

**Sommaire :**

p.2 : Les 25 ans du Groupe  
« Zones humides » et  
hommage à Luc Hoffmann

# ZONES HUMIDES

## Infos

### Les moustiques en zone humide, un sujet piquant



**Dossier :**

p.4 : Écologie des moustiques

p.6 : Règlementation

p.7 : Risques et perception

p.11 : Lutte anti-moustiques

p.19 : Focus : 40 ans de  
protection des zones  
humides ?

p.26 : Brèves

p.31 : Publications et sondage

p.32 : Agenda

**Publication  
du groupe d'experts  
« Zones humides »**

Participe à la communication de



Édition Société nationale  
de protection de la nature

**Moustiques et zones humides, ce « couple infernal »** est de retour sur le devant de la scène.

Alors qu'en France métropolitaine on pensait que l'affaire était quasiment réglée pour peu que, via des méthodes de plus en plus ciblées et efficaces, on maintienne une lutte « de confort » permettant de limiter la nuisance des piqûres de moustiques sous un seuil tolérable, voilà que les changements globaux viennent rebattre les cartes. Échanges transcontinentaux et changements climatiques se combinent pour permettre à diverses espèces de moustiques – mais également à un certain nombre de virus véhiculés par ces moustiques – de partir à la conquête de nouveaux espaces. Moustique tigre faisant de l'auto-stop pour se répandre via les grands axes de communication et investir les villes jusque-là épargnées. Maladies vectorielles jusqu'à présent confinées dans la zone intertropicale s'implantant durablement en Europe ou aux États-Unis...

Alors que les perceptions et les représentations du public vis-à-vis des zones humides européennes semblent de plus en plus positives, prenant conscience de la multiplicité des services inestimables rendus à la collectivité par ces milieux, l'image de milieux humides malsains et représentant une menace pour l'homme est à nouveau largement véhiculée par les médias. La frontière existant entre les enjeux de santé publique et ceux de la qualité du cadre de vie devient de plus en plus floue, jetant le trouble sur les réponses à apporter.

Dans ce nouveau contexte, quelle posture adopter ? Quelles stratégies développer ? Comment faire la part des choses entre mythes, peurs et réalités ? Comment concilier la lutte contre les moustiques et la préservation des zones humides et de leur biodiversité ?

Autant de questions abordées dans ce numéro de Zones Humides Infos et dont les réponses sont à construire au croisement de diverses disciplines : écologie, santé humaine, biogéographie, sciences humaines et sociales...

Et puisque ces moments où les certitudes s'effritent sont toujours propices à l'innovation, des pistes prometteuses sont évoquées, permettant de diminuer risques et nuisances tout en respectant l'intégrité et la fonctionnalité des zones humides, qui sont les meilleurs remparts contre ces changements indésirables.

Jean Jalbert

Directeur de la Tour du Valat

Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes

**Focus : 40 ans de protection  
des zones humides ?**



## La démoustication vue sous l'angle juridique

Épandage aérien  
d'insecticide.



Photo : EID Rhône-Alpes

L'ordonnance relative à la lutte antipaludique du Comité français de libération d'avril 1944 mise à part, le premier cadre juridique visant à instituer une lutte contre les moustiques date de 1964. Il s'agissait alors de favoriser le développement du tourisme dans la frange littorale du Languedoc-Roussillon. Suite à diverses réformes législatives, le texte de 1964 a vu son principal objectif d'aménagement du territoire élargi à d'autres champs, notamment par la loi sur les libertés et responsabilités locales du 11 août 2004.

### Lutte anti-moustiques

La loi sur la démoustication (L. n° 64-1246, 16 déc. 1964 : JO, 18 déc.) permet au préfet de délimiter par arrêté des zones de lutte contre les moustiques après avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques :

- dans les départements où est constatée l'existence de conditions entraînant le développement de maladies humaines transmises par l'intermédiaire d'insectes (Arr. 29 avr. 1987) ;

- dans les départements où les moustiques constituent une menace pour la santé. Un arrêté interministériel du 26 août 2008 modifié fixe la liste de ces 28 départements.

- dans les départements où les conseils départementaux le demanderaient ;

Dans ces zones, des ententes interdépartementales de démoustication (établissements publics administratifs) sont créées. On en compte trois : Méditerranée (ex-Languedoc-Roussillon), Rhône-Alpes et Atlantique. Sur certains territoires, des syndicats intercommunaux mettent également en œuvre des actions de lutte contre les moustiques. Lorsqu'un arrêté préfectoral existe, le préfet peut imposer aux propriétaires de faire tous travaux tendant à détruire les gîtes à moustique. À défaut et en cas de carence, les agents des ententes peuvent pénétrer dans les propriétés privées, soit pour faire disparaître les gîtes, soit pour procéder à des opérations de prospections et de traitements (D. n° 65-1046, 1<sup>er</sup> déc. 1965 : JO, 4 déc.). Avec les évolutions réglementaires de ces 50 dernières années, les produits utilisés à l'origine – organochlorés (DDT), puis organophosphorés (Téméphos, Féntrothion) –, très dangereux pour les milieux aquatiques et les chaînes alimentaires, ont progressivement été remplacés par des substances moins néfastes, dont l'insecticide Bti (cf. p. 12).

