

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

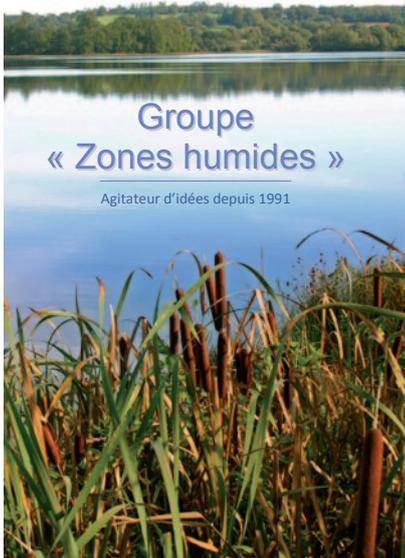
Directeur de la Tour du Valat

Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes

Focus : 40 ans de protection des zones humides ?



Le Groupe « Zones humides » a 25 ans !



Crédits : O. Cizel

Plaquette du
Groupe « Zones
humides ».

Le Groupe « Zones humides » a 25 ans ! Un bel âge, qui est rarement celui de l'introspection pour un individu, mais qui doit l'être pour une structure « informelle » telle que la nôtre.

Créé à la fin de l'année 1991, sur une sollicitation du ministère chargé de l'environnement, le Groupe « Zones humides » qui réunissait alors 16 experts a très vite ressenti le besoin de partager et de diffuser largement ses réflexions et ses informations. *Zones Humides Infos* paraissait ainsi pour la première fois en janvier 1993.

Force est de constater que depuis cette date la revue est restée fidèle aux deux principales orientations fixées dès le début : l'élaboration d'avis et d'opinions sur des points de doctrines et de politiques publiques et la contribution à une meilleure circulation de l'information.

Un des sujets majeurs relatifs à l'élaboration d'avis a concerné la mise en œuvre d'une **stratégie nationale sur la protection des zones humides**. Ce sujet est apparu dès le second numéro de *Zones Humides Infos*, pour revenir ensuite régulièrement, assorti de propositions et de critiques, à toutes les étapes de mise en œuvre des plans nationaux en faveur des zones humides, en 1995, 2000, 2002, 2012

et 2015. D'autres sujets ont régulièrement animé et passionné les débats et les avis du groupe : le **rôle de l'élevage dans le maintien et la gestion des zones humides**, avec la question de la mise en place d'une **aide spécifique** ; ou encore l'approche intégrée mettant en exergue le rôle positif des zones humides dans les territoires en tant qu'« infrastructures naturelles », et ce, avant que l'on ne parle de services écosystémiques. Le groupe a aussi régulièrement donné son avis lors des conférences des Parties de la convention de Ramsar ou sur des sujets d'actualité, comme celui de la doctrine « Éviter, réduire, compenser ».

En ce qui concerne la diffusion de l'information, les thèmes traités illustrent la transversalité des questions relatives aux zones humides. Le lecteur attentif retrouvera dans les articles des informations à caractère juridique, scientifique, technique, culturel et autres. Outre des sujets « attendus », comme la question du changement climatique ou la faune et la flore des zones humides, *Zones Humides Infos* a également traité de la littérature ou du petit patrimoine. Un des défis à relever est de **rester à l'affût des sujets importants** d'actualité. Ainsi, il est évident que la question du lien entre les zones humides et la santé redevient un sujet primordial comme le prouve ce numéro consacré aux moustiques, qui n'est néanmoins qu'un simple aspect de cette thématique.

Mais pour rester dans un esprit plus festif, qu'il nous soit permis, à l'occasion de cet anniversaire, de remercier chaleureusement les hommes et les femmes qui ont été à l'œuvre dès les premières années du groupe. Qu'il s'agisse de Patrick Bazin, Geneviève Barnaud, Laurent Mermet, Michel Métais, Cécile Birard, Julie Le Bihan, Anne Laurence, Anne Lombardi, Marie Melin, Paul Baron et de tant d'autres (qu'ils nous pardonnent de ne pas tous les mentionner), le groupe et sa revue n'auraient pas existé sans le dévouement de ces pionniers !

Enfin, cet anniversaire est également l'occasion de nous projeter vers l'avenir. Un des projets du groupe est de porter des **journées d'études annuelles**, la prochaine étant prévue pour février 2017, justement sur le sujet « Santé et zones humides ». Toutes les contributions sur ce thème sont les bienvenues, aussi n'hésitez pas à participer !

Le Groupe « Zones humides »

Petit florilège d'éditos au titre évocateur, à lire ou relire :

- Inondations : nouveau rendez-vous manqué avec les fleuves (n° 4, 1994) ;
- La réhabilitation des hommes humides (n° 9, 1995) ;
- Les vaches folles ne se développent pas dans les zones humides (n° 12, 1996) ;
- L'agriculture de demain dans les zones humides (n° 13, 1996) ;
- « Nous ne détruisons pas les zones humides, nous les mettons en valeur ! » (n° 17, 1997) ;
- « Entre Terre et Eau » (n° 18, 1997) ;
- Marais publics (n° 23, 1999) (zones humides urbaines) ;
- Lorsque la collectivité ignore son patrimoine, les monuments sont détruits (n° 29, 2000) ;
- Le plan d'action Zones humides n'en finira jamais (n° 34, 2001) ;
- Zones humides, zones utiles (n° 37, 2002) ;
- Il y a urgence pour une indemnité spéciale « zones humides » (n° 39, 2003) ;
- Une histoire pour mieux comprendre le présent (n° 42, 2003) ;
- Sacrées zones humides (n° 54, 2006) ;
- Fonctions et services rendus par les zones humides, rentrons dans le vif du sujet (n° 66, 2009) ;
- Pour un 3^e plan d'action en faveur des zones humides ! (n° 77, 2013).

Hommage à Luc Hoffmann



Photo : P. Triplet

Luc Hoffmann à la Conférence des Parties XI de Ramsar à Bucarest, en 2012, où il a reçu le Prix honorifique Ramsar du 40^e anniversaire de la Convention.

Luc Hoffmann nous a quittés en juillet dernier. Pour la génération du *baby-boom*, il représentait une sorte de mythe et de symbole de la conservation de la nature. Il incarnait aussi une action opiniâtre pour la sauvegarde des zones humides à une époque où la biodiversité n'était pas encore à la mode. C'était un visionnaire.

Il avait compris avant beaucoup d'autres que la maîtrise foncière était probablement le meilleur moyen d'éviter la modification des usages et la destruction des espèces naturelles. C'est avec cette idée en tête qu'il a entrepris d'acquérir des terrains en Camargue (13) pour les préserver à jamais des actions anthropiques néfastes. Et c'est là qu'il installera une fondation, la « Tour du Valat », qui va devenir au fil du temps une référence scientifique internationale pour la protection et la gestion des zones humides méditerranéennes, ce qu'elle est toujours aujourd'hui. Là encore, il fait œuvre d'une grande innovation en imaginant un modèle économique permettant à cette fondation une autosuffisance à long terme.

Mais il n'était pas un adepte de la « nature sous cloche », il cherchait plutôt à réconcilier l'homme et la nature, comme lui et son fils l'écrivaient dans l'éditorial de *Gestion partagée d'un marais en Camargue* : « La survie de ces milieux dépend donc de leur intégration dans le quotidien : il est exclu de protéger la nature contre l'Homme mais bien plutôt avec, et peut-être même pour lui. [...] Il est

évident que le seul système de protection vraiment durable est celui qui associe la population locale au projet. »

Il est également l'un des initiateurs du traité international sur les zones humides. C'est lors de la conférence des Saintes-Maries-de-la-Mer (13) qu'il a organisée en 1962 que l'idée a émergé, et c'est lui encore qui a cherché les appuis des organisations non gouvernementales internationales et des États, permettant à cette convention d'être signée à Ramsar en 1971.

Amoureux de la nature et mécène, Luc Hoffmann était également un vrai scientifique et un grand naturaliste, qualités qu'il a su entretenir grâce à des contacts avec les plus grands, parmi lesquels Robert Hainard.

Luc est parti mais il laisse derrière lui une œuvre immense. Humaniste, bienfaiteur et naturaliste, c'était avant tout un homme bon, ce qui, dans le contexte actuel, prend une dimension bien particulière. La Camargue et la protection des zones humides lui doivent beaucoup. Avec lui disparaît un des « monstres sacrés » de la protection de la nature. La moindre de ses qualités n'est certes pas celle d'avoir su, de son vivant, créer les conditions nécessaires à la poursuite de son action. Nul doute que ses disciples auront à cœur de faire perdurer son œuvre et de continuer à faire de la préservation des zones humides une impérieuse priorité.

Le Groupe « Zones humides »

Contact :
Jean-Baptiste Ferré
Chargé d'étude
entomologie
EID Méditerranée
165, av. Paul-
Rimbaud
34184 Montpellier
Cedex 4
Tél. : 04 30 63 67 89
Courriel : jbferré
[at] eid-med.org

*Hématophage : qui
se nourrit de sang.

** Sansouïre :
milieu limoneux
inondable, couvert
d'efflorescences
salines et peuplé
d'un faible nombre
d'espèces végétales.

*Diapause : mode
de vie ralentie
avec arrêt du
développement.

La vie des différents moustiques

Qui, en s'endormant, n'a jamais reçu la visite de *Culex pipiens*, pardon, d'un moustique commun, et de son agaçant bruit strident ? Qui n'a jamais connu une soirée d'été gâchée par une nuée de moustiques assoiffés ?

Les 3 500 espèces de moustiques (*Insecta-Diptera-Culicidae*) recensées dans le monde sont réparties en trois sous-familles : *Culicinae*, *Anophelinae* et *Toxorynchitinae*. Cette dernière, non hématophage*, n'est présente qu'en zone intertropicale. En France métropolitaine, 64 espèces sont recensées, 12 à la Réunion, 40 à Mayotte, environ 22 en Martinique, 30 en Guadeloupe et 228 en Guyane. Heureusement, tous les moustiques ne piquent pas l'homme.

La vie du moustique comporte quatre stades : œufs, larves, nymphes et adultes. Certaines espèces pondent à la surface de l'eau : en nacelles de 50 à 200 œufs pour les *Culex*, *Coquilletidia* ou *Culiseta*, en œufs isolés pour les *Anopheles*. Ces œufs éclosent rapidement, les adultes devant émerger avant l'assèchement du gîte larvaire. Les *Aedes* et *Ochlerotatus* (et quelques *Culiseta*) pondent des œufs isolés sur les parois (à l'interface air-eau) ou sur la terre humide en bord des gîtes. Ces œufs résistent à la sécheresse n'éclosent qu'à la prochaine mise en eau. Ils peuvent aussi être pondus en diapause** et n'éclore qu'au printemps suivant, permettant à ces espèces de survivre à l'hiver. Pour les

espèces pondant directement sur l'eau, la diapause aura lieu au stade larvaire ou adulte, les femelles s'abritant l'hiver (grottes, maisons ou caves).

Larves et nymphes sont aquatiques, elles ne vivent pas dans la terre humide ou la boue mais dans l'eau. Selon l'espèce, l'eau peut être douce ou salée (jusqu'à 20 g/L de sel pour *Ochlerotatus detritus*), propre ou sale (*C. pipiens* adore les fosses septiques). Les gîtes peuvent être de grands points d'eau permanents (rizières, roselières pour *Anopheles sp.*), des milieux à submersions temporaires (prairies inondées, sansouïres** pour *O. caspius*), voire des gîtes petits et artificiels (seaux, fûts pour *A. albopictus* ou moustique tigre). Le développement larvaire dure de six jours au plus chaud de l'été à plusieurs mois l'hiver. Les larves se nourrissent de particules (bactéries, algues) présentes dans l'eau des gîtes.

O. caspius, *A. albopictus* ou *C. pipiens* peuvent produire plus de cinq générations par an. Une espèce comme *O. rusticus*, une seule : les œufs présents dans le sol éclosent dans les mares formées à la fonte des neiges, les larves font leur cycle, et les femelles pondent aux bords de ces mêmes gîtes des œufs qui n'éclosent qu'au printemps suivant.

Si le nectar de fleur leur suffit pour récolter de l'énergie, les femelles ont besoin de sang où

elles puisent, avant chaque ponte, les protéines nécessaires à la maturation des œufs. Chaque espèce a sa préférence pour l'heure du repas (jour, nuit) et pour l'hôte, qu'elles repèrent grâce au CO₂ expiré. Certaines sont opportunistes (piquent tous les vertébrés), d'autres sélectives : mammifères, oiseaux, batraciens ou reptiles, voire humains !

J.-B. Ferré

Hôte, vecteur et cycle vectoriel

Certains moustiques sont impliqués dans des cycles de transmission d'agents pathogènes. Le cycle vectoriel se déroule autour d'un « réservoir » (le porteur de l'agent pathogène), d'un vecteur (qui récupère l'agent pathogène sur le réservoir) et d'un hôte (qui reçoit l'agent pathogène).

Le moustique vecteur doit s'infecter sur le réservoir pour devenir infectant. Tous les moustiques ne peuvent pas transmettre tous les virus : c'est la notion de compétence vectorielle d'une espèce (voire d'une population) vis-à-vis d'un pathogène. Si cette compétence est propre à une espèce, la capacité vectorielle est plus complexe et varie dans le temps et dans l'espace en fonction de critères intra et extrinsèques (température, abondance du vecteur et de l'hôte, affinité du vecteur pour l'hôte, longévité du vecteur). Le virus du Nil occidental circule chez des oiseaux (réservoirs et hôtes), et le vecteur est un moustique ornithophile du genre *Culex*. Ponctuellement, ce virus infecte des mammifères (hommes et chevaux) : soit le vecteur *Culex* pique indifféremment mammifères et oiseaux, soit une autre espèce entre dans le cycle et fait la passerelle. Pour ce virus, les mammifères sont uniquement hôtes et jamais réservoirs.

Photo : J.-B. Ferré



Ochlerotatus caspius en train de butiner.

Rôle écologique et services écosystémiques des moustiques

Le moustique est surtout connu en Europe pour sa piqûre qui démange, son bruit énervant, et les maladies qu'il peut véhiculer. Cependant, **tous les moustiques ne piquent pas l'homme**. Sur les quelque 3 500 espèces vivant dans le monde, seules 200 environ s'attaquent à eux. Les autres préfèrent majoritairement les oiseaux, les rongeurs, les grands mammifères, voire les reptiles ou les batraciens.

