

Le Marais des Paluns

Analyse de ses usages et de son état environnemental pour contribuer à
une réflexion sur sa restauration écologique

**Carole Barthélémy, Natacha Duvernoy, Anna Guittonny-Philippe, Véronique
Masotti, Marie-Éléonore Petit et Lsabelle Laffont-Schwob**



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rives/8160>

DOI : [10.4000/rives.8160](https://doi.org/10.4000/rives.8160)

ISSN : 2119-4696

Éditeur

TELEMME - UMR 6570

Édition imprimée

Date de publication : 30 décembre 2020

Pagination : 205-218

ISSN : 2103-4001

Référence électronique

Carole Barthélémy, Natacha Duvernoy, Anna Guittonny-Philippe, Véronique Masotti, Marie-Éléonore Petit et Lsabelle Laffont-Schwob, « Le Marais des Paluns », *Rives méditerranéennes* [En ligne], 61 | 2020, mis en ligne le 09 mars 2021, consulté le 11 mars 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rives/8160> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rives.8160>

Le Marais des Paluns

Analyse de ses usages et de son état environnemental pour contribuer à une réflexion sur sa restauration écologique

Carole Barthélémy

Aix Marseille Univ, IRD, LPED, Marseille, France

Natacha Duvernoy

Aix Marseille Univ, IRD, LPED, Marseille, France, ECO-MED SARL, Marseille, France

Anna Guittony-Philippe

Aix Marseille Univ, Avignon Université, CNRS, IRD, IMBE, Marseille, France

Véronique Masotti

Aix Marseille Univ, Avignon Université, CNRS, IRD, IMBE, Marseille, France

Marie-Éléonore Petit

ECO-MED SARL, Marseille, France; Aix Marseille Univ, Avignon Université, CNRS, IRD, IMBE,
Marseille, France

Isabelle Laffont-Schwob

Aix Marseille Univ, IRD, LPED, Marseille, France

Résumé : Les zones humides méditerranéennes sont au cœur de multiples enjeux environnementaux. Les zones humides de la Palun connectées à l'étang de Berre sont une zone spéciale de conservation située à l'aval d'un bassin versant anthropisé. Une contamination diffuse et cumulative dans le temps des sédiments y a été identifiée. C'est dans ce contexte qu'un travail a été mené sur un procédé de traitement des eaux du bassin versant de la Palun pour favoriser la résilience du marais récepteur face à la pollution chronique. Les possibilités de réalisation d'une zone humide artificielle en amont du marais, dédiée à l'épuration des eaux, ont été réfléchies en lien avec les usages et les attentes parfois divergentes des acteurs du territoire. La réparation des atteintes environnementales dans le contexte socio-économique contraint de l'étang de Berre a été interrogée à partir des savoirs issus de l'écologie de la restauration et de la sociologie.

Mots clés : sociologie de l'environnement, pratiques et usages de la nature, interdisciplinarité, agronomie, sociétés, aménagement rural, dépollution (eaux, sols), sites industriels (ICPE, SEVESO), résilience des territoires, sécurité/sureté des sites et des installations, innovation, phytoépuration, ingénierie écologique, pollution (organique et inorganique), écotoxicologie, ingénierie écologique, biodiversité locale, phytoremédiation, restauration écologique

Abstract: Mediterranean wetlands are subject to many environmental issues. The Palun wetlands in connection with the industrialized Berre lagoon are a special area of conservation located downstream of an anthropised watershed and where diffuse and cumulative contaminations of the sediments were detected. A work was then carried out on a water treatment process in the Palun watershed to promote the resilience of the receiving marsh. The possibilities of creating a constructed wetland upstream to treat all waters have been reflected in connection with the potential divergent uses and expectations of the territory actors. Repairing environmental damages in the particular socio-economic context of the Berre lagoon was considered from the knowledge of restoration ecology and sociology.

Keywords: sociology of the environment, practices and uses of nature, interdisciplinarity, agronomy, human societies, rural development, pollution control (water, soil), industrial sites (ICPE, SEVESO), resilience of territories, safety / security of sites and installations, innovation, constructed wetlands, ecological engineering, pollution (organic and inorganic), ecotoxicology, ecological engineering, phyto-purification, local biodiversity, phytoremediation, ecological restoration

Avec l'accroissement de la population et des activités humaines, les milieux aquatiques ont longtemps servi de récepteurs des effluents domestiques¹ en vertu de leurs capacités épuratoires « naturelles » désignées sous le terme d'autoépuration². Cependant, ces milieux sont susceptibles d'atteindre un seuil de saturation et de dégradation irréversible. Le développement d'écotechnologies discuté au sein d'une discipline récente qu'est l'ingénierie écologique a permis d'apporter des solutions de traitement des eaux mobilisant le vivant et donnant satisfaction³. Cela questionne l'utilisation de ces écotechnologies pour le traitement des eaux de bassins versants alimentant des marais à restaurer. Est-ce qu'améliorer la qualité de l'eau alimentant un marais sera suffisant pour impulser un retour vers un meilleur état écologique de celui-ci? Favoriser la résilience d'un marais ne va-t-il pas conforter les décideurs dans le maintien d'activités polluantes sur des territoires en connexion avec ces marais induisant l'idée d'un « permis à polluer » car des solutions de traitement sont identifiées? Est-il encore possible de restaurer les marais sachant qu'ils sont soumis depuis de nombreuses années à des

1 Boutin Catherine, Dutartre Alain, Des macrophytes pour épurer les eaux? *Sciences Eaux et Territoires* 15, la revue de l'IRSTEA, 2014, p.70-73.