En France, les produits utilisables en démoustication sont soumis à

Photo : J. Gathany/CDC



la réglementation européenne sur les produits biocides (règlement UE n° 334/2014 du 11 mars 2014). Deux grandes catégories de produits peuvent être distinguées suivant le stade de développement de l'insecte : les larvicides dont les

formulations recourent, pour la plupart d'entre eux, à un bactérioinsecticide (*Bacillus thuringiensis israelensis* ou Bti) et les adulticides dont les formulations font appel à des pyréthriinoïdes. Des projets de recherche sont en cours afin de développer une nouvelle stratégie de traitement anti-moustiques : elle repose sur l'utilisation combinée d'insecticides employés réglementairement en lutte anti-vecto-rielle associés à d'autres molécules utilisées en matière de répulsion pour obtenir des synergies d'actions toxiques (Rép. min. n° 84721 : JOAN Q, 25 août 2015, p. 6509).

Les dépenses liées à la lutte anti-moustique constituent toujours des dépenses obligatoires pour les communes (CGCT, art. L. 2321-2, 16°).

### Lutte spécifique contre les virus tropicaux

Un dispositif de lutte a été mis en œuvre pour lutter contre la dissémination du moustique tigre (*Aedes albopictus*) en France métropolitaine, via une note du ministère en charge de la santé du 28 avril 2015. Cet insecte implanté dans l'Hexagone depuis 2004, et désormais présent à la fin de l'année 2015 dans 30 départements (et détecté dans 16 autres, dont Paris), peut transmettre des virus tels ceux de la dengue, du chikungunya ou du Zika.

Par ailleurs, une circulaire interministérielle du 1<sup>er</sup> octobre 2012 rappelle les mesures visant à limiter la circulation du virus du Nil occidental en France métropolitaine. Elle publie en annexe, un guide de procédures de lutte contre la circulation de ce virus.

Olivier Cizel

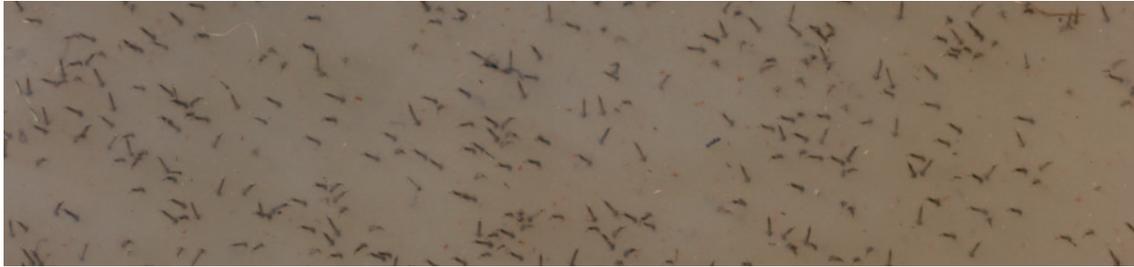
Tous mes remerciements  
à Rémi Foussadier, directeur  
de l'EID Rhône-Alpes, pour la  
relecture de cet article.

Larves de  
moustique tigre  
retrouvées dans de  
l'eau stagnante.

Contact :  
O. Cizel  
Juriste  
Courriel : olivier.  
cizel [at] free.fr

## Moustiques et maladies : histoire ancienne et nouvelles stratégies

Photo : B. Poulin



La présence de moustiques associée aux zones humides explique en grande partie le lien qui perdure dans l'imaginaire collectif entre ces milieux et une idée d'insalubrité. Durant des siècles, les régions caractérisées par la présence de zones humides étaient connues pour les fièvres qu'elles généraient. Ainsi, **les cas de paludisme** (aussi appelé malaria) étaient encore courants en France au XIX<sup>e</sup> siècle notamment en Sologne, en Camargue ou encore en Dombes. Cette maladie était causée par des agents pathogènes du genre *Plasmodium* (dont *P. falciparum* et *P. vivax*) transmis par des moustiques du genre *Anopheles* (qui jouent le rôle de vecteur). Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le paludisme est devenu moins fréquent sur le territoire métropolitain grâce à différents facteurs (dont l'amélioration des conditions de vie et les changements de pratiques agricoles) jusqu'à **sa disparition au début de la Seconde Guerre mondiale**, la dernière épidémie ayant été rapportée en Camargue en 1943.

Depuis cette période, alors que les vecteurs potentiels du paludisme sont toujours présents, les maladies transmises par les moustiques ont un impact beaucoup plus restreint et une distribution plus localisée en France métropolitaine. Durant la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, seule la **fièvre du Nil occidental** a provoqué sporadiquement quelques cas humains et équins dans le

sud-est de la France, en particulier en Camargue. Ce virus n'est pas transmis par les anophèles mais par les moustiques du genre *Culex*, plus abondants dans cette région, qui permettent au virus de circuler entre les oiseaux (son réservoir naturel) et de contaminer de façon sporadique l'homme. Ainsi, les mammifères représentent des hôtes accidentels qui, dans certains cas, peuvent développer des complications neurologiques, parfois fatales, suite à l'infection. Si le nombre de cas a augmenté au cours de la dernière décennie sur le pourtour méditerranéen, **les épidémies restent ponctuelles et limitées en France**. La dernière a été rapportée en 2015 en Camargue et dans ses environs avec 45 cas équins (6 morts) et un cas humain sans gravité.

Cependant, l'arrivée d'*Aedes albopictus*, ou **moustique tigre**, aux débuts des années 2000 dans le sud-est de la métropole et sa progression constante vers le nord ont fait naître de nouvelles craintes sur sa capacité de transmission de nombreux virus, notamment ceux **de la dengue, du chikungunya et du Zika**. Or cette espèce est particulièrement bien adaptée au milieu urbain et **non spécifiquement inféodée aux zones humides**. De plus, ces virus ne circulent pas constamment sur le territoire métropolitain : il faut qu'un individu infecté dans une zone d'endémie\* revenant en métropole se fasse piquer par un moustique tant qu'il est toujours infectieux pour

qu'une transmission locale puisse s'enclencher. À ce jour, **seuls deux foyers de faible ampleur ont été enregistrés**, avec une dizaine de cas de chikungunya à Montpellier en 2014 et une quinzaine de cas de dengue à Nîmes en 2015.

