

Université de Franche-Comté – UFR Sciences et techniques  
Licence professionnelle « Métiers du diagnostic, de la gestion et de la  
protection des milieux naturels »

Parc interrégional du Marais poitevin

# Etude batrachologique des mares bocagères en bordure du Marais poitevin

*Impacts des travaux de restauration sur les amphibiens*



Texier A., CAILLE A.

Maître de stage : TEXIER Alain  
Tutrice universitaire : AFONSO Eve

## REMERCIEMENTS

---

Je tiens tout d'abord à remercier Alain TEXIER, chargé de mission Natura 2000 au Parc Interrégional du Marais Poitevin (PIMP), pour m'avoir guidée et soutenue tout le long de ce projet, pour la confiance qu'il m'a accordée et pour m'avoir fait découvrir divers domaines dans le naturalisme.

Je remercie également Eve AFONSO, chercheur à Chrono-environnement et professeur de statistiques à l'université de Franche-Comté, pour son aide dans la réalisation de mon rapport.

Merci à Pierre GUILLERMIN, technicien S.I.G au PIMP, dont les conseils et l'aide pour la cartographie et pour SERENA m'ont été d'un grand secours.

Merci à ma sœur pour son soutien et la relecture de mon rapport.

Merci aux collègues joueurs de badminton, aux stagiaires et à Amandine SERVANT, qui a aussi corrigé de nombreuses fautes de mon rapport, pour avoir rendu ce stage inoubliable.

Enfin merci à toute l'équipe pour leur accueil et leur bonne humeur.

## RESUME

---

Le déclin des amphibiens est un phénomène mondial et leur suivi à long terme ne compte que de rares études. L'Observatoire du Patrimoine Naturel du Marais poitevin s'est penché sur cette problématique en mettant en place un suivi à long terme des amphibiens sur des mares de bocages en bordure du marais, zone plus riche en batraciens que la zone humide.

Des travaux de restauration ont alors eu lieu sur 91 mares qui étaient jusqu'alors comblées et pour certaines complètement fermées. Pour évaluer l'impact des travaux sur les espèces, 28 mares ont été sélectionnées et ont fait l'objet de trois passages nocturnes pour un inventaire qualitatif.

5 espèces ont été rencontrées cette année sur les 11 potentiellement présentes dans les mares de bordure du marais poitevin. Observées les années précédentes, deux espèces n'ont pas été contactées cette année, à savoir le Crapaud commun et le Triton de Blasius.

Les données de cette année et des années précédentes montrent globalement un impact positif des travaux sur les espèces. Cependant, deux espèces faunistiques envahissantes, l'Ecrevisse de Louisiane et le Ragondin, occupent certaines mares, perturbent le milieu et/ou vont à l'encontre du bon développement des batraciens.

## ABSTRACT

---

The decline of the Amphibians is a world phenomenon and their long-term follow-ups are rare. "The Observatoire du Patrimoine Naturel du Marais poitevin" considered these problems and set up a long-term follow-up of the Amphibians on temporary pools in edge of the marsh, area more abundant in batrachians than the wetland.

Restoration works took place on 91 temporary pools which were filled and/or completion closed. To evaluate the impact of work on the species, 28 temporary pools were selected and were the object of three night passages for a qualitative inventory.

5 species were met this year on 11 the potentially present ones in the temporary pools of edge of the marsh from Poitou. Observed the previous years, two species were this year : the common toad and the Triton of Blasius.

The data of this year and the previous years show overall a positive impact of work on the species. However, two invasive faunistic species, Louisiana crayfish and the Coypu, occupy certain temporary pools, disturb the environment and/or are harmful with the development of the batrachians.

# SOMMAIRE

---

INTRODUCTION .....	1
PARTIE 1 : <i>Parc interrégional du Marais poitevin</i> .....	2
I. LE MARAIS POITEVIN, UN TERRITOIRE FAÇONNÉ PAR L’HOMME .....	2
I.1. Historique .....	2
II.2. Localisation.....	2
III.3. Patrimoine naturel .....	3
III.3.1. Entités écologiques et paysagères .....	3
III.3.2. Biodiversité.....	3
II. LE PARC INTERREGIONAL DU MARAIS POITEVIN (PIMP) .....	3
II.1. Organisation et missions du PIMP.....	4
II.2. Observatoire du Patrimoine Naturel du Marais poitevin.....	5
II.4.1. Observatoire du Patrimoine Naturel (OPN) .....	5
II.4.2. Missions effectuées durant le stage.....	5
PARTIE 2 : <i>Etude batrachologique des mares bocagères en bordure du marais et impacts des travaux de restauration sur les espèces</i> .....	5
I. CONTEXTE ET OBJECTIFS .....	5
II. ENTRETIEN ET CREATION DE MARES.....	6
III. LES AMPHIBIENS DANS LE MARAIS POITEVIN .....	7
III.1. Généralités sur les amphibiens .....	7
III.2. Les amphibiens du Marais poitevin.....	7
IV. SECTEUR D’ETUDE .....	8
V. MATERIELS ET METHODES .....	9
V.1. Matériel utilisé .....	9
V.2. Protocole .....	9
V.3. Méthodes analytiques.....	9
VI. RESULTATS ET DISCUSSION .....	10
VI.1. Richesses spécifiques des mares.....	10
VI.2. Impacts des travaux sur les espèces .....	12
VI.3. Spatialisation des données.....	13
VI.4. Facteurs liés aux mares .....	15
VI.5. Hypothèses sur les diminutions et les faibles valeurs en 2013.....	16
VII. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	18
CONCLUSION GÉNÉRALE .....	20
BIBLIOGRAPHIE	
TABLE DES FIGURES	
ANNEXES	

## INTRODUCTION

---

Le déclin des amphibiens dans le monde est annoncé lors du congrès mondial d'herpétologie en 1989 (Wake & Morowitz, 1991). Le Comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), en partenariat avec la Société Herpétologique de France (SHF), montrent que sept espèces d'amphibiens sur 34 sont actuellement menacées sur le territoire métropolitain (UICN, 2008). Six autres espèces sont considérées comme quasi menacées en France.

Malgré cela, les suivis à long terme des amphibiens sont rares alors que ces espèces sont d'excellents bioindicateurs du bon fonctionnement des écosystèmes qu'ils occupent pour au moins deux raisons : une peau perméable et une utilisation complexe du paysage pour réaliser leur cycle biologique (Vitt *et al.*, 1990 ; Semlitsch, 2003).

C'est pour cela que l'Observatoire du Patrimoine Naturel (OPN) du Marais poitevin s'est penché sur cette problématique. De par son histoire géologique et hydrologique, le Marais poitevin regorge d'habitats écologiques qui amènent à une biodiversité importante et riche. En particulier, les amphibiens ont fait l'objet d'un suivi en 2010 sur divers habitats du marais pour réaliser un état des lieux (Thirion *et al.*, 2011). Les résultats inquiétants qui en ressortent amènent l'OPN à se pencher plus précisément sur d'autres zones du marais où les amphibiens prolifèrent plus aisément (Doré *et al.*, 2011) : les zones bocagères en bordure du marais.

Ainsi, depuis 2009, 91 mares ont été restaurées en bordure du marais et ont fait l'objet d'un inventaire tous les ans. En 2012, les suivis se sont ciblés sur 28 mares. C'est dans ce projet que cette présente étude s'insère dont la problématique est d'évaluer l'impact des travaux de restauration sur les amphibiens occupant les mares.

Après une présentation de l'organisme d'accueil, à savoir le Parc interrégional du Marais poitevin ainsi que l'histoire du Marais poitevin, l'étude batrachologique sera analysée puis discutée.

# PARTIE 1 : Parc interrégional du Marais poitevin

## I. LE MARAIS POITEVIN, UN TERRITOIRE FAÇONNÉ PAR L'HOMME

### I.1. Historique

Anciennement nommé Golfe des Pictons, le Marais poitevin est à l'origine une vaste étendue d'eau qui s'étend depuis l'actuelle baie de l'Aiguillon jusqu'à Niort avec quelques îlots calcaires parsemés. Le golfe est ensuite comblé par les éléments organiques et minéraux des fleuves, des rivières et de l'océan pour devenir une immense vasière (Le Quellec, 1998).

Depuis le X<sup>e</sup> siècle, des travaux sont entrepris pour assécher le Marais dans le but d'exploiter ses terres fertiles. Des digues et des canaux évacuateurs sont alors construits mais ne permettent pas l'assèchement total du Marais. Deux zones apparaissent alors : le marais desséché protégé des inondations et le marais mouillé, réceptacle des crues (Le Quellec, 1998 ; Macchioni, 2007).

Les travaux continuent sur le marais desséché où des portes à flots voient le jour pour bloquer les remontées des eaux marines à marée haute et laisser s'écouler les eaux douces à marée basse. Des communaux, vastes pâturages, sont créés pour maintenir les populations ouvrières (Le Quellec, 1998 ; Macchioni, 2007).

Jusqu'alors sauvage, le marais mouillé est aménagé au XIX<sup>e</sup> siècle pour favoriser l'évacuation des eaux de crues et la navigation, notamment sur la Sèvre niortaise qui devient ensuite un axe de transport entre Niort et Marans. Pour maintenir les niveaux d'eau l'été, des barrages et des écluses sont édifiés, le pâturage et les cultures maraichères remplacent les roselières, des frênes et peupliers sont plantés pour stabiliser les berges et produire du bois de chauffage (Le Quellec, 1998). Bouleversé, ce paysage devient alors la Venise verte d'aujourd'hui à l'est du Marais poitevin.

### II.2. Localisation

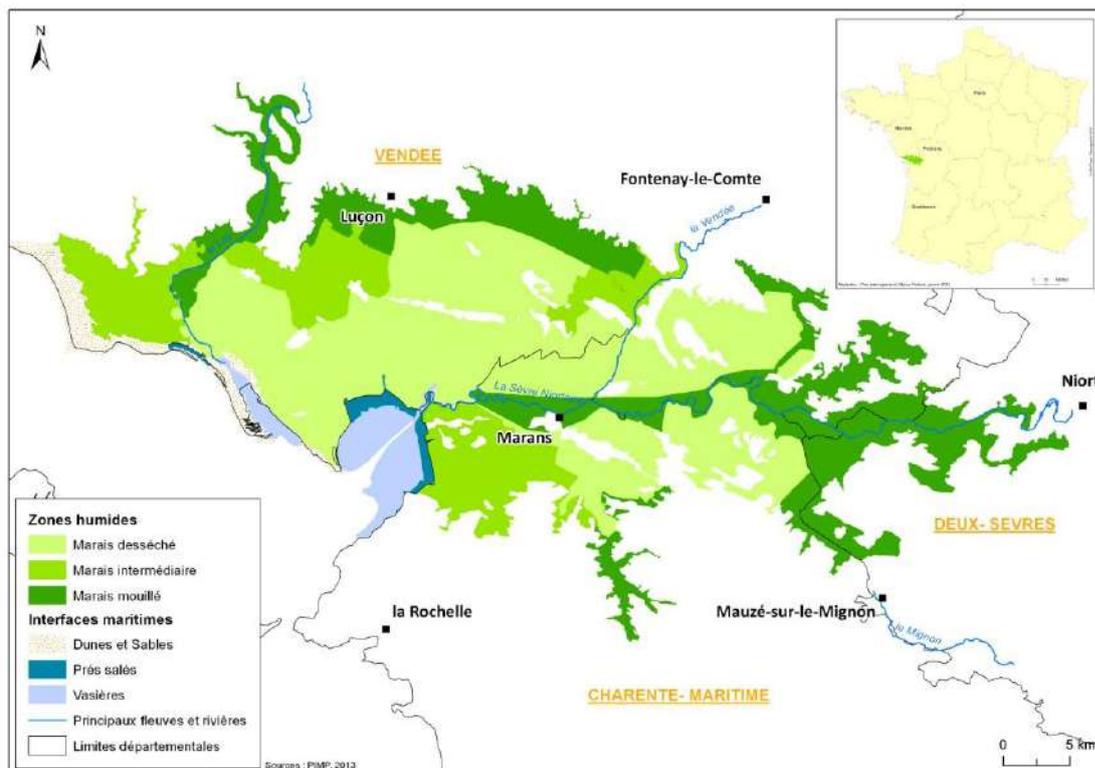


Figure 1 : Localisation et entités écologiques du Marais poitevin (Annexe 1)

Deuxième plus grande zone humide de France après la Camargue, le Marais poitevin s'étend sur deux régions (Poitou-Charentes et Pays de la Loire) et trois départements (les Deux-Sèvres, la Vendée et la Charente-Maritime) (Figure 1). D'une superficie d'environ 110 000 ha, le Marais offre une mosaïque de paysages et de milieux écologiques avec un patrimoine naturel riche (PRPC & PIMP, 2003).