Le moustique, comme tout être vivant, trouve sa place en tant que **maillon de la chaîne alimentaire** comme proie ou bien comme prédateur. Les larves se nourrissent de phytoplancton, débris végétaux ou bactéries ; certains du genre *Toxorhynchites* sont prédatrices d'autres larves de moustique. Larves et nymphes vont ensuite servir de nourriture à d'autres organismes : insectes (libellules, coléoptères...), crustacés, poissons ou batraciens. À l'état adulte, les moustiques nourrissent les oiseaux, libellules, araignées et chauves-souris.

Cependant, **les spécialistes sont divisés** sur le caractère irremplaçable du moustique au sein des écosystèmes, comme le montre une actualité publiée dans la revue américaine *Nature*¹. Ainsi, du nord du Canada à la Russie, la toundra arctique est envahie chaque été par d'impressionnants nuages de cet insecte. Des scientifiques américains estiment que si les moustiques disparaissaient, **le nombre d'oiseaux migrateurs serait divisé par deux**. De même, des études menées en Camargue ont montré que la reproduction d'hirondelles de fenêtres ou les effectifs de libellules se **trouvaient perturbés par l'usage de larvicides** dans le cadre des opérations de démoustication.

À l'inverse, des travaux menés sur des oiseaux d'Alaska ou de la plaine d'inondation du Rhin ainsi que sur des chauves-souris en Australie montrent que les moustiques ne se trouvent pas en quantité plus importante que d'autres diptères dans l'estomac de ces animaux. Ils trouveraient ainsi facilement **de quoi compenser ce manque** en se tournant vers d'autres insectes. De même, des travaux conduits sur la côte atlantique française ont montré que l'usage de larvicide n'avait pas d'impact sur les communautés d'invertébrés aquatiques².

Toutefois, les moustiques ne prennent pas part à l'écosystème uniquement dans la chaîne alimentaire, ils occupent également une place importante dans plusieurs mécanismes naturels, comme la **bio-épuration des eaux** par la filtration de l'eau par les larves, ou la pollinisation des plantes.

En effet, hormis les femelles après l'accouplement, les adultes mâles et femelles se nourrissent du nectar des fleurs, participant ainsi à **la pollinisation** des plantes. Leur rôle de pollinisateur n'est cependant pas aussi précisément documenté que celui d'autres insectes. Il est vraisemblable que les moustiques soient des acteurs de la pollinisation

Photo : F. Muller



Photo : J. Gathany/Centers for Disease Control and Prevention (CDC)

Larves de moustique Culex.

au même titre que les papillons, les hyménoptères ou d'autres diptères.

De plus, par leur présence, ils peuvent **influencer sur le fonctionnement des écosystèmes**. En effet, certains animaux ont développé des comportements d'évitement face à la prolifération des moustiques. En Arctique, les caribous paraissent tenir compte du vent pour échapper à leurs piqûres. Lors de leurs immenses migrations, ils semblent sélectionner des chemins face au vent pour échapper aux essaims de moustiques. Un petit changement de trajectoire peut avoir des conséquences écologiques majeures dans une vallée arctique lorsque, par milliers, ils foulent le sol, mangent les lichens, transportent des nutriments et servent d'alimentation aux loups.

C'est ainsi que les moustiques, qui font partie de la diversité fonctionnelle et biologique des zones humides, représentent un indicateur biologique de bon fonctionnement et de la qualité de certains écosystèmes³.

R. Foussadier

1. J. Fang, 2010. *A world without mosquitoes*. *Nature* 466 432-434.
2. L. Lagadic, M. Roucaute, T. Caquet, 2014. *Bti sprays do not adversely affect non-target aquatic invertebrates in French Atlantic coastal wetlands*. *J. Appl. Ecol.* 51 (1): 102-113.
3. M. Schäfer, 2004. *Mosquitoes as a Part of Wetland Biodiversity*. *Comprehensive summaries of Uppsala dissertations for the faculty of science and technology*, 1042, 63 p.

Équipement nécessaire pour se protéger des moustiques en Sibérie occidentale.

Contact :

Rémi Foussadier

Directeur des

services Entente

73310 Chindrieux

Tél. : 04 79 54 21 58

Courriel :

rfoussadier [at]

eid-rhonealpes.com

interdépartementale

Rhône-Alpes pour

la démoustication

31, chemin des

prés de la Tour

73310 Chindrieux

Tél. : 04 79 54 21 58

Courriel :

rfoussadier [at]

eid-rhonealpes.com

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^{er} 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^{er} 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** (auss appelé malaria) étaient encore courants en France au XIX^e 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^e 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^e 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

Contact :
Thomas Balenghien
Centre de
coopération
internationale
en recherche
agronomique
UMR Cirad/INRA
Contrôles des
maladies animales
immunologie
et maladies
contagieuses de l'IAV
Institut agronomique
et vétérinaire
Hassan II
Madinat Al Irfane
accueilli dans l'unité
Microbiologie,
BP 6202
10100 Rabat-Institut
Maroc
Courriel : thomas.
balenghien
[at] cirad.fr

* Spoliation
sanguine : perte
de sang.

** Hématophagie :
comportement
associé à la prise
de repas de sang
sur vertébré.

* Ornithophile :
insecte piquant
de préférence
des oiseaux.

* Mammophile :
insecte piquant
de préférence des
mammifères.

* Endémie : cf. p. 7.

Culex modestus
femelle, vecteur
majeur du virus du
Nil occidental dans
les zones humides
méditerranéennes.

Impact sanitaire des moustiques sur le bétail dans les zones humides

La découverte du rôle des moustiques du genre *Anopheles* dans la transmission de l'agent du paludisme ne date que de la fin du XIX^e siècle. Mais l'origine du nom de cette maladie – le mot latin *palus* signifie marais – illustre bien le lien ancien existant entre zones humides et fièvres paludéennes. L'assèchement des marais, les insecticides, l'amélioration des conditions d'habitat et la quinine ont fait disparaître le paludisme des zones humides d'Europe et du bassin méditerranéen. Toutefois, les moustiques continuent d'y avoir un impact sanitaire important pour les hommes et les animaux domestiques.

D'abord par **la spoliation sanguine*** accompagnant le caractère hématophage des moustiques. En effet, une femelle moustique prélève entre 5 et 10 µl de sang par repas. Or, à la fin de l'été dans les zones deltaïques

comme la Camargue, lorsque les rizières produisent d'abondantes populations d'*Anopheles hyrcanus* et d'*Anopheles maculipennis* et que la mise en eau des marais de chasse aboutit à l'éclosion d'innombrables œufs d'*Aedes caspius*, un cheval peut subir environ 20 000 piqûres par jour, entraînant une spoliation de 150 mL/jour (équivalent à 50 mL pour un homme). Une spoliation d'un tel niveau ne dure habituellement que quelques jours, mais peut être bien plus intense certaines années. Par exemple en 2005, lorsque les pluies abondantes et brutales entraînaient de telles éclosions d'*A. caspius* que les écoles furent fermées en Camargue.

Ensuite par **le caractère pathogène** de certains agents infectieux qui ont exploité, au cours de leur évolution, l'hématophagie** des moustiques pour assurer leur transmission. C'est le cas du **virus de la fièvre du Nil occidental**, largement réparti de par le monde. Il est transmis au sein de populations d'oiseaux par des moustiques ornithophiles^{3*} du genre *Culex*. Les principales espèces impliquées dans le bassin méditerranéen sont *Culex modestus*, *Culex pipiens* et *Culex theileri*. Classiquement peu pathogène pour les oiseaux, ce virus **peut être transmis à l'homme ou au cheval**, et provoquer des troubles neurologiques graves (chez 0,7 % des hommes et 10 % des chevaux atteints), potentiellement mortels. Les chevaux élevés dans les zones humides méditerranéennes peuvent ainsi être infectés par ce *Flavivirus* suite à la piqûre de *C. modestus* ou de *C. theileri* volontiers mammophiles^{4*}. Depuis ces zones humides, les oiseaux peuvent disperser le virus vers des élevages, centres équestres ou villes où il

sera transmis par *C. pipiens*, dont les habitats larvaires sont divers. Le virus du Nil occidental inquiète de plus en plus suite à **l'intensification de sa transmission dans le bassin méditerranéen** depuis 15 ans, en particulier en Italie, en Grèce, et en Roumanie. Si les causes de cette intensification ne sont pas entièrement comprises, le démantèlement des services publics de gestion des eaux ou de lutte contre les moustiques et la paupérisation des populations, conséquences des politiques libérales dans les anciennes républiques soviétiques hier ou en Grèce aujourd'hui, pourraient ne pas y être étrangers.

Le **virus de la fièvre de la vallée du Rift**, transmis par des moustiques des genres *Aedes* et *Culex* principalement, affecte fortement **le bétail dans les zones de mares temporaires** d'Afrique de l'Ouest, de l'Est et australe. Ce virus touche les bovins, ovins et caprins provoquant des vagues d'avortements et des mortalités importantes, principalement chez les jeunes. De plus, ce virus peut atteindre l'homme qui se contamine par contact direct avec les animaux malades, notamment lors de leur abattage. Dans 1 à 3 % des cas, la maladie est grave avec des syndromes possibles de fièvre hémorragique. Ce virus a déjà montré ses capacités à sortir de son aire de distribution d'Afrique subsaharienne, en Égypte transmis par *C. pipiens* en 1977 et au Yémen en 2000. Il est considéré comme fortement à risque d'émergence en Afrique du Nord (il serait déjà présent en Tunisie), mais aussi dans le sud de l'Europe, bien que les réglementations internationales rendent peu probable l'introduction d'animaux infectés depuis les zones d'endémie^{5*} vers l'Europe.

T. Balenghien

Photo : J.-B. Ferré/EID-Méditerranée



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^e 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 mouisale¹. 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 garniment 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^e 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 moustiques², 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** »³ 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'insecte⁴.

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^e 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 (dichlorodiphényltrichloro-éthane). 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



Le contrôle des moustiques en Méditerranée française : l'usage d'un bio-insecticide, le Bti



Photo : E. Violet

Épandage aérien de Bti au domaine de la Palissade (13).

L'entente interdépartementale pour la démoustication (EID) Méditerranée est un établissement public créé en 1958. Il a pour mission de service public le contrôle de la nuisance générée par les moustiques dans le but de protéger les agglomérations. Il intervient dans les départements littoraux, des Pyrénées-Orientales (66) jusqu'aux Bouches-du-Rhône (13), selon les termes définis par les arrêtés préfectoraux annuels départementaux de démoustication. Cet opérateur est par ailleurs missionné pour intervenir en santé publique, notamment dans certains départements colonisés par le moustique tigre. L'EID dispose de deux laboratoires de recherche, dont l'un est sécurisé, afin d'assurer le support scientifique nécessaire à la mise en œuvre de méthodes de contrôle respectueuses de l'environnement. L'établissement, certifié ISO 9001 depuis juillet 2009, vient d'obtenir la certification « Qualité, sécurité, environnement ».

En matière de contrôle de la nuisance, se distinguent les actions de lutte en milieu urbain et celles en milieu rural. C'est dans le cadre de ces dernières que l'EID est conduite à intervenir en zones humides, principalement dans les milieux à submersion

temporaire. En effet, les principales espèces de moustiques nuisibles pour l'homme (*Aedes caspius* et *Aedes detritus*) se développent à l'état larvaire dans ce type de milieu suite à chaque variation de niveau d'eau (pluie, coup de mer, irrigation) entraînant une inondation des œufs pondus initialement sur le sol hors d'eau, au pied de la végétation. Les densités d'œufs peuvent atteindre voire dépasser **900 œufs/dm²**. Ces espèces ayant une capacité de dispersion de plusieurs dizaines de kilomètres, elles peuvent ainsi atteindre les agglomérations.

Depuis ses origines, l'EID a fait le choix de fonder sa stratégie sur **une lutte antilarvaire**, permettant des actions ciblées sur des espèces précises, dans l'espace et dans le temps. Ceci grâce à l'application des modes opératoires suivants : la **cartographie des gîtes larvaires**, qui est la première étape, visant à connaître la potentialité des milieux à générer des éclosions de larves ; la seconde étape, appelée « prospection », qui est cruciale car elle contribue à **caractériser les éclosions** larvaires (espèces, stade, densité, surfaces concernées...) sur la base d'observations des variations de niveaux d'eau et de prélèvements ; la troisième étape, qui consiste en la **décision de traitement** ou non. Les traitements sont ensuite effectués à hauteur de 75 % en mode aérien et de 25 % en mode terrestre.

Photo : EID Méditerranée



Ces étapes sont indispensables à l'utilisation à échelle opérationnelle du larvicide Bti (*Bacillus thuringiensis ser. israelensis*), bio-insecticide sélectif des diptères, agissant par ingestion sur les larves de moustiques. Ce mode d'action explique parfois des traitements insatisfaisants, provoquant des nuisances résiduelles localisées, aléatoires dans le temps et l'espace. Une fois le traitement réalisé, des opérations de contrôle sont effectuées pour vérifier les résultats et des traitements de reprise peuvent être programmés si nécessaire. L'ensemble du procédé est encadré par une **démarche de suivi et d'évaluation environnementale**, ainsi que par un dispositif **d'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000** concernés par ces activités. Cela peut conduire à la mise en œuvre de mesures de réduction ou à la rédaction de protocoles précis entre l'EID et les gestionnaires. La réussite du dispositif repose sur une bonne concertation avec les partenaires, ainsi que sur un équilibre permanent entre sensibilité environnementale, adaptation des pratiques, efficacité et coût des opérations.

La réglementation européenne relative à la mise sur le marché des biocides, initiée en 1998, a eu pour conséquence de réduire le nombre de biocides utilisables, tant en démoustication qu'en lutte antivectorielle. Face à cette situation, les opérateurs s'impliquent très activement auprès des ministères dans la recherche et l'expérimentation tant de **nouveaux biocides** que de **solutions alternatives** originales et toujours complémentaires, telles que l'auto-dissémination (en milieu urbain, cf. p. 18) et les barrières de pièges (cf. p. 17).

D. Gindre

Prospection de l'EID pour caractériser les éclosions larvaires.

