
Non	16,75	13,73	15,23	4	5,05	4,93
Ne sait pas	0,49	0,49	0,49	NR	NR	NR
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.7210497$, ddl=2, p-valeur=0,69731)						
2012 ($\chi^2=0.0063848$, ddl=1, p-valeur=0,93361)						

La connaissance du chikungunya, déjà élevée en 2011 (96,81%), se maintient en 2012 (97,04%). Le fait de connaître cette pathologie n'est pas inhérent à la zone d'habitation des personnes interrogées.

Avez-vous entendu parler du chikungunya?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	96,06	97,55	96,81	96,15	97,98	97,04
Non	3,94	2,45	3,19	3,85	2,02	2,96
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.73$, ddl=1, p-valeur=0,393)						
2012 ($\chi^2=0.59$, ddl=1, p-valeur=0,443)						

Une autre pathologie bien connue au sein des deux sous-populations est la dengue. En 2011, près de 71% des personnes interrogées connaissaient cette maladie, et cette connaissance était significativement plus appuyée en zone non démoustiquée. Cette connaissance de la dengue déjà accrue en 2011, s'accroît encore en 2012 (près de 14 points de plus). De sorte qu'en 2012, plus de 85% des répondants ont entendu parler de cette pathologie. Un tel résultat suggère que les récents cas de dengue déclarés dans le Sud de la France et leur traitement médiatique sont encore présents dans les esprits.

Avez-vous entendu parler de la Dengue?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	65,52	76	71,25	80,77	89,9	85,22
Non	34	22,55	28,5	18,27	10,1	14,29
Ne sait pas	0	0,49	0,25	0,96	0	0,49
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=7.949315$, ddl=2, p-valeur=0,01879)						
2012 ($\chi^2=3.816775$, ddl=2, p-valeur=0,14832)						

En 2011, consultés sur l'arrivée du moustique tigre en France métropolitaine près de 65% des habitants répondaient de façon positive. Toutefois, près de 15% des personnes interrogées considéraient qu'*Aedes albopictus* n'était pas présent en métropole. En 2012 la part des réponses négatives à cette question baisse fortement (près de 13 points) au profit des réponses positives. Ainsi, il semble qu'avec le temps la présence du moustique tigre en métropole soit de plus en plus connue. Ce résultat fait écho à de précédents travaux (Claeys et Mieulet, 2011) mettant en évidence un lien entre connaissance du moustique tigre et distance avec son aire de répartition, de sorte que plus on s'approche de son aire de répartition plus sa présence en métropole est connue.

Selon vous, le moustique tigre est-il arrivé en France métropolitaine?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	63,69	65,71	64,72	85,86	82,98	84,46
Non	13,69	17,71	15,74	1,01	4,26	2,59
Nsp	22,62	16,57	19,53	13,13	12,77	12,95
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=2.540630$, ddl=2, p-valeur=0,28075)						
2012 ($\chi^2=2.012430$, ddl=2, p-valeur=0,36560)						

Entre 2011 et 2012, et quel que soit le lieu d'habitation, la part des personnes qui estiment qu'il y a déjà eu des cas de chikungunya ou de dengue en France métropolitaine augmente légèrement. Un tel résultat s'explique notamment par le traitement médiatique réservé au moustique tigre et aux pathologies dont il est vecteur.

Selon vous, y a-t-il déjà eu des cas de chikungunya ou de dengue en France métropolitaine?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	55,67	54,41	55,04	58,65	59,60	59,11
Non	23,15	26,47	24,82	14,42	22,22	18,23
Ne sait pas	21,18	19,12	20,15	26,92	18,18	22,66
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.696$, ddl=2, p-valeur=0,706)						
2012 ($\chi^2=3.41$, ddl=2, p-valeur=0,182)						

Par ailleurs, l'idée que le moustique tigre soit arrivé en Camargue est partagée par une part accrue des habitants (48,2% de réponses positives en 2011 et 63,19% en 2012). Et les écarts observés entre les zones d'habitation concernant la présence du moustique tigre en Camargue s'amenuisent.

Selon vous, le moustique tigre est-il arrivé en Camargue ?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	53,27	43,48	48,2	67,06	58,97	63,19
Non	26,17	38,26	32,43	17	24,36	20,86
Ne sait pas	20,56	18	19,37	15,29	16	15,95
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=3.753341$, ddl=2, p-valeur=0,15310)						
2012 ($\chi^2=1.347217$, ddl=2, p-valeur=0,50987)						

En 2011 une majorité des personnes interrogées ne considérait pas crédible l'éventualité d'une épidémie de chikungunya ou de dengue en Camargue (36,36% de réponses négatives, et 15,23% de ne sait pas). Cette tendance s'inverse en 2012, où près de 58% des répondants envisagent un tel scénario, illustration d'une (re)émergence des enjeux sanitaires associés à la problématique moustique, quelle que soit la zone d'habitation.

Pensez-vous qu'une épidémie de chikungunya ou de dengue puisse se déclarer en Camargue ?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	50,25	46,57	48,4	62,5	53,54	58,13
Non	31,53	41,18	36,36	23,08	32,32	27,59
Ne sait pas	18,23	12,25	15,23	14,42	14,14	14,29
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=5.271589$, ddl=2, p-valeur=0,07167)						
2012 ($\chi^2=2.275907$, ddl=2, p-valeur=0,32048)						

Le niveau de confiance vis-à-vis du système de santé français est croissant (59,21% en 2011 et 78,33% en 2012). Les personnes vivant en zone démoustiquée expriment des niveaux de confiance plus élevés encore. La prise en compte de la problématique moustique au travers de la démoustication pourrait de ce fait être un facteur favorisant un sentiment de confiance.

Faites-vous confiance au système de santé français pour faire face à une épidémie de chikungunya ou de dengue?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	60,10	58,33	59,21	84,62	71,72	78,33
Non	29,06	28,92	28,99	13,46	22,22	17,73
Ne sait pas	10,84	12,75	11,79	1,92	6,06	3,94
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=0.368$, ddl=2, p-valeur=0,832)						
2012 ($\chi^2=5.476$, ddl=2, p-valeur=0,065)						

Concernant le gouvernement français, la confiance demeure l'attitude majoritaire, tout en étant moins appuyée que pour le système de santé, aussi bien en 2011 qu'en 2012. La sphère politique et ses fluctuations étant ici davantage propices à la critique. Un facteur conjoncturel peut être aussi mentionné. En effet, les zones démoustiquées (Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône) ont un électorat principalement de gauche, tandis que les zones non démoustiquées, et notamment les Saintes-Maries-de-la-Mer ont davantage un électorat de droite. Le gouvernement actuel étant de gauche, la confiance et la méfiance des uns et des autres est à pondérer à l'échelle de temps de ce quinquennat.

Faites-vous confiance au gouvernement français pour faire face à une épidémie de chikungunya ?						
%	2011			2012		
	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon	Zone Démoustiquée	Zone non démoustiquée	Ensemble de l'échantillon
Oui	47,29	50,98	49,14	74	59,6	67
Non	35,96	37,75	36,86	17	29,29	23,15
Ne sait pas	16,75	11,27	14	8,65	11,11	9,85
Total	100	100	100	100	100	100
2011 ($\chi^2=2.547032$, ddl=2, p-valeur=0,27985)						
2012 ($\chi^2=5.036724$, ddl=2, p-valeur=0,08060)						

Le dispositif de test des pièges à CO2

Cette démarche innovante est mise en œuvre pour la première fois en 2012. Elle vise à mettre en place une logique de substituabilité en explorant de façon expérimentale et avec la participation d'habitants volontaires des alternatives techniques à l'actuelle démoustication par épandage de BTI. A la demande du Parc de Camargue, le dispositif technique retenu en 2012 est le piège à CO2.

La prise en main du piège : quelques contraintes techniques signalées

Lors de l'installation du piège à CO2, les volontaires recevaient de précises explications les informant de la bonne utilisation de ce dispositif : choisir l'emplacement, changer les recharges, vider le filtre. Certains volontaires ont exprimé leur manque d'aisance dans l'utilisation du piège tandis que d'autres n'ont relevé aucune difficulté particulière. Le fait de devoir changer régulièrement les recharges a été mentionné par quelques volontaires comme une difficulté. Tel cet habitant de Port-Saint-Louis-du-Rhône : « *le truc qui m'a inquiété un petit peu, c'est que j'ai eu peur de pas avoir su changer le filtre, pas avoir remis comme il faut au départ. Parce que de nouveau on voyait plus grand-chose quoi quand j'ai changé le filtre. Alors qu'il y en avait quand même un petit peu et euh... et j'en voyais pas dans le filtre. Alors je suis allé voir 2 ou 3 fois, j'ai bien regardé dessous, j'avais peur que le, le petit tube soit pas bien en place et tout* ».

En revanche, la question du choix de l'emplacement de l'appareil est régulièrement soulevée par les volontaires. En effet, pour optimiser son efficacité et son champ d'action l'appareil doit être situé au vent de l'emplacement que l'on cherche à protéger des moustiques. Or, tout particulièrement en Camargue, les vents parfois violents peuvent être très changeants. Des participants soulignent la difficulté de bien choisir l'emplacement en fonction de la météo et la contrainte de déplacer l'appareil lorsque le vent tourne. Comme ce volontaire : « *La dernière semaine ça été du vent faible mais assez changeant. Et du coup je me suis posé la question, à ce moment là, je vais peut être le changer, et puis bon, après j'ai pas eu le temps, je l'ai pas changé de place* ». Un autre volontaire semble plus sûr de lui sur la question, tout en reconnaissant ne pas avoir déplacé le piège : « *Parce que je pense que peut-être il faudrait pas hésiter à, enfin, dans des coins comme ici, un coup de le mettre plutôt derrière et ainsi de suite. Pour que la maison soit toujours quand même sous le vent de l'appareil quoi ... Et euh, du coup, comme ça changeait quand même assez souvent, il aurait fallu peut être que je le change plusieurs fois de place. Le mettre un coup derrière. Puis que ça draine quand même après ici donc... enfin, là je l'ai pas changé donc euh...* ». Pour d'autres volontaires, la nécessité de déplacer le piège n'a pas posé de problème, comme en témoigne tout simplement celui-ci : « *On l'a changé d'endroit en fonction du vent, oui* ».

Une habitante hors volontaires, interrogée en tant qu'utilisatrice de piège CO₂ à sa propre initiative, a mentionné une autre contrainte liée à ce dispositif : le risque de vol. Les pièges à CO₂, selon les modèles peuvent avoir une valeur de plus de 1000 euros et doivent être laissés constamment en extérieur pour être efficaces. Or, cette habitante a vu un jour son piège à CO₂ disparaître de son jardin : « *j'en ai eu un, j'étais très très contente, puis on me l'a volé. Alors voyez, c'est que c'est important si on me l'a volé (rire) c'est que la personne était intéressée. Voilà, et puis, maintenant je vais, je vais en acheter un, ... j'étais très contente, oui oui* ».

Aucune de ces contraintes n'a toutefois été jugée comme insurmontable par les volontaires qui ont tous utilisés l'appareil pendant l'ensemble des trois semaines durant lesquelles il leur a été confié. Un seul volontaire s'interroge sur de possibles effets néfastes sur l'environnement de tels pièges à CO₂ : « *Mais avec une autre production, parce que, si tout le monde, ici il y a 8 500 habitants, donc admettons qu'il y a, ça fait euh 3 500 familles, si 3 500 familles étaient équipés de ça, juste pour la ville, et qu'ils recrachent du gaz carbonique, c'est peut être pas non plus l'idéal pour la planète... Je pense que oui ça serait une bonne chose si tout le monde en avait, oui oui. Mais euh... mais avec les effets pervers et négatifs d'un autre côté quoi* ».

L'efficacité ressentie du piège : de grandes variations parmi les points de vue

Les impressions générales exprimées par chaque volontaire à l'issue de leur période de test varient dans de grandes proportions. De l'enthousiasme débordant au scepticisme marqué, les premières réactions, mêmes les plus tranchées sont au fur et à mesure du déroulement des entretiens, argumentées, nuancées, voire réévaluées. Les plus dubitatifs des volontaires n'émettent pas de critiques acérées pour autant : « *Moi, j'ai pas vu d'évolution flagrante* » dit l'un, « *moi qu'il y ait l'appareil ou pas, on s'est rendu compte de rien* » regrette un autre », qui demeure pourtant ouvert à la démarche de test de nouveaux dispositifs, concluant en effet l'entretien souriant et disant « *j'espère que vous reviendrez l'an prochain avec autre chose* ».

S'il n'est pas pertinent de réaliser de travail de quantification sur un échantillon qualitatif, il peut toujours être signalé que le sentiment d'avoir observé une baisse de la nuisance est partagé par l'essentiel des volontaires, qu'ils habitent en zone démoustiquée (Salin-de-Giraud ou Port-Saint-Louis-du-Rhône) ou non démoustiquée. « *Globalement très, très satisfait du fonctionnement, on sent vraiment l'effet* » sont par exemple les premiers mots de ce volontaire. Un autre, se déclarant très satisfait, introduit toutefois une nuance : « *Elle a marché. Apparemment, elle a été efficace. Mais pas sur la totalité des moustiques* ».

Une caractéristique technique du piège contribue à rassurer, sinon convaincre, les volontaires de son efficacité : le fait que les moustiques « aspirés » par l'appareil soient emprisonnés dans un filtre dans lequel ils sont visibles. Les témoignages reflètent jusqu'à une certaine satisfaction de voir les insectes piqueurs pris au piège et ainsi neutralisés. Comme ce volontaire : « *Quand je suis arrivé le soir, c'était assez impressionnant quoi. On voyait voler euh, dans le, dans le petit filtre* ».