### III.3. Patrimoine naturel

#### III.3.1. Entités écologiques et paysagères

Situé à l'interface de la terre et de l'océan, le Marais comprend plusieurs entités écologiques et paysagères selon son fonctionnement hydraulique (Figure 1) (Macchioni, 2007 ; PIMP, 2011) :

- **Les marais mouillés et fond de vallées humides** : Zone inondable qui constitue la partie la plus renommée du Marais poitevin avec 32 200 ha. Elle englobe la Venise verte composée d'un maillage hydraulique important, d'un boisement généreux avec des alignements de frênes têtards rendant le milieu bucolique.
- **Les marais desséchés** : Zone non inondable de 46 800 ha qui offre de larges étendues de verdure parsemées de marais salants et surplombées par des îles calcaires.
- **Les marais intermédiaires** : Zone de 18 700 ha protégée partiellement des inondations.
- **Les milieux littoraux** : Soumis à l'influence des marais, composé de mizottes<sup>1</sup>, de vasières, de dunes et sables.
- **Les îlots calcaires internes** : Terres hautes (9 700 ha) qui correspondent aux anciennes îles du Golfe des Pictons.

#### III.3.2. Biodiversité

La salinité et les niveaux d'eau procurent une diversité floristique importante, à savoir 126 espèces qui présentent un caractère patrimonial (OPN, 2013). Cela témoigne une haute valeur écologique des habitats naturels du Marais. On retrouve notamment la Fritillaire pintade (*Fritillaria meleagris*), espèce floristique emblématique des prairies du Marais.

Au niveau faunistique, le Marais offre également une diversité importante (OPN, 2013) :

- une cinquantaine d'espèces de mammifères dont la loutre d'Europe et le Grand Rhinolophe,
- 250 espèces d'oiseaux ;
- 38 espèces de poissons dont la Grande Alose ;
- 60 espèces d'odonates et 80 espèces de rhopalocères ;
- 16 espèces d'amphibiens ;
- 8 espèces de reptiles.

Pour préserver le Marais poitevin et son développement, le Syndicat mixte du Parc interrégional du Marais poitevin mobilise les acteurs locaux autour de ces problématiques.

## II. LE PARC INTERREGIONAL DU MARAIS POITEVIN (PIMP)

---

En 1979, un syndicat mixte est établi pour gérer le Parc Naturel Régional (PNR) du Marais poitevin, Val de Sèvre et Vendée créé deux mois auparavant. Suite à un constat d'altération importante de la zone humide et du futur tracé de l'autoroute A831, le Parc perd en 1996 son label

---

<sup>1</sup> Prés salés littoraux

PNR. Pour soutenir ce territoire, les élus du syndicat recadrent son action sous le titre de *Syndicat mixte du Parc interrégional du Marais poitevin* en 1997 (PIMP, 2013).

## II.1. Organisation et missions du PIMP

Le PIMP est un syndicat mixte et par conséquent un établissement public dont le fonctionnement et l'organisation sont régis par le Code Général des Collectivités Territoriales et par ses propres statuts (PIMP, 2013). Il regroupe 85 communes parmi 2 régions et 3 départements avec chacun une antenne du Parc : à Coulon (siège du PIMP) en Deux-Sèvres (79) ; à Saint-Sauveur d'Aunis en Charente-Maritime (17) et à Saint-Denis-du-Payré en Vendée (85) (Figure 2).

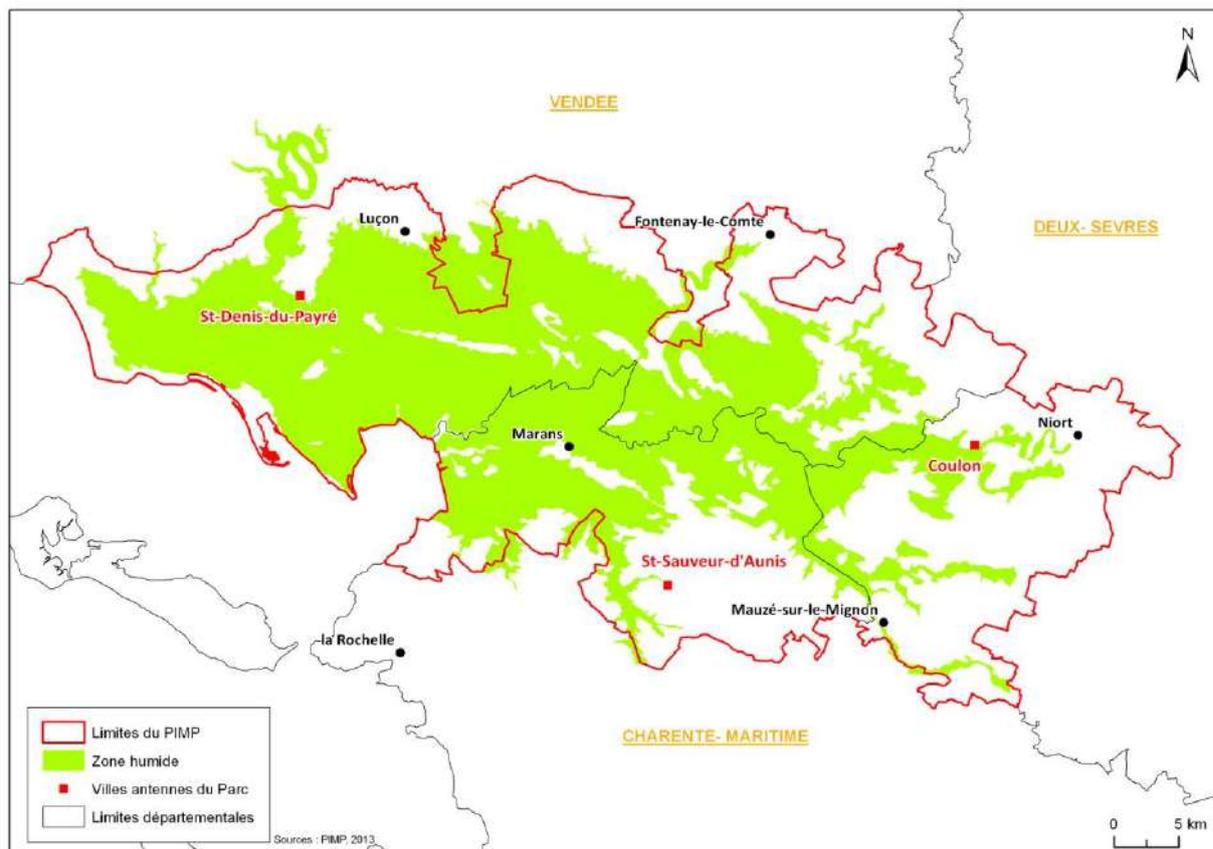


Figure 2 : Délimitation du PIMP (Annexe 2)

L'objectif du PIMP est de préserver le patrimoine naturel et culturel du Marais poitevin en alliant biodiversité, agriculture, économie, aménagement et développement durable.

Ces objectifs sont regroupés en 4 grands axes d'intervention (PIMP, 2013) :

- **les ressources naturelles** : agri-environnement, protection des espèces et des espaces naturels
- **l'économie et l'aménagement** : tourisme, architecture et urbanisme
- **la culture et le patrimoine** : identité locale, équipements de découverte
- **l'éducation** : sensibilisation et information

Pour ce faire, le PIMP a été divisé en plusieurs services : Agriculture & Environnement, Aménagement & Développement économique, Education au patrimoine, Communication & Culture et Moyens généraux.

## II.2. Observatoire du Patrimoine Naturel du Marais poitevin

### II.4.1. Observatoire du Patrimoine Naturel (OPN)

Lié au service Agriculture & Environnement du PIMP, l'OPN a été mis en place en 2003 dans le cadre du Document d'Objectif (DOCOB) Natura 2000 (PRPC & PIMP, 2003). Cet observatoire a pour ambition de fédérer tous les suivis biologiques effectués sur la zone humide du Marais poitevin. Son objectif est de mesurer l'état de conservation des espèces et des habitats, notamment d'intérêt communautaire, sur le territoire du Marais. L'OPN s'articule autour de 8 pôles : Flore/Habitats, Amphibiens/Reptiles, Mammifères, Avifaune, Entomofaune, Poisson, Espèces Exotiques Envahissantes et Agents du marais & Batellerie (OPN, 2013).

Cette présente étude rentre dans le cadre de l'OPN du Marais poitevin.

### II.4.2. Missions effectuées durant le stage

Plusieurs études ont été réalisées durant ce stage :

#### \*Suivis biologiques :

- Inventaires d'amphibiens dans les mares restaurées
- Suivis de Héronnières
- Suivis de fauches/pâturage de prairies ayant le contrat MAE (Mesures agro-environnementales) lié au rôle des genets
- Captures chiroptères

#### \*Logistique :

- Bilan financier de l'OPN
- Stockage de données de l'OPN dans SERENA (Système de gestion et d'Echange de données des Réseaux d'Espaces NAturels)

La problématique de cette étude est de tenter de déterminer l'effet de la restauration des mares sur leur colonisation par les amphibiens. La principale mission a donc été le suivi des amphibiens dans les mares de bocages en bordure du Marais qui ont été restaurées.

## **PARTIE 2 : Etude batrachologique des mares bocagères en bordure du marais et impacts des travaux de restauration sur les espèces**

### **I. CONTEXTE ET OBJECTIFS**

---

L'actualisation des données d'amphibiens de 2007 à 2009 du Marais poitevin et la mise en place d'un suivi à long terme en 2010 (Thirion *et al.*, 2011), démontrent une régression des batraciens dans le marais. Les causes sont multiples : comblement des fossés, présence d'espèces envahissantes animales, évolutions paysagères non favorables aux espèces (PIMP, 2012). Néanmoins, moins touchées par le remembrement, affichant encore beaucoup de prairies et avec de nombreuses mares, les zones bocagères Deux-Sévriennes et Vendéennes en bordure du marais contiennent un cortège intéressant d'amphibiens. Ceci sera confirmé par un suivi spécifique des mares de bordure en 2011 dans le cadre de l'OPN (Doré *et al.*, 2011).

Un programme a été mis en place en 2009 par le PIMP pour restaurer les mares bocagères qui présentaient des problèmes d'atterrissement et de comblement amenant à un assèchement

précoce des mares. Le but de ces travaux est de préserver et de renforcer la population d'amphibiens dans le bocage en créant un réseau de mares fonctionnelles (PIMP, 2012)

Ainsi, 91 mares ont été restaurées de 2009 à 2012 (Figure 3) dans les communes de Coulon, Sansais, Le Vanneau-Irleau, Magné, Frontenay-Rohan-Rohan et Magné pour couvrir au maximum la zone bocagère intéressante pour les amphibiens.

Pour évaluer l'impact des travaux de restauration sur les mares et les espèces, le PIMP a mis en place un suivi d'amphibiens avant et après travaux qui consiste à réaliser tous les ans un inventaire batrachologique sur 28 mares sélectionnées parmi les 91 restaurées.

Cette présente étude s'inscrit donc dans ce suivi avec l'objectif d'évaluer l'impact des travaux sur les amphibiens mais aussi d'expliquer les tendances évolutives des espèces dans les mares en fonction des années.