Cet impact limité s'explique par **un système de surveillance qui ne cesse d'évoluer** sur la base d'une collaboration étroite entre les organismes chargés du suivi des cas humains, des populations de moustiques et des cas aviaires et équins dans le cas de la fièvre du Nil occidental. Ainsi, pour éviter la propagation de la dengue et du chikungunya, la confirmation de cas autochtones entraîne une intervention immédiate des services de lutte anti-vectorielle autour du domicile des patients impliqués, visant ainsi à réduire la propagation locale du virus.

L'histoire des maladies transmises par les moustiques en France s'illustre donc par **la réduction drastique de leur impact sanitaire** sans le recours à un assèchement systématique des zones humides ni à une démoustication généralisée. C'est l'utilisation d'une connaissance toujours croissante des systèmes en jeu qui a permis de mettre en place des stratégies de contrôle et de surveillance ciblées et efficaces. Le maintien d'un nombre restreint de cas dépendra de la capacité à adapter ces stratégies à une situation en perpétuelle évolution.

B. Roche et M. Vittecoq

*Larves d'Ochlerotatus vexans. Cette espèce fait partie des nombreux moustiques qui ne sont pas associés à un risque important de transmission de maladie en métropole mais ont un rôle essentiel de proie dans les écosystèmes pour les libellules, les oiseaux, les amphibiens ou encore les chauves-souris.*

\* Endémie : présence habituelle d'une maladie dans une région ou une population déterminée.

Contact :  
Marion Vittecoq  
Chargée de recherche  
Tour du Valat  
Institut de recherche  
pour la conservation  
des zones humides  
méditerranéennes  
Le Sambuc  
13200 Arles  
Tél. : 04 90 97 29 54  
Courriel : vittecoq[at]tourduvalat.org

## La Camargue, les moustiques et les médias

La gestion de l'environnement génère de plus en plus de débats et de négociations entre le corps politique et des groupes d'acteurs économiques, scientifiques ou encore militants. Les débats sont diffusés au public par **les médias, qui influencent en retour le déroulement de la controverse** et les modalités de gestion des interactions entre l'homme et son environnement. La linguistique, et plus spécifiquement **l'analyse du discours**, se révèle être d'une grande utilité pour saisir les mécanismes argumentatifs à la fois politiques et médiatiques. À partir des conflits sociaux provoqués par la présence des moustiques en Camargue, nous mettons en évidence les liens qui existent entre l'argumentation politique et sa diffusion médiatique, en particulier l'influence que peut avoir le média sur la représentation du discours politique.

### Bref rappel du contexte

L'île de la Camargue n'avait jamais été démoustiquée avant 2006, au nom de la protection de la nature et des zones humides qui la composent. Avant la mise en place de la démoustication au Bti en 2006, la présence des moustiques donne lieu à **des débats virulents**, dans lesquels des enjeux à la fois écologiques, sociaux, économiques et sanitaires apparaissent. Ces débats s'intensifient à partir des années 2000 avec l'arrivée du virus du Nil occidental en Camargue en 2000 et 2003, la médiatisation de la crise du chikungunya sur l'île de la Réunion et une prolifération très importante de moustiques en Camargue en 2005. Cette prolifération conduit à une opération de **démoustication expérimentale, dite « de confort »** entre 2006 et 2011 (elle est reconduite depuis, malgré des études scientifiques montrant que le produit utilisé – le Bti – a des impacts significatifs sur l'environnement).

### Les médias : des acteurs du jeu institutionnel et politique

L'analyse du discours politique rapporté dans les articles portant sur la démoustication de la Camargue dans le **journal régional La Provence** met en évidence que le corps politique, majoritairement favorable à la démoustication du territoire, s'empare tour à tour des enjeux économiques, sociaux ou sanitaires pour défendre son point de vue. Néanmoins, entre 2000 et 2006, **l'argument sanitaire devient peu à peu central** dans les débats, notamment en raison du contexte national et international. Bien que le moustique ne représente pas un danger pour l'homme en Camargue, les personnalités politiques impliquées dans les débats utilisent cet argument. Les expressions *tôt ou tard, un jour ou l'autre, épée de Damoclès...* employées par les politiques forment un flou spatial et temporel. **L'atmosphère d'insécurité** qui s'en dégage conduit le lectorat à privilégier la démoustication.

À la fois maire d'Arles depuis 2002 et président du Parc naturel régional de Camargue de 2005 à 2014, Hervé Schiavetti occupe une place centrale dans le débat. Il est donc régulièrement médiatisé par la presse régionale. Il souhaite la mise en place d'une opération de démoustication. Son argumentation est intimement liée à la formation de son *ethos* – c'est-à-dire de l'identité qu'il laisse paraître à son auditoire. L'alternance entre des formes personnelles (*je, nous*) et impersonnelles (*c'est, on, etc.*), ainsi que la nature à la fois politique et sociale de ses interventions lui donnent l'image d'un chef politique conciliateur, à l'écoute de la population. Cet *ethos* est **appuyé par le journal** : par le simple fait de **choisir le discours politique** qui sera rapporté dans les

articles, le média a une influence déterminante sur la représentation des acteurs politiques. Cette influence s'opère également à travers les mots employés par les journalistes. Ici, les verbes introducteurs de discours rapporté **contribuent à accorder une légitimité** à l'homme politique et à la position qu'il défend : la démoustication.

La diffusion médiatique des débats et des interventions politiques dans le contexte des conflits homme-faune sauvage rend compte du rôle de la presse écrite dans une argumentation spécifique et dans le jeu institutionnel qui se noue lors de telles controverses.