2 Gerino Magali, Laffont-Schwob Isabelle, La remédiation naturelle et l'autoépuration des milieux aquatiques, in Rémy Mossery, Catherine Jeandel, AgatheEuzen, dir., *L'eau à découvert*, Paris, CNRS Éditions, p. 226-227, 2015.

3 Wu Shubiao, Wallace Scott, Brix Hans, Kuschik Peter, Kirui Wesley K., Masi Fabio Dong Renje, Treatment of industrial effluents in constructed wetlands: Challenges, operational strategies and overall performance, *Environmental Pollution* 201, p. 107-120, 2015.

pollutions multiples et que faire cesser l'apport de pollution n'est pas forcément suffisant pour amener un marais sur une trajectoire de restauration écologique? Enfin, vers quel écosystème de référence souhaite-t-on ramener les marais alors qu'ils sont l'objet d'usages multiples qui ont évolué au cours du temps? La réflexion sur la restauration écologique d'un milieu ne peut ainsi pas se concevoir sans les regards multiples liés à tous les enjeux que ces milieux revêtent.

Au travers de l'exemple d'un marais en contexte méditerranéen, nous allons détailler ses usages et ses représentations pour mieux contextualiser le diagnostic de son état chimique et écologique en lien avec les activités industrielles du territoire. Ces apports disciplinaires seront ensuite croisés pour définir si les enjeux liés aux usages de ce marais et les avancées écotecnologiques pour réduire les impacts de la pollution sur son fonctionnement et sa biodiversité peuvent soutenir une opération de restauration écologique du marais. Les obstacles à sa réalisation seront également évoqués.

UNE ZONE HUMIDE MÉDITERRANÉENNE, ENJEU D'USAGES MULTIPLES

Depuis 1971, les zones humides ont gagné une reconnaissance à l'échelle mondiale en tant que ressource de grande valeur économique, culturelle, scientifique et récréative (Convention de Ramsar⁴, 1971). Par zones humides s'entendent « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières, ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres⁵ ». Il a été identifié de multiples services écosystémiques rendus par les zones humides qui contribuent au bien-être humain comme la production de ressources piscicoles, l'approvisionnement en eau ou la régulation du climat et des inondations. Elles représentent des zones privilégiées pour exercer des activités de loisir ou de tourisme⁶. Malgré la mise en avant de ces bénéfices rendus par ces zones, la dégradation des zones humides n'a fait que s'amplifier au cours du xx^e siècle⁷. À l'échelle de l'ensemble du bassin méditerranéen en 2012, Perennou et collègues⁸ ont pu faire des estimations

4 Convention de Ramsar : convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau. Ramsar (Iran), 2 février 1971. Recueil des traités de l'ONU no 14 583. Amendée par le protocole de Paris, 3 décembre 1982 et par les amendements de Regina, 28 mai 1987.

5 Convention de Ramsar, *op.cit.*

6 Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis*, World Resources Institute, Washington, DC, éd., 2005.

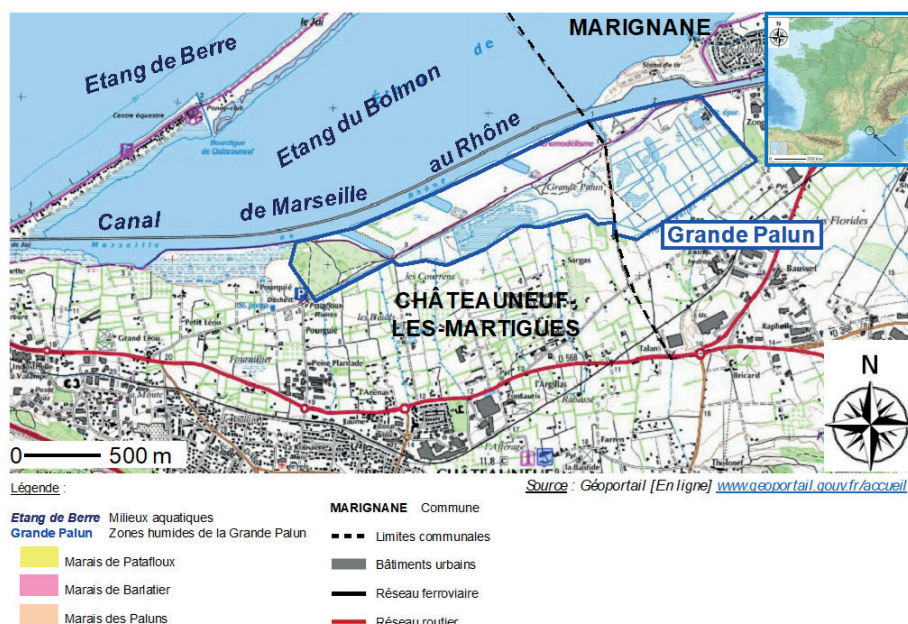
7 Turner, R. Kerry, 1991. Wetlands And Economic Management, *Ambio* 20, 1991, p. 59-63.