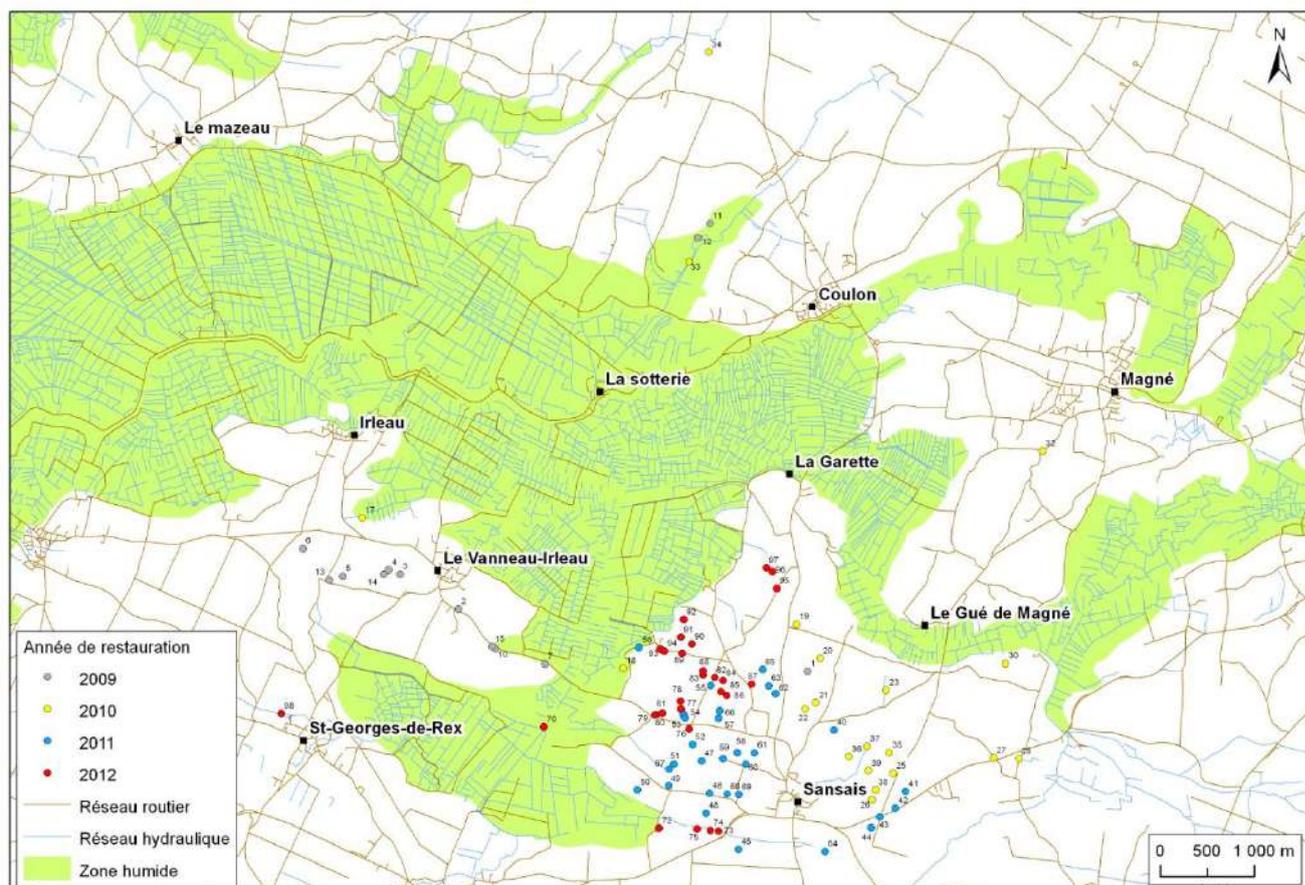


Figure 3 : Emplacement des 91 mares restaurées (Annexe 3) – source : PIMP, 2012

## II. ENTRETIEN ET CREATION DE MARES

Les travaux de restauration des 91 mares entrent dans le programme d'action « Entretien et création de mares » (PIMP, 2012) financé par l'Établissement Public du Marais poitevin. Le maintien de ces mares est ensuite pris en charge par les propriétaires des parcelles comme le stipule la convention entre les propriétaires et l'exploitant.

Les travaux, réalisés par le PIMP, consistent à créer un habitat favorable aux amphibiens, à savoir notamment, une pente douce pour favoriser la végétation aquatique (support de ponte), créer une zone assez profonde et un ensoleillement important (Thirion *et al.*, 2011). Ces travaux ont lieu en septembre et octobre, pour diminuer leurs impacts sur les espèces. Plus précisément, les travaux menés sur les 91 mares ont consisté en diverses manœuvres :

- curage et dépôt de boues sur les bords
- reprofilage d'au moins une berge en pente douce et des berges détruites par les trous de ragondins
- élagage des branches pour favoriser l'ensoleillement et arrachage de souches pour favoriser la végétation aquatique héliophile
- pose de clôtures pour éviter un abreuvement des animaux sur toutes les berges
- consolidation des approches pour le bétail
- création d'une mare

À partir de 2012, 28 mares ont été sélectionnées pour un suivi à long terme. Restaurées de 2009 à 2011, ces mares ont été choisies en fonction des autorisations des propriétaires et des exploitants mais aussi en fonction de leur état de conservation (atterrissement, etc.) (Texier A., comm. pers.).

### III. LES AMPHIBIENS DANS LE MARAIS POITEVIN

---

#### III.1. Généralités sur les amphibiens

Le taxon des amphibiens est divisé en deux groupes : les anoures et les urodèles

- Le groupe des anoures comprend les grenouilles et les crapauds notamment. Les mâles sont chanteurs et à l'âge adulte la queue des espèces est absente.
- Le groupe des urodèles comprend les tritons et les salamandres. Les mâles ne sont pas chanteurs. Par contre larves et adultes présentent une queue.

Les amphibiens ont un cycle de vie biphasique : terrestre et aquatique. Après avoir quitté leur quartier d'hiver, les amphibiens vont se reproduire dans un point d'eau favorable. La reproduction des espèces a lieu entre janvier pour les plus précoces comme la Grenouille agile et juin pour les Grenouilles vertes. Les têtards et larves subissent ensuite une métamorphose passant du stade imago à adulte et quittent l'eau mi-juillet (Duguet & Melki, 2003 ; Nöllert & Nöllert, 2003 ; Thirion & Evrard, 2012)

#### III.2. Les amphibiens du Marais poitevin

17 espèces d'amphibiens occupent le marais et les zones de bocage en bordure (OPN, 2013), à savoir :

- **l'Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*),**
- le Crapaud calamite (*Bufo calamites*),
- **le Crapaud commun (*Bufo bufo*),**
- **la Grenouille agile (*Rana dalmatina*),**
- **la Grenouille Verte (*Rana esculenta*),**
- **la Grenouille Verte Perez (*Pelophylax perezii*),**
- **la Grenouille Verte Rieuse (*Pelophylax ridibundus*),**
- la Grenouille rousse (*Rana temporaria*),
- le Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*),
- **le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*),**
- **la Rainette arboricole ou verte (*Hyla arborea*),**

- la Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*),
- la Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*),
- le Triton de blasius (*Triturus cristatus x marmoratus*),
- le Triton crêté (*Triturus cristatus*),
- le Triton marbré (*Triturus marmoratus*),
- le Triton palmé (*Lissotriton helveticus*).

Sur les 17 espèces, 11 occupent potentiellement les mares de bordures (notées en gras sur la liste) (Doré *et al.*, 2011) en regroupant les Grenouilles vertes en une seule espèce soit la Grenouille verte *Pelophylax kl. esculentus*. Ces espèces sont en effet difficilement différenciables.

#### IV. SECTEUR D'ETUDE

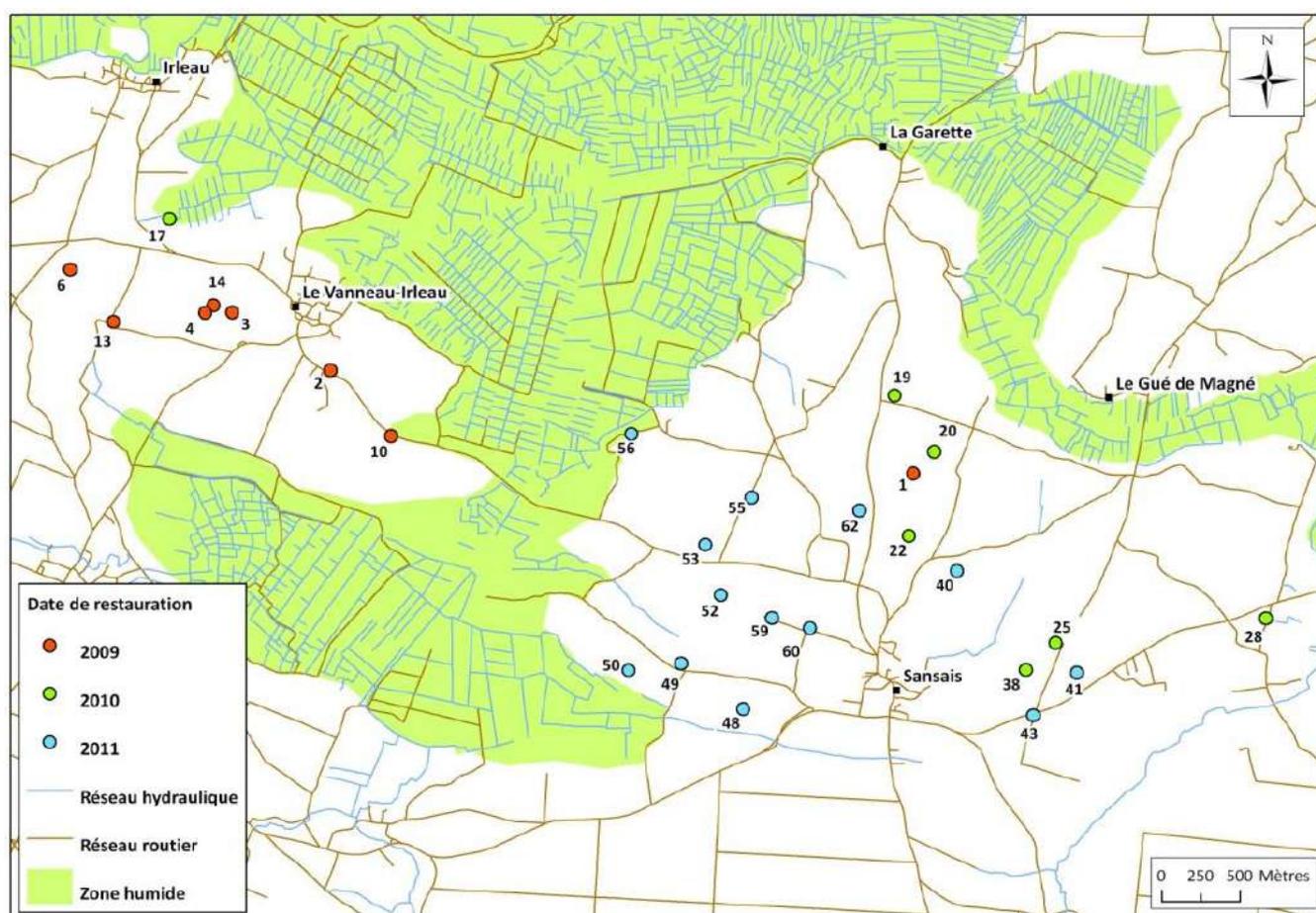


Figure 4 : Emplacement des 28 mares suivies et leur date de restauration

Les 28 mares se trouvent en bordure du marais dans un périmètre de 20 km dans les communes du Vanneau-Irleau et de Sansais (Figure 4).