M. Chandelier et R. Mathevet

### Argument pragmatique par les conséquences négatives

*La Provence*, jeudi 9 juin 2005.

#### Les moustiques chez le ministre

Si elle n'a pas les moyens de payer la démoustication en Camargue, la ville d'Arles reste préoccupée par le sujet. « Il y a des problèmes de santé publique qui, tôt ou tard peuvent avoir des conséquences graves. Je sais que la vigilance existe et qu'elle est conduite déjà par les acteurs de santé, mais nous devons aller plus loin » dit le maire d'Arles. Du coup, il va plus loin... jusqu'à Paris en l'occurrence, où il doit rencontrer la semaine prochaine, la nouvelle ministre de l'écologie et du développement durable, Nelly Olin. Objectif essentiel : lui parler d'abord du problème des moustiques et un peu sans doute, d'un autre sujet urticant, le Parc de Camargue...

#### Analyse associée à l'article :

« La présence de la lexie santé publique, intégrée à une phrase introduite par la forme impersonnelle *il y a*, donne à la question soulevée par le facteur sanitaire un caractère acquis et partagé par tous. L'utilisation de l'expression *tôt ou tard*, à l'instar de l'expression *un jour ou l'autre*, amène le lecteur à envisager l'émergence d'un drame sanitaire. La mise en place d'une atmosphère anxiogène est accentuée par l'utilisation des termes *conséquences graves*. Les modalités d'émergence de ces « conséquences graves » ne sont pas clairement établies. En éludant tout repère temporel précis, l'expression *tôt ou tard* favorise le développement d'une inquiétude chez le lecteur, habitant de la Camargue ».

**Note :** Cet extrait d'analyse est issu d'un travail de master réalisé par M. Chandelier, encadrée par A. Steuckardt et R. Mathevet : *Le discours argumentatif politique et ses modalités de retranscription dans la presse écrite : le cas de la démoustication de la Camargue*. Mémoire soutenu en mai 2014.

Contacts :

Marie Chandelier  
Doctorante en linguistique  
Laboratoire Praxiling et UMR CEFE,  
34090 Montpellier  
Courriel : marie.chandelier[at]cefe.cnrs.fr

Raphaël Mathevet  
Directeur de recherche CNRS,  
UMR CEFE,  
34090 Montpellier  
Courriel : raphael.mathevet[at]cefe.cnrs.fr

## Vivre avec les moustiques en Camargue : un mal pour un bien ?

Terre de marais et d'étangs, le delta de Camargue est prodigue en moustiques. Leur présence lui confère d'ailleurs une de ses principales caractéristiques et le fait n'est pas nouveau : dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, l'archiviste préfectoral du district d'Arles, Pierre Véran, note cette spécificité du territoire dans sa statistique de 1805 :

« Pendant la saison d'été on est en proie la nuit et le jour dans tout le territoire d'Arles à l'avidité d'un insecte qu'on appelle cousin ou mouisale<sup>1</sup>. On est quelquefois si fatigué de sa piqure que le corps ressemble souvent à celui d'un lépreux. [...] Le soir surtout dans les maisons de campagne la lumière appelle les cousins d'un quart de lieue à la ronde, pour s'en garantir on garnit ordinairement les portes et les fenêtres avec des canevas clairs cloués sur des châssis ou cadres mobiles. L'on enveloppe les lits, les tables d'un garniement de ce même canevas qu'on appelle cousinière. Les dames se couvrent le visage d'une voile de gaze blanc ou noir. »

Mais à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la mise en évidence par la médecine pasteurienne du vecteur de maladie que peut représenter le moustique établit **un rapport entre l'homme et l'insecte**. Celui-ci, déjà passablement entaché de répulsion de par la dimension agaçante, piquante et

irritante qu'induit la rencontre entre l'animal et l'homme, bascule dès lors dans **une détestation** qui semble assigner définitivement un statut de nuisible à l'insecte dont on n'aura de cesse de prôner l'éradication. Le développement économique, que ce soit en France ou dans ses colonies, s'accompagne dès lors de politiques de démoustication passant par l'assèchement, le drainage ou, plus tardivement, par le traitement chimique des régions concernées.

La Camargue sera cependant épargnée par ces politiques sanitaires de par son statut de territoire protégé qui s'applique dès 1927, avec la création de la Réserve zoologique et botanique de Camargue. L'adaptation à l'insecte est donc de mise et passe non seulement par un habitat géré en fonction de l'animal, qui oblige à s'équiper de moustiquaires, mais aussi par des habitudes de vie qui prescrivent la sociabilité et la commensalité en intérieur fermé, ou le port de vêtements couvrants et le recours à une gestuelle prompte à chasser l'animal (mais dans d'autres lieux, comme la Sibérie, cette gestuelle devient futile face aux nuées d'insectes). D'aucuns évoquent l'immunité des habitants aux piqures des moustiques, plus prudemment convient-il d'invoquer surtout **une habitude acquise tant physique que culturelle**. Celle-ci ne concerne d'ailleurs pas que les hommes mais également les animaux, notamment les races rustiques équinées et bovines qui concourent à la réputation des lieux.