L'efficacité et les limites du piège soulignées par les volontaires sont principalement liées à des facteurs spatio-temporels. Ce volontaire, déjà nostalgique, décrit ses plaisantes soirées sous le vent du piège à CO₂ : « *Il y avait un petit peu de vent souvent le soir qui venait derrière, donc ça, on était bien sous le vent nous là-bas* ». Un autre, commentant ses fiches hebdomadaires dûment renseignées commente : « *Ca a été la semaine la plus dure quand même des trois* ».

Un autre encore, décrit les fluctuations temporelles de l'efficacité de l'appareil, tout en mentionnant que le niveau de gêne est toujours resté inférieur aux années précédentes, se réjouissant de voir satisfaits jusqu'aux membres de sa famille les plus sensibles aux moustiques : « *Parce que le soir il y en a toujours quoi d'habitude. Et là, on allait en short, alors que d'habitude on est quand même toujours avec les pantalons longs, les tricotés à manche longues souvent. ... J'ai mon beau frère en ce moment qui craint, qui est là, et même là, tout le monde était tranquille quoi. Cette dernière semaine ça a été un peu plus... dur. Mais bon, rien à comparer par rapport à certaines autres années hein ou... Donc là ça, non, là, même cette semaine ou tout le monde a noté qu'il y en avait un peu plus, c'était quand même plus que supportable pour rester dehors. ... Il y a quand même eu cette semaine même avec l'appareil, à cette période là il y en a eu un petit peu, mais je vous dis, par rapport à certaines années, c'est rien quoi hein, là... si c'était toutes les années comme ça, ça serait le paradis quoi. C'est bien viable quoi* ».

Qu'ils soient pleinement convaincus ou plus nuancés concernant l'efficacité du piège à CO₂, les volontaires sont unanimes pour souligner la diversité des facteurs contribuant à l'augmentation ou la baisse de la nuisance. La « volée » crépusculaire est mentionnée par tous comme une constante. Quelle que soit la zone d'habitation, deux principaux éléments sont évoqués : le vent et l'eau. Le premier est réputé réduire la présence de moustiques tandis que le second est mentionné comme propice à son développement. Ce volontaire, commentant toujours ses fiches hebdomadaires, explique : « *Alors deuxième semaine pareil, temps sec, il y avait quand même des épisodes de vent marin, on a eu quelques, quelques jours ou le soir un petit peu d'air marin. Donc j'ai marqué peu propice aux moustiques, mais généralement quand il y a l'air marin, ils ont plutôt les ailes un peu mouillées et ils volent pas trop quoi* ». Le mistral est particulièrement réputé pour réduire la nuisance, comme le rappelle ce volontaire : « *Alors quand il y a le mistral, c'est vrai qu'on en a beaucoup moins* ». Inversement, l'eau, qu'il s'agisse de pluie ou bien de roubines est désignée comme source d'augmentation de la nuisance. Ce volontaire, par exemple, comparant les niveaux de gêne ressentis d'un côté ou de l'autre de sa maison, fait sans hésitation la différence entre la partie couverte par le piège à CO₂ et celle opposée, jouxtant une roubine : « *derrière il y a quand même une roubine d'évacuation des eaux de pluie et eaux usées hein ... donc il y a quand même une différence énorme entre si je me mets derrière, là où je bricole [c'est-à-dire du côté de la roubine] et si je reste là devant ou l'appareil est pas très très loin* ». La distance entre l'eau propice aux moustiques et le piège à CO₂ est mise en avant comme une limite de portée par ce volontaire. Un autre s'enthousiasme au contraire de voir la capacité du piège à absorber un grand nombre de moustiques, même par temps pluvieux : « *c'est la semaine où il y en a eu visiblement le plus. Le frappant ça a été vraiment le jour de la pluie quoi c'est... ça a été impressionnant hein, en ... on mangeait donc l'après midi là bas, on est arrivés ici vers 7h quoi. Et là, d'un coup je, le filtre était plein de moustiques qui volaient* ».

Deux volontaires mentionnent d'autres facteurs supplémentaires influençant, selon eux, le niveau de nuisance. L'un évoque les traitements phytosanitaires des champs voisins. Celui-ci souligne ainsi la diversité des facteurs qui peuvent intervenir : « *C'est tellement en fonction de plein de choses, s'ils ont traité dans les champs de riz ou dans les blés, si le vent il arrive de la mer ou si c'est le mistral, si euh, on a désherbé, quelque part, bon, voilà... même sur 3 semaines, c'est difficile à dire* ». Le second évoque, sinon dénonce,

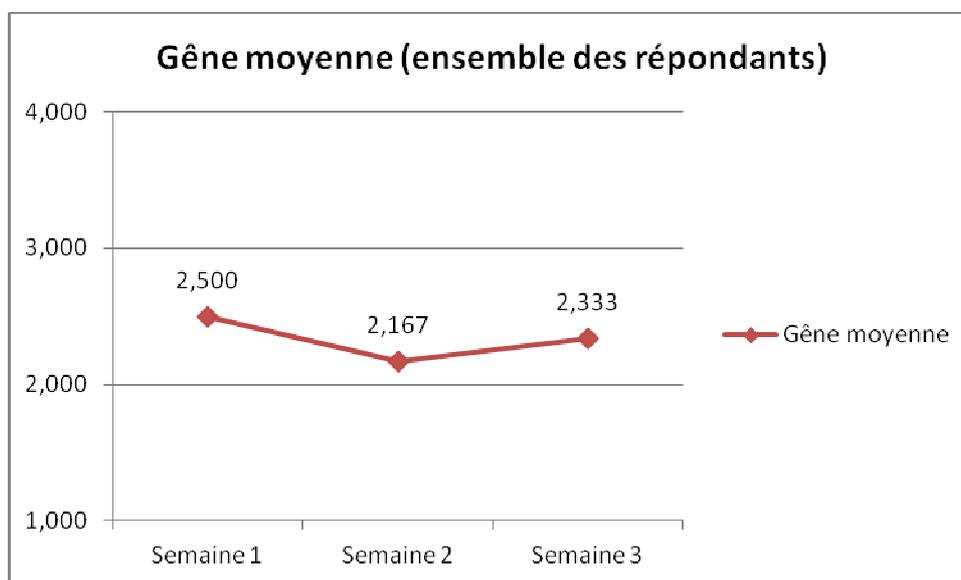
les pratiques de gestion des marais de chasse qui par leur mise en eaux artificielle serait propice à la production de moustiques : « *Et nous, justement l'explication que l'on se donne, parce que là on s'aperçoit d'une grosse éclosion. Il n'y a pas eu de pluie. Et c'est sûrement lié à la mise en eaux de certaines terres. On pensait que c'était les marais de chasse... Ah ben oui ! Pour avoir les canards, on est obligé d'avoir de l'eau. ...Donc, il y a des terres qui sont sèches que l'on inonde, juste avant l'ouverture de la chasse. Qui a été hier ou avant-hier* ».

Dans ce contexte, certains volontaires se montrent prudents dans leur évaluation de l'efficacité du piège, comme celui-ci, qui demeure toutefois satisfait de cette expérience : « *Donc après voilà, c'est un peu difficile de dire si c'est vraiment du à l'appareil ou... mais bon, visiblement quand même par rapport aux autres euh... surtout la deuxième semaine, de même pas en avoir à la tombée de la nuit, ça c'est quand même assez rare* ».

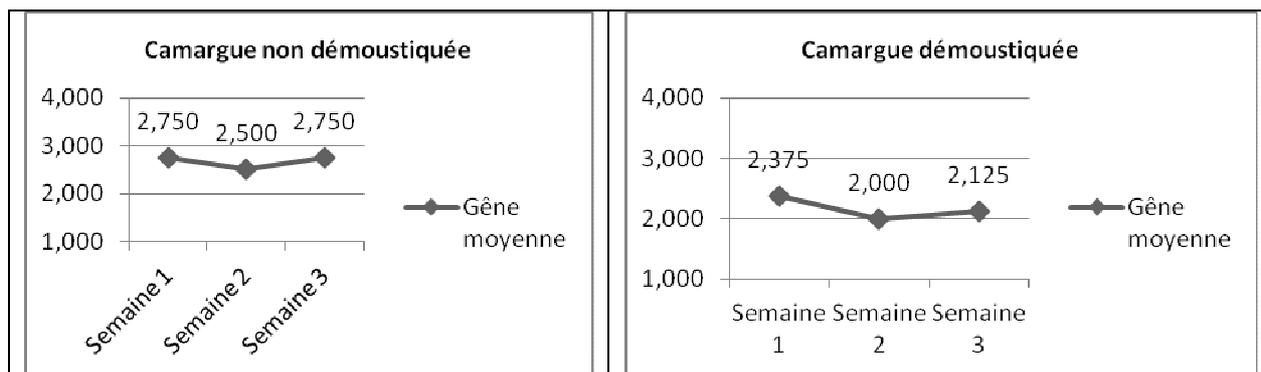
Une réaction à plusieurs reprises observée témoigne de la satisfaction des volontaires et de leur intérêt pour la démarche : leur demande de participer de nouveau au test l'année suivante.

L'efficacité ressentie des pièges : une lecture à partir des fiches hebdomadaires

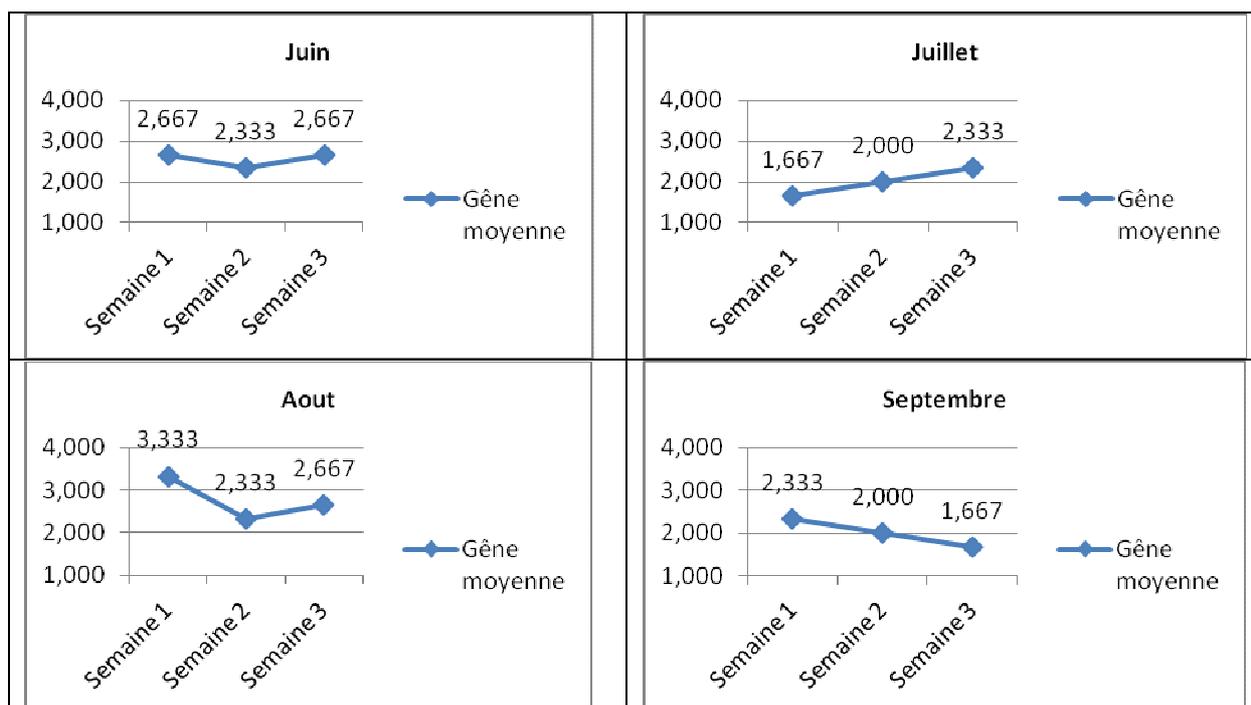
Pendant les trois semaines d'essai, les volontaires renseignaient une fiche hebdomadaire dans laquelle ils exprimaient le niveau de gêne ressenti sur une échelle de 1 à 4 où 1 signifie pas de tout gêné et 4 signifie très gêné. La gêne moyenne calculée pour l'ensemble des 12 volontaires, quelles que soient la période et la localité est de 2,5 pour la première semaine, 2,17 pour la seconde et de 2,33 pour la troisième et dernière semaine de test. Les niveaux de gêne ressentis sont donc moyens, décroissants en semaine deux, puis connaissant une légère augmentation en troisième semaine sans pour autant atteindre de nouveau le niveau de gêne exprimé en première semaine.



La structure des niveaux de gênes exprimés est la même en zones démosstiquée et non démosstiquée. Toutefois, Pour chaque semaine, les niveaux de gêne exprimés en Camargue non démosstiqués sont inférieurs à ceux exprimés en zone démosstiquée.



En revanche, la structure des niveaux de gène sur les trois semaines de test diffère selon la période d'essai. De nombreux facteurs pourraient expliquer de telles variations : la météorologie, et notamment la pluviométrie, mais aussi les variations des activités des volontaires. A ce titre, la structure linéaire croissante du mois de juillet pourrait amener à poser l'hypothèse d'une augmentation des activités de loisirs extérieures des volontaires (période de vacances, températures élevées, ...), tout comme la structure linéaire décroissante du mois de septembre peut amener à poser l'hypothèse d'une diminution des activités de loisirs extérieures des volontaires (reprise du travail pour les actifs, températures en baisse, ...).



Le rapport à la démoustication expérimentale

Avant de rendre compte des réactions des volontaires vis-à-vis de l'utilisation possible des pièges à CO₂ comme une alternative aux actuels traitements expérimentaux BTI, il convient de cerner leur rapport aux moustiques et à la démoustication.