8 Perennou Christian, Beltrame Coralie, Guelmani Anis, Tomas Vives Pere,

faisant état d'une réduction de moitié des superficies des zones humides depuis 1900. Les pratiques de remblaiement, d'endiguement et de drainage de ces zones sont les principales raisons de leur disparition⁹.

Ce processus est identifiable dans le cas des zones humides de la Grande Palun (figure 1). Situées dans le sud-est de la France (en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur – PACA –, dans le département des Bouches-du-Rhône), elles sont subdivisées en trois marais (Patafloux, Barlatier et Paluns). Elles sont encadrées, au Sud, par le Grand Vallat du Ceinturon et, au Nord, par l'étang du Bolmon (lagune peu salée séparée de l'étang de Berre par le cordon du Jaï). Ainsi les marais de la Grande Palun (nous nous focaliserons par la suite uniquement sur celui des Paluns) sont inclus dans un patchwork d'occupation des sols comportant des zones industrielles et des zones agricoles adjacentes aux milieux naturels.

Figure 1. Carte de localisation des marais constitutifs de la Grande Palun et des milieux (naturels et anthropisés) limitrophes sur les communes de Châteauneuf-les-Martigues et de Marnignane dans les Bouches-du-Rhône



Adapté d'après N. Duvernoy, 2013

Caessteker Pierre, Existing areas and past changes of wetland extent in the Mediterranean region: an overview, *Ecologia Mediterranea* 38, 2012, p. 53-66.

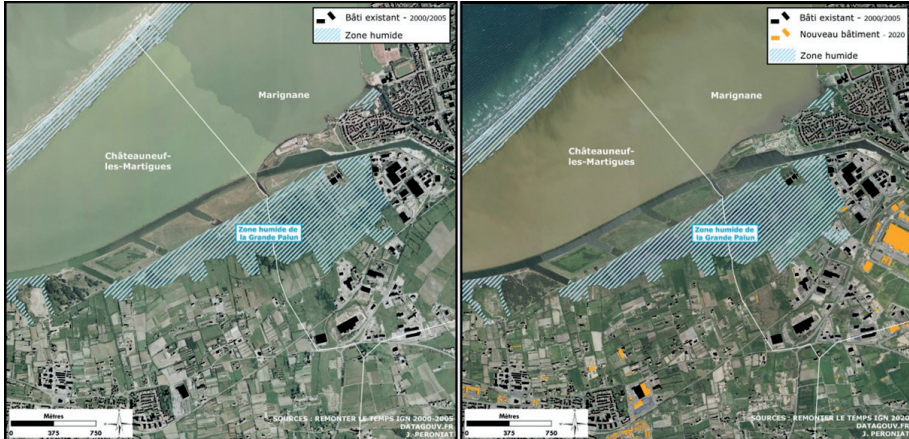
- 9 Brinson Mark M., Malvárez Ana Inés, Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats, *Environmental Conservation* 29, 2002, p. 115-133.

Une zone industrielle (Z.I.) a été installée durant les années 1960 sur le bassin versant de la Grande Palun avec depuis les années 2000 trois principaux sites (STOGAZ S.A.S Marignane du groupe TOTAL, RECYCLING PURFER et FRICOM du Groupe DERICHEBOURG Environnement). Ces industries cohabitent avec des activités de domiciliation de gens du voyage et des parcelles agricoles (exploitées en maraichage dit raisonné).

Il est à noter qu'à proximité de la Z.I. du Bausset, se trouvent la voie ferrée dédiée au fret de Marignane à Châteauneuf-les-Martigues et deux routes à la fréquentation importante (la RD9 qui traverse la Z.I. du Bausset et la RD568). À l'Ouest des parcelles agricoles (exploitées en productions végétales et/ou élevage) jouxtent les résidences des exploitants. Ce territoire a subi une densification du bâti ces dernières décennies (figure 2) et une intensification des nombreuses activités humaines (GIPREB, 2013¹⁰) augmentant les risques de pollutions diffuses et/ou accidentelles des eaux du bassin versant et donc potentiellement la contamination du marais des Paluns.

Figure 2. Évolution de l'occupation du sol de la période 2000 à 2005 à celle en 2020 sur la commune de Marignane et de Châteauneuf-les-Martigues au niveau de la Grande Palun.