Mais la rusticité ne convient pas à tous et **la polémique opposant pro et anti moustiques** (globalement les environnementalistes et les traditionalistes versus les tenants d'un développement économique touristique et une partie des habitants) ne cesse de gonfler. En 2005, à l'issue d'une prolifération exceptionnelle de moustiques<sup>2</sup>, la

mise sur agenda de **formes expérimentales de démoustication** est finalement programmée – sous réserve d'un suivi scientifique sur les effets de cette démoustication sur l'équilibre de l'écosystème ainsi que d'un suivi sociologique sur la perception de la régression de la nuisance dans les zones habitées. Placée sous l'égide du Parc naturel régional de Camargue (PNRC), cette expérimentation initiée en 2006 concerne la partie sud du delta et comprend des zones habitées telles que les agglomérations de Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône mais aussi des milieux naturels et des espaces protégés comme le domaine de la Palissade, propriété du Conservatoire du littoral gérée par le PNRC.

Le **suivi sociologique** conduit au constat suivant : en zone démoustiquée, une très grande majorité des habitants interrogés se déclara 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 furent moindres, du fait de revendications environnementales et culturelles plus marquées. Dès lors, la dichotomie « **moustiques des villes, moustiques des champs** »<sup>3</sup> perdura et tendit à se renforcer. Mais ce compromis spatial permettant d'articuler désir de démoustication et souci environnemental restait toutefois un idéal techniquement difficile à concrétiser, du fait de l'extrême mobilité de l'insecte<sup>4</sup>.

Qu'advint-il alors de l'adaptation des populations démoustiquées à l'insecte ? Tombée dans les oubliettes de la mémoire collective ? Une habitante traduit avec une pointe d'inquiétude cette perte d'habitude à l'insecte lorsqu'à nouveau confrontée à lui elle se rendit compte qu'elle ne pouvait plus le supporter et devenait, tel le touriste

**Autre zone humide, autre adaptation : les pantalons des baudets du Poitou de l'île de Ré les protègent des moustiques dans les marais salants.**

Photo : J. Beaumadier CC by-sa 4.0



si souvent moqué, une proie facile de l'insecte local.

**L'arrivée du moustique tigre**, vecteur du chikungunya et de la dengue, fit alors émerger une nouvelle problématique sanitaire. Les spécificités comportementales de cet *Aedes* bousculèrent les anciens modes de gestion collective et individuelle de la nuisance. Un accompagnement de la population vers la découverte de nouveaux dispositifs et l'utilisation effective de pratiques alternatives fut alors engagé avec des pièges à l'efficacité ressentie très inégale. Ces méthodes de lutte

furent plutôt envisagées comme des compléments aux campagnes de démoustication. Un récent dispositif de pièges à moustiques (cf. p. 17) laisse cependant envisager un compromis qui permettrait peut-être de dépasser les crispations idéologiques qui sclérosent le débat depuis des décennies. L'arrivée du moustique tigre et la peur de le voir supplanter l'*Aedes* autochtone a conduit à un changement sensible dans les perceptions locales de l'animal jusqu'à **l'envisager comme une protection face au vecteur potentiel de maladie** que

représente l'*albopictus*. Le moustique camarguais, dès lors qu'il est contenu aux frontières des zones habitées, pourrait alors être considéré comme un mal pour un bien.

L. Nicolas, C. Lizée et C. Geney

**Notes :**

1. Le moustique est alors improprement appelé « cousin » dans le langage commun, l'appellation locale « mouisale » est toujours employée.
2. Les enfants sont privés de récréation et les mères font circuler une pétition pour la démoustication.
3. Cf. C. Claeys-Mekdade et L. Nicolas, 2009. *Le moustique fauteur de troubles, Ethnologie française*. XXXIX, janvier, p. 109-116.
4. Le moustique peut, selon les vents, parcourir plusieurs dizaines de kilomètres.

Contacts :  
Laurence Nicolas  
Ethnologue  
3095, route de  
Boulbon  
13570 Barbenfant  
RESSOURCE (BE)  
Courriel :  
laurence.b.nicolas  
[at] wanadoo.fr

Cécile Lizée et  
Cyril Geney,  
psychosociologues  
9 bis, rue de Provence  
30129 Manduel  
C2psy, (BE)  
Courriel : cecile.lizee  
[at] gmail.com et cyril.  
geneys [at] gmail.com

Contact :  
Jean-Michel Derex  
Docteur en histoire  
7 cours Marigny,  
94300 Vincennes  
Courriel : jeanmichel.  
derex15 [at] gmail.com

Publicité d'un  
laboratoire de  
pharmacie pour  
vanter l'efficacité  
d'un remède « qui  
va permettre  
de combattre  
victorieusement ce  
fléau qui décime  
nos colonies ».  
Source : Carte  
postale, coll.  
Particulière.

Des campagnes  
préventives  
organisées par les  
départements afin  
de circonscrire  
les fièvres.  
Source : Carte du  
service de la santé,  
coll. Particulière.

## Historique de la démoustication



La lutte contre les moustiques date du début du XX<sup>e</sup> siècle. Avant, les médecins et l'ensemble de la société pensaient que les fièvres paludéennes avaient **pour cause l'air malsain des espaces humides**. Cet argument a longtemps permis de justifier les assèchements des marais.

En 1880, le médecin militaire Alphonse Laveran, en poste à Alger, démontra que le paludisme était provoqué par l'hématozoaire, un parasite du sang. Puis, les découvertes de Laveran, Manson (1894), Ross et Grassi (1897) prouvèrent quelques années après que l'hématozoaire était transmis par un vecteur : l'anophèle. **L'action contre les moustiques pouvait alors commencer.**

Après la Première Guerre mondiale, une campagne nationale fut organisée par le sous-secrétariat d'État du service de la Santé préconisant l'utilisation de **moustiquaires**.