Contact :
Dominique Gindre
Responsable du pôle Stratégie opérationnelle de démoustication
EID Méditerranée
165, avenue Paul Rimbaud
34184 Montpellier
Cedex 4

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

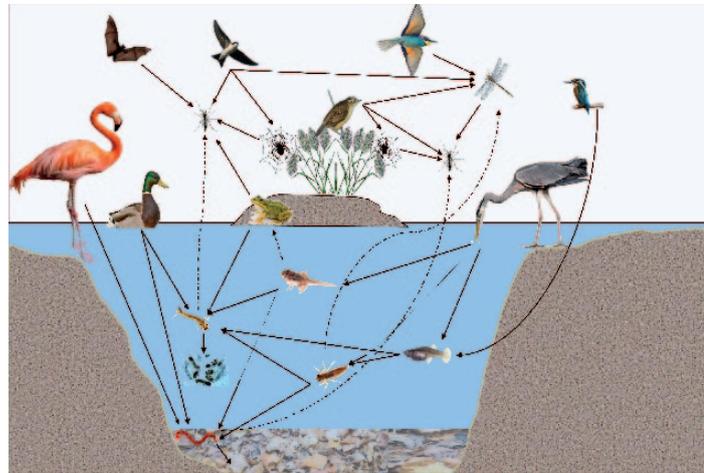


Schéma : B. Poulin et C. Muranyi-Kovacs

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

Contact :
Christian Lévêque
Tél. : 06 81 54 32 05
Courriel :
christianleveque@orange.fr

Démonstration de mise en place de moustiquaire autour d'un lit pour se protéger de la malaria.

La prise en compte de la santé humaine et animale dans la protection des zones humides : une question de déontologie

Une bonne gestion des zones humides repose sur deux principes fondamentaux : des informations objectives indispensables pour une prise de décisions circonstanciée, et une démarche dite systémique qui prenne en compte la complexité des systèmes étudiés et la globalité des interactions/rétroactions avec les sociétés humaines. On pourrait donc s'attendre à ce que ces principes qui font l'objet d'un consensus intellectuel soient appliqués aussi bien par les gestionnaires que les acteurs économiques et les ONG internationales. En réalité nous en sommes loin !

Les zones humides sont une source de maladies mortelles

Depuis quelques décennies, certaines ONG internationales (Ramsar, Wetland International, par exemple) proposent un discours formaté présentant les zones humides sous un jour bucolique et mettant en exergue tous les services qu'elles nous

rendent. Par exemple, en 2008, le slogan de la Journée mondiale des zones humides était « Notre santé dépend de celle des zones humides ». Mais ce discours ignore, contre toute évidence, que ces zones humides sont également de puissants réacteurs de maladies parasitaires, ainsi que d'importants émetteurs de gaz à effet de serre¹. Faire l'impasse sur ces « **dyservices** » (services négatifs) revient ainsi à fournir une information délibérément tronquée qui peut, à terme, décrédibiliser ses promoteurs du fait de son manque d'objectivité.

Un manque de coordination entre acteurs

Des sommes considérables sont également dépensées pour lutter contre les maladies à vecteurs liées aux milieux aquatiques, celles causées par les moustiques étant responsables d'une **importante mortalité dans le monde** (cf. encadré). Sans compter que dans certaines régions du monde, comme en Afrique subsaharienne, où les zones humides présentent une importance stratégique pour l'accueil des oiseaux migrateurs paléarctiques*, **les maladies parasitaires liées à l'eau sont omniprésentes** et les populations humaines sont **fortement affectées**.

Au niveau international c'est l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qui a la charge de coordonner la lutte contre les grandes endémies. Mais il n'existe aucune passerelle entre l'OMS et les instances concernées par la protection des zones humides. Chacun s'inscrit encore dans une démarche sectorielle visant un objectif spécifique, par exemple la lutte antipaludique d'un côté et la préservation de l'habitat des moustiques de l'autre. Or, protéger les zones humides sans se préoccuper de la santé des populations riveraines soulève



Photo : domaine public

un réel problème de déontologie. Quelques exemples de recherches menées dans ce sens, y compris sur un site Ramsar, montrent pourtant que ce n'est pas impossible^{2,3}.

Ne pas se voiler la face

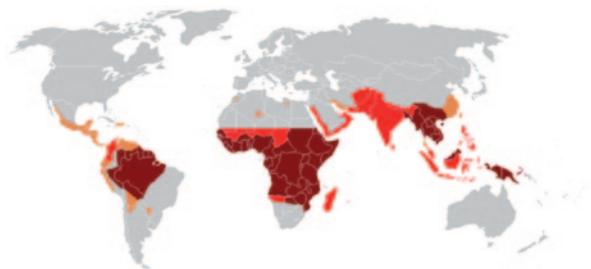
Bien entendu, il est nécessaire de protéger les milieux humides et les oiseaux d'eau migrateurs. Mais **sur un plan déontologique**, cette démarche ne peut ignorer dans son discours le fait que les milieux humides présentent des **risques avérés pour la santé des hommes** et des animaux. Le lourd silence qui s'est instauré dans ce domaine peut en effet laisser penser que les projets de conservation font peu de cas du « bien-être humain » mis en avant par *L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire*. Il est donc nécessaire de **sortir de cet autisme intellectuel** et de développer une démarche responsable de la protection des zones humides qui associe dans ses résolutions et sa communication protection de la biodiversité et protection de la santé des hommes à la fois, sans passer sous silence certaines réalités...

C. Lévêque et G. Barnaud

*Paléarctique :
écozone (région d'unité écologique) d'Eurasie – sauf le Sud – et d'Afrique du Nord.

Régions du monde où le paludisme est endémique.
Couleur :
Diverses formes de paludisme.

Carte : Percherie CC by-sa – Source : CHU de Rouen



Les victimes des maladies véhiculées par les moustiques

Selon l'Organisation mondiale de la santé, 3,2 milliards d'êtres humains ont été exposés en 2015 au paludisme, 214 millions ont contracté la maladie et 438 000 en sont morts.

Par ailleurs, la fièvre jaune a provoqué entre 84 et 170 000 cas, dont 29 à 60 000 létaux en 2013.

Enfin, en 2008, 3,6 milliards de personnes ont été exposées au virus de la dengue, 70 à 500 millions ont contracté la maladie et 21 000 en sont morts.

1. E. Willott, 2004. *Restoring Nature, Without Mosquitoes? Restoration Ecology* 12 (2): 147-153.
2. L. Yameogo, C. Lévêque et J.-M. Hougard, 2003. *Trente ans de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. Traitements larvicides et protection de l'environnement*. IRD/OMS/OCP. IRD Éditions, Paris.
3. P. E. R. Dale et J. M. Knight, 2012. *Managing mosquitoes without destroying wetlands: an eastern Australian approach*. *Wetlands Ecology Management* 20: 233-242.

Lutte contre les moustiques : les outils de sensibilisation traditionnels et innovants

En France, depuis une dizaine d'années, à la suite de différentes épidémies de dengue ou de chikungunya, la sensibilisation du grand public concernant les moustiques, et en particulier le moustique tigre, paraît indispensable. D'autant que ses spécificités biologiques le font vivre en milieu urbain et périurbain. Ainsi, la prévention est considérée comme le principal levier d'action dans la lutte antivectorielle¹.

Deux principaux publics

Afin d'informer, de sensibiliser et d'impliquer les populations, différentes stratégies sont mises en place à destination de deux publics :

– **Les enfants**, avec pour objectif complémentaire de sensibiliser les parents ;

– **Le grand public** afin que chacun puisse agir pour limiter la propagation du moustique tigre en adoptant les « bons gestes ».

Parmi les outils de sensibilisation à destination du jeune public, on notera entre autres :

– **L'émission de vulgarisation scientifique** : *C'est pas sorcier – Moustiques : dangereux envahisseurs ?* ;

– Les **deux cahiers pédagogiques** développés par l'agence régionale de santé (ARS) de Guyane : *Le paludisme en jeux* et *Jeux de dengue* pour découvrir les symptômes des maladies, les moustiques qui les véhiculent et les moyens de lutte pour limiter leur propagation ;

– La **mallette pédagogique** *Le moustique de A à Z* de l'ARS de la Réunion, diffusée à 1 400 exemplaires dans les écoles primaires de l'île pour enseigner de façon pérenne les principes de protection individuelle et collective et éduquer la jeunesse à la santé ;

– La banque des savoirs, site internet de vulgarisation scientifique pour le grand public, créée par le conseil départemental de l'Essonne, a développé le **jeu en ligne** *Les moustiques nous rendent dengue !* à la suite d'une

épidémie de dengue en 2012 dans les Antilles. À travers une enquête, le joueur découvre le monde et le mode opératoire des moustiques et comment s'en prévenir.

Idées reçues et bons gestes

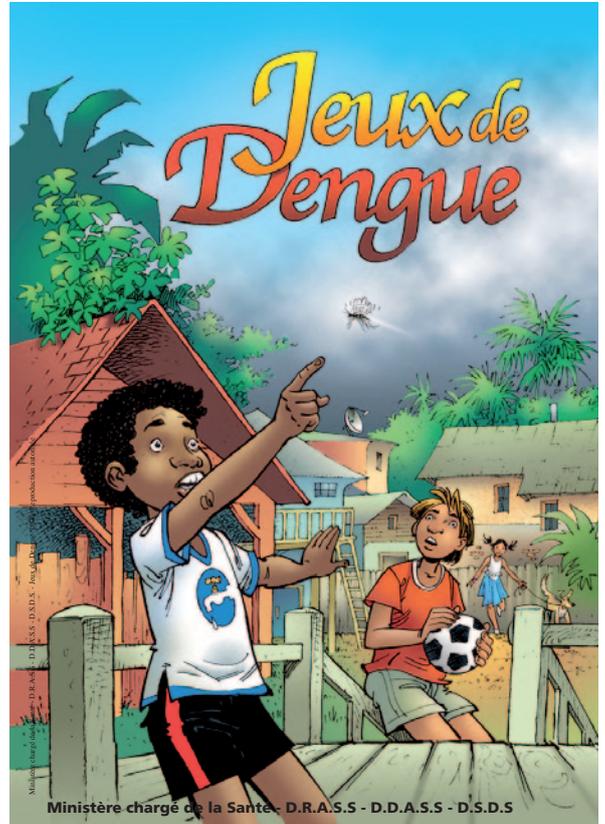
En ce qui concerne le grand public, on identifie deux types d'outils de sensibilisation. Ceux qui **contrent les idées reçues** comme la web-série *Méli-mélo, démêlons les fils de l'eau*, dont un épisode, *L'étroite moustiquaire*, est consacré à la problématique des zones humides en ville et des moustiques.

Sur les secteurs concernés par l'implantation du moustique tigre ou par des épidémies de dengue par exemple, les ententes inter-départementales de démoustication (EID) ou les ARS mènent des campagnes pour **diffuser au maximum les « bons gestes »** destinés à limiter les gîtes larvaires à proximité des habitations.

L'EID Atlantique a mis au point une application pour *smartphone* appelée « iMoustique » afin de faciliter la surveillance du moustique tigre en rendant chacun acteur de celle-ci. Elle rappelle également les gestes simples pour lutter contre la prolifération des moustiques.

L'EID Méditerranée conduit une campagne de communication dont le slogan est « Moustique tigre, faisons équipe avant qu'il nous pique, privons-le d'eau ». L'objectif est de mobiliser la population pour une lutte préventive au travers de la diffusion d'affiches, dépliants génériques et thématiques (campings, cimetières...), carnet d'articles et d'illustrations pour les magazines institutionnels, guides de bonnes pratiques thématiques, outils pédagogiques, label anti-moustique (autocollants sur boîtes aux lettres et collecteurs d'eau couverts de moustiquaires), etc.

Chaque année, l'ARS Océan indien relance l'opération



Source : M. Aouamri, ARS Cayenne

Jeux de dengue. Cahier pédagogique

Kass'Moustik avec le slogan « Contre les moustiques ? Kass Pa la Tèt ! ». En 2015, 112 organisations ont proposé 186 actions sur l'île de la Réunion. Et pour la première fois, Kass'Moustik était parrainée en 2016 par un humoriste réunionnais qui a porté pendant un mois les messages de prévention de la lutte antivectorielle auprès de la population.

Aussi bien en métropole que dans les départements et territoires d'outre-mer, le message est simple et commun à l'ensemble des outils de sensibilisation sur le moustique tigre : une fois celui-ci implanté, il ne peut être éradiqué par des traitements chimiques. Seule la destruction de ses gîtes de ponte permet d'agir sur sa densité, et de limiter la propagation d'une éventuelle épidémie.

F. Thinzilal

1. La lutte antivectorielle a pour objectif d'éviter une épidémie en contrôlant le risque de transmission de virus par les vecteurs, comme les moustiques.

Contact :
Florence Thinzilal
Chargée de mission « agro-environnement et eau »
Forum des marais atlantiques
Tél. : 05 46 87 85 34
Courriel : fthinzilal[at]forum-marais-atl.com

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 moustiques¹ 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



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)¹. Reprenant certains principes des pièges à usage individuel, les BAM attirent les moustiques en reproduisant la respiration humaine au repos (expiration saccadée de CO₂) 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 CO₂ 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

¹. 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

Contact :
Grégory L'Ambert
EID Méditerranée
165, avenue Paul-
Rimbaud
34184 Montpellier
Cedex 4
Tél. : 04 67 63 67 63
Courriel : glambert
[at] eid-med.org

*Dessiccation :
déshydratation
poussée.

** Diapause : cf. p. 4.

* Gravide : prête
à pondre.

La technique de l'autodissémination d'insecticide par les moustiques tigres

Le moustique tigre *Aedes albopictus* est une espèce qui se déplace très peu, et que l'on ne trouvait que dans les forêts d'Asie du Sud-Est il y a encore une soixantaine d'années. Profitant de l'activité humaine et de la **mondialisation des échanges**, c'est désormais **l'espèce de moustique la plus invasive** au monde. En effet, ses œufs pondus juste au-dessus du niveau de l'eau sont résistants à la dessiccation* et capables d'entrer en diapause**, lui permettant de survivre dans des conditions très différentes de son milieu d'origine. Le moustique tigre, en pondant dans des petits gîtes sombres, s'est ainsi vu transporté passivement de continent en continent *via* le commerce des pneus usagés et des plantes, entre autres.

Vecteur de pathogènes exotiques en milieu urbain

Ce moustique a franchi la frontière italienne en 2004, et s'installe depuis en France de façon exponentielle. Il a colonisé en onze ans pas moins de 30 départements. Cette espèce cohabite avec l'homme, profitant des petits récipients qu'elle trouve en ville, **essentiellement dans les jardins** (seaux, arrosoirs, verres, coupelles

de pot de fleurs, etc.). Espèce souvent pionnière après une mise en eau (pluies ou arrosages), elle profite d'une niche écologique quasiment vierge pour proliférer autour des habitations, piquant l'homme et générant des nuisances conséquentes. Mais ce moustique peut également transmettre des pathogènes, et est même le **seul vecteur de dengue, chikungunya ou Zika en métropole**.