En une vingtaine d'années, le bâti s'est densifié et son emprise s'est étendue au sud des marais imperméabilisant partiellement des zones tampons pour le fonctionnement du bassin versant.



Sources : Remonter le temps IGN, 2020 [<https://remonterletemps.ign.fr/>] – J. Peroniati

DES USAGES MULTIPLES QUI COMPTENT DANS LE DIAGNOSTIC

Ces multiples activités affectent le marais des Paluns en modifiant le fonctionnement du bassin versant qui l'alimente. Mais, ce marais fait également l'objet d'usages liés à l'espace de nature qu'il représente pour les habitants des

10 GIPREB, Contrat d'Étang, Tomes 1 & 2, 2013.

communes avoisinantes. En 2013, un recensement des acteurs ayant une activité en lien avec le marais des Paluns a été réalisé complété par une enquête sociologique menée par entretiens semi-directifs auprès d'un ou de deux représentants de ces activités et par de l'observation directe sur site¹¹. Les résultats de cette enquête font apparaître une grande diversité des acteurs interagissant autour du marais. Il importe, tout d'abord, de souligner le rôle majeur du Conservatoire du Littoral qui détient la plus grande partie du foncier du marais. Le conservatoire a donné le site en gestion aux communes de Marignane et Châteauneuf-les-Martigues, via un syndicat intercommunal (le Syndicat intercommunal du Bolmon et du Jaï ou SIBOJAÏ) en 1992. Le marais fait l'objet d'une protection environnementale accrue, reconnu comme Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF), site du réseau Natura 2000, classé comme espace naturel sensible au titre de la loi Littoral. Cette catégorisation en « haut-lieu de nature » impose une certaine régulation des usages : une seule partie du site est ouverte au public avec un sentier de promenade ; la chasse est toujours autorisée ; des éleveurs y font paître leurs troupeaux (ovins et bovins). Un secteur est également occupé par des gens du voyage. Enfin, une association de valorisation du patrimoine investit le marais et l'étang de Bolmon pour y réhabiliter la pêche. Il a été possible d'identifier quatre communautés de pratiques interagissant autour du marais : les activités liées à la gestion naturaliste du site (syndicats, communes, services de l'État) et à l'approche scientifique (experts en écologie), les activités économiques et enfin, les activités récréatives.

Au travers des évocations des usagers rencontrés, le marais des Paluns apparaît comme un lieu quasiment insulaire, une île en partie isolée au milieu d'un ensemble de pressions. Sa place aux confins de l'espace communal lui confère des attributs d'espace marginal. Marginal tout d'abord car il représente un habitat naturel méditerranéen en péril dont on essaie aujourd'hui de préserver « les restes ». Ce marais apparaît donc comme sauvé, d'une certaine manière, de l'urbanisation (classé en zone Ns et NDL au plan de zonage des deux communes) et l'industrialisation, trajectoires dominantes des territoires communaux et plus généralement de la métropole marseillaise. Le souhait de rétablir la pêche, de réinvestir les cabanons, exprimé par les riverains, participe au processus de sauvetage d'un ancien cadre de vie, un Marignane qui n'existe plus depuis longtemps. La chasse occupe une place particulière dans ce processus, ayant été réinvestie au nom de la gestion environnementale. Marginal également par les activités qui y ont pris place, localisation ou relocalisation des activités polluantes

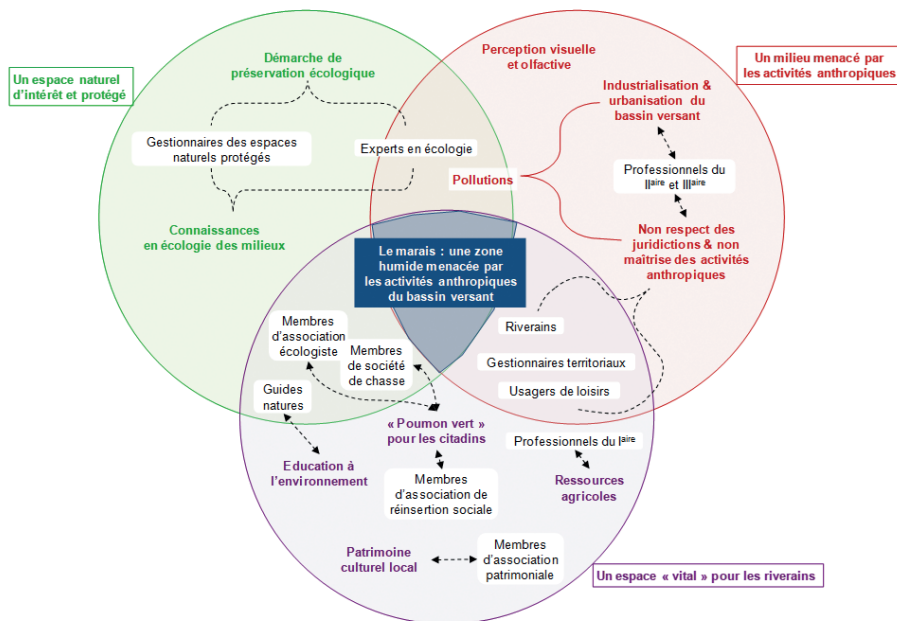
11 Duvernoy Natacha, *Vers l'intégration sociale des démarches de restauration écologique et d'évaluations environnementales : l'analyse des relations entre société et environnement*, Mémoire pour l'obtention du titre d'ingénieur agronome, Institut des régions chaudes, Montpellier SupAgro, 2013.