Cette campagne était destinée à l'Algérie et aux colonies, mais aussi à la Corse. Parallèlement à cette action, les pouvoirs publics dotèrent la Corse d'une **batterie d'armes chimiques et écologiques** : introduction en 1924 dans les foyers d'anophèles de la gambusie (*Gambusia affinis*), poisson se nourrissant de larves de moustique originaire des États-Unis – qui serait aujourd'hui l'une des espèces les plus invasives au monde –, pulvérisation de pétrole, épandage de vert de Paris (acéto-arsénite de cuivre très toxique). Les actions déterminantes furent réalisées avec l'arrivée des Américains durant la Seconde Guerre mondiale : en 1943, on pratiqua en Corse le *house painting*. Cette action consistait à pulvériser à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitat un mélange de pétrole et de DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane). Ces actions de grande envergure furent mises en œuvre jusqu'en 1954.

La loi du 16 décembre 1964 fut adoptée pour éradiquer les moustiques peuplant les étangs du

Languedoc-Roussillon. Dans les marais continentaux, la démoustication fut aussi conduite. C'est ainsi que les conseils généraux de l'Ain, de la Savoie, de l'Isère et du Rhône créèrent en 1966 une Entente interdépartementale (EID Rhône-Alpes) afin de procéder à des campagnes de démoustication.

Pendant de nombreuses années, la démoustication a été réalisée à l'aide d'**insecticides efficaces mais particulièrement nocifs pour l'homme** et secondairement pour les oiseaux. En 1962, la biologiste américaine Rachel Carson alertait l'opinion, dans *Printemps silencieux* – livre demeuré célèbre pour avoir lancé le mouvement environnementaliste moderne –, sur les risques présentés par le DDT. **La découverte du Bti** (*Bacillus thuringiensis israelensis*) en 1976, insecticide biologique très sélectif et peu toxique pour la faune non-cible, a permis depuis une démoustication des zones naturelles sans risque pour l'homme et bien moins nocive pour l'environnement, malgré des impacts non négligeables (cf. p. 13).

J.-M. Derex



## Les impacts du bacille de Thuringe sur l'environnement

### Qu'est-ce que le Bti ?

*Bacillus thuringiensis israelensis*, ou Bti, est une bactérie naturellement présente dans le sol dont la toxicité envers les nématocères (groupe des diptères incluant les moustiques et les chironomes) a été découverte en 1977. Contrairement aux insecticides chimiques de contact, le Bti doit être ingéré pour entraîner la mortalité des larves. Les protéines cristallisées produites pendant le phénomène de sporulation (multiplication de la bactérie par production de spores), une fois consommées, se dissolvent dans le milieu alcalin de l'appareil digestif des insectes sensibles et détruisent les parois de l'estomac. Suite à **sa sélectivité élevée et sa faible toxicité**, le Bti gagne rapidement en popularité et est aujourd'hui le seul insecticide larvaire homologué en Europe pour contrôler les moustiques. Considéré comme **non toxique** pour les mammifères, les oiseaux, les plantes et la plupart des organismes aquatiques, ce bio-insecticide est donc apparu comme une option intéressante pour concilier protection du patrimoine naturel et contrôle de la nuisance causée par les moustiques en Camargue.

### L'expérience de la Camargue

Épargnée par la démoustication du littoral méditerranéen mise en œuvre dès 1965 avec des insecticides de synthèse, la Camargue fait l'objet d'une **démoustication expérimentale au Bti** par l'EID Méditerranée à partir d'août 2006. Seule une partie du territoire est concernée pour des raisons économiques. Le Parc naturel régional de Camargue impose comme condition que 10 % de l'enveloppe consacrée à la démoustication soient dédiés à un **suivi écologique et sociologique**. Des études d'impact s'appuyant sur

la comparaison systématique de zones traitées et témoins sont alors initiées pour une période minimale de cinq ans. Le Bti étant peu susceptible d'affecter directement la faune non-cible, ces études sont orientées sur **les effets indirects au travers de la chaîne alimentaire**.

### Des impacts insoupçonnés sur la faune

Des transects d'observation révèlent que **la richesse et l'abondance des odonates sont diminuées de moitié** en zone traitée. Les invertébrés capturés au filet fauchoir et servant de nourriture aux passereaux paludicoles voient leur **abondance réduite du tiers**, les araignées étant particulièrement affectées avec une **baisse d'abondance de 60 %**. Celles-ci sont d'importants prédateurs de moustiques et chironomes mais également une proie de choix pour les passereaux grâce à leur contenu élevé en protéines, et sont particulièrement appréciées par les luscinioles à moustaches. Chez les colonies d'hirondelles des fenêtres, les chironomes, moustiques et odonates sont remplacés par des fourmis volantes dans le régime alimentaire des poussins. Les fourmis sont cependant moins abondantes et plus difficiles à digérer que les petits diptères, ce qui se traduit par la **mortalité du tiers des oisillons** dans les colonies entourées de marais traités au Bti.

### Persistence du Bti dans l'environnement

Une étude initiée en 2012 a révélé **une persistance, voire une prolifération du Bti dans les sédiments** des marais à inondation prolongée. Jusqu'à 8,5 millions de spores de Bti par gramme de sol ont été détectées quatre mois après le dernier traitement de l'année. Ces spores ne peuvent être consommées par les larves

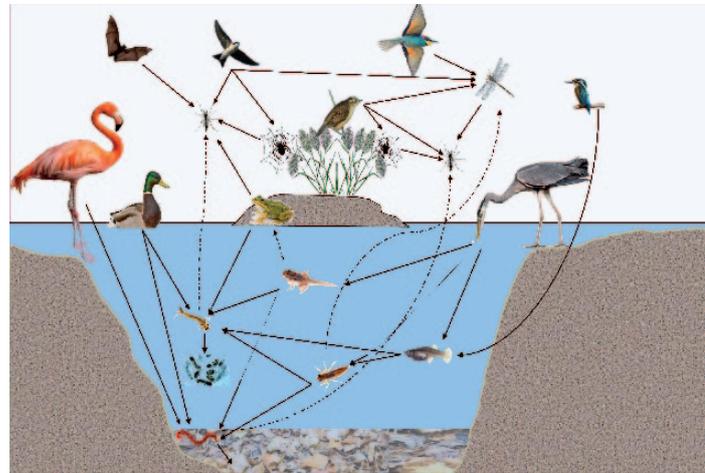


Schéma : B. Poulin et C. Muranyi-Kovacs

de moustiques qui s'alimentent en pleine eau, mais sont **à la portée des chironomes benthiques**, maillon essentiel du réseau trophique des zones humides. Ce constat suggère des impacts du Bti bien au-delà de la période d'épandage.