La prévention par les petits gestes

La pulvérisation d'insecticides étant prioritairement **réservée à la gestion du risque sanitaire**, la prévention par la gestion de ces vecteurs est essentielle pour limiter leur prolifération et les risques d'épidémies. La **stratégie de lutte intégrée** contre *A. albopictus* repose donc principalement sur la **mobilisation communautaire** (médiats, porte-à-porte) afin d'expliquer les gestes contribuant à l'assainissement de son environnement immédiat par la suppression ou la vidange des divers contenants domestiques. Toutefois, ces stratégies portent leurs fruits à plus ou moins long terme, et il est nécessaire de mettre en place de nouveaux outils de lutte pour faire face à cette espèce nuisible et extrêmement prolifique qui représente un véritable problème de santé publique et socio-économique.

Combattre le moustique par le moustique

L'écologie larvaire d'*A. albopictus* est très particulière et bien différente des espèces que les opérateurs en démoustication ont habituellement à gérer : **les gîtes sont urbains**, essentiellement sur le domaine privé, de très petite taille, artificiels (pots, vases, etc.), nombreux et mobiles dans le

temps et l'espace. Les traiter individuellement serait fastidieux et nécessiterait des moyens humains considérables. Mais **qui mieux qu'un moustique peut détecter un gîte de ponte ?** C'est sur cette réflexion qu'a été élaborée la stratégie d'autodissémination. Fondée sur le comportement du moustique tigre, en particulier sa ponte fractionnée – en moyenne dans deux ou trois gîtes différents –, cette méthode propose d'attirer les femelles gravides^{3*} vers un gîte très attractif mais rendu inaccessible par une moustiquaire (cf. figure). En essayant d'atteindre l'eau, la femelle vole et se pose dans la chambre de contamination, d'où – une fois résignée – elle ressortira avec de très faibles quantités de produit sur les pattes. N'ayant toujours pas réussi à déposer ses œufs, elle va alors se mettre en recherche d'un autre gîte où **elle redéposera à son insu, au moment de la ponte, de petites quantités de produit larvicide** dans l'eau. Cette stratégie permet donc de contrôler un ensemble de gîtes à partir d'une seule station d'autodissémination dans le rayon – certes limité – de vol du moustique tigre. Elle propose de ne traiter que les gîtes visités par les femelles au moment de la ponte, et est théoriquement d'autant plus efficace que la densité de moustiques est importante.

Cette technique innovante et prometteuse est de plus en plus étudiée : couplée avec un insecticide spécifique et efficace à faible dose (une dose de pyriproxifène 300 fois inférieure à celle du téméphos pour le même effet), elle pourrait permettre de contrôler le moustique tigre efficacement, en limitant les traitements dans l'espace et le temps au strict nécessaire.

G. L'Ambert

Exemple de station
d'autodissémination
développée et
étudiée à l'EID
Méditerranée.

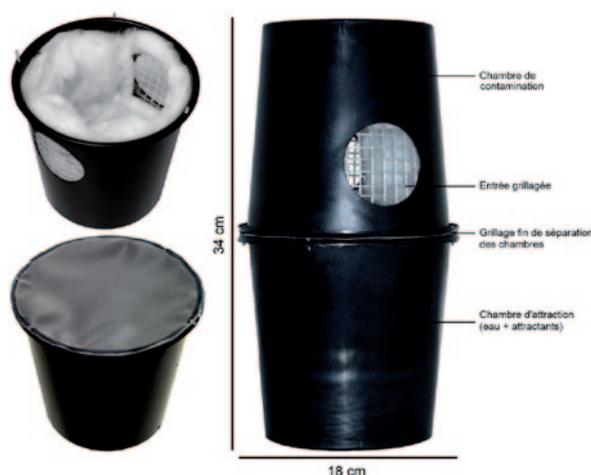


Photo : EID Méditerranée

Les 40 ans de la première grande loi française de protection de la nature

En 40 ans, le concept de nature a évolué vers celui de biodiversité. Pour les zones humides, comment les choses ont-elles évolué ?

Que ce soit dans les textes, les méthodes, les esprits, les savoir-être, l'évolution est considérable. La façon de penser d'un grand nombre d'acteurs a changé, et leur isolement s'est significativement réduit. La vision prométhéenne d'une nature domptée par l'ingénierie est remise en cause. Même la plaie française de politiques sectorielles s'ignorant mutuellement évolue, à l'exemple des agences de l'eau.

Certes, nous sommes encore loin du compte en matière de reconquête des zones humides mais l'amélioration a été sensible.

Les prémisses

Alors qu'une « économie de prédation » régnait depuis le XIX^e siècle, l'objectif d'une convention internationale relative aux zones humides et aux oiseaux d'eau, lancé dès 1962 par Luc Hoffmann, fut un précurseur de la mutation. Pour la première fois, des gouvernements, ONG et scientifiques obtenaient en 1971 la signature d'un traité environnemental international, la convention de Ramsar, ratifiée par la France en 1986.

Dans les années 1970, le contexte est celui d'une montée en puissance des questions environnementales, à la suite des réflexions conduites dans le cadre du club de Rome. La création d'un ministère de l'environnement en France répondait à une nécessité de discipliner l'aménagement de la France, de « mettre fin à la brutalité de l'aménagement » dénoncée par les ONG et les scientifiques : les remembrements, le bétonnage du littoral et de la montagne ; bref, de réagir à l'économie de pillage. Mais le ministère ne recevait que 0,01 % du budget de l'État !

L'adoption de la loi de 1976

Si la loi est votée à la quasi-unanimité, ses premières années d'application furent difficiles, certains souhaitant revenir sur ses acquis, notamment dans le cas de la protection d'espèces telles que la buse ou le héron.

« La loi de 1976, cette révolution tranquille », disait le ministre de l'environnement Michel d'Ornano, mais Jean Untermaier commentait en précisant que : « les dispositions de la loi [...] ne correspondaient pas et ne pouvaient correspondre, en l'état de la société, à ce qu'espéraient les militants, y compris ceux qui œuvraient pour le droit de l'environnement ».

Les trois dispositions majeures de cette loi sont la protection des espèces, des espaces naturels et celle des équilibres biologiques.

L'instauration des études d'impacts en découle de fait, il s'agit d'une idée américaine importée en France et

pratiquée à la manière de l'archéologie préventive, avec l'objectif de connaître ce que l'on détruit...

Mais « une bonne étude d'impact devrait être un outil de décision. Or ce n'est souvent qu'une formalité administrative », disait Corinne Lepage. Les mesures compensatoires tenaient plus de la déclaration d'intention que de la réparation ; il a fallu attendre les années 1990 pour voir la mise en place de compensations correctes. Plus tard, la création de l'autorité environnementale en 2005 et 2012 en infléchira profondément l'approche avec la recherche de la neutralité environnementale.

L'évolution des concepts a démontré la nécessité d'une prise en compte globale et fonctionnelle des espaces naturels, confirmée par les notions ultérieures de trame et de connectivité, et non simplement de réserves naturelles, conformément à certaines réticences exprimées en 1976 – François Terrasson s'opposait par exemple aux réserves naturelles car il voulait que l'on prenne en compte toute la nature.

Il s'agissait d'idées difficiles à faire passer à l'époque, comme le prouve la mise en œuvre de Natura 2000, qui ne fut pas un long fleuve tranquille.

D'autres dispositions favorables

L'inventaire des ZNIEFF (zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique) est venu combler en partie le manque de connaissances. La définition des priorités de protection ou d'intervention foncière a suivi, avec les réserves naturelles nationales, le Conservatoire du littoral, les actions des agences de l'eau, etc.

Après 1976, de nouvelles notions apparaissent, comme l'internalisation des coûts externes, puis le principe pollueur-payeur. La neutralité environnementale arrivera plus tard, dans le sillage du développement durable.

Photo : M.-L. Nguyen CC by 2.5



Photo : M.-L. Nguyen CC by 2.5

Petite massette (Typha minima), une espèce des zones humides protégée par la loi de 1976.

La réserve naturelle volontaire devenue régionale du marais de Reuves (51).

En 1985, la Politique agricole commune s'ouvre au principe des aides attribuées aux zones écologiquement et paysagèrement sensibles. La profession agricole reste réticente, des aides classiques étant amputées.

La France était peu présente aux conventions internationales sur la nature. Mais la participation présidentielle à la conférence de Rio en 1992 entraîne la prise de conscience de l'internationalisation des questions environnementales.

La loi sur l'eau de 1992 apporte une progression fondamentale : transcription des directives européennes, notion de patrimoine commun, SDAGE*/SAGE** opposables au tiers.

*SDAGE : schéma directeur de gestion et d'aménagement des eaux.

**SAGE : schéma de gestion et d'aménagement des eaux.

De l'alarme au PNAZH

Le rapport du préfet Bernard dresse en 1994 un tableau alarmant : les 87 zones humides françaises d'importance majeure ont perdu 50 % de leur surface entre 1960 et 1990. Il appelle un Plan national d'action pour les zones humides (PNAZH), lancé en 1995 et comportant :

- la création d'un observatoire national, le renforcement d'outils de suivi et d'évaluation, traduits dans un programme de recherche ;
- la mise en cohérence des politiques publiques ;
- la restauration de zones humides ;
- un programme d'information et de sensibilisation.

Un second souffle ?

Après la protection des espèces et espaces, la loi Barnier introduit en 1995 la gestion conservatoire et la restauration, d'autant plus incontournables que l'ambition de stopper l'érosion de la biodiversité en 2010 n'a pas abouti.

Natura 2000, les directives européennes, les schémas régionaux de cohérence écologique, la Trame verte et bleue suivent les nouvelles notions de réseaux écologiques. Le Grenelle de l'environnement a imposé l'exigence « d'avoir raison à plusieurs », plus difficile mais plus efficace. La problématique environnementale est devenue enjeu de société.

La loi de 1976 est le produit de son époque, elle témoigne d'un moment dans l'histoire de la conservation où les mécanismes écologiques, mal connus, étaient encore peu mentionnés. Elle ne pouvait apporter qu'une réponse partielle aux nouveaux enjeux. Figée en 1976, elle a rapidement été dépassée par l'évolution des concepts, la radicalisation de la crise de la biodiversité (menace de la 6^e extinction), le changement climatique, l'internationalisation de la problématique, etc. Mais elle a introduit des processus et contribué à des modifications de comportement qui s'élaborent aujourd'hui encore.

G. Clouet, F. Muller et J.-P. Thibault

La réserve naturelle volontaire devenue régionale du Scamandre

BiacheB CC by-sa 3.0



Gérard Clouet a fait l'essentiel de sa carrière (1980-2013) en service déconcentré du ministère en charge de l'environnement, d'abord chargé de mission en DRAE, puis directeur adjoint avant de devenir directeur en DIREN et pour finir directeur adjoint en DREAL. Au cours de ces 33 années, il a eu à conduire différentes politiques dont celles concernant les zones humides. Le ministère a fait appel à lui à six reprises pour participer aux conférences internationales de la convention de Ramsar entre 1992 et 2002. Il a été membre du Groupe « zones humides » et à ce titre initiateur du colloque de Carentan en 1994.

Jean-Pierre Thibault, après sa scolarité à l'ENA (1981-1983), découvre le paysage à l'occasion de son passage à la sous-direction en charge des sites classés (1988-1991) et les terres d'eau lors de sa première affectation en direction régionale de l'environnement (2000). Ces deux domaines constituent depuis lors les fils directeurs de son action dans le service public. Inspecteur général en 2014, il est par ailleurs membre du Groupe « Zones humides », de l'association Ramsar France, et du collectif « paysage de l'après-pétrole ».

Francis Muller, initialement pharmacien de formation, a travaillé sur divers programmes de protection des sites naturels au Conservatoire d'espaces naturels de Lorraine (dont certains concernant les étangs piscicoles et les vallées alluviales), puis depuis 2003 à la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, où il est directeur du Pôle-relais tourbières, basé à Besançon. Il est également président, depuis 2014, du Groupe « zones humides » et trésorier du Groupe international de conservation des tourbières (IMCG).

Contacts :
Jean-Pierre Thibault
Inspecteur général du
Conseil général de
l'environnement et
du développement
durable
Courriel : jean-
pierre.thibault [at]
developpement-
durable.gouv.fr

Francis Muller
Président du Groupe
« Zones humides »
Directeur du Pôle-
relais tourbières
Tél. : 03 81 50 15 05
Courriel : francis.
muller [at] pole-
tourbières.org

Le marais Vernier, ou le parcours chaotique d'une zone humide « à aménager » vers un espace à ménager

Le marais Vernier (27) constitue aujourd'hui un cas d'école particulièrement révélateur où s'affrontent des politiques publiques contraires sur un site encore empreint d'une grande naturalité.

Serti dans un méandre abandonné de la Seine, le marais Vernier appartient au grand ensemble estuarien, y ajoutant une plus-value environnementale avec l'un des plus grands gisements de tourbe métropolitain et les seuls étangs naturels du bassin séquanien*. Le nord du marais Vernier est un polder alluvionnaire gagné sur l'estuaire durant la seconde moitié du XIX^e siècle.

Si le marais Vernier pouvait être encore récemment caractérisé par sa ruralité profonde, il est également concerné par l'évolution de la basse vallée de la Seine, avec sa pétrochimie, ses grands ports maritimes de Rouen (76) et du Havre (76), la proximité de grandes villes, et qui pèse sur une microrégion d'abord reconnue pour ses handicaps socio-économiques avant ses atouts paysagers, historiques et, plus encore, naturels.

De 1950 à nos jours, cet espace se trouve **écartelé par des décisions contradictoires** qui ont longtemps tracé une trajectoire incertaine, même si avec la labellisation récente du marais Vernier et de la Risle maritime au titre de la **convention de Ramsar**, il y a lieu de penser que sa préservation durable se dessine enfin.

En voici quelques exemples :

– Après la Seconde Guerre mondiale, le plan Marshall draine le marais tourbeux pour le transformer en « Ukraine normande » (*sic*) avec, en réaction, la création du premier espace protégé par les chasseurs (réserve de chasse et de faune sauvage de la Grand-Mare).



Photo : A.-S. Defonte

– Suite à la mise en service du pont de Tancarville en 1959 et de ses voies d'accès qui affectent le nord du marais, le site inscrit « des abords du pont de Tancarville » englobant tout le marais Vernier est créé (1976).

– Dans les années 1970, la volonté de créer une « rue d'usines » de Rouen au Havre sur le modèle de la Ruhr allemande conduit à instaurer une « coupure verte » avec, en 1974, la création du parc naturel régional (PNR) de Brotonne dont le projet englobe le marais Vernier. Mais à ses débuts, le PNR n'arrive pas à séduire toutes les communes du marais Vernier et est très peu porté sur la question environnementale, préférant s'investir dans les domaines sportifs et culturels !