(industries), des activités résiduelles (agriculture) et des occupations des gens du voyage. Cependant, la principale pollution perçue lors de l'enquête réalisée concerne la présence de déchets stockés de manière illicite sur le secteur. Le « non lieu » devient dépotoir. Cette perception de la pollution macroscopique et donc visuelle est bien plus partagée que celle de la pollution diffuse des cours d'eau et des marais qui demeure invisible sans outil analytique. Ce sont seulement les personnes les plus habituées au site qui citent les changements de couleur de l'eau (eau noire, présence d'hydrocarbures) et les dégradations de la faune et de la flore, effecteurs sensibles de cette pollution. La notion de « menace » pour la pérennité du marais des Paluns apparaît cependant, spontanément ou en réponse à une interrogation, dans le discours de la majorité des acteurs (seuls quelques randonneurs n'estiment pas que le marais soit menacé). Cela se formalise par l'évocation des impacts des industries, de l'urbanisation et leurs conséquences sur la qualité de l'eau qui constitueraient une des premières menaces. La seconde proviendrait d'une évocation d'un manque d'engagement des collectivités locales pour faire respecter les réglementations quant aux dépôts sauvages et aux rejets industriels. L'évocation d'un marais fragilisé par la pression exercée par les activités humaines et industrielles est certainement également en lien avec un accident industriel survenu en 2008.

Ainsi, la représentation écologique du marais est partagée par une majorité d'acteurs à des fins cependant différentes (figure 3). Si les gestionnaires du syndicat, les scientifiques, certains militants associatifs partagent une vision protectionniste du marais, les chasseurs lui associent également un rôle de support de leurs pratiques. Les élus rencontrés lui associent une fonction de poche de verdure dans un contexte urbanisé, « ce coin de campagne dans la ville ». Les agriculteurs rencontrés expriment le sentiment d'être acculés d'une certaine manière aux confins de la ville et de l'étang par l'urbanisation croissante du secteur. Le représentant de l'industrie ayant soutenu une expérimentation scientifique en mettant à disposition le foncier pour son installation apporte aussi un crédit aux écotecnologies pour restaurer le marais. D'autre part, le marais comme dépositaire d'un patrimoine est revendiqué par une association locale. Ancien lieu de pêche, de chasse (aux foulques) et de pratiques cabanonières, le marais est réinvesti annuellement pour faire revivre ce passé. Les rencontres sur site avec des usagers (12 personnes interrogées dans l'étude) montrent, enfin, l'usage récréatif du lieu : balade, jogging, VTT pour l'essentiel. Le marais est présenté comme un espace de loisirs, à l'esthétique et à l'ambiance agréables : il s'agit d'un lieu de « paradis » « encore sauvage », peu fréquenté et peu bruyant, peu artificialisé, aux seuls aménagements « doux ». Il contraste avec le paysage urbain adjacent (densité de population et circulation dense de véhicules à moteurs, nombreux bâtiments et infrastructures routières) et on y trouve des espèces

animales et végétales à proximité des zones urbanisées (orchidées, macreuses, cygnes, tortues, taureaux, *etc.*)¹².

Figure 3. Représentations sociales du marais des Paluns par communauté de pratiques



D'après N. Duvernoy, 2013

UNE ZONE HUMIDE VULNÉRABLE, PROPICE À LA RÉFLEXION SUR DES OUTILS DE RESTAURATION ÉCOLOGIQUE

En mai 2008, suite à une pollution accidentelle du ruisseau du Bausset liée à un incendie sur l'un des sites industriels, les analyses chimiques réalisées sur des éléments du biotope ont mis en évidence une contamination des eaux, d'origine anthropique (métallique et organique)¹³ et la forte écotoxicité des sédiments¹⁴. L'étude de terrain a ainsi révélé une forte contamination des sédiments du marais avec des concentrations élevées de certains métaux : aluminium, cuivre,

12 Un court-métrage relate le diagnostic multidisciplinaire fait autour du marais des Paluns (Marignane, 13) avant l'étude d'implantation d'une zone humide artificielle pour filtrer la pollution du bassin versant, et limiter sa dispersion dans le marais protégé. En ligne : [<https://www.youtube.com/watch?v=V-6xn13DRk0>].

13 Études réalisées en 2009 dans le cadre de la Directive Cadre Eau (DCE) pour la gestion du bassin hydrographique Rhône-Méditerranée-Corse, en ligne : [www.developpement-durable.gouv.fr/Les-objectifs.html].