Les volontaires habitants en zone démoustiquée partagent unanimement un sentiment de satisfaction vis-à-vis de la démoustication expérimentale. Ils soulignent une nette amélioration de leur qualité de vie du fait de la baisse de la nuisance. Ce volontaire dit :

« c'était bien plus fort avant hein. Moi j'ai souvenir de certaines années où on pouvait absolument pas sortir [...] Mais c'est vrai que depuis qu'on a ce nouveau traitement euh, par euh... l'EID traite avec le... comment s'appelle ? euh... ce nouveau produit quoi, qui tue les larves et qui traite surtout les endroits de marécage. On a senti une différence énorme quand même ».

Ils gardent une mémoire très vive de leur souvenir de l'avant démoustication et tout particulièrement de l'année 2005. Ce volontaire compare ainsi l'avant et l'après démoustication : « Même en, en étant habitué quoi c'était, non non, il y a eut des années euh, des années impossibles quoi. Je chassais, là je suis allé me promener, parce que j'ai découvert, en promenant, qu'il y avait une héronnière qui s'était installée sur le bord du Rhône, et donc j'y suis allé, vraiment dans les arbres et tout quoi, même là-bas il y en a pas beaucoup quoi par rapport au... je me rappelle d'être allé chasser des moments euh... mettre, mettre le pull sur la tête, tirer les manches, même le chien se roulait dans l'herbe comme un fou, c'était infernal quoi. ... Pas pouvoir même voir, regarder ni rien quoi. Des nuages permanents euh... si le vent venait de derrière, donc, le devant tout couvert de moustiques, ca, ca c'était euh... ce qu'on ne voit plus pour le moment, enfin, ca fait quelques années qu'on le voit plus. On a eu une année, il a combien, 5-6 ans, ou il y avait vraiment eut, enfin, 5-6 ans je sais plus exactement, ou euh, on avait eu une attaque assez énorme quand même. Je me rappelle que même les mères étaient allées se plaindre à la mairie et tout, parce que même dans la cour de récréation c'était, même en journée c'était invivable quoi ». Un autre volontaire et son épouse se souviennent aussi de cette année : « Dans la salle de bain on a compté 85 moustiques. Et elle était petite. Et j'avais des moustiquaires à toutes les fenêtres. Oui, c'était l'enfer... C'est pour ça que depuis ils ont démoustiqué... On pouvait plus sortir. Ah oui, les animaux étaient, mes chats étaient noirs de moustiques [...] Ah oui oui, ils avaient carrément interdit l'école, plus de sport dehors, plus de récréation pour les tout petits... Oui mais il ya quelques années en arrière ça. Oui. Confiné dedans hein... Et depuis ils démoustiquent et ca se passe très bien... C'est tenable disons, on peut manger dehors. Tu peux aller faire tes courses, tu peux aller promener en vélo, moi je vais faire du vélo et tout ».

Certains comparent leur situation avec les zones non démoustiquées de Camargue pour lesquelles ils expriment de la compassion : « C'est infernal aux saintes. On y a été, c'est simple, pour le 14 juillet. Pour le 14 juillet, c'est pas vieux hein. On a été voir le feu d'artifice au bord de la plage, on a été obligé de partir. On s'est fait dévorer. Moi qui crains pas, je me suis fait dévorer. Dévorer au bord de la plage. Noir de moustiques. Il y avait pas d'air hein. Mais on se faisait bouffer. Ah oui. Aux saintes c'est une horreur. Juste à la tombée de la nuit hein. Et puis après stop terminé. Après il y en a plus. Mais il ya en avait hein ! Oh ! On avait bu l'apéritif dehors, on s'est fait bouffer. Ils ont des bombes, achètent des bombes hein. Mais il m'a dit on démoustique pas là-bas. Mais enfin, mon copain là. Ah je sais pas, il a dit que c'est pas fait aux Saintes. Maintenant c'est vrai ou pas je sais pas. Il nous a dit qu'ils démoustiquaient pas. Pas du tout ».

Dans ce contexte, l'idée de mettre un terme à la démoustication de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône est en première réaction accueillie avec mécontentement, donnant lieu à des réactions épidermiques, maintes fois observées lors de précédentes enquêtes (Claeys 2000, Claeys et Nicolas 2009, notamment). Tel ce volontaire habitant en zone démoustiquée, réagissant à la proposition d'arrêter la démoustication car les études scientifiques ont mis en avant qu'elle est néfaste pour la nature : « Ben moi je lui dirai que ce n'est pas vrai ! C'est tout. Ce sont des menteurs. Point c'est tout ! Les écologistes s'ils veulent, moi je suis prêt à leur parler. Je connais mieux l'écologie que eux moi... Voilà. Moi j'ai vécu 40 ans au domaine de la palissade. Plus de 40 ans au domaine de la palissade j'ai vécu, je sais ce que c'est que les moustiques, et je sais ce que c'est que l'écologie. Ils peuvent venir avec moi, moi je les prends s'ils veulent, un débat à la télévision. Voilà. On verra qui est-ce qui va gagner. Je le ferai taire moi. Parce que j'en connais beaucoup ! Pas croire que les écologistes ils disent l'écologie... mais qu'est ce que c'est ? Ils regardent le moustique ? C'est bien ça. Ils regardent pas que le moustique il peut tuer une personne. Et ca blesse qui le moustique ? Personne ? C'est pas vrai ! C'est pas vrai ! Ca blesse personne. Ca fait manger... si le moustique il meurt, les bestioles, les oiseaux ils mangent autre chose. Ils mangent les papillons, je vous dis, ils mangent tout,

les papillons, les ... je le vois moi ! ... Mais c'est-à-dire qu'il faudrait qu'ils couchent une nuit dans un marais les écologistes, et puis on verrait comment ils sortiraient le lendemain matin... Ils ont qu'à aller coucher dans un... une nuit dans un marais pour voir ! Et on les met tous nus on les couche là ! » .

Cet extrait d'entretien illustre les processus observés de façons récurrentes depuis les années 1990 dans nos travaux sociologiques sur le sujet. Sont en effet ici visibles des processus sociaux classiques opposant savoirs savants et savoirs vernaculaires, analyses scientifiques et vécus au quotidien d'un territoire à forts enjeux identitaires. Par exemple, ce même volontaire conteste les expertises relatives aux effets de la démoustication sur les hirondelles et les chauve-souris. « *C'est pas possible que l'hirondelle elle se détruise, soit disant qu'il y a plus de moustiques. Ce n'est pas vrai ! L'hirondelle elle mange de tout. Moi je sais qu'il y a des nids chez mon fils, il y a, je vous dis, il y a des libellules, il y a des mouches, il y a des guêpes, il y a de tout dedans ! [...] Et les chauves-souris, pourquoi elles sont toutes... il y en a des millions des chauves-souris. Moi je suis envahie de chauves-souris là. C'est pour ça que j'ai couvert le barbecue. J'ai des milliers de chauves-souris là. Et les martinets ! Il faut bien qu'ils mangent. Ils mangent là hé ! On les voit tous les soirs. Les chauves-souris, les martinets, de partout ! ... Il faut bien qu'elles mangent quelque chose. Mais c'est qu'il y a des moustiques encore. C'est pas que les produits de démoustication, non. Donc les hirondelles, bon, c'est pas pour ça qu'on dit il y en a plus, ou presque plus, il y en a qui s'inquiètent pour ça. C'est pas pour, parce qu'il y a plus de moustiques, c'est pas pour ça ... Les gens ont détruits leurs habitats, ça, plus que la démoustication. Pardi ! Ici, c'était des anciens cabanons qu'il y avait ici, il y en avait des hirondelles... Dans cette maison là, il y avait des nids d'hirondelles là. Bon, on a construit, ou elles sont parties ? Elles sont allées ailleurs. C'est normal. C'est pas parce que, c'est pas les moustiques qui... c'est nous, avec nos constructions. Toutes les vieilleries on les a détruites, il y avait leurs nids. Elles ont été faire les nids ailleurs. Elles meurent pas pour ça hein. Et les chauves-souris, elles mangent pas que les moustiques. Moi je les vois elles tournent autour de, là j'ai un lampadaire là dehors. Ya de tout là le soir quand il s'allume, il y a de tout. Des papillons, des moucherons, des... elles tournent autour de ce lampadaire. Donc, c'est pas que les moustiques autour du lampadaire. Elle mange de tout la chauve-souris. Puis de toute façon, la démoustication, ça a jamais éradiqué tous les moustiques, parce que s'il y en avait plus depuis 4 ou 5 ans, ça serai fini, ils le feraient plus. Donc comme ils le refont toutes les années c'est qu'il y en a toujours, et puis voilà. Non, ça détruit pas. Elle... la démoustication, c'est pas possible. Les gens qui disent que ça détruit, ce n'est pas vrai. Ce n'est pas vrai. Ça détruit pas. Bon, soit disant que c'est un produit bio. Ça détruit pas ! Jamais vu moi des hirondelles mortes par terre euh... Des martinets ou des chauve-souris, ou ... ou des chats, ou des rats, ou.. non non... ou nous même. Moi il passe à coté l'avion, j'ai jamais toussé ! ... Mais il y a toujours autant d'hirondelles. L'hirondelle, pourquoi elle part, parce qu'elle sait pas ou aller faire son nid. C'est simple. Comme j'ai dit aux gens, et si et si, si tous les vieux hangars ils sont fermés, si on ferme les fenêtres, si on ferme ci, si on détruit... voilà ! Et où elles font leurs nids ? Elles savent pas ou le faire donc elles s'en vont hein. Elles vont à droite à gauche dans les mas, elles vont... où elles trouvent. Il y en a, au bac là-bas, sous l'embarcadère il y a des nids d'hirondelles. Savent pas où faire leurs nids peuchère. Mais pourquoi ? C'est pas parce que... parce qu'il y a plus de moustiques ! C'est parce qu'elles savent pas ou faire leurs nids hein... Voilà. Ce que je dis. Dans les mas, maintenant ils font des gîtes, ils font des chambres d'hôte et tout ça dans ces vieux hangars. C'est tellement aménagé. Eh ! avant c'était bourré de nids d'hirondelles. Moi je m'en souviens, j'ai travaillé dans des mas quand j'étais jeune. Il y avait des milliers d'hirondelles qui faisaient... il y a que des gîtes et des chambres d'hôte. Ou elles vont faire les nids ? Voilà ! donc c'est pas parce qu'on démoustique que l'hirondelle euh... »*

Ces réactions sont exacerbées car la question de la démoustication de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône appartient plus largement à un ensemble de revendications sociales et territoriales d'une population qui se vit comme étant laissée pour compte, dans un contexte de crise économique et d'isolement géographique (Claeys 2000, Claeys et al. 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 !!!).

L'opposition entre pro et anti-démoustication prend dans ce contexte des tournures caricaturales. Pourtant, une fois les premières réactions épidermiques exprimées, les habitants adoptent des postures plus nuancées à l'égard des avis des naturalistes demandant l'arrêt de la démoustication. Ainsi, même ce volontaire précédemment cité et contestant avec verve les expertises naturalistes se déclare comme étant un amoureux de la nature : « moi je euh... j'aime les oiseaux, j'aime tout hein, toute la nature, j'aime la nature ». Et admet même plus loin dans l'entretien : « Ben s'il est nocif, bien entendu il vaut mieux dire, il vaut mieux arrêter si le produit est nocif ».

Un autre volontaire qui se déclare favorable à la démoustication au BTI n'en est pas moins prêt à accepter l'arrêt de ces traitements afin de protéger la nature : « Moi, je suis plutôt pour avec des limites. C'est clair que s'il y a un impact sur l'environnement qui est important. On n'est pas hyper sensible au moustique. Alors, heu ... on est prêt à subir à un certain degré les nuisances ».

D'autres volontaires moins virulents se positionnent d'emblée dans une posture hésitante, partagés entre leur désir fort de voir la nuisance moustique réduite et leur préoccupations environnementales. Par exemple, ce volontaire de Port-Saint-Louis-du-Rhône, favorable à la démoustication tout en étant membre d'une association environnementale explique ainsi son dilemme :

« - Mais c'est vrai que depuis qu'on a ce nouveau traitement ... On a senti une différence énorme quand même. Ah oui, ça c'est flagrant. Bon, je vous disais c'est vrai que, je suis ca de près donc euh, il y a pas mal de naturalistes qui commencent à se plaindre un petit peu, enfin, de tirer la sonnette d'alarme, disant que ça a un impact quand même sur, sur les hirondelles, sur euh... donc c'est qu'ils ont quand même constaté aussi quoi.

- Interviewer : Vous m'avez dit que vous faisiez parti de...

- De NACICCA (ndlt : NAture et CItoyenneté en Crau Camargue et Alpilles) .Enfin, je suis membre quoi, je m'en occupe pas plus, mais je les soutiens quoi en tant que membre, et puis bon, souvent j'ai des relations avec eux quoi. Et c'est eux qui envoient souvent ces rapports. Eux ils ont lancé une pétition nationale contre le, ce système de démoustification. Par exemple. Je l'ai pas signé moi quand même (rire). Je l'ai pas signé, mais bon, euh, ce sont quand même des gens qui ont pas l'habitude de parler à la légère quoi, donc si, c'est qu'ils l'ont vraiment constaté et qu'il y a sur la nature un impact quoi. Au si non, ils l'auraient pas marqué. Après bon, il faut, ben ça dépend hein, si vraiment il y a un impact trop important, il faut quand même se poser la question quoi. Donc après il faut trouver d'autres solutions. Euh... Je défends quand même aussi cette partie là de mon territoire et bon, la nature c'est aussi important quoi hein, donc euh... voilà ça sera un peu à eux de nous guider (rire) un peu la dedans, mais peut être de le mettre plus sur la table et de faire plus un, pas une réunion publique, mais euh, voilà qu'on puisse discuter euh, des pour- voilà, de ce que ça a généré comme impact, moi je pense que quand même pour que les gens puissent se décider un peu eux même, il faut qu'on les informe un peu quoi. Donc c'est peut être un peu ce qu'il manque quand même. (rire) ... Même moi en suivant ça de très près, je suis incapable vraiment de dire l'impact que ça a eu donc le nouveau traitement, et tout ça donc c'est... après tu te fais ton opinion quand même en ayant tous les éléments quoi. C'est vrai que si ça a un impact trop violent sur la nature, bon ben, il faut peut être revenir à un autre système quoi hein. Mais bon. Je pense quand même qu'il faut insister, qu'il faut un système de régulation, si non on vit plus quoi quand même, ca c'est certain. Mais bon après voilà, il faut aussi, si ça a un impact trop violent il faut peut être le jauger différemment ... je sais pas. Ca après c'est compliqué pour quelqu'un de, enfin qui est pas vraiment dans, la dedans quoi. Surement que l'EID aura pas la même version que les naturalistes du parc, et ainsi de suite quoi, mais bon, je pense qu'il faut que tous ces gens là discutent ensemble et puis que, et qu'on soit informé (rire) nous en tant que public là-dessus quoi. Parce que si on est pas informé euh, bon ben c'est un peu gênant aussi quoi ».