### Conclusion

Les études réalisées en Camargue sont les premières à démontrer qu'une forte diminution de l'abondance des moustiques et des chironomes causée par l'usage du Bti peut affecter significativement les espèces qui en dépendent pour leur alimentation. Ces résultats sont à mettre en relation avec la forte dépendance des odonates, araignées et oiseaux à ces petits diptères, dont la principale qualité est d'être surabondants pendant la saison de reproduction.

B. Poulin

1. C. Jakob et B. Poulin, 2016. *Indirect effects of mosquito control using Bti on dragonflies and damselflies (Odonata) in the Camargue*. *Insect Conservation and Diversity* 9: 161-169.

2. B. Poulin et G. Lefebvre, sous presse. *Perturbation and delayed recovery of the reed invertebrate assemblage in Camargue marshes sprayed with Bacillus thuringiensis israelensis*. *Insect Science*.

3. B. Poulin, G. Lefebvre et L. Paz, 2010. *Red flag for green spray: adverse trophic effects of Bti on breeding birds*. *Journal of Applied Ecology* 47: 884-889.

4. B. Poulin, 2012. *Indirect effects of bioinsecticides on the nontarget fauna: The Camargue experiment calls for future research*. *Acta Oecologica* 44: 28-32.

*Schéma simplifié du réseau trophique potentiellement affecté par l'usage du Bti en Camargue.*

Contact :  
Brigitte Poulin  
Chef du département  
écosystèmes  
Tour du Valat  
Institut de recherche  
pour la conservation  
des zones humides  
méditerranéennes  
Le Sambuc  
13200 Arles  
Tél. : 04 90 97 29 75  
Courriel : poulin[at]  
tourduvalat.org

## Gestion de l'eau et contrôle des moustiques gênants pour l'homme



Photos : EID Méditerranée

*Maîtrise des niveaux d'eau dans un marais de chasse pour éviter l'éclosion.*

L'homme est susceptible d'**agir sur les éclosions de moustiques**, et donc d'influer directement sur la nature et sur la quantité de traitements nécessaires pour limiter les nuisances induites. En effet, toute action de gestion (ou absence de gestion) de l'eau dont la conséquence est une mise en eau, maîtrisée ou non, est potentiellement source de production de larves. C'est pourquoi les démarches visant à réduire ces éclosions et à faciliter les traitements pour une efficacité optimale permettent de limiter la nuisance pour la population tout en constituant des économies pour la collectivité.

Lorsque les irrigations sont volontaires, leurs finalités peuvent être agricoles, cynégétiques ou à vocation de préservation des milieux et de leur biodiversité. Il s'agit, dans 90 % des cas, de situations générées par des acteurs privés et, dans les 10 % restants, de situations créées par des gestionnaires publics. Depuis plusieurs années, les échanges continus entre l'entente interdépartementale pour la démoustication sur le littoral méditerranéen (EID Méditerranée) et tous ces acteurs ont permis de dégager plusieurs solutions compatibles avec les différents usages tout en réduisant concrètement les éclosions de moustiques<sup>1</sup> et d'aboutir, au cas par cas, à une gestion concertée.

Les principales solutions visant à diminuer naturellement la production de moustiques consistent à **favoriser les mortalités larvaires par assec**, à limiter les éclosions continues en préférant des mises en eau rapides, à **maintenir un niveau d'eau le plus constant** possible afin d'éviter des éclosions successives et à limiter les éclosions « accidentelles », en entretenant les ouvrages et les réseaux hydrauliques.

Souvent, les concertations techniques et opérationnelles sont formalisées avec les différents acteurs par des protocoles spécifiques. Les bénéfiques en matière de réduction des éclosions sont lisibles par des **baisses locales des traitements** nécessaires. Par exemple, dans les milieux camarguais où les enjeux environnementaux sont primordiaux, le cumul annuel de traitements consécutifs à des irrigations pour l'élevage a été **divisé par 7** sur une zone humide jouxtant la ville d'Arles (optimisation de l'assèchement, marais de Beauchamp). Dans des espaces naturels protégés à l'embouchure du Grand-Rhône, ils ne représentent plus que 1 % des surfaces (assèchement estival, domaine de La Palissade). Et ils sont réduits de moitié dans des marais de chasse (maintien d'un niveau d'eau constant, mises en eau concertées

avec l'EID-Med, afin d'opérer des contrôles rapides, SCI Roustan).

Dans certains cas, l'absence de toute gestion hydraulique peut conduire à une multiplication des éclosions, avec des successions de mises en eau d'origine naturelle (coup de mer, crue du Rhône, influence du vent). Les contrôles antilarvaires sont alors très nombreux, afin d'en réduire les nuisances. Dans ces situations et quand cela est possible, une fermeture des ouvrages d'entrée d'eau, lors des périodes critiques et prévisibles, permet de diminuer considérablement les traitements nécessaires. Citons, à titre d'exemple, Le They de Roustan, domaine protégé à Port-Saint-Louis-du-Rhône (13), où les traitements réalisés par l'EID-Med ont été divisés par quatre.