## V. MATERIELS ET METHODES

---

### V.1. Matériel utilisé

Pour la réalisation des inventaires, le repérage des mares s'est fait grâce à une carte IGN au 1/25 000. Puis les prospections ont été réalisées à l'aide d'une lampe frontale et d'une lampe torche puissante de type Explorer 2. Une épuisette a également été utilisée pour une meilleure prospection (maille : 0,5 mm et diamètre : 45-50 cm). Des cuissardes ont été préférables pour une prospection plus approfondie de la mare. Enfin, des guides de reconnaissance d'amphibiens au stade adultes et/ou têtard ont été indispensables à savoir :

- Duguet & Melki, 2003
- Thirion, Dessine-moi un têtard ! (en cours de publication)
- Thirion & Evrard, 2012
- Nöllert & Nöllert, 2003

### V.2. Protocole

Le protocole choisi depuis 2009, se réalise de nuit, pic d'activité des espèces adultes. En fonction de l'écologie des espèces présentes dans le Marais poitevin, le temps optimal pour prospecter est doux et humide avec une température supérieure à 6°C sans vent. Il faut donc choisir ces soirées de prospection pour avoir des conditions atmosphériques les plus optimales possibles.

Réalisés de mars à mai, les inventaires se font en trois passages (un par mois) par mares pour couvrir la période de reproduction des espèces et en contacter le plus possible. Le premier passage a permis en particulier de recenser les pontes de grenouilles agiles facilement détectables.

Avant d'arriver à la mare à prospecter, un temps doit être accordé pour écouter les mâles chanteurs. Puis arrivé à la mare, la détermination se fait à vue et à l'épuisette pour une détermination plus approfondie des espèces ainsi que leur sexe. Cette technique concerne particulièrement les tritons et les têtards, lors de prospections difficiles dans une eau trouble. L'inventaire de mare doit durer environ 10 minutes pour homogénéiser les données et éviter les biais de prospection. De plus, les données sont qualitatives, c'est-à-dire qu'on note le nombre d'espèces rencontrées et leur sexe si possible mais les analyses se contentent exclusivement du nombre d'espèces et non du nombre d'individus. En effet, un recensement où les individus de chaque espèce seraient quantifiés ne conviendrait pas dans ce genre de protocole et créerait des biais importants dans les analyses. Il faudrait une estimation du nombre d'individus ce qui est très faussé lors d'une observation d'une mare la nuit.

Parallèlement, des facteurs liés aux mares ont été relevés :

- le type de végétation (lentilles d'eau, algues filamenteuses, végétation importante ou non),
- la turbidité de l'eau (eau claire ou trouble),
- la présence d'espèces invasives (Ecrevisses de Louisiane *Procambarus clarkii* et Ragondins *Myocastor coypus*).

### V.3. Méthodes analytiques

Le jeu de donnée a été principalement analysé sur Excel. Pour récupérer les données de chaque année des mares concernées, des requêtes sur la base de données du PIMP, SERENA (Système de gestion et d'Echange de données des Réseaux d'Espaces NATurels), ont été réalisées.

Une harmonisation des données complémentaires (écrevisses, végétation, etc.) de 2013 a été effectuée pour les inclure dans les analyses selon des indices (Tableau 1). Cependant, n'ayant pas de données homogènes selon les années (excepté pour les écrevisses et les ragondins), seule l'année 2013 a été exploitable tout en restant sommaire. Une harmonisation de ces relevés serait à envisager. Pour les analyses plus approfondies, le logiciel de statistique R (R Development Core Team, 2011) a été utilisé.

Tableau 1 : Facteurs liés aux mares et leurs indices

Ecrevisse		Turbidité		Lentilles d'eau	
0	Absence	0	Faible	0	Absence
1	Présence	1	Forte	1	Présence
Ragondin		Algues filamenteuses		Végétation	
0	Absence	0	Absence	0	Absence
1	Présence	1	Présence	1	< 50%
				2	> 50%

## VI. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus cette année complètent les résultats antérieurs, notamment l'étude de 2011 sur les amphibiens et les mares restaurées (Réthoré, 2011). Comme les mares n'ont pas été restaurées la même année, les résultats ne peuvent pas être analysés en fonction des années d'inventaires (de 2009 à 2013) mais plutôt en fonction des travaux (un an avant travaux, un an après travaux, etc.). Ce dernier point permettra d'appréhender l'impact des actions de restauration sur les mares et les amphibiens qui les peuplent.

Avec les données de 2013, on a ainsi de 5 années d'inventaires pour les mares restaurées en 2009 à 3 années pour les mares restaurées en 2011. Ce jeu de données peut déjà nous permettre de réaliser quelques analyses approfondies.

### VI.1. Richesses spécifiques des mares

Depuis 2009, sur les 28 mares sélectionnées, 8 espèces ont été observées parmi les 11 potentiellement présentes (Tableaux bilan en annexe 4 et 5) : La Grenouille verte, la Grenouille agile, la Rainette verte, le Triton palmé, le Triton marbré, le Triton de Blasius, le Triton crêté et le Crapaud commun. Par contre, les quatre dernières espèces n'ont pas été observées cette année et peu ou pas les années précédentes.

L'absence du Crapaud commun peut s'expliquer par le fait qu'il ne se reproduit pas forcément toutes les années et pas seulement dans les mares mais aussi dans les rivières et étangs (Duguet & Melki, 2003). Seul un Crapaud commun a été noté en 2012 dans la mare 69. Concernant le Triton de Blasius, hybride entre le Triton marbré et le Triton crêté, il a seulement été inventorié les premières années de prospections démontrant la présence du Triton crêté. Celui-ci n'a néanmoins pas été observé dans les mares choisies mais dans d'autres mares dont une qui regorge aujourd'hui d'écrevisses de Louisiane *Procambarus clarkii*, espèce envahissante. Ces présentes analyses vont se concentrer sur les 5 espèces recensées toutes les années à savoir la Grenouille verte, la Grenouille agile, la Rainette verte, le Triton palmé et le Triton marbré.

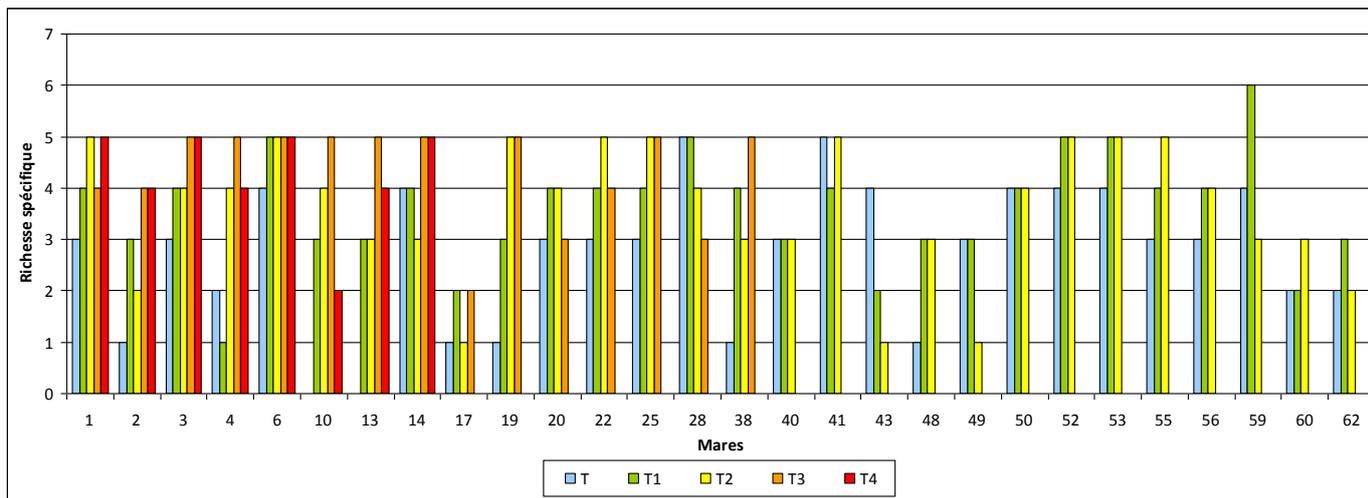


Figure 5 : Richesses spécifiques par mares et par années avant et après travaux

Pour évaluer au mieux l'impact des travaux, il a été judicieux d'exclure les données de la mare 13 n'ayant pas subi d'inventaire avant travaux. Par contre dans la mare 10, aucun amphibien n'a été vu la première année mais cette mare est tout de même inclus dans les analyses. Ces dernières se feront donc sur 27 mares.

La Figure 5 montre les résultats bruts des inventaires des mares restaurées avec pour chacune leur richesse spécifique par année. On remarque que pour la plupart des mares, les travaux de restauration ont permis une augmentation de leur richesse spécifique.

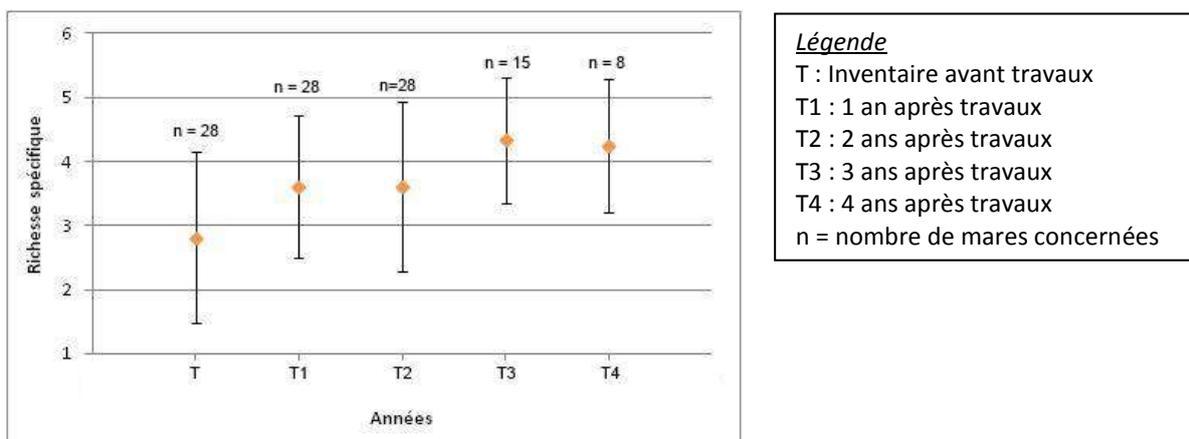


Figure 6 : Moyenne et écart-type des richesses spécifiques en fonction des années avant et après travaux

La Figure 6 indique la moyenne des richesses spécifiques des mares pour chaque année. On remarque également une tendance à l'augmentation du nombre d'espèces au fil des années. On passe effectivement de 2,8 espèces la première année à 4,3 la quatrième année. Cependant, le test de Kruskal-Wallis démontre que la différence des richesses spécifiques entre les années n'est pas significative ( $p = 0,406 > 0,05$ ). Il faut toutefois mettre en évidence le fait qu'à T3 nous avons 15 mares concernées sur les 28 du départ et plus que 8 mares à T4 ; les dates de restaurations n'étant pas les mêmes pour chaque mare.

Les fluctuations de ces moyennes révèlent une forte diminution du nombre d'espèces dans quelques mares notamment les mares 10, 28, 43, 49, 59, mais aussi une faible richesse spécifique de certaines mares comme la mare 17 (Figure 5). Les causes de ces faibles valeurs semblent être dues à différents facteurs liés aux mares notamment l'Ecrevisse de Louisiane (cf. VI.4).