Ainsi, cet habitant reconnaît qu'il faut prendre en compte les avis des naturalistes et être prudent concernant les impacts de la démoustication, tout en ne parvenant pas à aller jusqu'à signer la pétition de son association contre la démoustication. Il met en avant ses doutes nourris par une controverse dans laquelle il entend s'exprimer des protagonistes défendant des visions opposées et par rapport auxquelles il ne parvient pas à trancher.

Même chez les plus fervents défenseurs de la démoustication, des doutes sont exprimés, concernant la nocivité des biocides vis-à-vis de la nature, mais aussi de la santé humaine. Par exemple, ce volontaire soulignant l'appréciable efficacité des traitements au BTI, fait le regrettable constat suivant : « Dès qu'il y a trop de moustiques l'avion passe et, et puis voilà. Sauf que l'avion, enfin, la démoustication, tue tout, alors on le, moi je le vois dans la piscine, quand l'avion est passé, le soir ou le lendemain, il y a des libellules, tout ça, il y a tout qui crève quoi. Il y a pas que les moustiques. ... Les cigales par exemple. De, là il y a un pin, euh, parfois on entend les cigales, et puis euh, et puis si l'avion passe, ben on entend plus la cigale quoi. Donc je pense que ça la fait mourir aussi... Ils disent que c'est très sélectif, mais bon... ».

Exprimant de tels doutes, plusieurs volontaires se tournent vers la recherche scientifique et l'innovation technique. Ce seraient elles qui pourraient, selon eux, trouver les solutions au dilemme. « Alors ce qu'il faudrait, c'est un produit vraiment très sélectif. On nous dit qu'il est sélectif, mais plus sélectif, pour ne tuer que les moustiques et pas tuer des libellules, les cigales et tout le reste » dit cet habitant. Un autre convoque plus explicitement encore la communauté scientifique : « Parce que bon, les scientifiques il faut qu'ils se creusent la tête pour des produits contre les moustiques... On en a besoin des scientifiques... Voilà. Mais il faut qu'ils nous écoutent aussi... Moi je veux bien qu'ils cherchent, c'est vrai qu'il en faut des gens comme ça, on serait emmerdé si non, mais faut qu'ils fassent un machin qui risque rien pour l'homme... Et voilà, et qui détruit le moustique le plus possible quoi voilà... Sans faire du mal à l'homme et à la nature ».

Le piège comme alternative à la démoustication BTI : De la crispation idéologique aux propositions pragmatiques ... permettant de soulever les questions de coûts et de responsabilité

Les crispations idéologiques entre les opposants et les défenseurs de la démoustication de la Camargue, exacerbées par des enjeux politiques locaux et par un contexte économique incertain, tendent à occulter la recherche de solutions pragmatiques visant un compromis entre baisse de la nuisance et protection des écosystèmes. Les résultats de l'enquête par questionnaires présentés précédemment donnent à voir de telles crispations de positionnement. De même, les entretiens se font l'écho de réactions épidermiques, dans tous les sens du terme. Cependant, l'entretien permet aussi de donner le temps aux individus de développer leur raisonnement et de les nuancer. En outre, le recours au piège à CO₂ permet de discuter autour de solutions concrètes, où progressivement l'opposition de principe devient propositions et suggestions.

Ainsi, au regard de cette première expérience, plusieurs des volontaires ont spontanément formulé des propositions de reconduction et d'extension du test des pièges à CO₂. Les uns ont peaufiné leur propre maniement de l'appareil, identifiant la distance et l'emplacement optimum pour bien protéger leur terrasse. L'idée de multiplier le nombre de pièges est partagée par plusieurs volontaires. Comme ce dernier : « Ce serait la solution dans les mas isolés. Il en faudrait 3 ou 4 dans le jardin, pour être tranquille le soir ». Un autre, imagine d'élargir l'expérience à l'échelle d'un hameau tout entier : « Par contre peut être que si, sur l'ensemble du quartier il y en a 15 quoi, peut être qu'à la limite on arriverait à des résultats intéressants quoi. Ça je vous disais peut être ça serait intéressant de trouver un site ou un petit hameau ou un truc comme ça et une année vraiment étudier la rose des vents, et les placer, pas forcément chez des particuliers mais bon, peut être des zones publiques où on puisse les mettre, et arriver vraiment à cerner un petit hameau complet quoi, et voir ce que ça donne vraiment à un niveau quoi, cohérent en mettant les machines comme il faut, peut-être que ce serait intéressant de faire ça. Et là on aurait peut être plus de données quoi ».

Toutefois, comme le sous-entend ce dernier extrait, ces suggestions s'appuient sur des démarches qui seraient prises en charge ou accompagnées par la puissance publique. L'idée de s'équiper personnellement et sur ses propres deniers connaît en effet un frein central : le coût de l'appareil. Ce volontaire, par exemple, calcule : « Voilà, le problème il

est là. C'est le prix. C'est pas tout le monde qui a 900 euros euh... il y en a qui les gagnent à peine les 900 euros par mois. Donc ils vont pas acheter un appareil comme ça. Même 500 euros !... On peut dire que c'est à vie. Bon, après il y a la bouteille de gaz, il y les cartouches, il faut tout regarder. Voilà. S'ils arrivent à faire un machin moins cher pourquoi pas ». Un autre volontaire, bien doté en capital économique, s'interroge cependant aussi sur sa motivation à s'équiper, se disant à ce jour pas assez convaincu par l'efficacité du piège : « Donc j'ai pas pu me rendre vraiment compte de l'efficacité de l'appareil. Parce que s'il avait été, enfin, si je m'en étais vraiment rendu compte, oui c'est peut être un achat que j'aurais pu faire. Aujourd'hui, je pense pas ».

Les réflexions des habitants concernant l'opportunité pour eux de s'équiper en pièges à CO2 est l'occasion de soulever la question de l'effort financier et de sa répartition entre puissance publique et prises en charges privées. Ainsi, que ce soit à titre personnel, ou sur la base d'une projection concernant les autres habitants, plusieurs interlocuteurs mettent en avant que si la démoustication prise en charge par la puissance publique venait à cesser, ils investiraient afin de s'équiper, tels ces deux volontaires, qui demeurent partager néanmoins entre projet d'acheter des pièges à CO2 et hésitations relatives au coût et à l'efficacité des appareils :

L'un : « - Interviewer : Donc vous, vous en achèteriez un éventuellement ?

- Ah, s'ils démoustiquaient pas oui. Ah oui. Là ils démoustiquent là, bon, ils... ce qu'il y a c'est infime hein, vous l'avez vu d'ailleurs. Il y en a, bon je dis pas que... il y en a. pas pour acheter un appareil. On achète un appareil il faut le remplir tous les jours. Parce que bon euh, comme avant, avant tous les appareils, vous le mettez le soir, le lendemain le sachet il était plein, mais en démoustiquant... il y en a encore un peu des moustiques, mais pas comme avant.

- Interviewer : D'accord. Et vous pensez que l'appareil pourrait être utilisé en remplacement de la démoustication ?

- Ben s'il était moins cher oui. Les gens ils se jetteraient là-dessus s'ils démoustiquaient pas.... S'ils démoustiquent pas, si l'appareil il... bon, ça marche bien, mais qu'il soit moins cher ! »

Le second : « - Après, c'est clair que pour avoir des appareils que vous avez mis en place. Ça reste des solutions que l'on avait envisagées à moyen terme, en fonction du degré de nuisance. Ça serait, s'il n'y avait pas de démoustication ce serait une solution plus individuelle.

- Interviewer : Par exemple vous pensez que les machines pourraient être une alternative à la démoustication ?

- Oui, certainement. Oui ! Ça reste à prouver. (rire) Oui. Mais, oui, pourquoi pas... Quand on est arrivé en 2007, en tout cas à Sambuc, il n'y avait pas. C'est pour ça qu'on avait envisagé dans le futur éventuellement d'investir dans des moyens de démoustication. »

Un autre volontaire soulevant le même dilemme, demande que des politiques d'aide à l'équipement de protection individuelles soient mises en place, notamment pour l'installation de moustiquaires : « Il faudrait soutenir les maisons isolées pour l'achat de moustiquaires ».

Cette idée d'aide à l'équipement individuel en remplacement de la démoustication ou bien en substitut à son élargissement est une piste que plusieurs des volontaires ne rejettent pas, sinon proposent spontanément. Ce positionnement, s'il est encore prudent, relève d'une ouverture pragmatique pouvant permettre aux débats d'échapper à leurs vieilles crispations idéologiques. En fait, depuis près de 15 ans les enquêtes sociologiques montrent que les demandes de démoustication de la Camargue et tout particulier à Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône sont aussi et avant tout une demande de reconnaissance par des populations partagées entre expression identitaire forte et sentiment d'exclusion (Claeys et Claeys et al. Depuis 2000... !).

Ces réflexions développées par plusieurs volontaires les amènent aussi à s'interroger sur la question de la responsabilité de chacun dans la production de moustiques. Cette prise de conscience a été stimulée pour certains d'entre eux par les reportages et les campagnes de sensibilisation développées en métropole depuis peu dans le cadre de la

gestion de l'introduction du moustique tigre, vecteur potentiel de la dengue et du chikungunya. Comme cette volontaire : « Ben j'avais pensé parce qu'une fois j'ai vu un truc à la télé justement, ils disaient d'éviter d'avoir des pots... bon, si on en a un ou deux, mais justement de pas laisser les coupelles où l'eau stagne, pour pas avoir... (rire) et depuis j'ai pensé à ça, j'ai pas de fleurs non. On a mis des rosiers, voilà. Il y a pas de fleurs. (rire) Non, mais c'est vrai, ils disaient justement d'éviter d'avoir des pots avec l'eau stagnante dessous les fleurs.... c'est au reportage de TF1, j'ai vu ça il y a pas longtemps.... Et si par hasard on avait des pots, de vite vider l'eau, de les retourner pour pas que l'eau stagne, ils disaient, si on avait des bêtes aussi, d'éviter de mettre... peuchère, moi j'ai de l'eau dehors hein, mais bon... faut éviter ».

Si cette volontaire dit faire attention aux eaux stagnantes domestiques, suivant les conseils prodigués par un documentaire télévisuel, en revanche, cet habitant reconnaît ne pas vraiment mettre en application cette démarche dont il reconnaît pourtant la pertinence :

« - Interviewer : Oui. D'accord. Parce que finalement en ville, ils nicheraient où ?

- Ben dans les pots de fleurs, dans toutes les réserves d'eau qu'on laisse. Qu'on laisse comme ça quoi.

- Interviewer : Et vous pensez que les camarguais font des actions pour éviter d'avoir des eaux stagnantes.

- Ouais, certainement. Mais bon... oui certainement... Mais, je suis pas convaincu parce que, même moi euh... même moi j'ai des réserves d'eau et euh, et je les nettoie pas forcément quoi. En bas du palmier là, le pot qui est là... Il a une coupelle, enfin une soucoupe en bas, elle est toujours remplie d'eau puisque quand j'arrose le jardin, et donc là il y a toujours de l'eau là dedans. Il faudrait que je la nettoie tous les jours mais bon, je le fais pas... Oui, non mais il y a peut être euh... je sais pas, peut être une solution euh, mettre de la mousse, là dedans, ou mettre quelque chose pour que l'eau ne stagne pas. Mais bon, voilà ».

Enfin, un autre volontaire fait le lien entre gestion privée de l'eau en Camargue et coût financier des actuels traitements au BTI, dénonçant le paradoxe d'une situation où la puissance publique prend en charge des traitements de démoustication dont l'efficacité est limitée par des stratégies de gestion privée de l'eau à visée lucrative : « Donc, il y a des terres qui sont sèches que l'on inonde, juste avant l'ouverture de la chasse. Qui a été hier ou avant-hier. Ça pareil ! Est ce que c'est pris en compte dans les traitements de BTI. Si on envoie de l'argent pour démoustiquer, de l'autre côté on ne surveille pas certaines actions... Chaque propriétaire fait ce qu'il veut chez lui. A côté, il y a des terrains de chasses, ils ont démarré. Ils mettent en eaux quand ils veulent, sans demander rien. Et aucune explication à personne, voilà. Alors qu'à quelques kilomètres de là, on traite au BTI, à coup d'argent public. C'est des questions que pas trop de monde a posé. Mais il faudrait se la posait à un moment donné. Tous ces actionnaires qui veulent chasser en Camargue, et qui veulent tuer des canards. Ben ! Quand même, ils créent des moustiques. En même temps qui ne les supportent pas, ils les fabriquent. Et de l'autre côté, on démoustique ».

Enfin, plusieurs volontaires abordent la question des pratiques de démoustication sauvage. Certains admettent qu'ils réalisent de telles démoustications, tout particulièrement les volontaires installés en Camargue non démoustiquée. Pour les uns, l'usage est régulier. Comme ce volontaire, qui dit toutefois ne pas y avoir eu recours pendant la période test du piège à CO₂ :

« - Il y a des particuliers qui le font quand même... Obligé hein ! Il se fait de la démoustication sauvage hein.