En prenant en compte la problématique « moustiques » dans leurs pratiques de gestion de l'eau, les acteurs et gestionnaires des espaces ruraux peuvent ainsi jouer un rôle majeur dans la diminution des interventions de démoustication sur les milieux.

J. Deleuze

*Mise en eau concertée avec l'EID-Med de prairies pour pâturage et fourrage.*

Contact :  
Julien Deleuze  
Chef de l'agence opérationnelle de l'EID-Med Arles-Camargue  
Pôle Stratégie opérationnelle de démoustication  
EID Méditerranée  
165, avenue Paul-Rimbaud  
34184 Montpellier  
Cedex 4

1. D. Gindre (sous la direction de), 2014. *Guide des bonnes pratiques pour une gestion de l'eau moins contributive aux éclosions de moustiques et compatible avec les usages*. EID Méditerranée, 30 p. [http://www.eid-med.org/sites/default/files/gbp\\_gestion\\_de\\_l\\_eau.pdf](http://www.eid-med.org/sites/default/files/gbp_gestion_de_l_eau.pdf)



## Les pièges à moustiques pour collectivité, une méthode innovante

Que faire face aux impacts négatifs du Bti sur la faune en Camargue, sachant qu'il s'agit du produit le plus sélectif et le moins toxique actuellement disponible sur le marché ?

Puisque les impacts observés en Camargue sont associés à la diminution de chironomes et moustiques dans les milieux naturels, la solution n'est pas dans la recherche de nouvelles molécules, mais plutôt dans le développement de technologies permettant de réduire la nuisance là où elle est ressentie. Le suivi sociologique de la démoustication en Camargue avait d'ailleurs révélé que les habitants étaient favorables à une réduction de la nuisance dans les zones habitées mais pas à l'épandage d'insecticides dans les milieux naturels. Ces milieux producteurs de moustiques couvrent des milliers d'hectares autour des villes et hameaux de Camargue. Leur superficie importante, combinée à leur hydrologie variable, entraîne des coûts de surveillance et de traitement aérien élevés (cf. p.16) pour un résultat jugé moyennement satisfaisant par les populations. Dans une telle configuration paysagère, ne serait-il

Photos : Techno-BAM



pas plus judicieux de créer **une barrière contre les moustiques autour des zones habitées** ?

### Lorsque démoustication rime avec innovation

Les pièges à moustiques existent sur le marché depuis plusieurs années. Utilisés par des particuliers ou dans le cadre de réseaux de veille sanitaire, ils sont rarement utilisés à l'échelle d'une collectivité, ne pouvant être laissés sur la voie publique sans risque de vol ou de dégradation.

Le déploiement de pièges tous les 120 m (rayon d'action de 60 m) permettrait-il de réduire significativement la nuisance dans les villes et villages de Camargue ?

En 2013, intéressés par cette problématique, les ingénieurs Simon Lillamand et Pierre Bellagambi ont construit un prototype aujourd'hui breveté et produit par la société Techno-BAM (borne anti moustique)<sup>1</sup>. Reprenant certains principes des pièges à usage individuel, les BAM attirent les moustiques en reproduisant la respiration humaine au repos (expiration saccadée de CO<sub>2</sub>) et en diffusant de l'octénol ou des composés à base d'acide lactique qui imitent les odeurs de transpiration. Un ventilateur aspire les moustiques dès qu'ils arrivent à proximité du piège et **les retient dans un filet**. Le CO<sub>2</sub> utilisé est un produit de recyclage de fermes agricoles conditionné en bouteille ou livré par citerne.

Après quelques tests en 2014, une expérimentation grandeur nature est réalisée au hameau du Sambuc (Arles, 13) à l'été 2015. Dix pièges pour collectivité sont intégrés au mobilier urbain à partir de juillet et opèrent pendant deux mois. Ils ont **réduit la nuisance de 88 %** (moyenne de 1,7 tentatives de piqûres / 10 min à proximité des pièges comparative-

ment à 15,2 / 10 min à 500 m du hameau). Très sélectifs, les pièges ont capturé 268 741 insectes dont 99,7 % appartenant à 9 espèces de moustiques.



Borne BAM au Sambuc à l'été 2015.

### Une solution idéale

Ce concept offre plusieurs avantages par rapport à la démoustication traditionnelle en Camargue : coût moindre, impact négligeable sur les milieux naturels, aucun effet sur les chironomes et contrôle de toutes les espèces d'insectes piqueurs. Initialement pensée pour concilier confort humain et préservation de la biodiversité en Camargue, la démoustication par pièges apparaît comme une solution environnementale idéale dans de multiples situations, que ce soit pour lutter contre le moustique tigre en ville ou les moustiques vecteurs de maladies tropicales. Diverses versions du prototype sont donc à l'essai en différents points du globe afin d'être adaptés aux comportements des diverses espèces de moustiques concernées. L'expérimentation menée au Sambuc en 2015 a été renouvelée en 2016 selon un dispositif amélioré (passant de 10 à 15 pièges), ayant vocation à s'étendre à d'autres secteurs de la Camargue dans les prochaines années.

B. Poulin

<sup>1</sup> Pour en savoir plus : <http://techno-bam.net/fr>

Détail du prototype d'une borne BAM.

Contact :  
Brigitte Poulin  
Chef du département  
écosystèmes  
Tour du Valat  
Institut de recherche  
pour la conservation  
des zones humides  
méditerranéennes  
Le Sambuc  
13200 Arles  
Tél. : 04 90 97 29 75  
Courriel : poulin[at]  
tourduvalat.org