## VI.2. Impacts des travaux sur les espèces

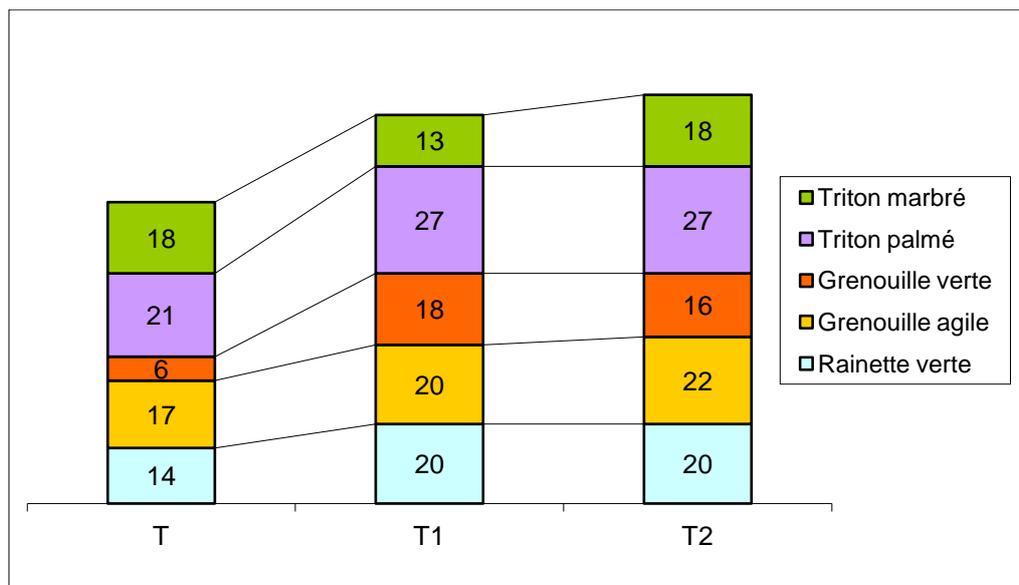


Figure 7 : Effectifs des mares où sont présentes les espèces

D'après la Figure 7, toutes les espèces occupent plus de mares après les travaux sauf le Triton marbré mais on le retrouve dans le même nombre de mares à T2.

Les travaux de restauration ont donc été positifs pour les espèces et notamment pour la Grenouille verte dont le nombre de mares qu'elle occupe a triplé en un an. Cela peut s'expliquer par son écologie. Selon, Thirion *et al.* (2010), les variables qui caractérisent son habitat de reproduction sont « un régime d'eau libre plutôt permanent, des berges pentues et un faible ombrage ». Or les travaux de restauration avaient justement comme objectifs d'ouvrir les milieux et d'éviter l'assèchement des mares. La Grenouille verte traduit donc les résultats escompter par l'OPN *via* les travaux.

Légende	
RV : Rainette verte	TP : Triton palmé
GA : Grenouille agile	TM : Triton marbré
GV : Grenouille verte	

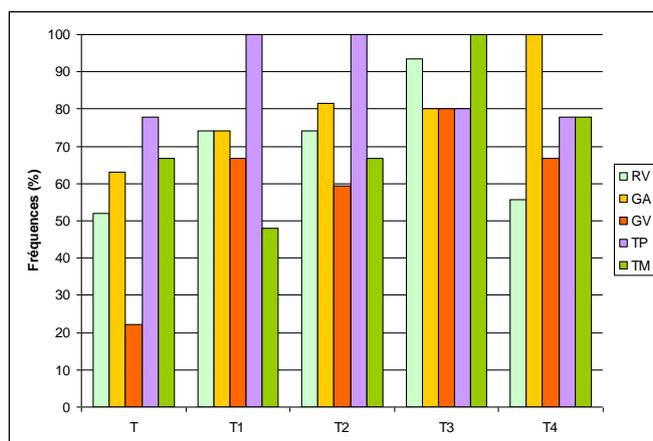


Figure 8 : Fréquence des espèces dans l'ensemble des mares

La Figure 8 confirme ces dernières observations et complète la Figure 7 en incluant les autres années après travaux. On observe que le Triton palmé est l'espèce la plus fréquente les trois premières années laissant ensuite « la première place » au Triton marbré puis à la Grenouille agile. Cependant, le Triton palmé reste l'espèce la plus fréquente si on calcule la fréquence moyenne des espèces (Figure 9 ci-après). D'ailleurs, la Figure 9 ne montre pas de dominance significative entre les espèces vu que leur fréquence moyenne est comprise

entre 0.57 avec la Grenouille verte et 0.87 avec le Triton palmé. Cela nous amène à dire que les mares ont une bonne répartition d'espèces entre elles.

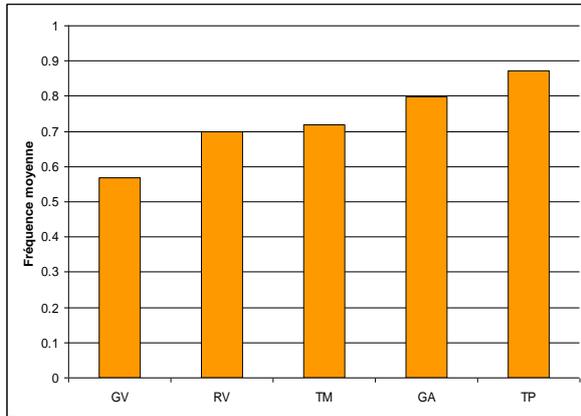


Figure 9 : Fréquence moyenne des espèces pour l'ensemble des années

On remarque dans la Figure 8 que la fréquence de beaucoup d'espèces chute à T4 sauf la Grenouille agile. La Rainette verte est l'espèce dont la diminution de la fréquence est la plus importante avec une baisse de 40 %. La fréquence de la grenouille verte et du triton marbré chute de 25 %. Par contre celle du Triton palmé diminue très peu (moins de 5 %). Cette baisse à T4 peut s'expliquer par la météo défavorable ou des variations interannuelles liées aux espèces. La présence des Grenouilles agiles a été plus facilement détectable grâce aux pontes en mars,

ce qui peut expliquer sa fréquence importante. Par contre la rainette verte, dont les mâles chantent de 18 à 24°C environ (Duguet & Melki, 2003), a été l'espèce la moins observée cette année à cause des faibles températures lors du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> passage. Néanmoins, malgré la météo peu propice aux espèces, les Tritons ont quand même pu être détectés grâce à la capture à l'épuisette.

### VI.3. Spatialisation des données

Légende	
RV : Rainette verte	TP : Triton palmé
GA : Grenouille agile	TM : Triton marbré
GV : Grenouille verte	TB : Triton de Blasius
	CC : Crapaud commun