14 Étude confidentielle, propriété de l'IMBE et d'ECO-MED (2008).

fer, plomb, zinc, ainsi que d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et des concentrations significatives de nickel, chrome et cadmium localement du côté de la zone industrielle¹⁵. À titre de comparaison, dans les sédiments de l'étang Berre voisin considéré comme très pollué, ces hydrocarbures étaient cependant à des concentrations 100 fois plus élevées¹⁶.

Une étude de la biodiversité végétale a été réalisée, des exutoires des sites industriels jusqu'au marais, et les résultats démontrent une diversité spécifique des plantes aquatiques plus faible sur les zones les plus contaminées comparé au marais avec une prédominance d'espèces végétales rudérales¹⁷. L'accident et le suivi de ses impacts ont ainsi mis en évidence une pollution ancienne des milieux naturels dont les origines restent cependant difficiles à identifier dans cet entrelacement d'activités. Il est toutefois probable que ce soit le fait d'une pollution chronique accumulée depuis de nombreuses années en lien avec les activités industrielles installées depuis les années 1960.

Dès 2008, des experts en écologie se sont alors associés pour proposer un travail conjoint de recherche sur un procédé de traitement des eaux du bassin versant de la Palun et ainsi favoriser la résilience du marais récepteur visant à sa restauration écologique, mais aussi pour développer une solution de traitement écologique innovante et reproductible en milieu méditerranéen *via* la technique de phytoépuration par zone humide artificielle en utilisant des plantes locales. La phytoépuration par zone humide artificielle (figure 4) vise à recréer et optimiser les processus épuratoires qui ont lieu dans les zones humides naturelles. Dans le

-
- 15 Laffont-Schwob Isabelle, Moreau Xavier, Masotti Véronique, Di Giorgio Carole, De Jong-Moreau Laetitia, Rabier Jacques, De Méo Michel, Martin-Chauvin Caroline, Sarrazin Luc, Rousset Fabienne, Thiery Alain, Outils décisionnels dans la gestion des pollutions accidentelles des cours d'eau : vers des solutions écologiquement durables, *Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires*, numéro spécial Écologie de la restauration et ingénierie écologique. Enjeux, convergences, applications, 2009, p. 9-16; Guittonny-Philippe Anna, Petit Marie-Élénore, Masotti Véronique, Monnier Yogan, Malleret Laure, Coulomb Bruno, Combroux Isabelle, Baumberger Teddy, Viglione Julien, Laffont-Schwob Isabelle, Selection of wild macrophytes for their use in constructed wetlands for phytoremediation of contaminant mixtures, *Journal of Environmental Management* 147, 2015c, p. 108-123.
- 16 Di Giorgio Carole, Malleret Laure, Gueydon-Morin Céline, Rigaud Sylvain, De Méo Michel, 2011. Comparison of two extraction procedures for the assessment of sediment genotoxicity : implication of polar organic compounds, *Mutation Research/ Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 2011, 725, p. 1-12; Kanzari Fehmi, Dhamarsyakti Agung, Asia Laurence, Malleret Laure, Mille Gilbert, Jamoussi Bassem, Abderrabba Manef, Doumenq Pierre, Aliphatic hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons, polychlorinated biphenyls, organochlorine, and organophosphorous pesticides in surface sediments from the Arc river and the Berrelagoon, France, *Environmental Science and Pollution Research* 19, 2012, p.559-576.
- 17 Guittonny *et al.*, 2015c, *id.*

cadre de leur application à une zone soumise à protection, la mise en œuvre de cette écotechnologie passe par la mise en place de milieux humides semi-naturels *via* l'utilisation de substrats organique ou inorganique les moins impactants pour l'environnement, de plantes locales et de leurs micro-organismes associés pour contenir ou dégrader les polluants véhiculés par l'eau¹⁸ sans introduire d'espèce exotique.

Il est connu qu'au sein des zones humides réceptrices, une partie de la biodiversité est tolérante à la pollution et certaines espèces végétales et microbiennes possèdent ou ont développé des stratégies de détoxification. Grâce à cette capacité d'autoépuration, les zones humides sont souvent encore considérées comme des filtres naturels rendant un « service » d'épuration des eaux. Néanmoins, ces milieux constituent d'importants réservoirs de biodiversité et la pollution est une des principales causes du déclin de leur richesse spécifique.

Ainsi, l'idée explorée ici est de délocaliser la fonction épuratrice des zones humides vers des milieux de traitement semi-naturels situés en amont, optimisés et gérés dans l'objectif de réduire les transferts de polluants et leurs impacts sur les milieux naturels. Il devient donc possible de ne plus laisser aux milieux naturels, seuls, la fonction épuratoire pouvant conduire jusqu'à une saturation et leur destruction irréversible.