Par contre, au fil des révisions de sa charte, le PNR de Brotonne – devenu PNR des boucles de la Seine normande – couvre tout le marais Vernier et prend conscience de sa responsabilité envers les zones humides. Si dans les années 1980 le ministère de l'Agriculture soutient le drainage des prairies humides alluvionnaires, le Parc – non sans difficultés tant internes qu'externes – parvient à **initier les premières mesures agri-environnementales**. Celles-ci, d'une certaine manière, préfigureront l'application des directives européennes

« Oiseaux » et « Habitats » à la majeure partie du marais Vernier.

Il est clair que la loi du 10 juillet 1976 a constitué **un levier significatif** pour les personnes et structures soucieuses de préserver l'environnement en donnant une légitimité à la démarche grâce à son Article I introduisant **la notion d'« intérêt général »**. Les articles suivants traitant des **espèces et espaces protégés** ont offert un second levier, appuyé sur des listes régionales et nationales d'espèces protégées conduisant alors aux créations de la première réserve naturelle nationale de Haute-Normandie, d'un arrêté préfectoral de protection de biotope, de la première réserve naturelle volontaire de Haute-Normandie (déclassée depuis par l'abrogation malheureuse de cette disposition par la loi dite de « démocratie de proximité » de 2002).

Cependant, la loi de 1976 n'aurait pas suffi **si elle n'avait pas été complétée** et appuyée par la loi « Paysage » de 1993 qui renforce la légitimité des parcs naturels régionaux et les différentes écritures depuis 1992 de la loi « sur l'eau » qui ont contribué à donner un statut de plus en plus robuste aux zones humides, ce dont a largement bénéficié le marais Vernier.

T. Lecomte

Vue sur le marais Vernier et ses courtils (parcelles allongées s'étendant du coteau au coeur du marais).

* Séquanien : lié à la Seine.

Contact :
Thierry Lecomte
Conservateur de la
Réserve naturelle
des Courtils de
Bouquelon
730, Chemin
des Courtils
27500 Bouquelon
Courriel : courtils.
de.bouquelon
[at]gmail.com

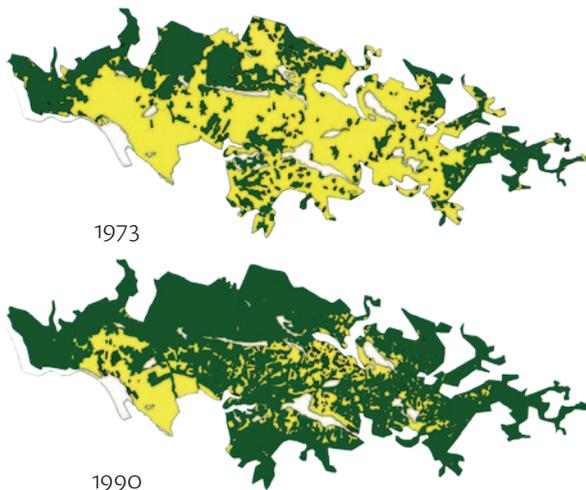
Contact :
Yves le Quellec
Coordination
pour la défense du
Marais poitevin
Courriel : quel [at]
marais-poitevin.org

*SAGE : schéma
de gestion et
d'aménagement
des eaux.

**SDAGE : schéma
directeur de gestion
et d'aménagement
des eaux.

Évolution des
superficies du
Marais poitevin
en prairie et zones
cultivées entre
1973 et 1990.

■ Prairies naturelles
■ Cultures
□ Îles, presqu'îles
calcaires, cordon
dunaire



La loi de 1976 à l'épreuve des faits : le cas du Marais poitevin

Marais mouillé et marais desséché

Principale zone humide de la façade atlantique, le Marais poitevin s'étend sur environ 100 000 hectares entre Niort (79) et les côtes de l'océan Atlantique. L'altitude des terrains, de l'ordre d'1,5 à 3 mètres, les place à un niveau inférieur à celui des plus fortes marées. Ce marais reste ainsi soumis à une forte contrainte hydraulique et à des épisodes de submersion marine dont le plus récent, en 2010, s'est traduit par le drame de La Faute-sur-Mer (85) et une pénétration de la mer sur près de 15 000 hectares de marais.

Les premiers endiguements remontent au XII^e siècle. Ils ont donné lieu à **une partition qui perdure entre deux types d'espaces**, les marais desséchés, endigués et protégés de l'inondation, et les marais mouillés, situés en bordure de plaine et le long des vallées fluviales, fonctionnant comme zone d'expansion des crues. La pol-dérivation en baie de l'Aiguillon s'est développée du XVIII^e siècle jusqu'en 1965.

Au XIX^e siècle et jusque dans les années 1950, le meilleur compromis économique d'exploitation de ces terres **reposait sur l'élevage**, et donc sur les prairies plutôt que sur les cultures.

Carte : D'après le Ministère de l'Environnement, SATEC, 1991. Source : I.G.N. 1973

La loi de 1976 et les ambigüions contradictoires

Le vote de la loi sur la protection de la nature intervient dans un contexte de planification régionale active. Approuvée en 1976, le *Schéma d'aménagement du littoral du Centre-Ouest atlantique* a **qualifié de « vitale »** la protection des zones humides, « pour des raisons esthétiques, scientifiques et éducatives »¹. La création de réserves naturelles est envisagée, mais parallèlement d'autres propositions sont faites **en vue d'intensifier la productivité** agricole du Marais poitevin. Cette orientation est confirmée et concrétisée par l'adoption du *Schéma d'aménagement des marais de l'Ouest* (1981), aboutissant entre 1973 et 1990 à la mise en culture de plus de 30 000 hectares de prairies naturelles. Il est à noter que les dispositions de la loi de 1976 sur les études d'impact **n'ont pas trouvé à s'appliquer** à ces travaux...

La contradiction entre la volonté affichée de protéger les zones humides et les objectifs agricoles a été exacerbée dans la conduite politique du parc naturel régional créé en 1979. Celui-ci finit par y perdre son label², tandis qu'un contentieux européen aboutit en 1999 à **la condamnation de la France** pour manquement aux obligations des directives « Oiseaux » et « Habitats ».

Les outils de protection issus de la loi de 1976 ont malgré tout été progressivement investis : sept arrêtés préfectoraux de protection de biotope, trois réserves naturelles régionales³ et trois réserves naturelles nationales ont vu le jour entre 1976 et 2013. Toutefois, sans levier suffisant sur **la gestion hydraulique restée au service de l'agriculture** intensive, de telles mesures atteignent vite leurs limites.

Après la loi de 1976

Les premières mesures agri-environnementales sont expérimentées

localement en 1991, pour soutenir l'élevage et les prairies menacées par les labours. En 1992, la loi sur l'eau vient renforcer la prise en compte des zones humides, mais les trois SAGE* divisant le marais n'aboutiront qu'en 2011 et le SDAGE** Loire-Bretagne 2010-2015 doit consacrer une disposition spéciale à ce cas particulier. Et le site Natura 2000 de 68 000 hectares et son document d'objectifs issus du contentieux avec l'Union européenne soulèvent une vive *bronca* en 2003 dans les milieux agricoles.

Les sources du panel des mesures de protection appliquées dans le Marais poitevin vont de la loi sur la protection des sites de 1930 au réseau européen Natura 2000, en passant par les outils issus de la loi de 1976. « Cette situation d'application simultanée d'une multitude de mesures plus ou moins emboîtées, aux desseins en partie communs, et dont la localisation et la délimitation relèvent davantage du contexte socio-économique que d'une stratégie réfléchie de conservation de la nature »⁴, n'est pas satisfaisante. La création en 2010 d'un établissement public dédié à la gestion de l'eau et de la biodiversité du Marais poitevin a opportunément souligné **l'étroite imbrication des deux thématiques**. Il reste à ce nouveau venu à conforter sa place dans le paysage institutionnel local si complexe, et notamment à faire aboutir sa mission d'élaboration de règlements d'eau permettant de restaurer le caractère de zone humide du Marais poitevin et les fonctions associées.

Y. le Quellec

1. A. Faucon, D. Pichereau, 1975. « Pour une mise en valeur des marais de l'Ouest », *Aménagement et Nature*, n° 40, 26-29.

2. Une relabellisation est intervenue en 2014, s'appuyant sur une charte « consensuelle » à l'ambition très faible.

3. Les anciennes réserves naturelles volontaires de la loi de 1976.

4. G. Barnaud, O. Cizel, 2009. « Mille-feuille administratif du Marais poitevin. Une spécialité locale ? », in *Le Marais Poitevin, un espace à réinventer ? - Actes du colloque de Niort* (4-5 octobre 2008), CDMP, p. 138.

La loi de 1976 à l'épreuve des faits : le cas du marais de Brouage



Photos : J.-M. Gilardeau

Sur la façade atlantique, nombreux sont les marais rétro-littoraux. Parmi eux figure le marais de Brouage dont le parcours illustre le chemin accompli en un demi-siècle, depuis l'apparition dans le paysage juridique de la loi de 1976 sur la protection de la nature.

Le marais de Brouage, situé en Charente-Maritime (17), offre la particularité d'être le fruit de l'envasement progressif d'une baie et de n'abriter aucun estuaire. D'une superficie de 11 000 hectares, il a d'abord été le théâtre d'une activité salicole florissante avant de se gêter puis, au début du XIX^e siècle, a été « assaini » au moyen de grands travaux dont résulte sa configuration actuelle faite de parcelles de faibles dimensions, délimitées par un réseau de chenaux et de fossés alimentés en eau douce par le fleuve Charente.

Longtemps, **les considérations écologiques ont été sacrifiées** sur l'autel de l'économie. Sous la double influence de la politique agricole – dont le productivisme constituait le maître-mot – et du progrès technique, drainage et irrigation ont été les mamelles de son évolution. Sur le terrain, au mépris de la loi de 1976, le pâturage céda peu à peu la place au labourage. Le recul de l'élevage traditionnel au profit de la culture des céréales **semblait inexorable jusqu'en 1992**, année à partir de laquelle le combat commença à changer d'âme sur les fronts tant agricole qu'environnemental.

Le marais de Brouage ne fut pas insensible à ce changement de cap. La conjonction de la lourdeur des formalités à accomplir par les candidats au retournement des prairies naturelles et de l'intervention du Conservatoire du littoral en matière foncière eurent pour conséquence de réduire à la portion congrue le recul de l'herbe au profit des plantes cultivées. Tendances qui, par la suite, ne fit que se confirmer.

Le contenu des textes législatifs et réglementaires est une chose, la réalité telle que vécue sur le terrain en est une autre. Lorsque le danger cessa de résider dans le remplacement des prés par des champs, il revêtit **les habits de la déprise**. Il faut se garder d'oublier que le marais de Brouage a été façonné non pas par la nature mais par la main de l'homme, et que sa survie est subordonnée à un entretien régulier des ouvrages hydrauliques sur le fonctionnement desquels repose son équilibre. Une absence prolongée de gestion des niveaux d'eau et d'occupation des parcelles par des troupeaux est synonyme d'envahissement par la friche et de détérioration de la biodiversité et des paysages.

La multiplication des mesures de protection, dans le prolongement de la loi de 1976, a été de nature à éviter les changements de destination intempestifs mais cela n'a pas permis de remédier à l'inertie.

L'unique moyen de garantir le développement durable des lieux consiste à **féderer l'ensemble des acteurs autour d'un projet commun**. Propriétaires, usagers, élus et administration, malgré des intérêts parfois divergents, ont opté pour la voie de l'union de préférence à celle de l'affrontement. L'heure est à la conclusion d'un **contrat territorial de**

marais par l'intermédiaire duquel vont être privilégiés : la gestion équilibrée de la ressource en eau, la restauration et l'entretien du réseau hydraulique, la lutte contre les espèces exotiques envahissantes, le maintien d'activités économiques primaires extensives, la promotion d'un tourisme vert et doux et la valorisation du patrimoine architectural et culturel.

Le dispositif prendra appui sur le regroupement des propriétaires (association foncière pastorale), des exploitants (collectif d'éleveurs) et des collectivités territoriales (entente intercommunautaire) ainsi que sur le partage des connaissances et des priorités par le biais de comités technique et de pilotage.

L'observation de l'évolution enregistrée au cours des 50 dernières années enseigne que les effets produits par la loi de 1976 n'ont **pas été immédiats**. Le constat ne surprend pas le juriste qui sait qu'il s'écoule toujours du temps entre le moment où naît un texte et celui où il effectue ses premiers pas. Cette loi ne doit toutefois pas être minimisée. À l'évidence, elle a contribué à **semer le bon grain** dans les esprits et à faire en sorte que le présent et l'avenir des marais soient moins sombres qu'ils ne pouvaient apparaître naguère.

J.-M. Gilardeau

Contact :
Jean-Marie
Gilardeau
Président de la
Fédération nationale
des associations
syndicales de
marais (FNASM)
20, route des
Fontaines
17620 Saint-Agnant
Courriel : ajm-
gilardeau [at]
cegetel.net

*Clôture pour
éviter que le
bétail, essentiel
à l'entretien du
marais, ne se
noie pas dans
les canaux.*

*Marais de Brouage
et ses canaux.*



L'approche intégratrice d'un territoire : l'identité de l'étang de Berre



Croquis : A. Freytet

Perspective de l'étang de Berre, livret et film : *Étang de Berre, en quête d'une lagune cachée.*

Situé sur le littoral des Bouches-du-Rhône (13), l'étang de Berre est un des plus vastes étangs saumâtres d'Europe. Son histoire environnementale, culturelle et économique très riche a marqué les paysages de ce territoire et lui a forgé une identité qui suscite l'étonnement.

Une identité en mutation

Autour de l'étang, les villes et les industries jouxtent des zones humides lagunaires, à la fois espaces de respiration pour les populations riveraines et lieux de vie pour la faune et la flore. Depuis un demi-siècle, les acteurs locaux sont au chevet de cette petite mer intérieure **lourdement affectée par les pollutions** urbaines, industrielles et agricoles, notamment la centrale hydro-électrique de Saint-Chamas depuis 1966. Leur lutte pour la défense de l'étang et de la santé des populations amena le gouvernement à reconnaître en 1991 la nécessité d'un plan global de sauvetage de l'étang de Berre, avec notamment des mesures de limitation imposées à la centrale hydroélectrique en 1994 par le plan Barnier. Toutefois, l'Union

européenne condamna la France en 2004 pour son inefficacité à contrer les effets négatifs de cette centrale en vertu de la convention de Barcelone et du protocole d'Athènes relatifs à la sauvegarde des milieux marins en Méditerranée. Des dispositions plus drastiques sont alors prises pour **réhabiliter l'écosystème** aquatique.