-Interviewer : Mais avec quel produit alors ?

- Du D6. Et oui mais comment faire ? Le Parc fait rien, la région fait rien, on est bien obligé de se protéger. Qui n'a pas du D6 chez lui ?

- Interviewer : Vous faites...

- Bien sur. Bien sur que je traite. C'est le seul truc qu'on peut faire pour se protéger.... On se protège là les terrasses. Pour faire tout le terrain, il faudrait l'avion, l'hélicoptère, et puis ça coûte cher.

- Interviewer : Le D6 ça coûte cher ?

- *Oui, je me rappelle plus combien mais c'est pas donné, parce qu'il en faut hein.*
- *Interviewer : Et vous le faites tous les combien alors ?*
- *15 jours.*
- *Interviewer : Donc là pendant qu'il y avait la machine vous avez arrêté ou bien ?*
- *Oui oui, j'ai rien fait. Ben quand même ! ... Il faudrait faire venir les gens du Parc là, manger un soir en terrasse. Je leur offre l'apéro hein ! Ca va leur faire drôle. Ils vont se mettre des gifles toute la soirée”.*

Pour d'autres, la démarche est occasionnelle : « *Quand euh, je reçois, enfin quand on doit recevoir du monde, euh, la veille je m'achète des bombes, et euh, la veille j'en passe dans les arbres, euh...* ». Ou bien opportuniste, tel ce volontaire profitant de l'équipement de son voisin, tout en soulignant l'effet néfaste de telles pratiques :

« - *Mon voisin, quand il reçoit du monde, il démoustique, il a un appareil, il me fait un peu. De temps en temps il vient dans le jardin, mais bon, il pourrit tout quoi.*

- *Interviewer : Il utilise quoi ?*

- *Je sais pas. Sa machine là derrière ça... Et sa pompe là, c'est efficace... Ah, il nous l'a fait une année euh, deux fois, on en a pas, pratiquement pas eu de tout l'été... Il avait fait dans tout le jardin là. Mais, je, ça doit être des produits qui restent ».*

Un autre volontaire hésitant dans son positionnement en faveur ou défaveur de la poursuite des traitements au BTI argumente en les considérant comme une pratique légale et contrôlée qui permettrait de réduire les pratiques de démoustication sauvage plus dangereuses pour l'environnement : « *Ils disent que c'est très sélectif, mais bon... mais bon, il y a pas de, peut être pas de solution intermédiaires, parce que si on démoustique plus, les gens démoustiqueront par leurs propres moyens, avec des produits encore plus nocifs, alors... bon* ».

Cette première expérience de test de pièges à CO2 a contribué à ouvrir d'autres champs du possible en termes de protection contre la nuisance moustique. Certes, le coût de l'appareil demeure dissuasif et son efficacité est à mettre à l'épreuve du temps et de l'amélioration de son maniement. Toutefois, cette alternative ou ce complément à la démoustication a retenu l'attention des habitants impliqués, mais aussi de leur entourage, selon un effet de bouche à oreille, comme en témoignent ces deux volontaires : L'un, « *Même le voisin il me dit « ouh pétard, ce truc c'est extraordinaire ! » (rire) Ah ! ça a fait blaguer hein ! ça a fait blaguer tout le, on est toujours une dizaine le soir et tout le monde demandait des explications, ils sont venu voir...* ». Le second : « *Et donc ça a, ici j'ai marqué « nombreuses questions sur l'appareil par les amis » parce que du coup ils me disaient « ouais ! Il y a pas de moustiques ».*

Le forum de débat : restitution analytique

Les deux secteurs représentés parmi les participants à la réunion furent la protection de la nature et la chasse. L'EID-Méditerranée était présent afin de fournir si nécessaire des compléments d'information concernant ses méthodes et ses activités. Les acteurs du monde agricole n'ont pas répondu à l'invitation.

Des crispations idéologiques et politiques anciennes qui perdurent

Cette réunion a confirmé un phénomène observé de longue date en Camargue (Claeys 2000, 2003), l'union des « frères ennemis » entre chasseurs et protecteurs de la nature. En effet, si ces derniers s'opposent sur les enjeux directement liés aux prélèvements sur la faune, ils s'unissent dans une commune posture protectionniste du territoire camarguais, notamment dans leur opposition farouche à la démoustication.

Malgré les consignes et incitations formulées par les organisatrices en début de réunion, les débats ont immédiatement adopté une tournure politique. L'animatrice a de ce fait opté pour une ouverture de la parole, dans le but d'épuiser le sujet afin de pouvoir par la suite développer les considérations techniques visées par la réunion.

Ainsi, dès les premières minutes de la réunion, les voix, majoritaires au sein de cette assemblée réduite, s'opposant à la démoustication, dénoncèrent les spéculations immobilières, le lobbying et les stratégies électoralistes des élus locaux à l'origine de la mise en œuvre des essais expérimentaux de traitements au BTI de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône. Rappelant les politiques de développement touristiques du Languedoc-Roussillon à l'origine de la mise en place pérenne d'une démoustication de confort à partir des années 1960 dans cette région, protecteurs et chasseurs partagent la même suspicion vis-à-vis de la démoustication expérimentale de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône. Cette dernière est vue comme un Cheval de Troie qui accompagnerait des projets de vastes complexes immobiliers sur le territoire des Salins-de-Midi.

Des propositions de reconversions alternatives sont formulées par les participants, prônant l'écotourisme. Une voix plus extrême suggère le départ des dernières familles de Salin-de-Giraud, à l'instar des anciennes villes minières du nord de la France qui se sont vidées de leurs habitants avec la fin de l'exploitation des gisements.

La pertinence d'une démoustication dite de confort est dénoncée par une majorité des participants. L'argument de ne pouvoir prendre l'apéritif le soir sur la terrasse est tourné en dérision. Seule une représentante d'une association environnementale nuance de telles critiques, certes timidement au regard de sa position minoritaire au sein de cette assemblée. Elle témoigne à ce titre de la nuisance quotidienne que causent les moustiques, tout en soulignant qu'il est difficile de choisir entre protection des habitants et protection de la nature. Les autres participants revendiquent au contraire le fait que les moustiques ne les gênent pas et qu'ils savent s'en protéger (tenue vestimentaire, moustiquaires, ...).

Plusieurs participants dénoncent les demandes de démoustication exprimées par les habitants de Camargue. Cette dénonciation est basée sur une articulation entre arguments naturalistes et culturalistes, conduisant l'un et l'autre à l'idée que « la Camargue se mérite ». Les demandes de démoustication de confort sont ainsi jugées comme une dérive de notre société contemporaine qui se délite de son rapport au milieu en exigeant des « normes de confort aberrantes ».

Le risque sanitaire et tout particulièrement la Dengue et le Chikungunya transmis par le moustique tigre (*Aedes albopictus*) introduit sur le littoral méditerranéen français sont aussi mentionnés. Les représentants de l'EID indiquent qu'*Aedes albopictus* est un moustique urbain qui ne colonise *a priori* pas les marais, faisant de l'invasion des espaces naturels de Camargue un scénario peu réaliste. Conforté par cette information entomologique, plusieurs participants dénoncent l'instrumentalisation de l'argument sanitaire pour défendre les politiques de démoustication de confort de la Camargue. Revenant sur l'idée que la Camargue se mérite, l'un d'eux conclut que vivre en Camargue n'est pas facile et que si l'on veut y vivre, il faut en subir les désagréments ou bien déménager.

La gestion de l'eau : au cœur du paradoxe de la « nature sauvage aménagée »

Un gestionnaire d'espace naturel témoigne de sa nouvelle obligation de cohabiter sur le territoire dont il est en charge avec les agents de démoustication. Cette situation nouvelle l'amène à s'interroger sur le rôle d'un gestionnaire de la nature et sur ses objectifs, d'un point de vue technique mais aussi déontologique. Les différents participants réagissent à ce questionnement, partagé aussi par les chasseurs. Les protecteurs comme les chasseurs s'accordent pour identifier la recherche de biodiversité comme objectif premier de leur politique de gestion, soulignant que des périodes d'à sec tendent à être défavorables à un tel objectif. L'un des gestionnaires d'espace naturel fait toutefois

remarquer que bien que néfastes à la biodiversité, les périodes d'à sec peuvent avoir une utilité pour la nature, prenant l'exemple de la Jussie dont la prolifération est régulée lors du retrait de l'eau. Un autre gestionnaire d'espace naturel revient sur la question des espèces invasives, soulignant que ce sont les politiques de gestion de l'eau qui les favorisent. Il regrette les obligations gestionnaires « de faire du canard pour montrer aux touristes » qui les amène à fabriquer des milieux contre nature. « En milieu méditerranéen avoir de l'eau au mois d'août c'est aberrant » précise-t-il.

Ainsi, les participants soulignent les paradoxes de la gestion de la nature protégée ou chassée qui amène à faire des choix, notamment en privilégiant certaines espèces. Les gestionnaires d'espace naturel sont partagés entre une recherche de biodiversité qui demande des mises en eau régulière et un respect des caractéristiques du climat méditerranéen qui demande des à sec contribuant à une certaine réduction de la biodiversité, mais favorisant aussi une réduction des espèces invasives. Pour leur part, les chasseurs sont moins hésitants. Ils défendent l'objectif de recherche de biodiversité favorable à la production de gibier et impliquant une mise en eau régulière.

Mises en eau et à secs : quels objectifs et quelles réponses techniques ?

Incités par l'animatrice, les participants discutent de l'effet des choix de gestion des niveaux d'eau sur la production de moustiques. Les participants, confortés en cela par le témoignage des représentants de l'EID, s'accordent sur l'idée que la variabilité des niveaux d'eau est particulièrement propice à la production de moustiques, de même que de grandes étendues d'eau².

Les différents participants détaillent leurs actuelles stratégies de gestion de l'eau. Les chasseurs maintiennent en eau certaines zones, tout en respectant des zones d'à sec. Pour les zones maintenues en eau, ils visent un niveau d'eau constant, soulignant toutefois les difficultés techniques à atteindre un tel objectif : en période de mise en eau des rizières voisines, le niveau d'eau de leurs marais de chasse tend à augmenter par capillarité. Un gestionnaire d'espace naturel partage son expérience réussie d'utilisation de la sur-verse. Cette technique permet de maintenir des niveaux d'eau constants, même en été. Ce dernier indique que seulement 20 hectares sur les 13 200 dont il a la gestion sont mis en eau. Sa volonté de respecter au mieux le caractère méditerranéen des milieux l'ont amené à un tel choix.

Les représentants de l'EID précisent que la question de la gestion de l'eau est aussi importante en zones démoustiquées. En effet lorsque la gestion de l'eau est contrôlée et les niveaux d'eau connus, les techniques de lutttes anti-larvaires sont plus efficaces et mieux ciblées.

Réduire la nuisance moustique : qui doit consentir à quels efforts ?

Le représentant du PNRG soulève la question de l'effort d'investissement privé de lutte contre la nuisance. Rappelant le coût élevé de la démoustication, il s'interroge sur la pertinence d'une prise en charge par la seule puissance publique. Il suggère une réflexion sur l'incitation à l'équipement des particuliers, notamment en moustiquaires et pièges à CO2. L'animatrice rappelle le prix d'achat élevé des pièges à CO2. Un autre participant suggère que le budget aujourd'hui alloué à la démoustication soit utilisé pour aider les Camarguais à investir dans de tels équipements.

² En toute fin de débat seulement, l'un des participants fera remarquer que les larves d'arabis s'enterrent dans le sol quand le terrain est en eau, puis éclosent lors de l'à sec, tout particulièrement au mois de juin. Cette information mentionnée au moment de la clôture tardive de la réunion n'a pas donné lieu à réaction de la part des participants, ces derniers souhaitant se retirer.

Concernant le coût de la démoustication expérimentale, l'un des gestionnaires d'espace naturel dénonce le caractère injuste de la situation actuelle : des traitements financés par tous les contribuables de Camargue qui ne bénéficient qu'à certains habitants.

En revanche, aucun participant ne propose de démarche incitative ou coercitive concernant la gestion de l'eau. L'idée que les moustiques font partis de la Camargue et qu'ils contribuent à faire que ce territoire « se mérite » fait que la recherche d'une baisse de la nuisance, même de façon mécanique par la gestion de l'eau et sans recours à des traitements biocides, n'est pas considérée comme un objectif pertinent par la majorité des participants à cette réunion.

Un argument toutefois est soulevé en faveur de la prise en charge publique de la démoustication, il s'agit de la capacité de ces politiques à limiter les pratiques dites de « démoustication sauvage ». Plusieurs participants témoignent de telles pratiques, notamment du recours au « D6 », en vente libre, qui serait utilisé par des particuliers et des professionnels du tourisme pour effectuer des démoustications adulticides sur leurs propriétés. Il est souligné que ces usages du D6 pour des démoustications privées sont réalisés sans maîtrise des dosages. Il s'agit là d'un consentement de particuliers à prendre en charge leur protection contre les moustiques, toutefois les méthodes utilisées vont à l'encontre de la protection des milieux.

Conclusion du volet sociologique

A l'issue de cette sixième année de suivi sociologique de la démoustication expérimentale de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône, articulant trois outils d'observation complémentaires (le questionnaire, le test de piège à CO2 accompagné d'entretiens et le forum de débat), se dégagent les éléments suivants :

Les crispations idéologiques et politiques relatives à la (non) démoustication de la Camargue perdurent et tendent en première réaction à se renforcer. A ce titre, le questionnaire révèle une adhésion accrue à la démoustication et à son élargissement. La longévité de cette démoustication « expérimentale » tend à conforter les habitants dans leurs revendications, raisonnant, notamment lors des entretiens, selon une logique d'avant et d'après l'initiation des traitements BTI et formulant des contestations marquées à l'encontre des expertises naturalistes. Lors des entretiens, la figure presque classique en Camargue du naturaliste supplicié (jeté nu dans les marais en pâture aux moustiques) a été de nouveau convoquée, lors d'envolées pagnolesques et de mises au défi viriles. Réciproquement, les opposants à la démoustication dénoncent avec virulence et parfois aussi mépris les défenseurs de la démoustication. L'argument de ne pas pouvoir prendre l'apéritif le soir sur la terrasse est tourné en dérision, opposé à l'idée que la Camargue se mérite.