Sur la base d'un site pilote à l'interface de la zone industrielle du Bausset et du marais des Paluns, le potentiel d'un système innovant dénommé « éco-filtre » utilisant les cohortes végétales et microbiennes locales a été étudié¹⁹ pour réduire le transfert des multi-pollutions d'origine industrielle vers le marais (figure 4).

18 Guittonny-Philippe Anna, Masotti Véronique, Höhener Patrick, Boudenne Jean-Luc, Viglione Julien, Laffont-Schwob Isabelle, 2014. Constructed wetlands to reduce metal pollution from industrial catchments in aquatic Mediterranean ecosystems: a review to overcome obstacles and suggest potential solutions, *Environment International*, 64, 2014, p. 1-16.

19 Petit Marie-Éléonore, *Pérennité, fonctionnalité, efficacité d'une ZHA en milieu méditerranéen : un nouvel écosystème au service du traitement secondaire des effluents industriels*, Mémoire de thèse, Aix Marseille Univ, 2017.

Figure 4 : Schéma d'un des systèmes de phytoépuration
Système mis en place pendant la thèse de M.-E. Petit pour traiter les effluents
venant du bassin versant industrialisé en amont du marais des Paluns

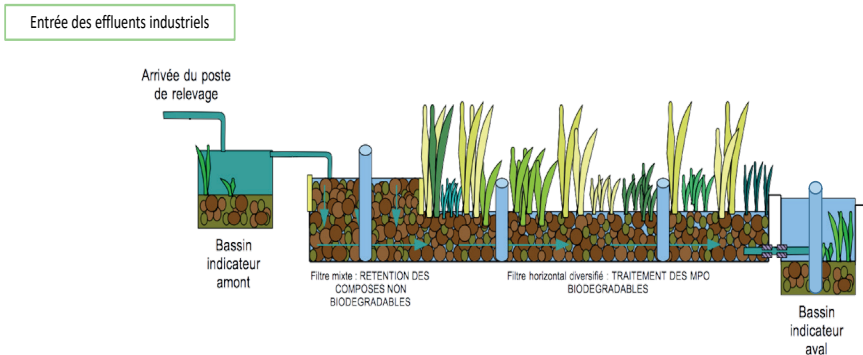


Schéma conçu par M.-É. Petit

Une étude en conditions contrôlées a préalablement été conduite durant la thèse d'A. Guittonny-Philippe (2010-2014) sur cinq espèces végétales locales (*Alisma lanceolatum* With., *Carex cuprina* (Sandor ex Heuff.) Nendtv. ex A. Kern., *Epilobium hirsutum* L., *Iris pseudacorus* L. et *Juncus inflexus* L.), natives du marais des Paluns. La croissance et le développement des plantes ont été suivis pendant près de 4 mois d'exposition à des mélanges de micro-polluants organiques et/ou d'éléments traces métalliques et métalloïdes (ETMM) aux concentrations qui avaient pu être détectées dans les eaux du bassin versant du marais des Paluns et également à des concentrations maximales dix fois plus élevées que les seuils de rejets réglementaires. Les résultats ont confirmé l'efficacité épuratoire du système (taux d'abattement supérieurs à 88% pour tous les contaminants), et ont permis de mieux comprendre les interactions entre plantes, substrat, polluants et microorganismes, et d'évaluer leurs effets sur les processus épuratoires. Les résultats encouragent l'utilisation de *Carex cuprina*, une des espèces végétales étudiées, pour la phytoaccumulation des ETMM et la phytostimulation, et d'*Epilobium hirsutum*, autre espèce végétale pour la bioindication dans les marais artificiels²⁰. Par ailleurs, un outil de bioindication (Indice de Développement des Hélophytes, IDH) a été mis au point pour faciliter l'intégration de l'éco-filtre au sein du territoire industrialisé²¹. Trois éco-filtres

20 Guittonny-Philippe Anna, Masotti Véronique, Rabier Jacques, Petit Marie-Éléonore, Malleret Laure, Coulomb Bruno, Laffont-Schwob Isabelle, Biomonitoring of *Epilobium hirsutum* L. health status to assess water ecotoxicity in constructed wetlands treating mixtures of contaminants, *Water* 7, 2015b, p. 697-715.

21 Guittonny-Philippe Anna, Masotti Véronique, Combroux Isabelle, Malleret Laure, Boudenne Jean-Luc, Petit Marie-Éléonore, Monnier, Yogan, Coulomb, Bruno, Viglione,

expérimentaux ont ensuite été mis en place (octobre 2013) pour le traitement d'effluents industriels et d'eaux de ruissellement routières, en amont du marais des Paluns, afin de tester en conditions réelles les outils développés et de constituer un site pilote pour le bassin méditerranéen. Ces éco-filtres ont fait l'objet de suivis durant trois années pendant la thèse de M.-E. Petit (2014-2017), pour permettre par la suite de dimensionner un système à grande échelle, résistant aux conditions climatiques méditerranéennes et efficace pour la réduction des transferts de contaminants industriels vers les milieux naturels sensibles.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La perspective d'implanter un système de phytoépuration à grande échelle sur le marais suite aux résultats prometteurs obtenus dans les éco-filtres a soulevé des questionnements sortant du pur cadre de l'approche écotoxicologique. Les experts en écologie et en chimie de l'environnement partagent la perception du marais comme un espace dont la biocénose est très vulnérable et le biotope contaminé et proposent une recherche-action dans le sens de la « réparation » des dommages causés à l'écosystème en visant à sa restauration écologique. Le travail des sociologues a consisté à questionner cette expérience en la resituant dans les multiples usages que cet espace génère. Cet échange a permis de ne pas déconnecter la réflexion de son ancrage territorial.