Parallèlement, dans les années 2000, face à la demande sociale et au souhait des collectivités de développer durablement des activités économiques, dont le tourisme, la réhabilitation de l'étang s'est accompagnée d'un **objectif de reconquête de son image.**

Un film pour valoriser une identité

Au regard de l'intérêt porté aux paysages de l'étang de Berre et de ses zones humides, le Pôle-relais lagunes méditerranéennes est sollicité pour produire¹ en 2015 un documentaire qui répond aux objectifs de la Directive européenne de protection et de mise en valeur des paysages. Le film *Étang de Berre, en quête d'une lagune cachée*² est alors réalisé par l'association Océanides, et met en scène le paysagiste-conseil de la DREAL* Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) dans sa recherche de la lagune de Berre, qui se révèle par des signes et des indices souvent cachés et étonnants.

L'étang à l'échelle des unités paysagères

L'approche du film saisit la scène à l'échelle des unités paysagères telles que les affichent les atlas des paysages. L'étang de Berre constitue une unité paysagère en soi, qualifiée par son nom propre. Ses limites sont déterminées par le **sentiment d'appartenance** à une entité cohérente où se joue une stratégie territoriale. Face à cette identité complexe, le film suscite des discussions

relatives au cadre de vie des populations et des envies de valorisation et de protection des paysages de milieux humides.

Une perception sensible des paysages

Les ambiances, les impressions, les émotions, les sensations grâce auxquelles se perçoit et se vit un paysage sont rendues par la parole, le trajet, le croquis et l'image cinématographique. Antoine Auricoste, le cinéaste, a saisi des lumières, des textures, des images qui ne cachent pas les implantations industrielles, parfois les juxtapose aux milieux naturels pour offrir un contraste saisissant. Il livre **une perception nouvelle** de l'étang de Berre, si souvent déconsidéré et réduit aux seuls horizons industriels.

Au fil des discussions, le film tente de partager cette expérience intime de découverte de ces milieux humides difficiles à percevoir. Il montre que « le paysage est un territoire tel que perçu par les populations ».

Cette démarche paysagère **se démarque de l'approche technique et réglementaire** issue des lois environnementales par l'irruption d'une dimension sensible dans le processus d'analyse et de projet.

Au-delà du patrimoine naturel, la mise en valeur de l'émotion permet une appropriation personnelle et sensible des lieux. Pour de nombreuses personnes, cette démarche sert de socle à la compréhension et à la lisibilité des paysages, et donc à la protection d'un milieu aussi fragile qu'une lagune.

A. Freytet et N. Barré

* DREAL : direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Prise de vue et de son au bord de la Touloubre.

Contacts :
Alain Freytet
Paysagiste conseil de l'État
DREAL PACA
8, Mazeimard,
23150 Maisonnisses
Courriel : alain[at]freytet.fr

Nathalie Barré
Chargée de mission du Pôle-relais lagunes méditerranéennes
Tour du Valat
Le Sambuc
13200 Arles
Tél : 04 90 97 29 56
Courriel : barre[at]tourduvalat.org

Photo : Océanides



1. Le projet a bénéficié du Fonds européen de développement économique régional, du soutien de la DREAL PACA, de l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et de l'appui technique des structures locales de gestion des zones humides.

2. Film disponible sur YouTube (<https://youtu.be/DPV7CJkxAw0>) et en HD sur demande.

Avancées des esprits et inertie des pratiques...

Les quarante ans de la première loi française sur la protection de la nature ont été célébrés avec une particulière discrétion...

La modeste journée d'échanges du Groupe « Zones humides » du 10 mars 2016 a constitué l'une des rares tentatives de bilan de ces quatre décennies de politiques de la nature en général, et des terres d'eau en particulier.

Les interventions qui se sont succédé au cours de cette journée ont reflété la complexité d'une bataille qui est loin d'être achevée !

– en quarante ans, on peut parler d'une **victoire dans les esprits** : le documentaire des années 1950 sur le marais Vernier, « Ukraine française », vision d'un touchant anachronisme du dernier site Ramsar labellisé, est représentatif de ce mouvement : le dogme du progrès par la technique, la figure héroïque de l'ingénieur, l'image punitive de la nature en général et des marais en particulier, ont cédé la place à une posture d'humilité vis-à-vis du vivant, de dialogue nécessaire avec les forces telluriques, et de primat du bien-être social sur la croissance quantitative de la production. Dans le film *Demain*, il est ainsi question de cette ferme du Bec-Hellouin (27), en aval de l'ex-Ukraine normande, dont l'intensité productive est infiniment supérieure aux grandes exploitations agricoles mécanico-chimiques de la Beauce ou de la Champagne, précisément parce que le dialogue avec la nature y est constant, sophistiqué et particulièrement productif.

– en quarante ans, toutefois, on ne peut en dire autant des **pratiques conjuguées de l'intensification agricole et de l'artificialisation des sols** qui continuent de réduire nos terres d'eau comme peau de chagrin. Le rythme, certes, en est plus lent,

mais la tendance n'est pas pour autant renversée : l'intervention d'Yves Le Quellec est significative de cette inertie consternante des pratiques intensificatrices. Le plan gouvernemental de 2003 évoquait la remise en prairies de 10 000 hectares¹ de marais ; on est encore loin du compte, malgré les efforts de la vaillante équipe qui a permis la récupération du label « parc naturel régional ». Pire, à la lecture d'un récent rapport du CGEDD* sur la gouvernance du marais², on est saisi par la persistante guerre de position à laquelle se livrent sur ce malheureux – mais remarquable – territoire les tenants du productivisme agricole et ceux d'un faire-valoir plus en rapport avec le substrat écologique et le fonctionnement hydraulique de ce vaste polder³.

Une avancée récente pourrait résoudre cette contradiction entre l'évolution des esprits et la persistance d'une « demande de technologie » pour « dompter la nature ». Un autre film, sur la « lagune oubliée » de l'étang de Berre, vient l'illustrer de façon interpellante : **l'approche intégratrice d'un territoire**, ce dernier étant perçu comme la conjonction potentiellement harmonieuse du substrat écologique et de l'épaisseur historique des établissements humains sur celui-ci. Cette approche « territorialiste »⁴ prend appui sur la sensibilité des populations à la beauté de l'environnement, et Alain Freydet, paysagiste, a été sollicité par le pôle-relais « lagunes méditerranéennes » pour redonner ainsi du sens à ce territoire-symbole de la technologie triomphante de l'ère industrielle.

Cela signifie bien sûr l'abandon d'approches technologiques fermées à la fois à leurs voisines et au caractère propre des lieux où elles s'appliquent : le Marais poitevin n'est ni la Beauce encore



Photo : BiacheB CC by-sa 3.0

Chemin sur ponton à l'étang de Scamandre

rêvée par la FDSEA** de Vendée, ni la Camargue parfois érigée en modèle par les naturalistes locaux ; le marais de Brouage, dont Jean-Marie Gilardeau a rappelé le récent sauvetage, est tout à la fois un terroir producteur de viande goûteuse, un riche espace d'histoire et une merveille de la nature⁵.

Quarante années après la loi qui introduisit la nature dans le droit français, le combat pour les terres d'eau reste encore incertain. Il mérite plus que jamais notre vigilance, nos efforts, et notre inventivité créatrice !

J.-P. Thibault

1. 10 % à peine de la surface totale de ce territoire !
2. Le Marais poitevin : État des lieux actualisés des actions menées à la suite du plan gouvernemental 2003-2013 et orientations, juin 2016.
3. On y lit, notamment, de la part de témoins interrogés par les inspecteurs, la revendication aberrante d'une évacuation toujours plus rapide des eaux au moyen de pompes toujours plus puissantes...
4. Les théories de l'école territorialiste, née en Italie autour du géographe Alberto Magnaghi, sont très clairement explicitées dans le dernier ouvrage de celui-ci, publié en français sous le titre *La biorégion urbaine, petit traité sur le territoire bien commun*, 2014, éditions Eterotopia.
5. Il est particulièrement consternant de ne lire aucun mot sur la richesse naturelle des marais sur le site du syndicat mixte pour la mise en valeur de Brouage et de ne voir aucune mention du patrimoine culturel sur le site décrivant le DOCOB Natura 2000 du marais !

*CGEDD : Conseil général de l'environnement et du développement durable.

**FDSEA : fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles.

Contact :
Jean-Pierre Thibault
Inspecteur général
CGEDD, Section
habitat et territoires
(HCSDT)
Tél. : 01 40 81 29 38
Courriel : jean-
pierre.thibault [at]
developpement-
durable.gouv.fr

Enfin, une méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides !

Pour atteindre les objectifs de « bon état des eaux » et de prévention d'une dégradation supplémentaire de l'état des écosystèmes aquatiques, terrestres et des zones humides qui en dépendent, concevoir et réaliser des projets dits de « moindre impact environnemental » suppose de **respecter la séquence « éviter, réduire, compenser »** (dite ERC) et de connaître la réglementation afférente¹. Les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 prescrivent que les installations, ouvrages, travaux et activités détériorant partiellement ou totalement des zones humides doivent s'accompagner de **mesures compensatoires** qui restaurent, réhabilitent ou créent des zones humides **équivalentes sur le plan des fonctions**². À défaut, pour chaque grand bassin hydrographique, un facteur multiplicatif des surfaces de zones humides à compenser est défini.

Pour évaluer les actions écologiques mises en œuvre dans le cadre de la séquence ERC, des méthodes américaines existent depuis 30 ans, les « *rapid assessment method* », mais elles ne peuvent pas être utilisées en l'état en France métropolitaine³. Une méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides a donc été conçue. Ce projet a été financé par l'ONEMA* et le conseil départemental de l'Isère. Il est le fruit d'un partenariat étroit entre le Muséum national d'histoire naturelle, Biotopie, l'IRSTEA**, l'ONEMA, l'université Grenoble Alpes, l'université de Tours et des partenaires techniques (CEREMA*, Forum des marais atlantiques, directions interrégionales de l'ONEMA de Compiègne, Metz, Rennes et Toulouse).

Un outil de plus ?

Cette méthode permet d'estimer si les actions écologiques sur un site de compensation génèrent des

gains fonctionnels supérieurs ou égaux aux pertes fonctionnelles sur un site impacté suite à un aménagement. La méthode est conçue en tenant compte d'un certain nombre de principes clefs de la compensation écologique (proximité géographique, efficacité, équivalence et additionnalité** écologique)⁴.

Elle est destinée à un **public technique** (ni spécialiste ni expert dans un domaine particulier) en charge de la mise en œuvre ou du contrôle des mesures de compensation (bureaux d'études, services de l'État, ONEMA, DDT**...). Pour appliquer la méthode, des connaissances générales en écologie, en pédologie et en système d'information géographique (SIG) sont nécessaires. L'application de cette méthode est relativement rapide (en général moins d'une journée sur un site de moins de cinq hectares).

Fonctions et zones prises en compte pour leur évaluation

Cette méthode s'applique sur les zones humides continentales au sens de l'art. L.211-1 du Code de l'environnement, définies par l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié. L'identification et la délimitation des sites au sens de cette

réglementation sont des **préalables à l'application de la méthode**.

Avec cette méthode, il s'agit d'évaluer l'intensité vraisemblable d'une fonction dans un site en zone humide, et non l'intensité des fonctions réellement réalisées, qui requiert des protocoles plus lourds.

Trois fonctions hydrologiques, cinq fonctions biogéochimiques et deux fonctions liées à l'accomplissement du cycle biologique des espèces sont évaluées. L'évaluation prend en compte les propriétés du site (en zone humide) et de son environnement (par ex. la zone contributive, le paysage).

Données utilisées et diagnostics produits

L'évaluation est réalisée à partir de données SIG dans des référentiels nationaux et de mesures sur le terrain. Les données récoltées sont utilisées pour renseigner deux diagnostics :

1. **Le diagnostic de contexte** permet de **vérifier la pertinence** de comparer l'intensité des fonctions sur le site impacté et sur le site de compensation (principes de proximité géographique et d'équivalence). Plusieurs conditions doivent être simultanément réunies ➔

*ONEMA : Office national de l'eau et des milieux aquatiques.

**IRSTEA : Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture.

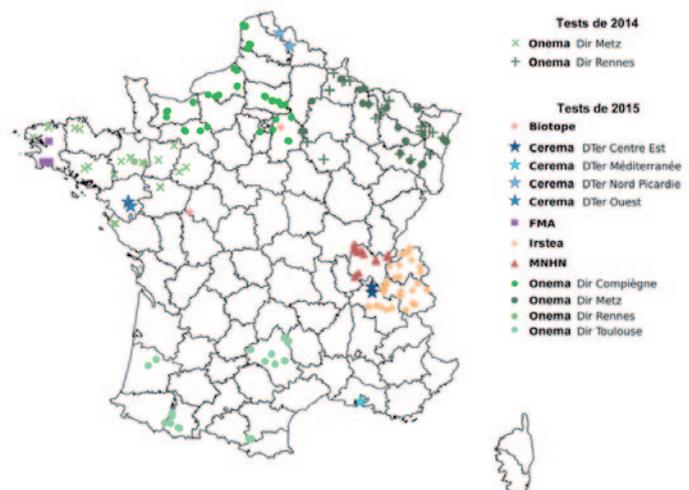
*CEREMA : Centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

** Additionnalité écologique : mesure compensatoire qui génère un gain écologique pour le site de compensation qui n'aurait pas pu être atteint en son absence.

** DDT : Direction départementale du territoire.

Répartition des sites tests de la méthode et contribution des partenaires associés à sa conception.

Carte : Gayet et al., 2016



sur les sites pour évaluer les actions écologiques mises en œuvre. Si elles sont réunies, alors il est possible de comparer l'intensité des fonctions sur le site impacté et sur le site de compensation grâce au diagnostic fonctionnel.

2. **Le diagnostic fonctionnel** sert à évaluer l'intensité de chaque fonction avec des indicateurs (principes d'équivalence, d'efficacité et d'additionnalité écologique). Ces indicateurs ont été élaborés suite à une analyse de la littérature scientifique. Ils ont été étalonnés grâce à des tests sur environ 220 sites (cf. carte p. 26). Ce diagnostic fournit une vision intégrée des fonctions du site, ce qui est essentiel pour évaluer l'effet des mesures de compensation. Les évaluations sur le site impacté (avant et après impact) et sur le site de compensation (avant et après action écologique) permettent d'évaluer les pertes, les gains et la probabilité que ces gains égalent au moins les pertes, indicateur par indicateur, fonction par fonction. Le choix des fonctions et des indicateurs ciblés par les mesures de compensation dépend des parties prenantes impliquées.

Un rapport, un guide, un tableur, et en avant

Trois documents interdépendants permettent de réaliser les évaluations :

1. **Le document général** présente les fondements théoriques, scientifiques et techniques de la méthode⁵. Sa lecture n'est pas indispensable, cependant un utilisateur peut se tourner vers ce document s'il souhaite approfondir sa compréhension de la méthode.