Toutefois, de telles crispations idéologiques, une fois exprimées, peuvent céder la place à des postures plus nuancées. Ainsi, lors des entretiens et même parmi les interlocuteurs les plus virulents, l'idée d'une mise en question des traitements au BTI n'est finalement pas rejetée en bloc. Elle l'est d'autant moins que cette première expérience de test des pièges à CO2 a permis d'ouvrir des échanges et des discussions vers la recherche d'alternatives concrètes. Cette ouverture conforte le processus maintes fois analysé selon lequel les demandes de démoustication, tout particulièrement à Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône sont des revendications de reconnaissance sociale. Ainsi, les habitants revendiquent une prise en compte de leur qualité de vie, incluant une recherche de baisse de la nuisance moustique. En réclamant la poursuite et l'élargissement des campagnes de démoustication au BTI, ces derniers convoquent ce qu'ils connaissent. Mais comme le révèle tout particulièrement les entretiens semi-directifs, les habitants sont prêts à accueillir d'autres solutions techniques dès lors qu'elles répondent à leur recherche de baisse de la nuisance. Ils mettent en outre leurs espoirs dans la recherche scientifique et l'innovation technique qu'ils convoquent pour trouver une solution permettant de réduire la nuisance sans porter atteinte à la nature et la santé humaine.

Dans ce contexte, la question de la responsabilité en termes de protection, de prévention, mais aussi de production de la nuisance connaît un traitement en évolution. L'enquête par questionnaires révèle en premier lieu que les habitants associent un peu plus qu'auparavant la variation des niveaux de nuisance à leurs propres pratiques individuelles de protection et d'exposition. Les entretiens auprès des volontaires ayant testé les pièges à CO2 permettent de saisir les logiques et argumentaires sous-jacents à cette question de responsabilité. Ainsi, plusieurs interlocuteurs expriment clairement l'idée selon laquelle ils s'équiperaient davantage en dispositifs de protection, notamment en piège en CO2, si la démoustication au BTI venait à cesser. Ces derniers sont bien ou très bien dotés en capital économique. D'autres en revanche soulignent la barrière financière que constitue le prix d'achat d'un tel équipement, tout en se disant prêts à s'en équiper si le prix venait à baisser significativement. D'autres enfin, peu convaincus de l'efficacité des pièges à CO2, ne se disent pas moins prêts à essayer d'autres dispositifs.

La question de la responsabilité et de la répartition de l'effort consenti soulève deux autres dimensions qui ont été abordées lors des entretiens par quelques habitants et lors du forum de débat. Il s'agit du recours à la « démoustication sauvage » et du rôle de la gestion de l'eau. Concernant les pratiques de démoustication sauvage (notamment par épandage sur terrains privés de D6), les défenseurs et les opposants à la démoustication s'accordent pour souligner qu'une prise en charge publique et professionnelle de la démoustication par épandage contrôlé de biocides contribuerait à une limitation des épandages de substances phytosanitaires réalisés par des utilisateurs non aguerris.

Concernant la gestion de l'eau, les habitants interviewés soulignent de façon récurrente le rôle des canaux et des roubines dans la production de moustiques. L'un d'eux dénonce explicitement la situation camarguaise qu'il juge contradictoire, mettant en regard l'investissement public dans la démoustication dont l'efficacité est réduite par les pratiques de mise en eau de terrains privés, notamment des marais de chasse. Lors du forum, les participants ont discuté de la nécessité de mettre en eau les espaces dont ils ont la gestion. Les gestionnaires d'espace naturel sont partagés entre un respect d'un milieu méditerranéen caractérisé par de longues périodes d'à sec d'une part et d'autre part une recherche de biodiversité et de sa mise en scène pour le tourisme qui implique davantage de mises en eau. Les chasseurs pour leur part confirment l'idée que le bon déroulement de leur activité est inféodé à des mises en eaux régulières. Ces enjeux naturalistes et cynégétiques tendent de ce fait à limiter les efforts consentis de ces acteurs de la gestion de l'eau dans la recherche de réduction de la nuisance moustique. Des solutions techniques de réduction des variations des niveaux d'eau favorisant plus encore la production de moustiques sont avancées, notamment le recours à la sur-verse. Toutefois, ces efforts sont d'autant moins consentis par les gestionnaires de l'eau présents lors du forum qu'ils partagent les mêmes revendications culturelles les amenant à considérer que les moustiques font partis de la Camargue et que tout habitant ou promeneur devrait s'en accommoder. Ainsi, l'opportunité de réduire la nuisance moustique en modifiant les pratiques de gestion de l'eau en Camargue se heurte à des contraintes techniques, des objectifs non concordants et des oppositions idéologiques très ancrées.

Avis scientifique issu du suivi sociologique

Au terme de six ans de démoustication de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône, est-il encore pertinent de qualifier ces traitements d'expérimentaux ? Les habitants de ces localités s'y habituent et résistent à l'idée d'y mettre un terme, revendiquant aussi peu ou prou son extension à d'autres zones de Camargue, dans un contexte de crispations idéologiques. Toutefois, cette sixième année de suivi sociologique révèle que le recours à des dispositifs alternatifs concrets permet de dépasser ces crispations idéologiques.

Ainsi, l'issue de ce dossier « pour ou contre la démoustication de tout ou partie de la Camargue » passe par un dépassement des crispations idéologiques. En premier lieu, la question de départ est à reformuler. Il ne s'agit plus de savoir s'il faut ou non démoustiquer la Camargue, question qui traîne un cortège de présupposés idéologiques et de rapports de force qui sclérosent les débats depuis plusieurs décennies. La question est en effet davantage celle de la *reconnaissance sociale*. Comme le souligne Axel Honneth (2004), « *la disparition de ces relations de reconnaissance débouche sur des expériences de mépris et d'humiliation qui ne peuvent être sans conséquences pour la formation de l'identité de l'individu* ». La question devient dès lors la suivante : *comment instaurer des rapports de reconnaissance réciproque entre les protagonistes du débat camarguais relatif à la démoustication ?*

S'il est illusoire et déontologiquement contestable de tenter sur le court terme de modifier les postures idéologiques particulièrement ancrées et exacerbées des protagonistes, en revanche, la recherche d'alternatives pragmatiques mobilisant la participation des acteurs locaux et des habitants est une voie qu'il convient de développer et de poursuivre.

De ce fait, il est nécessaire de passer d'une posture d'observation scientifique à une démarche d'innovations sociotechniques pragmatiques. Il s'agit dès lors de passer de l'analyse scientifique académique à l'ingénierie professionnelle. **Concrètement, nous suggérons de remplacer l'ensemble du suivi scientifique de la démoustication expérimentale par des politiques d'aide à la lutte individuelle contre la nuisance financées par les collectivités territoriales et coordonnées par le Parc Naturel Régional de Camargue.**

Plusieurs pistes concrètes se dégagent en effet de ce sixième suivi sociologique :

- **L'accompagnement financier et technique à l'équipement des particuliers et des professionnels en dispositifs de protection contre la nuisance, visant prioritairement les zones non démoustiquées :**
 - **Moustiquaires de terrasses**
 - **Pièges à CO2**
 - **Autres, à explorer**

- **La mise en place de campagnes d'information concernant la lutte mécanique contre les gîtes larvaires domestiques, s'adressant aux :**
 - **Habitants**
 - **Professionnels du tourisme**
 - **Professionnels du bâtiment et du jardinage**

- **La mise en place d'ateliers de terrain présentant aux gestionnaires de l'eau différents dispositifs permettant de réduire la production de moustiques sur leur territoire (notamment par le recours à la sur-verse) accompagnée d'un travail de sensibilisation.**

Références

- Blanc M. 1988. « Concertation, sociologie urbaine, citoyenneté », *Les annales de la recherche urbaine* N° 38, Juin-Juillet, pp 104-111.
- Blatrix C., (2000), *La « démocratie participative » de Mai 68 aux mobilisations anti-TGV.processus de consolidation d'institutions sociales émergentes*, thèse pour l'obtention du Doctorat en Science Politique soutenue à Université Paris I, Janvier.
- Claeys C. 2010, « Les « bonnes » et les « mauvaises » proliférantes : Controverses camarguaises », *in Etudes rurales*, N°185, Juin-Juillet.
- Claeys C. et Mieulet E. 2012, "When Tropical Diseases Reach the Wealthy West: The spread of Asian tiger mosquitoes in the south of France and the related risk of arboviruses outbreak", *Health, Risk, Society*, *Accepté avril 2012, avec modifications mineures.*
- Claeys C., Mieulet E., 2011, « *Discours et pratiques des habitants du littoral méditerranéen relatifs aux moustiques et à la démoustication : Approche qualitative* », Rapport de recherche, E.I.D.-Méditerranée, Responsable scientifique : Claeys C.
- Claeys-Mekdade C. 2003. *Le lien politique à l'épreuve de l'environnement. Expériences camarguaises*, Peter Lang, P.I.E., Bruxelles, 240p.
- Claeys-Mekdade C. et Nicolas L. 2009. « Le moustique fauteur de troubles », *Ethnologie Française*. XXXIX, 1-janvier, pp. 109-116.
- Claeys-Mekdade C. et Sérandour J. 2009. « Ce que le moustique nous apprend sur le dualisme anthropocentrisme/biocentrisme : perspective interdisciplinaire sociologie/biologie », *NSS*, 17, 136-144, pp. 136-144.
- Honneth A. 2004. La théorie de la reconnaissance : une esquisse, *Revue du Mauss*, 1-23, pp. 133-136.
- Huneau V. 2008. « Etude socio-environnementale de la présence des moustiques dans l'Est du Golfe du Morbihan (56, France) », *in Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France*, Vol. 30, N°4, p. 215.
- Mauz I. 2005. *Gens, cornes et crocs*, Versailles, INRA éditions, 256 p.
- Strivay L. et Mougenot C. 2010. « Ces animaux qui déménagent », *Communication orale au colloque « Vivre ensemble, question de diplomatie »*, Cemagref, Grenoble, 29 janvier.

8. Suivi sur la persistance du *Bti* dans le milieu

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 d'une toxicité aigüe des spores de *Bti* 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 « Devenir et Impact du Bactério-insecticide *Bti* sur les écosystèmes » coordonné par Laurence Després de l'Université J. Fourier à Grenoble et auquel participe 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. Un article récemment publié sur la base de ces travaux démontre que la présence de litière entraîne une persistance différentielle des 4 toxines du *Bti*, augmentant potentiellement les risques de résistance, alors qu'un phénomène de recyclage permet la multiplication des bactéries avec la production de nouvelles spores et toxines (Tétreau *et al.* 2012). Ces résultats sont en cohérence avec une autre étude récente suggérant que le *Bti* peut persister sous de faibles concentrations plus de 20 ans après son épandage dans une zone humide en Suisse (Guidi *et al.* 2011). **L'objectif de ce suivi est de mettre à profit des techniques nouvellement développées pour estimer la densité de spores de *Bti* dans les sansouires, scirpaies et roselières traitées** par épandage aérien au domaine de la Palissade et au They de Roustan.

Sites d'étude (Fig. 25)

- **Sites traités: Palissade et They Roustan (roselière, scirpaie, sansouire)**
- **Sites témoins: Tour du Valat (roselière, sansouire)**

Tous ces sites sont également concernés par les suivis 1, 2, 3 et 5.

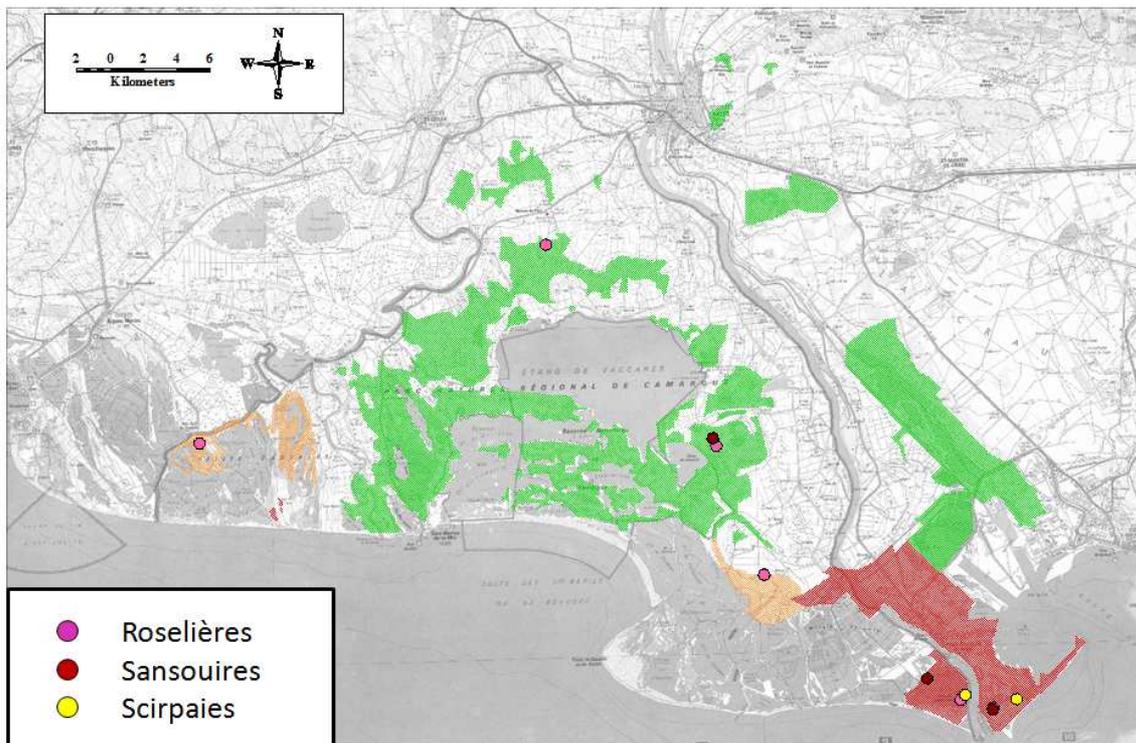


Fig. 25. Localisation des sites de prélèvements de sol par rapport aux biotopes larvaires potentiels jamais traités (vert), non traités en 2012 (orange) et traités au *Bti* (rouge).