La diversité d'usages et de représentations souligne la richesse sociale et culturelle que représente le marais malgré son état écologique fragilisé. Dans la perspective d'une restauration écologique, de nombreux travaux plaident pour une approche interdisciplinaire, intégrant les préoccupations sociales dans les réflexions préalables à la restauration²². Reid et collègues montrent ainsi la plus-value apportée par les connaissances profanes et empiriques dans le cadre d'une restauration dans un parc national australien :

Restoration of a cultural landscape takes into consideration both the biodiversity values of ecological restoration as cultural perspectives. It therefore requires a transdisciplinary approach to understanding that integrates natural science with social sciences, humanities, and local knowledge²³.

Julien Laffont-Schwob, Isabelle, Proposal of a new ecotoxicity evaluation tool based on morphological responses of five helophytes to mixtures of pollutants: the Helophyte Development Index, *Ecological Engineering* 77, 2015a, p. 180-188.

22 Moreira Francesco, Queiroz A. Isabel, Aronson James, Restoration principles applied to cultural landscapes, *Journal for Nature Conservation* 14, 2006, p. 217-224.

23 Reid Karen A., Williams Kathryn J.H., Paine Mark S., Hybrid knowledge: place, practice, and knowing in a volunteer ecological restoration project, *Ecology and Society* 16, 3, 19, 2011.

Notre approche va dans ce sens en essayant de comprendre l'adéquation des dispositifs élaborés par les écologues et chimistes avec le socio-écosystème présent. En effet, la création d'une zone humide artificielle de traitement de l'ensemble des eaux du bassin versant serait réalisable si l'on se limitait aux résultats obtenus lors des recherches scientifiques menées sur le traitement par phytoépuration en étant potentiellement soutenue économiquement et localement.

Les divers attachements qui relient les usagers au marais des Paluns qu'ils soient d'ordre écologique, économique, récréatif ou nostalgique pourraient-ils composer une trame de lecture de ce bout de territoire (figure 5) qui pourrait dans sa capacité de résilience accueillir une expérience socio-écotechnologique originale et pionnière? Le dialogue avec la sociologie permet de dessiner quelques éléments de réponses. Tout d'abord, il existe un décalage entre la représentation majoritaire de la pollution centrée sur les macro-déchets et celle, plus confidentielle, de l'eau, sur laquelle repose la démarche de restauration écologique que les scientifiques du domaine de l'écologie souhaiteraient mettre en place. Pour autant, le partage d'une vision naturelle et paradisiaque du site peut contribuer à intégrer l'idée d'une action de restauration écologique. Cependant, les enjeux de gouvernance locale entre le syndicat et les communes et le rôle des industries peuvent constituer un frein à sa prise en compte. Un levier vers cette solution de restauration écologique pourrait être celui constitué par le marais comme un lieu d'éducation à l'environnement tel que pratiqué par le SIBOJAÏ en lien avec les offices du tourisme. Sans avoir le poids d'une injonction environnementale forte, la mise en pratique d'une opération de restauration écologique pourrait également permettre de questionner les seuils d'irréversibilité des impacts des pollutions versus un potentiel rétablissement de la qualité des milieux.

Trois ans après la fin des derniers travaux de recherche sur le site et la fin des financements de recherche obtenus de la part des multiples partenaires, le projet de restauration écologique à l'échelle du bassin n'a pu voir le jour en l'absence de soutien financier et du fait de la très difficile coordination des divers décisionnaires, gestionnaires et propriétaires du marais des Paluns et des changements intervenus aux postes à responsabilité. La relation établie dans la durée avec ces personnes a été rompue à cause de leur mutation et les écologues impliqués dans le projet n'ont pas retrouvé la même implication de la part des nouveaux venus. Les espoirs offerts par l'intérêt des diverses parties prenantes pour la préservation du marais et les solutions proposées basées sur les écotechnologies et l'écologie de la restauration se heurtent à des réalités économiques et politiques mais également de relations humaines. L'apport des connaissances pluridisciplinaires ne suffit pas et il faut espérer, comme dans le cas d'autres sites fortement pollués du département, qu'une politique concertée soit mise en place.

Figure 5 : Représentation artistique du Vallat du Ceinturon comme un coin de paradis perdu dans laquelle la contamination diffuse du milieu ne transparait pas



Dessin de Julie Kmiecowski