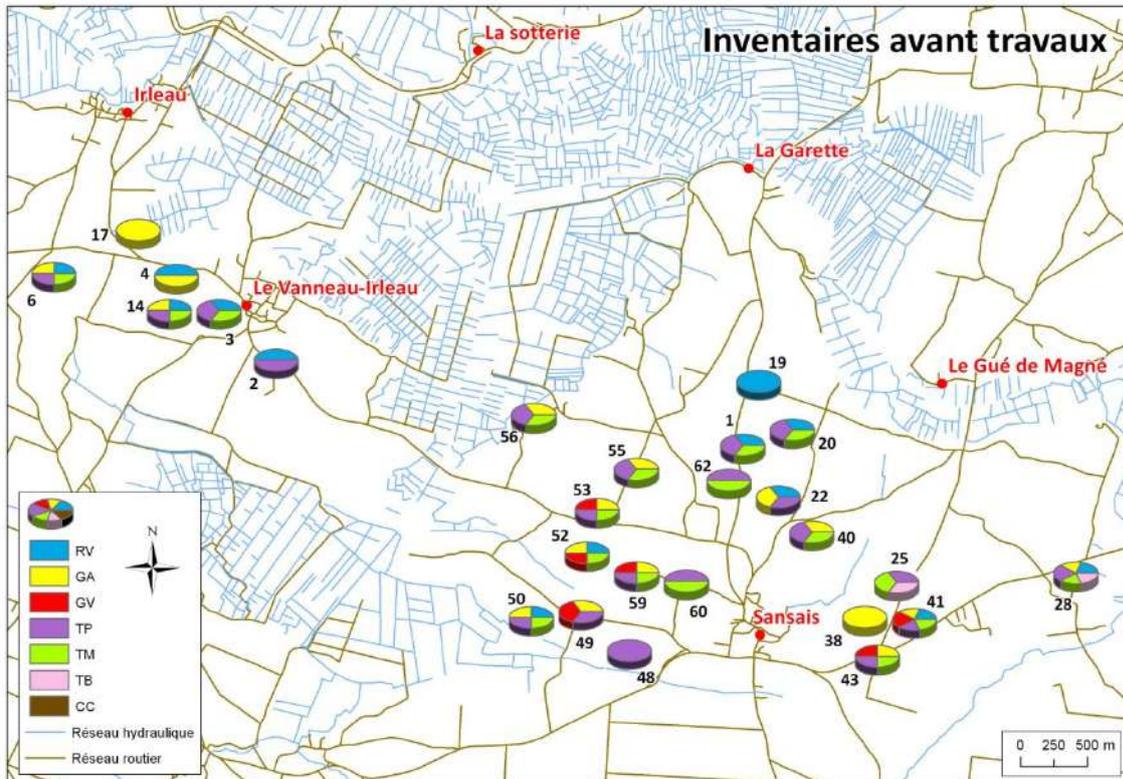


Figure 10 : Répartition des espèces pour chaque mare avant travaux

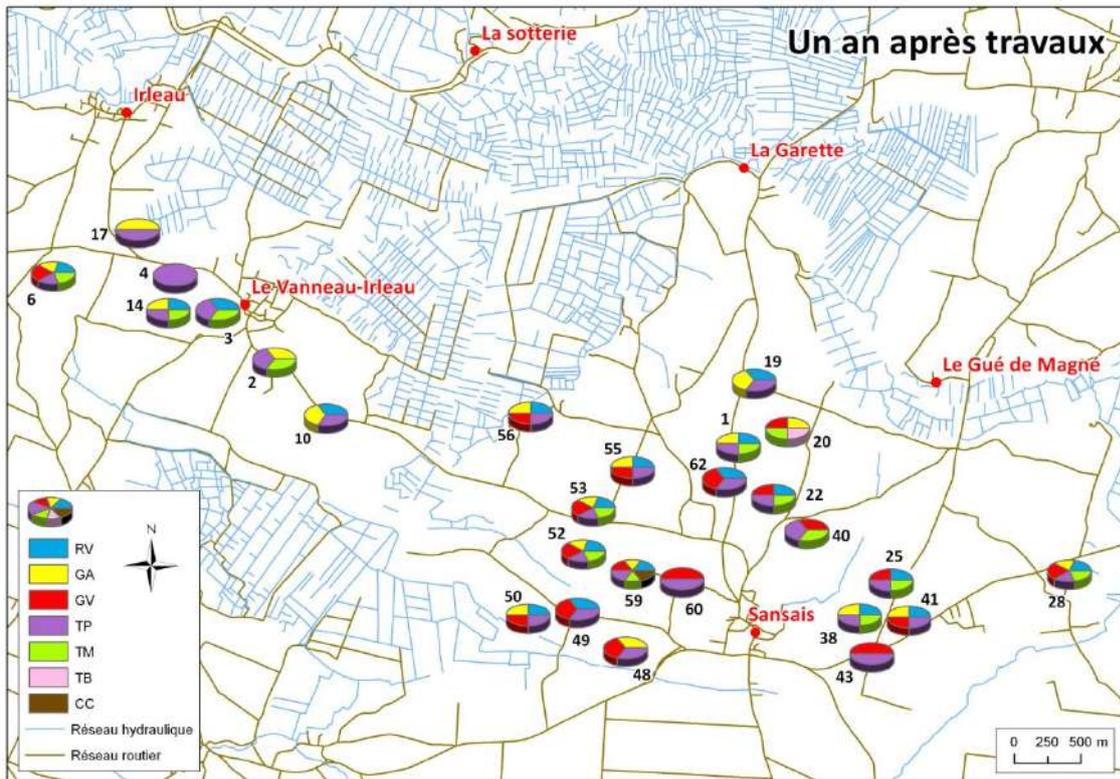


Figure 11 : Répartition des espèces pour chaque mare un an après travaux

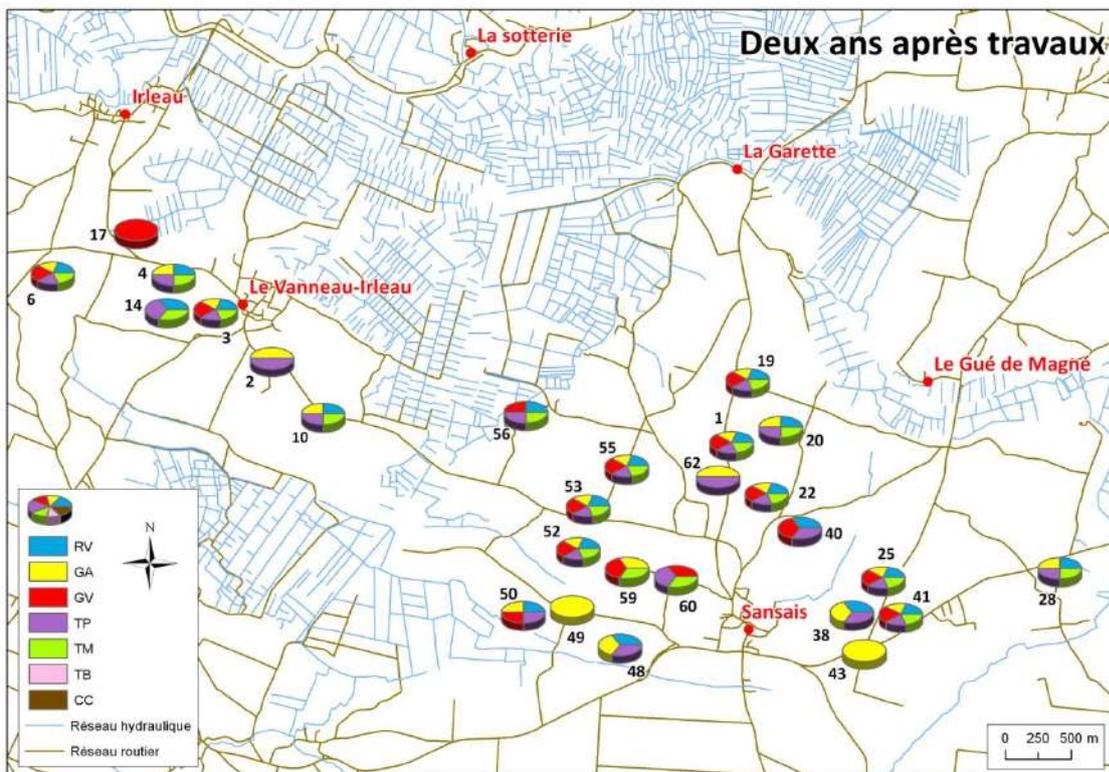


Figure 12 : Répartition des espèces pour chaque mare deux ans après travaux

Si on spatialise les données (Figures 10, 11 et 12), on remarque que les mares se diversifient en termes d'amphibiens après les travaux. On remarque également l'essor de la Grenouille verte après travaux. En effet, celle-ci est cloisonnée exclusivement dans la commune de Sansais avant travaux et on la retrouve au Vanneau-Irleau dans 1 mare un an après travaux puis dans 3 mares deux

ans après travaux. Par ailleurs, l'évolution de la répartition des autres espèces ne semble pas être liée à la géographie.

De plus, ces graphes montrent des observations de Triton de Blasius dans les mares 20, 25 et 28 qui démontrent la présence du Triton crêté dans les alentours même s'il n'a pas été observé directement. Cependant, l'hybride n'a pas été vu depuis T2. Un protocole plus approfondi, pour pouvoir observer les espèces plus difficiles à voir comme le Triton crêté et les autres Tritons en général, pourrait être envisagé à l'aide de nasses par exemple (cf. VII).

Si on spatialise à trois et quatre ans après travaux (Annexe 6), on remarque vraiment la colonisation de la Grenouille verte dans les mares du Vanneau-Irleau exceptée à la quatrième année, dans les mares 3 et 4. On constate également que des mares voient leur richesse spécifique augmenter au cours des deux dernières années notamment les mares 4, 14, 38. Par contre les mares 10 et 28 perdent en nombre d'espèces.

#### VI.4. Facteurs liés aux mares

Le type de végétation et la turbidité de l'eau sont des facteurs pris en compte lors des prospections nocturnes dans les mares. Deux espèces envahissantes présentes dans les mares sont également notées dans les analyses : l'Ecrevisses de Louisiane (Figure 13), et le Ragondin, tous deux originaires du sud des Etats-Unis (ISSG, 2011 ; ISSG, 2008).

À défaut de données homogènes selon les années et l'observateur, les données de cette année ont été uniformisées pour évaluer au mieux l'impact de ces facteurs sur les espèces. En faisant un cercle de corrélations des données de cette année on obtient la Figure 14 ci-après.

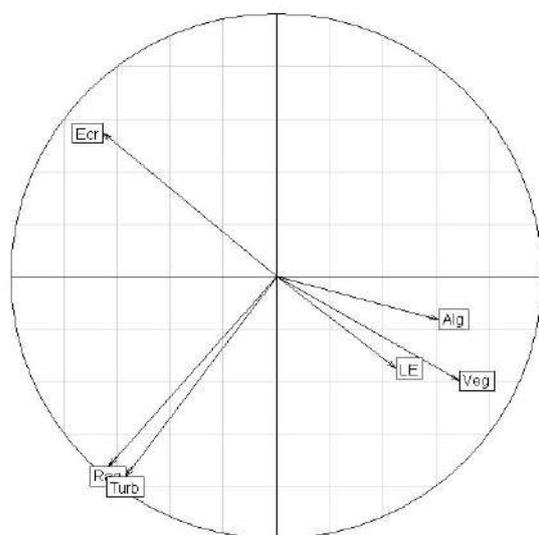


Figure 14 : Cercle de corrélations des différents facteurs (données de 2013)

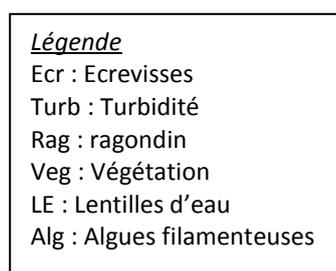


Figure 13 : Ecrevisse de Louisiane (Chaumillon C.)

On constate alors que la présence de ragondins et la turbidité de l'eau sont corrélées positivement. Par contre, la présence de végétation, de lentilles d'eau, d'algues filamenteuses et la présence des Ecrevisses le sont négativement. Ainsi, plus il y a de ragondins, plus l'eau est trouble et au contraire, plus il y a d'écrevisses, moins la végétation est importante. D'ailleurs, ici, la végétation concerne la Renoncule aquatique *Ranunculus aquatilis*, la Renouée amphibie *Polygonum amphibium*, les Callitriches *Callitriche sp.*, le Potamot *Potamogeton sp.*, etc. Nous avons par ailleurs souhaité différencier la végétation des lentilles d'eau et des algues filamenteuses puisque ces dernières plantes, recouvrant parfois toute la surface d'une mare, rendent la prospection difficile.

Herbivore, le ragondin se nourrit de la végétation aquatique se développant dans l'eau et sur les berges (Bertolino, 2006). Pourtant, sur la Figure 14, la présence de végétation et celle des

ragondins sont des facteurs indépendants. De plus, lorsqu'il vaque à ses activités, le ragondin engendre également une turbidité importante de l'eau qui empêche un bon développement de la végétation aquatique à cause d'une photosynthèse réduite. Cependant, la turbidité également n'est pas corrélée à la présence de végétation selon la Figure 14. Le ragondin a donc principalement ici un impact perturbateur du milieu. Il creuse des terriers dans les berges, arrache les racines fragilisant ainsi le milieu ; et l'eau trouble qu'il crée rend la prospection difficile.

Par contre, les écrevisses de Louisiane semblent entraver le développement de la végétation, support de ponte pour les tritons et les rainettes principalement (Duguet & Melki, 2003 ; Nöllert & Nöllert, 2003) et nuire directement aux amphibiens. En effet, omnivores, ces Ecrevisses se nourrissent de végétation mais aussi d'amphibiens (Gherardi & Panov, 2006 ; ISSG, 2011).

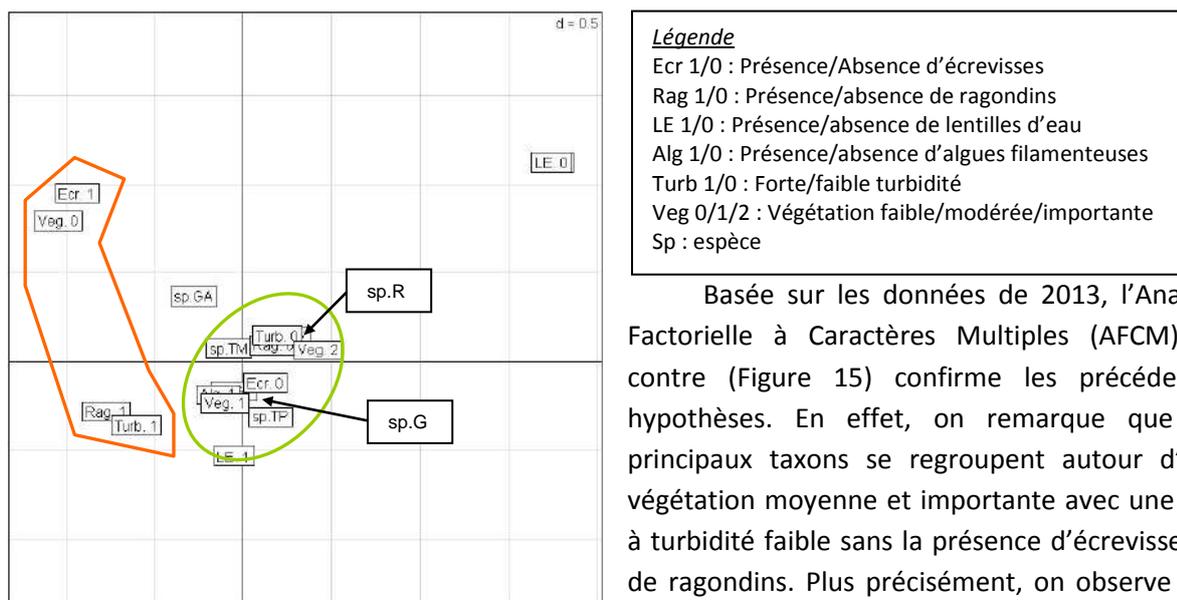


Figure 15 : ACFM entre les espèces et les facteurs liés aux mares (données de 2013)

Basée sur les données de 2013, l'Analyse Factorielle à Caractères Multiples (ACFM) ci-contre (Figure 15) confirme les précédentes hypothèses. En effet, on remarque que les principaux taxons se regroupent autour d'une végétation moyenne et importante avec une eau à turbidité faible sans la présence d'écrevisses et de ragondins. Plus précisément, on observe que la Rainette verte va préférer une végétation assez importante alors que la Grenouille verte se contente d'une végétation modérée. La Grenouille agile semble s'écarter des autres espèces dans cette ACFM du fait qu'elle a été contactée à plusieurs reprises dans des mares contenant des écrevisses et donc avec très peu de végétation. L'habitat défavorable aux espèces s'avère être une mare à forte turbidité avec la présence des espèces envahissantes et contenant très peu de végétation (encart orange dans la Figure 15). Sur l'ACFM les étiquettes « présence d'écrevisses » et « absence de végétation » sont plus éloignées de l'encart vert que les étiquettes « présence de ragondin » et « turbidité importante ». Cela montre bien que les écrevisses ont un impact plus important sur les espèces que les ragondins qui eux n'agissent que sur la fiabilité des prospections.

En 2011, les mêmes hypothèses sur l'habitat favorable des amphibiens ont été émises à savoir « une eau claire, une végétation normale à importante, pas d'écrevisses ni de ragondins » (Réthoré, 2011). Les résultats de 2013 sont donc plausibles et correspondent aux données déjà récoltées auparavant.

## VI.5. Hypothèses sur les diminutions et les faibles valeurs en 2013

Les mares qui voient leur richesse spécifique diminuer en 2013 et/ou celles dont la richesse spécifique est inférieure ou égale à 3 sont au nombre de 14 (mare 13 inclus) (Figure 16). Ce qui nous donne un pourcentage de 50% des mares qui ont une richesse spécifique en baisse ou faible.