Méthodologie

Trois échantillons de substrat superficiel (sol ou litière) distants de 10 m environ ont été prélevés à la pelle dans une zone dégagée afin que la végétation ne fasse pas écran au dépôt de *Bti* sur le sol. Ces échantillons furent ensuite **séchés à 50°C** sur papier absorbant, en évitant les risques de contamination entre échantillons, puis congelés avant envoi groupé à Grenoble. Les analyses réalisées sous la supervision de Laurence Després à l'Université Joseph Fourier, consistent à **broyer les échantillons, étaler et compter les spores sur boîte de pétri par analyse microbiologique**. Il est prévu à moyen terme d'extraire les toxines et leur dosage par procédé ELISA.

Les **échantillons devaient idéalement être prélevés avant le premier traitement, 24-48h après le premier traitement, 24-48h après le dernier traitement, puis 1 mois, 3 mois et 6 mois après le dernier traitement**, ou jusqu'à ce que le site soit traité à nouveau. La notification de l'obtention du marché n'ayant eu lieu qu'à la fin avril, **les premiers échantillons, prélevés début mai, correspondent au deuxième traitement** réalisé par l'EID en 2012. Le détail du calendrier de prélèvement des échantillons est indiqué au Tableau 12 pour chacun des sites. Les directives initiales préconisant un séchage des échantillons à l'air ambiant ont engendré des problèmes de moisissure. **Un deuxième prélèvement a donc été réalisé après le 3^e traitement** au cas où les premiers échantillons prélevés ne seraient pas exploitables, ce qui ne fut pas le cas. **Des échantillons ont également été prélevés dans les roselières non traitées en 2012 en fin d'année.**

Tableau 12. Dates de collecte des trois échantillons de sol ou litière par site. Les échantillons indiqués en orange ont été analysés au laboratoire de Grenoble, ceux en bleu sont actuellement entreposés à la Tour du Valat pour un envoi à Grenoble en avril 2013.

Lieu	Milieu	échantillons du 1er traitement 2012 (problème de séchage)		échantillons du 2e traitement 2012		échantillon dernier traitement 2012	échantillon témoin été 2012	échantillon témoin automne 2012	1 mois après dernier traitement	3 mois après dernier traitement	6 mois après dernier traitement
		date avant	date après	date avant	date après	date après	-	-	-	-	-
They Roustan	Roselière	1-mai	3-mai	24-mai	25-mai	5-oct.	-	-	31-oct.	11-janv.	19-mars
They Roustan	Scirpaie	1-mai	3-mai	-	-	28-sept.	-	-	31-oct.	11-janv.	19-mars
They Roustan	Sansouire	1-mai	3-mai	24-mai	25-mai	5-oct.	-	-	31-oct.	11-janv.	19-mars
Palissade	Roselière	6-avr.	10-avr.	23-mai	25-mai	2-oct.	-	-	6-nov.	4-janv.	19-mars
Palissade	Sansouire	6-avr.	10-avr.	23-mai	25-mai	3-oct.	-	-	6-nov.	4-janv.	19-mars
Palissade	Scirpaie	-	-	23-mai	25-mai	26-sept.	-	-	6-nov.	4-janv.	19-mars
TDV	Roselière	-	-	-	-	-	10-août	25-oct.	-	-	-
TDV	Sansouire	-	-	-	-	-	1-août	25-oct.	-	-	-
Mourgues	Roselière	-	-	-	-	-	-	12-déc.	-	-	-
Bélugue	Roselière	-	-	-	-	-	-	12-déc.	-	-	-
Rousty	Roselière	-	-	-	-	-	-	14-déc.	-	-	-

Résultats

Les densités moyennes de spores de *Bti* par gramme de sol ou litière varient selon les sites traités et les types d'habitats (Tableau 13). La densité de *Bti* à la roselière de la Tour du Valat (Baisse Salée) est relativement élevée pour un site témoin. Cette concentration peut être naturelle ou découler d'un traitement sur les sites de Bélugue et Tourvieille le 9 novembre 2011, faisant suite à des fortes précipitations qui s'étaient traduites par une remontée des niveaux d'eau de 124 cm dans la roselière entre le 2 et le 17 novembre par débordement du canal du Japon.

Tableau 13. Densités moyennes de spores de *Bti* par gramme de sol ou litière pour chacun des trois sites et habitats.

	Sites témoins	Sites traités	
	Tour du Valat	Palissade	They Roustan
Sansouires	13	1975	2023
Scirpaies		9625	468
Roselières	2067	4527	129068

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. Une analyse de variance à facteurs imbriqués (Fig. 26), réalisée sur les données normalisées révèle **un impact significatif des traitements sur la densité de spores de *Bti*** ($F_{241,1} = 5.2, P = 0.019$). La présence de traitements contribue à 12% de la variance expliquée au sein de l'échantillon, alors que le nombre de traitements (17%) et le type d'habitat (60%) sont les deux facteurs ayant le plus d'impact sur la densité des spores. Il est à noter également qu'il y a très peu de différences entre les trois échantillons prélevés à un même site (intra-site), de même qu'entre les trois sous-échantillons de chaque échantillon (intra-échantillon) créés pour mener les analyses microbiologiques, suggérant que le protocole d'échantillonnage est robuste (Fig. 26).

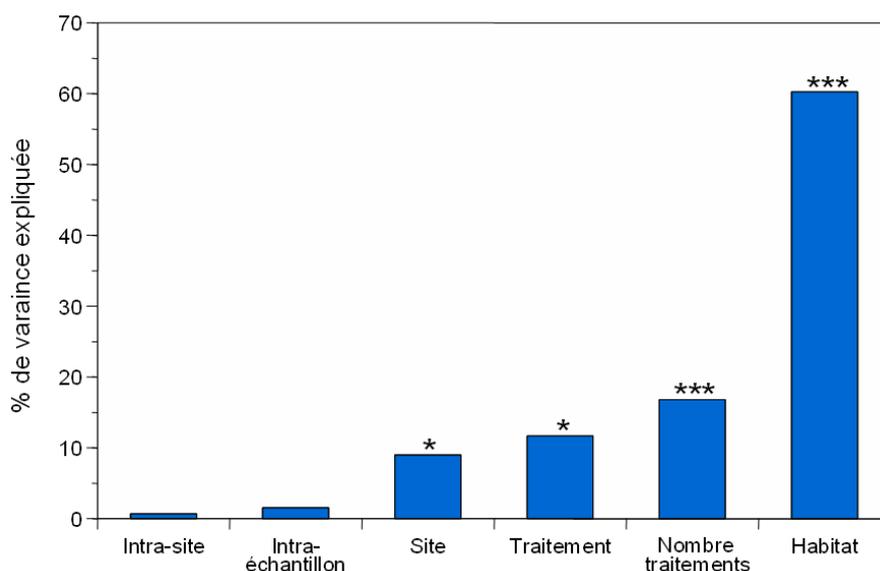


Fig.26. Effet des variables intra-site, intra-échantillon, site, habitat, présence et nombre de traitements au *Bti* sur la densité des spores selon une ANOVA à facteurs imbriqués.

Le nombre de traitements entraîne une augmentation significative de la densité des spores de *Bti* ($F_{183,1} = 23.9$, $P = 0.000002$), contribuant à 59% de la variance expliquée, contre 35% pour l'effet habitat. La figure 27 suggère, par ailleurs, qu'il n'y a **pas de diminution dans la quantité de spores de *Bti* entre deux traitements**. Il est à noter également que l'accroissement dans la densité des spores de *Bti* après traitements successifs est exponentielle et non linéaire, étant donné que l'axe des ordonnées suit une échelle logarithmique (les valeurs indiquées sur l'ordonnée (axe des y) ont été retransformées après analyse, pour afficher les valeurs réelles plutôt que celles normalisées).

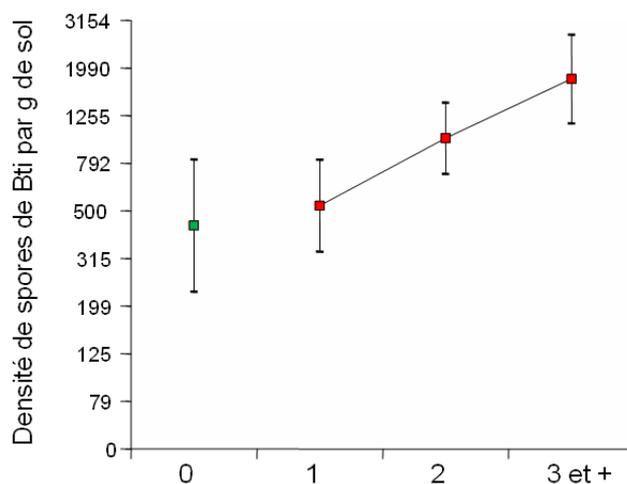


Fig.27. Effet du nombre de traitements sur la densité de spores de *Bti* dans les sites traités selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées. La densité après le premier traitement correspond en fait à celle relevée juste avant le second traitement en 2012.

L'effet habitat sur la densité de spores de *Bti* dans les sites traités est très significatif ($F_{199,1} = 23.9$, $P < 0.0000001$), contribuant à 56% de la variance expliquée au sein de l'échantillon, contre 35% pour l'effet site (Fig. 28). Un test post-hoc de Scheffé révèle que **la densité des spores de *Bti* est significativement supérieure ($P < 0.000001$) dans les roselières par rapport aux scirpaies et aux sansouires**, alors qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux derniers habitats.

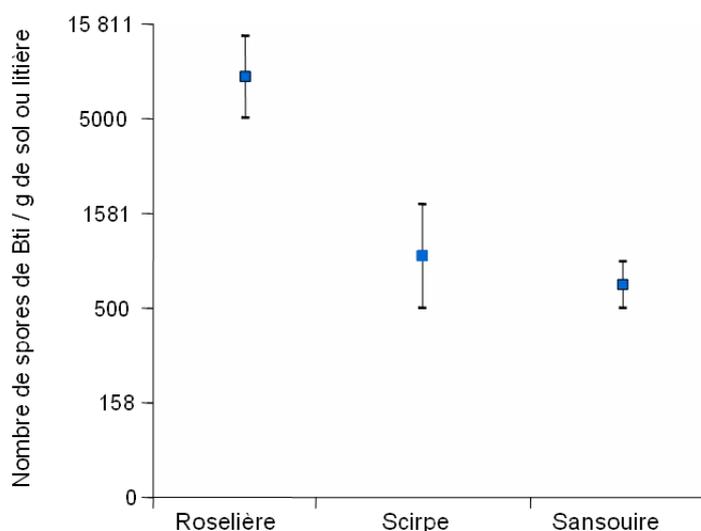


Fig.28. Effet de l'habitat sur la densité de spores de *Bti* dans les sites traités en 2012 selon une analyse de variance à facteurs imbriqués sur les données normalisées.

Discussion

Selon une étude récente (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 procurent la première évidence d'une forte densité de spores de *Bti* associée à la présence de matière organique dans les milieux naturels (roselières),** relation qui n'avait été jusqu'à maintenant démontrée qu'en mésocosmes. **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 et particulièrement abondants dans les roselières de Camargue** (cf volet chironomes). Les quelques données disponibles issues des sansouires, des scirpaies et des roselières traitées, suggèrent que la rémanence du *Bti* est proportionnelle à la durée d'inondation et à la production primaire des milieux. L'analyse des échantillons prélevés en 2012-2013 mais non encore traités et la poursuite de ce suivi en 2013 permettront de quantifier plus précisément la densité et la persistance des spores de *Bti* sous différentes conditions environnementales.

Perspectives

Les concentrations très élevées de spores de *Bti* dans la roselière du They de Roustan, en particulier, ont nécessité de multiples dilutions ne permettant pas de traiter tous les échantillons récoltés. Les échantillons récoltés mais non analysés le seront dans le cadre des suivis 2013. A cet effet, il est prévu d'incorporer au dispositif de suivi le Clos d'Armand du domaine de la Palissade, traité à partir du sol où de fortes mortalités de chironomes ont été observées en 2012, de même que les roselières concernées par les suivis sur les chironomes, les odonates et les invertébrés paludicoles, incluant des sites non traités en 2012 et 2013. Ceci semble justifié au regard de la forte concentration du *Bti* dans cet habitat et de la littérature récente rapportant une persistance sur de nombreuses années. Un échantillonnage sera également réalisé dans une scirpaie témoin pour comparaison avec les deux scirpaies traitées échantillonnées en 2012. L'analyse des données récoltées en 2012 ayant démontré très clairement l'effet des traitements sur la densité des spores de *Bti*, il n'apparaît pas utile de reconduire l'expérimentation immédiatement avant et après traitement.

Références

- Dupont C & Boisvert J. 1985. Persistence of *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis* toxic activity in the environment and interaction with natural substrates. *Water, Air & Soil Pollution* 29, 425-438.
- Guidi V, Patocchi N, Lüthy P & Tonolla M. 2011. Distribution of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* in soil of a Swiss wetland reserve after 22 years of mosquito control. *Applied and Environmental Microbiology* 77: 3663–3668.
- 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* 3(10): e3432. doi:10.1371/journal.pone.0003432.