2. **Le fascicule**⁶ dans les collections « Guide et protocole ». Il contient une description succincte du contenu de la méthode, une notice à suivre très scrupuleusement et des clefs de lecture pour s'approprier le résultat d'une évaluation.



Photo : G. Gayet/MNHN

3. **Le tableur** pour saisir l'évaluation et afficher les résultats de manière automatisée.

Des sessions de formation sont prévues dès 2016.

La méthode et les limites de la compensation

La mise en œuvre de cette méthode montre la complexité du fonctionnement des zones humides et les limites des mesures de compensation. Lorsqu'une zone humide est impactée par un aménagement, il est possible d'identifier si des fonctions peuvent être partiellement récupérées. Cependant, le recouvrement de l'ensemble des paramètres modifiés par l'aménagement **reste peu probable** quels que soient les moyens mis en œuvre pour la compensation. Il est donc évidemment primordial, avant de penser la compensation, **d'avoir bien réfléchi à l'évitement et à la réduction de l'incidence** des aménagements en zones humides pour ne pas compromettre leur avenir.

Cette méthode peut également être utile à des praticiens impliqués dans l'évaluation de projets de restauration, réhabilitation ou création de zones humides en dehors du cadre de la séquence ERC.

Les perspectives

Cette première version permet d'évaluer les fonctions des zones humides continentales de métropole. Des développements sont envisagés **pour les zones humides littorales** métropolitaines et les

zones humides de l'outre-mer.

Des aspects liés au dimensionnement des mesures de compensation devraient également être incorporés dans une prochaine version.

G. Gayet, P. Caessteker, A. Vivier et G. Barnaud

Notes :

1. Télécharger la méthode : <http://www.onema.fr/Guides-et-Protocoles> http://spn.mnhn.fr/servicepatrimoinenaturel/publications/rapports_spn

2. Ici, les fonctions sont définies comme les processus physiques, chimiques et biologiques.

3. S. Gaucherand, E. Schwoertz, J.-C. Clément, B. Johnson, F. Quétiér, 2015. *The Cultural Dimensions of Freshwater Wetland Assessments: Lessons Learned from the Application of US Rapid Assessment Methods in France*. *Environmental Management*: 1-15. G. Barnaud et B. Coïc, 2011. *Mesures compensatoires et correctives liées à la destruction de zones humides*. *Revue bibliographique et analyse critique des méthodes*.

Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 104 p.

4. S. Pioch, G. Barnaud, B. Coïc, et al., 2015. Chapitre 20. Historique et évolution des méthodes de dimensionnement des mesures compensatoires pour les zones humides. P. 220-223, in Levrel et al. 2015. *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement*. *Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*. Éditions Quæ. CGDD et DEB, 2013. *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels*.

Collection « Références » du service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable du Commissariat général au développement durable, 230 p. 5. G. Gayet, F. Baptist, L. Baraille, P. Caessteker, J.-C. Clément, J. Gaillard, S. Gaucherand, F. Isselin-Nondedeu, C. Poinsof, F. Quétiér, J. Touroult, G. Barnaud, 2016. *Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 1.0. Fondements théoriques, scientifiques et techniques*. ONEMA, MNHN, 310 p. Rapport SPN 2016 - 91.

6. G. Gayet, F. Baptist, L. Baraille, P. Caessteker, J.-C. Clément, J. Gaillard, S. Gaucherand, F. Isselin-Nondedeu, C. Poinsof, F. Quétiér, J. Touroult, G. Barnaud, 2016. *Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 1.0*. ONEMA, collection Guides et protocoles, 186 p.

Formation à l'utilisation de la méthode dans la Somme en avril 2016.

Contacts :

Guillaume Gayet
Chef de projet
Muséum national d'Histoire naturelle
Service du patrimoine naturel
Maison Buffon CP41
36, rue Geoffroy
Saint-Hilaire
75231 Paris cedex 05
Tél. : 06 44 71 52 79
Courriel : ggayet[at]mnhn.fr

Pierre Caessteker
Chargé de mission
Office national de l'eau et des milieux aquatiques
Le Nadar, hall C
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
Tél. : 01 45 14 88 87
Courriel : pierre.caessteker[at]onema.fr

Contact :
Laurent Chazée
Tour du Valat
13200 Le Sambuc
Tél. : 04 90 97 29 81
Courriel : chazee
[at] tourduvalat.org

Suivre les services récréatifs et éducatifs des zones humides méditerranéennes

Comment le capital naturel affecte le capital humain et le capital social ?

Cet article fait partie d'une série d'articles qui paraîtront dans les prochains numéros de *Zones Humides Infos* et fait suite à celui sur la perception sociale d'une zone humide au Maroc publié dans le dossier sur le tourisme en zone humide¹.

Un argumentaire pour les décideurs

Depuis 2011, l'Observatoire des zones humides méditerranéennes (OZHM), coordonné par la Tour du Valat, construit son premier indicateur d'impact des services des écosystèmes humides. L'objectif de cet indicateur **à l'échelle des 27 pays de la Méditerranée** est de développer un **argumentaire additionnel** à celui sur l'écologie ciblant les décideurs et planificateurs locaux comme nationaux impliqués dans le développement et l'aménagement territorial. Cet indicateur doit aussi aider les gestionnaires de sites à **adapter leurs services aux visiteurs** récréatifs et éducatifs. Concrètement, il vise à mesurer la traduction des valeurs et fonctions biophysiques de ces écosystèmes en avantages pour la société.

Les études préliminaires

Entre 2011 et 2014, neuf sites comprenant des zones humides ont été étudiés en Algérie, France, Maroc et Tunisie. La méthodologie² incluait l'analyse des fréquentations des sites entre 2002 et 2012 et l'interview ouvert et semi-directif de 750 visiteurs récréatifs et éducatifs, privilégiant la compréhension de leurs perceptions individuelles et représentations sociales des zones humides. L'hypothèse était que cette démarche qualitative permettrait de recenser les

avantages et les bénéfices perçus par ces visiteurs, et d'identifier ceux à prendre en compte dans la construction de l'indicateur.

En 2015, la synthèse, réalisée en partenariat entre la Tour du Valat et l'institut agronomique de Méditerranée de Montpellier, a retenu les résultats clefs suivants pour la construction de l'indicateur :

- Les méthodes de suivi de la fréquentation entre sites sont trop disparates pour permettre des comparaisons fiables ;

- Au Maghreb, les tendances de fréquentation dépendent souvent plus de facteurs extérieurs que des conditions du site ;

- Les résultats très différents obtenus entre les sites du Maghreb et de France restreignent les options de construction d'indicateur compatible à l'échelle de la Méditerranée. Ces résultats suggèrent des analyses de suivi désagrégées **par sous-région** pour que les messages aux décideurs et gestionnaires restent adaptés aux contextes des pays.

- En moyenne, les visiteurs parcourent 35 km pour visiter les zones humides mais la majorité circule sur une **distance inférieure à 25 km**.

- Les visiteurs récréatifs incluent, dans leur décision de visite, les facteurs suivants : **la distance, l'adéquation des structures et des services d'accueil**, l'attractivité du capital naturel et culturel, et en particulier l'esthétisme paysager, ainsi que les autres attractions situées à proximité de la zone humide.

- Parmi les 30 niveaux d'intérêt de visite recherchés par les visiteurs, le calme, la nature, la découverte, l'oiseau, la socialisation et la récréation sont les plus partagés.

- Lors de la visite, le grand public est particulièrement attaché à **l'esthétisme paysager**, structuré

par différents éléments dont la végétation, l'eau et l'oiseau.

- Néanmoins, leur intérêt pour le capital naturel ne se développe que si **les structures et services d'accueil** considérés clés sont opérationnels : bureau d'information, toilettes, poubelles, aires de repos, buvettes.

- Avec 60 % des visiteurs ayant acquis de nouvelles connaissances suite à leur visite, les zones humides aménagées favorisent l'éducation et la sensibilisation environnementales. La nature des connaissances acquises est davantage corrélée à l'effort, aux thèmes et moyens d'information **développés par le gestionnaire** que par le capital naturel et culturel en lui-même.

Construction de l'indicateur

Pour la construction de l'indicateur, le cadre conceptuel de Ten Brink articulé avec le modèle DPSIR³ de l'OZHM a été retenu pour faire le lien entre le capital naturel (zones humides), les autres capitaux (humains, sociaux et construits), les services des écosystèmes (culturel) et le bien-être (avantages et bénéfices).

Ce cadre conceptuel permet d'envisager la construction d'un indicateur composite (multicritères) d'impact non monétaire, basé sur les capitaux multiples selon la logique suivante : le capital naturel, rendu accessible et visible, affecte le capital humain et le capital social des visiteurs récréatifs et éducatifs des zones humides.

L. Chazée,

M. Réquier-Desjardins
et W. Khechimi

1. L. Chazée et F. Z. Najjar, 2013. « Perception sociale d'une zone humide au Maroc » in *Tourisme, sport et loisirs en zone humide*, ZHI n° 78-79.

2. La méthodologie s'est inspirée des travaux de M.-R. Saïdi (2012) et de A. Rivière-Honegger, M. Cottet et B. Morandi (2014).

3. Facteur, pression, état, impact, réponse.

La valorisation du patrimoine naturel des zones humides

Tel est l'objectif du *Guide nature – Randonnées dans les zones humides de France* paru en 2015 aux éditions Biotope.

Le concept d'un guide de randonnées invitant le public à découvrir la flore, la faune et les milieux naturels de nos plus précieuses zones humides – ayant reçu le label « site Ramsar » – naît en 2013 d'un partenariat noué entre Biotope et l'association Ramsar France. Selon le cahier des charges de la collection *Guide nature* des éditions Biotope, les parcours

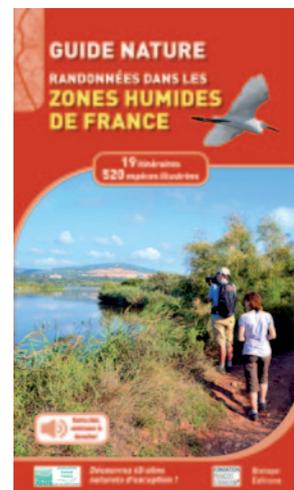
doivent permettre de découvrir la singularité et la richesse écologiques d'un territoire et le rôle de l'homme dans la construction et l'entretien des paysages.

Ramsar France a donc sollicité les gestionnaires de sites Ramsar pour qu'ils proposent un choix d'itinéraires balisés. Une grande variété d'acteurs s'est chargée de rédiger les itinéraires : parcs naturels régionaux, réserves naturelles, Conservatoire du littoral, collectivités, syndicats mixtes, etc. L'Office national de la chasse et de la faune sauvage a complété cette sélection avec d'autres sentiers issus des réserves, dont il est gestionnaire, incluses dans des sites Ramsar. De concert, Biotope et Ramsar France ont assuré la coordination et la relecture de l'ensemble des contributions.

Le résultat se présente sous forme d'un guide proposant **19 itinéraires situés aux**

quatre coins du pays : marais audomarois, baie de Somme, baie du Mont-Saint-Michel, Champagne humide, Camargue, marais de Brière, étangs lorrains, tourbières de Frasné, impluvium d'Évian, étangs palavasiens et bien d'autres. Chaque parcours est présenté sur dix pages contenant une carte du sentier, un descriptif de l'itinéraire, une grande photographie fléchée de lecture du paysage écologique, un gros plan sur les plantes et les animaux observables en fonction des saisons, ainsi que des conseils pour approcher et observer les espèces sans les déranger. Au total, pas moins de 520 espèces sont illustrées et décrites dans l'ouvrage, accompagnées de comparatifs pour les reconnaître et éviter les confusions. Des codes QR* permettent en outre d'écouter les cris et chants des animaux.

L. Cuypers



Illustrations :
Couverture
et extraits du
guide nature.

Comment un guide nature peut faire lien et synergie

Seul Parc naturel régional français abritant **deux sites Ramsar**, celui de Lorraine ne pouvait que participer à l'aventure qu'était la création du guide de randonnées dans les zones humides.

Cependant, si l'information sur le patrimoine naturel de ces sites existait, les sentiers devaient être reconnus et balisés par la Fédération française de randonnée pédestre (FFRP) pour respecter le cahier des charges de la collection *Guide nature*, ce qui n'était pas le cas. Par l'implication du vice-président à l'environnement du Parc, et du Domaine de Lindre, la communauté de communes

(en charge avec la FFRP de la création de sentiers sur le département de la Moselle, 57) a **accélééré le processus** de validation sur le site de l'étang de Lindre afin qu'il puisse trouver sa juste place dans ce guide.

De même, pour le site des étangs de la Woëvre, la Réserve naturelle régionale des étangs de Lachaussée a largement contribué au projet, d'une part en créant **un vrai sentier d'interprétation** avec le propriétaire (l'Association des paralysés de France) et la commune, et d'autre part, toujours en lien avec le Parc, à l'accélération de **la reconnaissance « sentier de randonnée »** par la FFRP.

Ainsi, l'outil de valorisation que représente ce guide a **accélééré la labellisation des sentiers**, grâce à l'implication de tous les acteurs présents, les intégrant à ce document de découverte et de sensibilisation.

Au-delà, en Moselle, **une émulation** s'est formée à cette occasion autour de Ramsar, permettant au Parc de signer des conventions avec trois communautés de communes pour étendre le label trop méconnu de Ramsar à l'ensemble des zones humides du Pays des étangs et de la vallée de la Seille, autour du pôle central que reste l'étang de Lindre.

L. Godé

Contact :
Laurent Godé
Responsable de la
mission Préservation
et valorisation des
espaces naturels
PNR de Lorraine
Tél. : 03 83 84 25 10
Courriel : laurent.
gode [at] pnr-
lorraine.com

Contact :
Mathieu Junger
Réfèrent pour les
sites Natura 2000
Parc naturel régional
de Lorraine
Maison du Parc,
rue du Quai
BP 35
54702 Pont-à-
Mousson Cedex
Tél. : 03 83 84 25 15
Courriel : mathieu.
junger [at] pnr-
lorraine.com

Les zones humides en ultra haute définition

Les étangs de la plaine de la Woëvre dans la Meuse (55) constituent des écosystèmes particulièrement riches en biodiversité du Parc naturel régional de Lorraine (PNRL). Le secteur de Lachaussée est d'ailleurs reconnu au niveau mondial au titre de la convention de Ramsar. Ces étangs abritent de nombreuses espèces protégées comme le butor étoilé ou le sénéçon des marais. L'exploitation piscicole extensive traditionnelle permet d'entretenir ces milieux. Néanmoins, selon le degré d'extensivité, la biodiversité associée est variable selon le chargement piscicole, le reprofilage des berges des étangs, la fertilisation, etc.