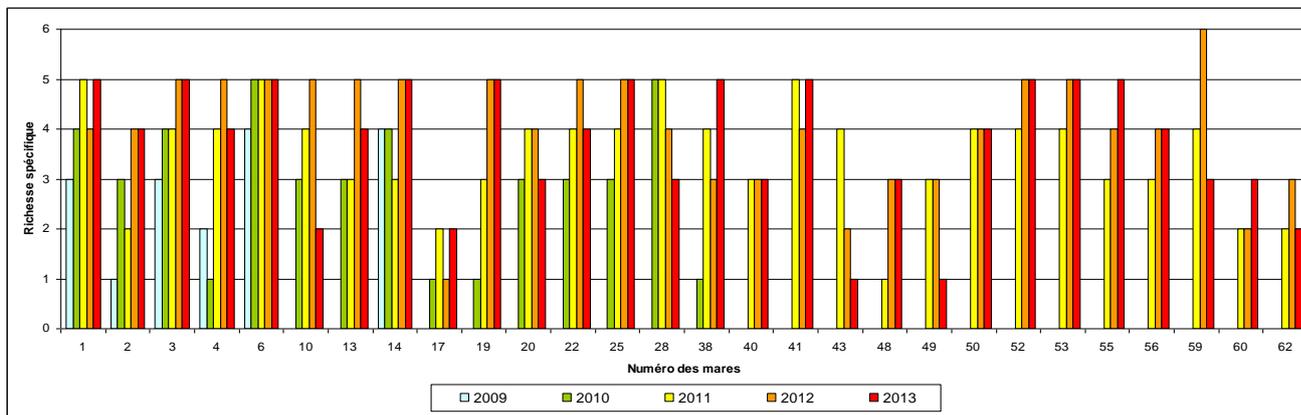


Figure 16 : Richesse spécifique des mares par année

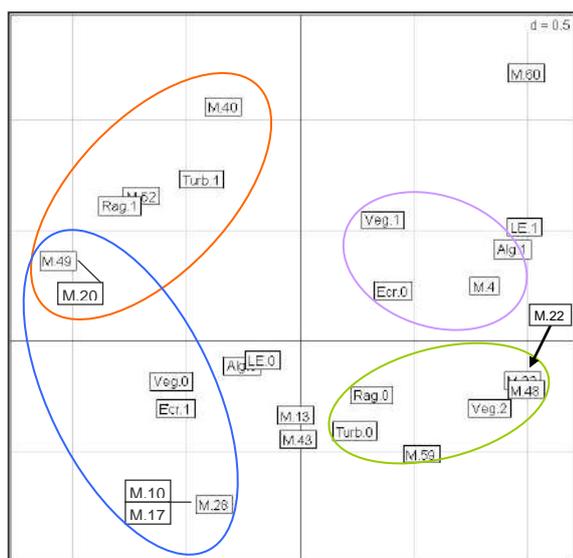


Figure 17 : AFCM des 14 mares concernées (données de 2013)

Tableau 2 : Mares qui abritent des écrevisses parmi les 28 choisies

Mares	Restauration	2009	2010	2011	2012	2013
6	2009	0	0	0	1	0
10	2009	0	0	1	1	1
13	2009	0	0	1	0	1
17	2010		1	0	1	1
20	2010		1	0	1	1
22	2010		1	0	0	0
28	2010		1	1	1	1
38	2010		0	0	1	0
49	2011			1	0	1

Si on réalise une AFCM à partir des données de 2013 des 14 mares concernées avec les différents facteurs (Figure 17), on constate que les causes de leur diminution et/ou faibles valeurs sont multiples.

Pour les mares 40, 62, 49 et 20, on rencontre des ragondins avec une eau trouble rendant sensiblement la prospection difficile et les analyses sans doute biaisées. Toutefois, ces mares abritaient également des ragondins les années précédentes. Les mares 28, 10 et 17 regorgent d'écrevisses nuisant à la végétation et à la population batrachologique ; ce qui explique leur faible richesse spécifique en 2013 mais aussi leur forte diminution car des écrevisses ont été vues les années précédentes dans ces mares. D'ailleurs, d'après le Tableau 2, 9 mares sur les 28 sélectionnées présentent ou ont présenté des écrevisses au moins une fois durant les cinq années d'inventaire. Sur les mares restaurées en 2009, aucune écrevisse n'a été contactée cette année là alors que 2 mares sont aujourd'hui touchées par les écrevisses. Cependant les autres mares ne témoignent pas de prolifération des écrevisses, excepté la mare 38 qui a abrité des écrevisses 3 ans après les travaux.

Les mares 49 et 20 contiennent également des écrevisses et sont pauvres en végétation en plus d'accueillir des ragondins. Ces deux mares semblent

en l'occurrence n'être pas propices aux amphibiens. A l'inverse, les mares 22, 48 et 59 sont plutôt favorables aux espèces car elles abondent en végétation et ne sont pas sujettes à l'invasion des espèces envahissantes ni aux conséquences de celles-ci. Cependant, leur richesse spécifique diminue. Cela peut être dû au temps défavorable de cette année lors des prospections. Néanmoins, cette baisse n'est pas « catastrophique » laissant le nombre d'espèces à une valeur convenable (3 espèces). La mare 59 perd 3 espèces entre 2012 et 2013 mais il est intéressant de mettre en évidence la présence du Crapaud commun en 2012. Cette observation ne peut pas vraiment être prise en compte et peut être considérée comme inattendue ; le Crapaud commun ne se reproduisant

pas toutes les années et pas seulement dans des mares (Duguet & Melki, 2003). Concernant la mare 4, la présence d'algues et de végétation a pu fausser les prospections. Il faut cependant noter le fait que cette mare n'a perdu qu'une espèce en 2013 à savoir la Rainette verte ; ce qui n'est pas alarmant.

Pour finir, les 3 dernières mares sont à prendre au cas par cas. La mare 13 contient des écrevisses mais garde une végétation favorable aux espèces ; d'ailleurs, cette mare a perdu seulement une espèce (la Rainette verte) en 2013. La mare 43 n'abrite ni d'espèces invasives, ni de végétation tout comme les années précédentes. C'est une mare qui semble complètement défavorable à la plupart des amphibiens ; ce qui explique la chute du nombre d'espèces depuis les travaux. Enfin, la mare 60 est en retrait sur l'AFCM du fait de ces critères qui ne se corrèlent pas forcément entre eux. Elle comporte une eau trouble avec une végétation modérée, des algues filamenteuses et des lentilles d'eau. Il semble évident que les prospections dans cette mare ont été assez difficiles à cause de cette végétation. Il faut souligner néanmoins qu'en 2011 seuls les Tritons marbrés et palmés ont été observés, puis le Triton palmé et la Grenouille verte ont été notés en 2012 et cette année, les trois espèces ont été rencontrées. Cela prouve une difficulté de prospection. Il serait cependant judicieux de comparer avec les années précédentes. Mais faute de données, les comparaisons sont difficiles.

En somme, les causes de ces baisses et de ces faibles valeurs sont multiples. Malgré les travaux, certaines de ces mares ne semblent pas propices aux espèces car elles présentent une et/ou deux des espèces envahissantes qui nuisent aux batraciens ou qui rendent la prospection difficile. Dans ce cas là, un protocole plus adapté est à envisager. De plus, pour certaines mares favorables à l'accueil des batraciens, la météo a pu être la cause des faibles valeurs. Toutefois, il reste normal qu'au cours des années, le nombre d'espèces fluctue dans une mare sans pour autant être alarmant.

## VII. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

Lors de cette étude et analyse, plusieurs biais sont intervenus. Tout d'abord, les inventaires n'ont pas été réalisés par la même personne pour toutes les mares et pour toutes les années. De plus, les mares n'ont pas été restaurées les mêmes années mais ce biais est comblé par l'analyse en fonction des travaux. Cependant, comme c'est le cas pour la mare 13, les inventaires avant travaux n'ont pas été réalisés. Cela n'a pas de grosses conséquences vu qu'elle a été exclue des analyses. Par contre, concernant les facteurs à relever, comme la turbidité de l'eau, ils ne sont pas renseignés de la même manière et souvent les relevés sont partiels voir absents les années précédentes (excepté pour les espèces invasives). Il semble logique que cela fausse les analyses. La météo défavorable de cette année provoque certainement aussi un biais important sur la présence des espèces, notamment la Rainette verte absente dans beaucoup de mares cette année à cause du froid lors du printemps.



Figure 18 : Amphicapt (RNF, 2013)

Ce protocole pourrait donc être amélioré pour augmenter l'efficacité de prospection d'une part et la fiabilité des analyses d'autre part. Concernant la prospection, elle pourrait être améliorée à l'aide de repasses pour entendre le maximum d'espèces. Cette méthode convient bien aux Rainettes vertes (Duguet & Melki, 2003). Depuis peu, Réserves Naturelles de France (RNF) a mis en place un protocole pour le suivi d'amphibiens des mares à l'aide de nasses bien spécifiques : les amphicapt (Figure 18) (RNF, 2013). Cette méthode permet de minimiser le biais dû à l'observateur et d'avoir un effort d'échantillonnage

constant. Sans pour autant changer le protocole actuel, l'utilisation de ces nasses en parallèle des observations peut être judicieuse et permettrait de ré-inclure le Triton crêté et le Triton de Blasius dans les analyses. Cependant, cela reste une méthode de capture donc un dérangement des espèces en sachant que des écrevisses peuvent se retrouver piégées avec les amphibiens qui n'auraient alors aucun moyens de fuir. Pour ce qui est des analyses, les facteurs notés lors des relevés doivent être harmonisés. La présence ou absence des deux espèces envahissantes devrait être notée. La turbidité également doit être prise en compte. Pour la végétation, il serait approprié de distinguer les différentes plantes aquatiques (la Renoncule aquatique, la Renouée aquatique, etc.) ainsi que les lentilles d'eau et les algues puis d'estimer leur taux de recouvrement dans la mare selon différentes classes (< 20% ; 20-40% ; 40-60% ; 60-80% ; > 80% par exemple). D'ailleurs, un protocole pour évaluer les variables intrinsèques et extrinsèques (hydrologie, végétation, etc.) du milieu est en cours d'élaboration par la Société Herpétologique de France (SHF, 2012).

Ce protocole reste toutefois efficace et permet de donner une idée de l'effet des travaux de restauration sur les mares et les espèces avec plus de recul que lors des études précédentes où il y avait moins de données. Cependant, en 2011, l'impact positif des travaux avait déjà été remarqué *via* le nombre de Tritons marbrés et de Rainettes vertes qui a augmenté après les travaux dans les mares restaurées en 2009 et 2010 (Réthoré, 2011) (Annexe 7).

Tout comme en 2011, cette présente étude montre également que les travaux ont eu un impact positif sur le nombre d'espèce, la Grenouille verte en est un bon exemple. La richesse spécifique augmente au cours des années dans 50 % des mares. Cependant, dans les 50% restant, il y a des mares qui subissent des fluctuations convenables mais aussi des mares « critiques » dont l'évolution du nombre d'espèce est assez alarmante ; particulièrement les mares 10, 17, 28, 43 et 49. Les causes sont multiples mais leur point commun est la présence d'Ecrevisses de Louisiane. Cette espèce semble avoir des effets négatifs sur de la biodiversité batrachologique et végétative. Malheureusement, les procédés pour lutter contre cette espèce ne sont pas appropriés pour les mares, notamment les pêches électriques et la lutte grâce à des prédateurs comme l'anguille. Cependant la lutte chimique pourrait être employée comme l'utilisation de phéromones spécifique mais ce procédé n'ai pas encore développé (Stebbing *et al.*, 2003). Les inventaires futurs pourront préciser l'effet de cette espèce invasive sur les mares.

Néanmoins, il faut mettre en évidence le fait que nous avons 5 espèces ce qui donne l'impression de fluctuations fortes. C'est-à-dire que la disparition d'une espèce parmi 5 se remarque beaucoup plus dans des analyses que si nous perdons 1 espèce parmi 20 par exemple.

Les prochains inventaires de ces mares pourront préciser ces résultats car les données seront plus nombreuses, plus harmonisées et par conséquent les analyses plus fiables même si les résultats actuels nous donnent déjà un ordre d'idée des impacts des travaux sur les amphibiens.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

---

La mise en place du suivi à long terme des amphibiens du Marais bocager amène à des résultats satisfaisants. Les travaux ont apporté un effet positif sur les mares et les espèces. Les cinq espèces d'amphibiens les plus présentes se répartissent sur l'aire d'étude montrant un réseau de mares assez fonctionnel.