Compte-rendu de la Commission Protection Nature, Etudes et Recherche

Réunion tenue le 18 juillet 2012 au PNRC

Présents : Jean Jalbert, Roger de Murcia, Jean-Christophe Briffaud, Jean-Pierre Sabatier, André Arzac, Joseph Roche, Claire Tétrel, Pierre DeFos du Rau, Nicolas Croce, Brigitte Poulin, Gaël Hemery, Didier Olivry.

Brigitte Poulin présente les différents volets du suivi scientifique annuel mené en parallèle aux opérations de démoustication au Bti sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue en 2012 et leur état d'avancement. Cette présentation donne lieu à une série de questions puis à une discussion menant à certains constats et diverses recommandations qui sont énumérés ci-dessous.

Indépendamment de la campagne de suivis en cours, il est recommandé :

- De mettre en œuvre des actions de sensibilisation permettant de réduire la production de moustiques découlant de la gestion anthropique (comme prévu dans la charte du PNRC), en impliquant notamment –au-delà de la Commission « Protection de la nature, études et recherches » - la Commission « gestion de l'eau, chasse et pêche », ainsi que la Commission « Agriculture » du PNRC (et idéalement l'EID).

Concernant la campagne actuellement en cours, ont été évoqués :

- La difficile collaboration avec l'EID et les gestionnaires d'espaces protégés traités quant aux modes opératoires de l'EID sur ces sites. La relation avec l'EID suscite aussi des inquiétudes quant au transfert complet des données de traitements (aériens et au sol sur SIG) nécessaires à l'interprétation des résultats, sachant que les informations sur les traitements à partir du sol, jamais transmises, ne doivent pas être négligées puisqu'elles représentaient 30% des superficies traitées en Camargue en 2012. A également été soulevée l'absence de justification de l'EID quant au rayon de traitement nécessaire pour réduire la nuisance sur Salin-de-Giraud et Port Saint-Louis. Il s'avère cependant que les capacités de déplacement des moustiques sont principalement tributaires du vent, ce qui rend cette estimation difficile (voir résumé d'une étude réalisée en Croatie en pj). L'absence d'un dispositif d'évaluation sur l'efficacité de l'action de l'EID a été soulignée, mais celle-ci doit relever d'une demande du commanditaire/financeur de la démoustication et non du PNRC.

Concernant une éventuelle reconduction des suivis pour 2013, il est proposé :

- De prévoir un temps de débat pour ré-évaluer les suivis devant être mis en œuvre en priorité en 2013 en concertation avec le CS du PNRC et de la présente Commission lors de la présentation du rapport intermédiaire. Ce débat devra aboutir à des recommandations qui seront intégrées à l'appel d'offre de l'année suivante, le cas échéant. La configuration actuelle obligeant plusieurs suivis avec une enveloppe réduite par rapport à 2011 n'est pas considérée optimale puisqu'elle oblige la limitation de l'effort d'échantillonnage à un niveau potentiellement insuffisant pour certains compartiments (ex : chironomes, chiroptères). Dans l'hypothèse d'une enveloppe budgétaire fixe, la robustesse des analyses et donc la fiabilité des résultats doit toujours être privilégiée au nombre de compartiments suivis.
- De lancer l'AO plus tôt afin de permettre de couvrir toute la période d'échantillonnage, incluant le début des traitements qui ont typiquement lieu en avril.
- De s'assurer que le calendrier de rendu des suivis permette d'alimenter utilement les réflexions assez en amont des réunions du CODERST et de l'arrêté préfectoral concernant les modalités de démoustication de l'année suivante.
- D'élargir l'étude sociologique sur la demande sociétale de la démoustication aux touristes et aux structures d'accueil du tourisme (office du tourisme, hôtels, etc.) qui sont typiquement inférés comme les demandeurs de la démoustication sans être consultés.

Synthèse

Le suivi scientifique objet du présent rapport a principalement pour but de **quantifier les effets de la démoustication au Bti sur les populations animales non cibles** potentiellement impactées par les opérations de démoustication réalisées sur les secteurs de Salin-de-Giraud et Port Saint-Louis du Rhône en Camargue. Les groupes d'espèces considérés sont les **chironomes, les odonates, les invertébrés paludicoles, les hirondelles de fenêtres, les chiroptères, les oiseaux d'eau et les passereaux**. A l'exception du premier groupe qui est potentiellement affecté directement par le *Bti*, les effets attendus résultent d'un impact indirect à travers le réseau trophique (chaîne alimentaire). Ces suivis s'appuient systématiquement sur la **comparaison de sites traités** (Domaine de la Palissade, They de Roustan) **et témoins** (Tour du Valat, Marais du Vigueirat, Réserve Naturelle Nationale de Camargue, Marais de Rousty) avec un **effort d'échantillonnage** conséquent en termes de taille d'échantillon et de nombre de répliquas, afin d'assurer la **puissance des tests statistiques**.

Capitalisant sur la poursuite des suivis entrepris lors de la précédente campagne d'échantillonnage, **ces études ont permis de démontrer:**

- Une **baisse significative des chironomes adultes dans les sansouires et les roselières traitées**, parallèlement à une diminution observée chez de nombreux groupes échantillonnés à l'aide de cuvettes jaunes.
- Une **baisse significative et croissante dans la richesse** (nombre d'espèces) **et l'abondance des odonates** (libellules) sur les sites traités.
- La **persistance d'un impact sur les invertébrés paludicoles** dans les roselières où la démoustication fut interrompue en 2012.
- L'**absence d'impact d'un piège à CO2 ('mosquito magnet')** sur une **colonie d'hirondelles des fenêtres** par examen du régime alimentaire des poussins.
- La **non accoutumance des oiseaux d'eau aux traitements aériens, après 6 années de démoustication**.
- Un bilan des **contraintes et des coûts associés à la mise en oeuvre de la démoustication sur un espace naturel protégé ouvert au public**.
- Une **diminution significative au Domaine de la Palissade de plusieurs espèces d'oiseaux associées aux milieux traités** (alouette des champs, bergeronnette printanière, foulque macroule, canards colvert et chipeau, grèbes, huïtrier pie) **qui coïncide avec la période de mise en oeuvre des opérations de démoustication** et n'est pas observée sur d'autres espaces naturels de Camargue.

Le **suivi des chiroptères** a consisté en l'installation de 40 nichoirs répartis équitablement sur 2 sites traités et 2 sites témoins en vue du suivi des taux de colonisation et de reproduction par les pipistrelles pour les prochaines années.

Un nouveau volet sur la **persistance du Bti dans l'environnement** a été initié grâce à une collaboration avec l'Université J. Fourier de Grenoble. Les résultats préliminaires révèlent une densité particulièrement élevée de spores de *Bti* dans les roselières.

Les résultats de l'**enquête sociologique 2012** confortent les crispations idéologiques et politiques relatives à la (non) démoustication de la Camargue. Une **majorité des habitants de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône est favorable à la démoustication** et s'oppose farouchement à sa possible mise en cause, sur la base d'arguments naturalistes ou de dépenses publiques. **L'idée d'une mise en question des traitements au BTI n'est cependant pas rejetée en bloc**. Elle l'est d'autant moins que cette première expérience de **test des pièges à CO2** a permis d'ouvrir des échanges et des discussions vers la recherche d'alternatives concrètes. Concernant le **forum débat** sur la gestion de l'eau, **l'opportunité de réduire la nuisance moustique en modifiant les pratiques en Camargue se heurte à des contraintes techniques, des objectifs non concordants et des oppositions idéologiques** très ancrées.

Conclusions

Cette sixième année d'une démoustication 'expérimentale' fut accompagnée de suivis écologiques et sociologiques selon un schéma en grande partie similaire à la précédente campagne (2007-2011), conformément à l'appel à propositions du Parc Naturel Régional de Camargue. Ces suivis, originaux et innovants, car sans précédent pour leur aspect pluridisciplinaire, devraient également évoluer vers un caractère plus adaptatif, tout comme la démoustication, en capitalisant sur les connaissances acquises pour répondre à de nouvelles questions, améliorer les pratiques de gestion ou pour tester de nouvelles modalités de démoustication. Les modes opératoires actuels ont des impacts forts et avérés sur de nombreux compartiments de la faune non cible. Cette formule est-elle la mieux adaptée au territoire Camarguais, refuge de biodiversité constitué encore aujourd'hui de grands espaces naturels ? Les seuls secteurs de Salin-de-Giraud et Port Saint-Louis représentent près de 20 % des superficies traitées cumulées dans tout le Languedoc-Roussillon.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier les gestionnaires et conservateurs des Marais du Vigueirat (Jean-Laurent Lucchesi, Leïla Debieesse) et de la Tour du Valat (Damien Cohez) pour nous avoir permis d'utiliser leurs sites exempts de démoustication comme sites témoins pour de nombreux suivis, avec tout ce que cela peut apporter en terme de nuisance! Ces deux structures, de même que celles gestionnaires de la Réserve Nationale de Camargue (Eric Coulet, Société Nationale pour la Protection de la Nature) et du domaine de la Palissade (Jean-Christophe Briffaud, Syndicat Mixte pour la Gestion du Domaine de la Palissade) ont également mis gracieusement à disposition leurs données de suivis à long terme sur les populations d'oiseaux d'eau et de passereaux nicheurs qui apportent de la profondeur aux analyses présentées dans ce rapport.

Suivi des diptères chironomidés

Merci à Emilien Duborper pour avoir mis en place ce suivi, à Samuel Hilaire pour l'avoir poursuivi, avec notamment la tâche laborieuse de la détermination des insectes capturés, et à Gaëtan Lefebvre pour l'analyse des données.

Suivi des odonates

Merci aux gestionnaires des sites échantillonnés (cités ci-dessus, ainsi que depuis cette année la ville de Port Saint-Louis) et aux personnes ayant fourni une aide précieuse et des conseils utiles: Damien Cohez, Saïd Chenoufi, Sandrine Kirmamarios, Philippe Lambret, Carole Nourry, Rémi Tiné et Gaëtan Lefebvre.

Suivi des disponibilités alimentaires pour les passereaux paludicoles

Merci aux propriétaires/gestionnaires des roselières de nous avoir permis des accès répétés tout au long de l'année y compris sur les sites et pendant les périodes 'sensibles': M. Deville (Mourgues), Nicolas Croce (They de Roustan), Gaël Hemery (Marais de Rousty, Bélugue), Leila Debieesse (Marais du Vigueirat), Damien Cohez (Tour du Valat), Jean-Christophe Briffaud (domaine de la Palissade). Merci à Emilien Duborper pour la collecte des données et à Samuel Hilaire pour avoir pris le relai avec les relevés mensuels de niveaux d'eau, les tris au labo et la mise en forme des données.

Suivi des colonies d'hirondelles

Merci à tout ceux qui accueillent des hirondelles au-dessus de leurs fenêtres pour nous avoir permis l'accès à 'leurs' colonies: Jean Paul Taris (Armellière), M. de la Gamba (Salin-de-Giraud) et en particulier M. Raynaud, propriétaire de l'hôtel Longo Mai (Sambuc), pour s'être plié à tous nos caprices (piège à CO₂, questionnaires, interviews télé)! Merci à Emilien Duborper et Samuel Hilaire pour le comptage des colonies et la gestion du piège à CO₂ et à Gaëtan Lefebvre pour la longue détermination des proies dans les fèces et le traitement statistique des données.

Suivi des Chiroptères

Le Groupe Chiroptères de Provence (GCP) remercie tous ceux qui ont participé à l'étude: Fanny Albalat, Floriane Saumier, Hugo Neeser, Emmanuel Bonnays, Benjamin Vollot, Géraldine Kapfer, Emmanuel Cosson et tous les propriétaires, gestionnaires et conservateurs des milieux naturels qui ont permis et facilité l'installation des nichoirs: Claire Tétré (Domaine de la Palissade), Carole Nourry (ONCFS, They de Roustan), Leila Debiesse et Rémi Tiné (Marais du Vigueirat), Damien Cohez, Nicolas Beck, Brigitte Poulin (Tour du Valat) et la Réserve Nationale de Camargue (SNPN, Salin de Badon). Un grand merci également aux nombreux bénévoles qui nous ont accompagnés sur le terrain.

Suivi des dérangements de la faune sur un site démoustiqué

Nous tenons à remercier Emmanuel Vialet, Vincent Grapin et le reste de l'équipe du SMGDP pour l'aide apportée durant les différents suivis, Julien Deleuze et Anthony Argiller ainsi que les autres agents l'EID pour leur collaboration. Merci également à Gaëtan Lefebvre pour l'analyse des données sur les effectifs d'oiseaux d'eau et de passereaux paludicoles et à Yves Kayser pour son assistance dans l'interprétation des données.

Suivi sociologique

Merci à Aurélie Reine, technicienne en Sciences sociales, à Elise Mieulet, Doctorante en sociologie à l'Université d'Aix-Marseille, à Cyril Geneys et Cécile Lizée pour leur appui dans cette étude, de même qu'à tous les volontaires qui se sont rendus disponibles pour répondre aux questionnaires, participer au forum de débat ou tester les pièges à CO₂ sur leur propriété.

Suivi de la persistance du Bti dans le milieu

Merci à Claire Tétré et Carole Nourry pour avoir veillé à la collecte des échantillons de sol aux périodes préconisées, à Emilie Germain pour avoir géré à merveille le séchage des échantillons et à Samuel Hilaire pour avoir pris le relai de toutes les étapes de ce processus jusqu'aux envois à Grenoble. Merci à Laurence Després de l'Université J Fourier pour avoir accueilli plus d'échantillons que prévus au sein de son labo et à Sophie Perigon et Guillaume Tetreau pour la réalisation des analyses microbiologiques.

Enfin, merci à Régis Vianet, directeur scientifique du Parc Naturel Régional de Camargue, et à son conseil scientifique de nous avoir fait confiance pour la réalisation de ces suivis.