Afin d'inciter les pisciculteurs à adopter des pratiques qui préservent un maximum de biodiversité, la Région Lorraine a mis en place en 2008 une politique d'accompagnement financier sur cinq ans, renouvelée en 2015. Les pisciculteurs volontaires reçoivent un financement au prorata des surfaces d'herbiers aquatiques permanents et de roselières présentes sur leurs étangs. Dans ce cadre, le PNRL et/ou le Conservatoire d'espaces naturels de Lorraine aident le pisciculteur, la Filière lorraine d'aquaculture continentale et la Région Lorraine, désormais Région Grand Est, en réalisant un **diagnostic environnemental** pour chaque étang et en évaluant les surfaces à contractualiser.

Dans ce but a émergé l'idée de **cartographier les habitats grâce à des prises de vue aériennes**. C'est « l'Europe vue du ciel », une PME basée à Chambley-Bussières (54), au sein du PNRL, qui a relevé le pari. Plus de 2 800 photos d'une définition de 1 cm/pixel ont couvert 157 hectares d'étangs. Le travail a été réalisé à une altitude minimale de 150 mètres pour éviter de perturber les oiseaux, dont beaucoup nichaient pendant la période des prises de vues.

La photo-interprétation n'est pas un procédé nouveau mais la qualité du résultat produit ainsi que le prix de la prestation (2 500 € hors taxes) étaient une première. En complément de la cartographie des habitats d'herbiers, et dans un objectif plus expérimental, le PNRL souhaitait évaluer la possibilité de **repérer les nids d'oiseaux en roselières** via la prise de vue aérienne. L'enjeu de préservation de la zone photographiée est international, du fait de sa localisation au cœur d'un zonage Natura 2000 et Ramsar. Le recours à la photographie aérienne en très haute définition pour repérer des nids d'oiseaux en roselière a été concluant pour certaines espèces comme le héron cendré, certaines espèces de canards et les foulques. En revanche, il n'a pas été possible d'identifier de nid de butor étoilé. Cet outil économise donc

le temps attribué au diagnostic écologique sur certains segments mais ne constitue pas une fin en soi. Il ne peut ainsi se substituer aux inventaires de terrain.

Les Parcs se doivent de générer ou de produire des expérimentations. Sur ce volet, le PNRL a donné l'opportunité à L'Europe vue du ciel d'expérimenter une technique de prise de vue sur une surface inédite. Les photos ont été prises en juin 2014. Il serait intéressant d'en réaliser d'autres en 2019 ou en 2020 et de comparer les résultats obtenus, en corrélant le tout avec les données de vidange des étangs, de rempoissonnement, de chargement, etc.

Cette technique a permis au PNRL de réaliser un **gain de temps conséquent** lors de la réalisation de diagnostics écologiques. Ce fut également un moyen d'expérimenter des outils et des méthodes de travail inédits. Les possibilités d'utilisation de cet outil, dont **les coûts sont de plus en plus faibles**, sont extrêmement variées pour les Parcs naturels régionaux et tous les gestionnaires de milieux naturels : carte d'habitats, suivi d'évolution de végétation, dénombrement d'individus en un point précis à un instant donné, etc. Nul doute que d'autres les utiliseront.

M. Junger

Vue aérienne d'une zone humide.

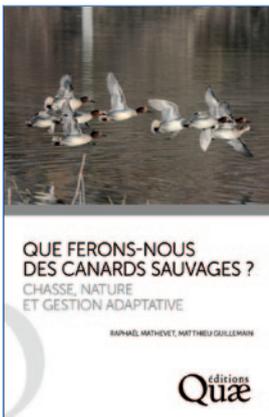
Photo : L'Europe vue du ciel



Que ferons-nous des canards sauvages ?¹

Chasse, nature et gestion adaptative

R. Mathevet et M. Guillemain, 2016. Éditions Quæ, 96 p., 10 €.



Observés, comptés, les canards sauvages voyagent au fil des saisons. Entendus, agrainés, attirés, espérés puis tirés, ils s'hybrident aussi avec les canards élevés en captivité et lâchés pour accroître les prélèvements. En liberté surveillée, les canards nous apprennent beaucoup sur la gestion de plus en plus interventionniste de la chasse et notre vision de la conservation de la nature. Ressource naturelle renouvelable mais aussi composante d'un patrimoine naturel renouvelé, les canards sauvages n'appartiennent à personne mais la pérennité de leurs populations et de leur chasse requiert de suivre

quelques règles élémentaires.

Il s'agit bien sûr de connaître leur biologie et leurs mœurs, mais aussi d'apprécier les enjeux politiques qui se nouent. Cet ouvrage invite à une analyse des évolutions récentes de l'activité et des rapports qu'entretiennent les hommes avec la faune et la nature en général. Ce livre n'est donc pas à prendre comme une simple histoire naturelle des canards et des hommes, mais comme une invitation à coopérer et à exploiter durablement les populations de canards sauvages dans un monde changeant.

Disponible au format papier et numérique.

À commander sur www.quae.com

Utilité des zones humides

Elles nous rendent service, préservons-les !²

Collectif, 2016. Alsace Nature, 28 p., gratuit.

En Alsace, on a vu disparaître la moitié des forêts alluviales rhénanes depuis le début du siècle dernier et assisté à la dégradation ou à la destruction massive des prairies des rieds du nord au sud de la région. Fort heureusement des mesures ont été prises.

Actuellement, leur utilité est reconnue et la moitié des zones humides en Alsace jouit d'une protection réglementaire. Des contrats ont été signés entre la collectivité et les agriculteurs qui s'engagent à maintenir les prairies, à limiter ou

arrêter les apports d'engrais et à retarder les dates de fauche pour favoriser la nidification des oiseaux (DREAL Grand Est). Des élus locaux se battent également pour protéger ces milieux en initiant des projets de restauration de zones humides.

Ce sont ces projets qui sont mis en avant à travers cette publication, et tout particulièrement les services rendus gratuitement à la collectivité par les zones humides lorsqu'elles fonctionnent bien.

À télécharger sur <http://actus.alsacenature.org/>

Les sites Ramsar français : état des lieux d'un réseau français d'importance internationale²

E. Alcoumbre, 2016. Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 8 p.

Afin de mieux connaître le réseau de zones humides d'importance internationale en France, une enquête lancée auprès des responsables de sites Ramsar et des services de l'État a contribué à l'établissement d'un état des lieux quasi complet du réseau national Ramsar. Le document est la synthèse des principaux résultats de cette enquête ainsi que des données mises à disposition par les sites.

À télécharger sur <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

La gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI)³

Guide pratique pour organiser la nouvelle gouvernance

Collectif, 2016. Agence de l'eau Adour Garonne. DREAL Poitou-Charentes. DREAL Languedoc Roussillon, 43 p., gratuit.

Ce guide est destiné aux techniciens des Établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre et des syndicats de rivière. L'objectif est d'apporter un éclairage sur la GEMAPI (gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations) et plus largement sur la gestion du grand cycle de l'eau, à partir d'outils conçus pour la mise en œuvre locale de celle-ci.

À télécharger sur <http://oai.eau-adour-garonne.fr/>

Nous remercions les Pôles-relais zones humides pour leurs contributions à ce travail bibliographique. Ces textes sont issus en partie des newsletters des Lagunes méditerranéennes (1), PRZH Tourbières (2), PRZH FMA (3). Pour plus de références, les consulter : <http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/281>

Sondage : une formule payante pour Zones Humides Infos ?

Les appels aux dons auxquels certains d'entre vous ont répondu, parfois plusieurs fois et nous les en remercions à nouveau, sont hélas insuffisants pour consolider le financement de *Zones Humides Infos*, fortement dépendant de subventions publiques de plus en plus incertaines. Par ailleurs, la publicité n'est pas une option viable en raison de la complexité des opérations à mettre en place pour un gain faible au vu de la parution et de la pagination de la revue.

La SNPN souhaite donc interroger les lecteurs pour connaître leur sentiment vis-à-vis d'une formule payante, et ainsi pouvoir envisager un nouveau modèle économique pour assurer la pérennité de *Zones Humides Infos*.

Pour ce faire, il vous est proposé de répondre aux questions ci-dessous **avant le 2 février 2017** via le formulaire en ligne suivant : <https://goo.gl/forms/SwgrsgtmmqorwO53>

Tout d'abord, quelques questions pour mieux vous connaître :

- Recevez-vous la revue au format papier [choix 1], au format électronique [choix 2] ou aux deux formats [choix 3] ?
- Recevez-vous la revue à titre personnel [choix 1] ou, si c'est au titre de votre structure, est-ce : une collectivité [choix 2], un établissement public ou un service de l'État [choix 3], une entreprise [choix 4], une association [choix 5], un centre de documentation [choix 6], de recherche [choix 7] ou autre [Préciser] ?

Ensuite, pour connaître votre avis sur une formule payante de *Zones Humides Infos* :

- Accepteriez-vous de payer un abonnement de 5 à 10 €/an pour continuer à recevoir la revue au format papier ? OUI/NON
- Y compris pour le format électronique seul ? OUI/NON
- Quel prix maximum seriez-vous prêt à payer par an ? [10 €] [12 €] [15 €]
- Accepteriez-vous toujours, avec un abonnement payant, la parution irrégulière de la revue (minimum 2 fois par an) ? OUI/NON.
- Cela vous gênerait-il qu'une entreprise finance la revue par mécénat ? OUI/NON.
- Préférez-vous 2 numéros à la pagination variable par an [choix 1] ou 3 numéros à la pagination fixe mais réduite [choix 2].

société nationale de protection de la nature



Camargue



Grand-Lieu



Graphisme : Nathalie Chanrion

Les numéros de *Zones Humides Infos* sont disponibles en téléchargement sur le site de la SNPN : www.snpn.com

16 novembre 2016
Paris (75)

22^e Forum des gestionnaires d'espaces naturels : Génie écologique et Trame verte et bleue. Restaurer et connecter

La journée sera organisée en trois séquences thématiques :

- Le génie écologique au service des politiques de préservation de la biodiversité ?
- Comment diffuser et partager les méthodes, outils et techniques ?
- Comment répondre aux questions soulevées par les retours d'expériences ?

Info : forumdesgestionnaires.espaces-naturels.fr/

Du 29 novembre au 1^{er} décembre 2016
Shrewsbury (Royaume-Uni)
IUCN UK Peatland Programme Conference 2016

Cette conférence de deux jours et demi sera l'occasion de faire le point sur la politique publique, les implications réglementaires et les financements autour des tourbières au Royaume-Uni, dans le sillage du Brexit.

Info : <http://www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/>

CHANTIERS D'AUTOMNE

Du 22 septembre au 20 décembre 2016
France

Les Chantiers d'automne
Faire un geste citoyen et du bénévolat nature avec la 15^e édition des Chantiers d'automne.

Info : www.reseau-cen.org/fr/les-operations-nationales/operation-nationale-chantiers-d-automne

2 février 2017
France, Monde

Journée mondiale des zones humides

Thème : Des zones humides pour la prévention des catastrophes.

Info : zones-humides.eaufrance.fr/agir/ramsar-et-la-journee-mondiale-des-zones-humides

Avec le soutien du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer.



S'abonner gratuitement à *Zones Humides Infos*

Zones Humides Infos propose deux fois par an un dossier thématique constitué d'articles de fond, d'informations techniques, juridiques et autres, complété de brèves d'actualités. Cette revue, réalisée par le Groupe « Zones humides », est gratuite.

Pour vous abonner au format électronique ou au format papier, rendez-vous sur la page :

www.snpn.com/spip.php?article1616

Et accédez à l'intégralité des numéros parus depuis 1993 sur la page :

<http://www.snpn.com/spip.php?rubrique124>

Vous retrouverez aussi l'actualité des zones humides sur Twitter (www.snpn.com/spip.php?article1617) et dans le bulletin de veille mensuel (www.snpn.com/spip.php?rubrique206).

Contribuer à la revue

Enfin, en tant qu'outil de communication entre usagers, passionnés et spécialistes des zones humides, *Zones Humides Infos* vous invite à partager dans ses colonnes vos expériences et vos points de vue, ainsi qu'à participer à ses dossiers. N'hésitez pas à soumettre à la rédaction vos propositions d'articles (www.snpn.com/spip.php?rubrique146).

Prochains dossiers pour 2017

- n° 94-95 : Pâturage traditionnel et original, 1^{er} semestre 2017.
- n° 96-97 : Insectes ; santé et zones humides, 2^e semestre 2017 ;

MEMBRES DU GROUPE « ZONES HUMIDES »

- G. BARNAUD
- P. BAZIN
- G. BOUTON
- P. CAVALLIN
- O. CIZEL
- B. COÏC
- M. COUDRIAU
- B. DUMEIGE
- A. GADET
- P. GOETGHEBEUR
- P. GRONDIN
- M.-O. GUTH
- T. LECOMTE
- G. MACQUERON
- V. MAUCLERT
- G. MIOSSEC
- T. MOUGEY
- F. MULLER
- E. PARENT
- F.-M. PELLERIN
- O. SCHER
- J.-P. SIBLET
- J.-P. THIBAUT
- F. THINZILAL
- C. ZAKINE

Photo. de dossier : Femelle *Ochlerotatus caspius* au repos.
J.-B. Ferré/EID Méditerranée.
Photo. de focus : Salamandre tachetée. Paligui CC by-sa 3.0.

Édition de *Zones Humides Infos* et secrétariat du Groupe « zones humides » :

Société nationale de protection de la nature

9, rue Cels, 75014 Paris



Tél. : 01 43 20 15 39 – Fax. : 01 43 20 15 71
Courriel : snpn@wanadoo.fr – Site : snpn.com

Directeur de la publication :
le président de la Société nationale de protection de la nature
Professeur Jean Untermaier

Secrétariat de rédaction : Grégoire Macqueron
Relecture : Iris Petitjean et Alexandre Zimolo
Mise en page : Alexandre Zimolo

Publication trimestrielle – Dépôt légal novembre 2016

ISSN : 1165-452X (imprimé) – 2271-4464 (en ligne)

Imprimé par Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001 Paris

Expédition : Documentation française

Copyright 2016 Société nationale de protection de la nature



Les opinions émises dans *Zones Humides Infos* sont celles des auteurs. Elles n'expriment pas nécessairement le point de vue du Groupe « Zones humides », ni celui de la Société nationale de protection de la nature, éditeur de la revue. Les auteurs conservent la responsabilité entière des opinions émises sous leur signature.