Deux facteurs influencent principalement sur les résultats obtenus, il s'agit des deux espèces envahissantes rencontrées dans les mares : l'Écrevisse de Louisiane et le Ragondin.

Tout d'abord, les écrevisses de Louisiane prolifèrent dans un certain nombre de mares empêchant le bon développement des amphibiens. Par contre, les ragondins ne semblent pas néfastes ici pour les amphibiens. Peut-être qu'en estimant des taux de recouvrement de la végétation dans les prochains inventaires, les effets des ragondins sur les mares pourraient être plus précis.

La météo défavorable peut également être une cause de faibles valeurs dans des mares qui abritaient les années précédentes de nombreux amphibiens.

Un protocole plus complet et harmonisé pourrait fournir des données plus précises sur les espèces envahissantes mais aussi sur les amphibiens et leur attrait ou non pour certaines espèces végétales.

Les mares de bocages en bordures du Marais poitevin restent tout de même riches en espèces batrachologiques. Cette même action de restauration dans des mares de la zone humide pourrait être à envisager dans l'avenir même si cela demande des travaux supplémentaires pour rétablir des réseaux de haies, des boisements au alentour de mares, etc.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Bertolino S., 2006. *Myocastor coypus*. [Document PDF]. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE) < [http://www.europe-aliens.org/pdf/Myocastor\\_coypus.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Myocastor_coypus.pdf) > [en ligne]. 4 p. (consultation le 30/07/2013).
- Doré F., Thirion J.M. & Texier A., 2011. *Mise en place d'un suivi à long terme des Amphibiens des mares bocagères du Marais poitevin - Résultats préliminaires 2011*. DSNE, LPO 85, OBIOS, PIMP, 38 p.
- Duguet R. & Melki F., 2003. Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. ACEMAV coll. Collection Parthénope, édition Biotope. Mèze (France), 480 p.
- Gherardi F. & Panov V., 2006. *Procambarus clarkia*. [Document PDF]. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE) < [http://www.europe-aliens.org/pdf/Myocastor\\_coypus.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Myocastor_coypus.pdf) > [en ligne]. 4 p. (consultation le 30/07/2013).
- Invasive Species Specialist Group (ISSG), 2008. *Myocastor coypus (mammal)*. <<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=99> > [en ligne]. (consultation le 28/07/2013).
- Invasive Species Specialist Group (ISSG), 2011. *Procambarus clarkii (crustacean)*. <<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=608>> [en ligne]. (consultation le 8/07/2013).
- IUCN, 2008. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine*. IUCN, MNHN, SHF. 8 p.
- Le Quellec, Y., 1998. *Petite histoire du Marais Poitevin*. Geste Editions, La Crèche, 109 p.
- Macchioni J.P., 2007. *Les 1000 et une vies du marais*. ASTER, Syndicat mixte du Parc interrégional du Marais poitevin. DVD, 53 min.
- Nöllert A. & Nöllert C., 2003. *Guide des amphibiens d'Europe*. Collection les guides du naturaliste, édition Délachaux et Niestlé. Paris, 383 p.
- Observatoire du Patrimoine Naturel (OPN) du Marais poitevin, 2013. <<http://biodiversite.parc-marais-poitevin.fr/>>. [en ligne]. (consultation le 25/07/2013).
- PIMP, 2011. *2004-2012 - Le Parc en actions*. Parc interrégional du Marais poitevin, 83 p.
- PIMP, 2012. *Rapport final de l'action « Entretien et création de mares »*. Bilan d'action, N° 2012-125. Parc interrégional du Marais poitevin, 6 p.
- PIMP, 2013. < <http://www.parc-marais-poitevin.fr/> >. [en ligne]. (consultation le 25/07/2013).
- Préfecture de la Région Poitou-Charente (PRPC) & Parc interrégional du Marais poitevin (PIMP), 2003. *Document d'objectif Natura 2000 du Marais poitevin*. PIMP, 212 p.
- R Development Core Team, 2011. *R : A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

- Réserves Naturelles de France (RNF), 2013. *Protocole commun de suivi dans amphibiens des mares à l'aide d'Amphicaptis*. Groupe RNF « Amphibiens et Reptiles », Société Herpétologique de France. [Document PDF]. <[http://www.reserves-naturelles.org/sites/default/files/fichiers/protocole\\_amphibiens.pdf](http://www.reserves-naturelles.org/sites/default/files/fichiers/protocole_amphibiens.pdf)> [en ligne]. 15 p. (consultation le 10/07/2013).
- Réthoré A., 2011. *Mares restaurées et amphibiens*. UFC Franche-Comté. Licence professionnelle Métiers du diagnostic, de la gestion et de la protection des milieux naturels. 19 p + XII annexes.
- Semlitsch R., 2003. *Amphibian conservation*. Smithsonian, Londres, 324 p.
- Société Herpétologique de France (SHF), 2012. ANNEXE 5 : Liste des variables intrinsèques et extrinsèques.[Document PDF]. <<http://lashf.fr/Dossiers/2010/decembre/a5.pdf>>.[en ligne]. (consultation le 10/07/2013).
- Stebbing P.D., Watson G.J., Bentley M.G.,Fraser D, Jennings R., Rushton S.P. & Sibley P.J., 2003. *Reducing the threat to control invasive signal crayfish reducing : the potential use of pheromones*. Bull. Fr. Pêche Piscic., 370-371. 219-224 p.
- Thirion J.M. & Evrard P., 2012. Guide des Reptiles et Amphibiens de France. Collection les Guides des Fous de Nature, édition Belin. Chambray-lès-Tours, 223 p.
- Thirion J.M. *Dessine-moi un têtard !*. OBIOS. En cours de parution.
- Thirion J.M., Texier A., Doré F., Volette J., Boissinot A., Bracco S., Guéret J.P., Palier S.,Sudraud J. & Trotignon P., 2011. *Suivi à long terme des Amphibiens du Marais poitevin – Résultats 2010-2011*. Parc interrégional du Marais poitevin, 31 p.
- UICN, 2008. *La liste rouge des espèces menacées en France. Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine*. 8 p.
- Vitt L. J., Caldwell J.P., Wilbur H.M & Smith D.C., 1990. *Amphibians as harbingers of decay*. BioScience, 40. 418 p.
- Wake, D. B. & Morowitz, H. J., 1991. *Declining amphibian populations - a global phenomenon ? Findings and recommendations*. Alytes, 9 (2). 33-42 p.

## TABLE DES FIGURES

---

Figure 1 : Localisation et entités écologiques du Marais poitevin (Annexe 1).....	2
Figure 2 : Délimitation du PIMP (Annexe 2) .....	4
Figure 3 : Emplacement des 91 mares restaurées (Annexe 3) – source : PIMP, 2012.....	6
Figure 4 : Emplacement des 28 mares suivies et leur date de restauration .....	8
Figure 5 : Richesses spécifiques par mares et par années avant et après travaux .....	11
Figure 6 : Moyenne et écart-type des richesses spécifiques en fonction des.....	11
Figure 7 : Effectifs des mares où sont présentes les espèces .....	12
Figure 8 : Fréquence des espèces dans l'ensemble des mares .....	12
Figure 9 : Fréquence moyenne des espèces pour l'ensemble des années .....	13
Figure 10 : Répartition des espèces pour chaque mare avant travaux.....	13
Figure 11 : Répartition des espèces pour chaque mare un an après travaux.....	14
Figure 12 : Répartition des espèces pour chaque mare deux ans après travaux.....	14
Figure 14 : Cercle de corrélations des différents facteurs (données de 2013) .....	15
Figure 13 : Ecrevisse de Louisiane .....	15
Figure 15 : AFCM entre les espèces et les facteurs liés aux mares (données de 2013).....	16
Figure 16 : Richesse spécifique des mares par année.....	17
Figure 17 : AFCM des 14 mares concernées (données de 2013) .....	17
Figure 18 : Amphicapt (RNF, 2013).....	18

---

Tableau 1 : Facteurs liés aux mares et leurs indices .....	10
Tableau 2 : Mares qui abritent des écrevisses parmi les 28 choisies.....	17

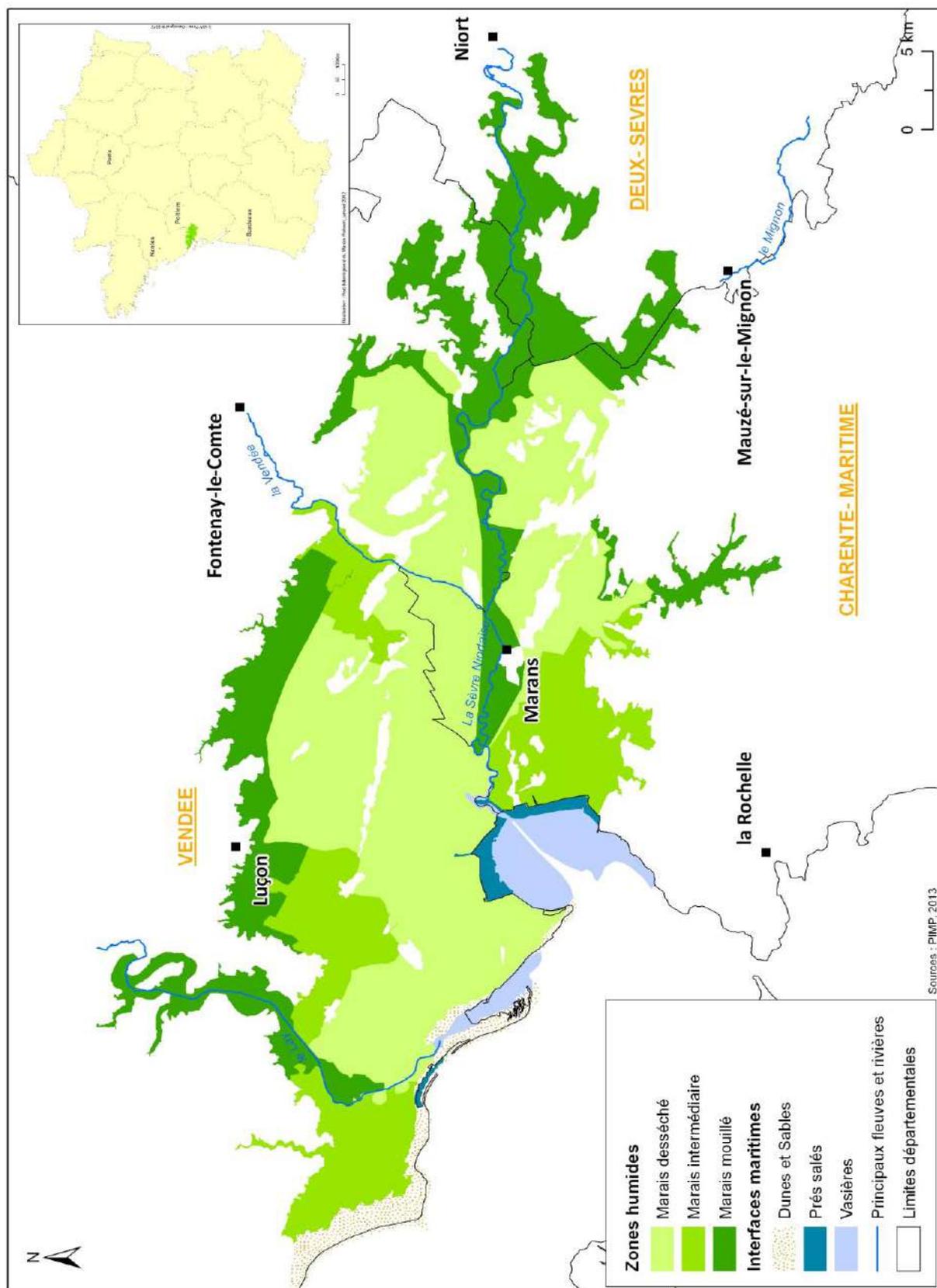
# ANNEXES

## TABLE DES ANNEXES

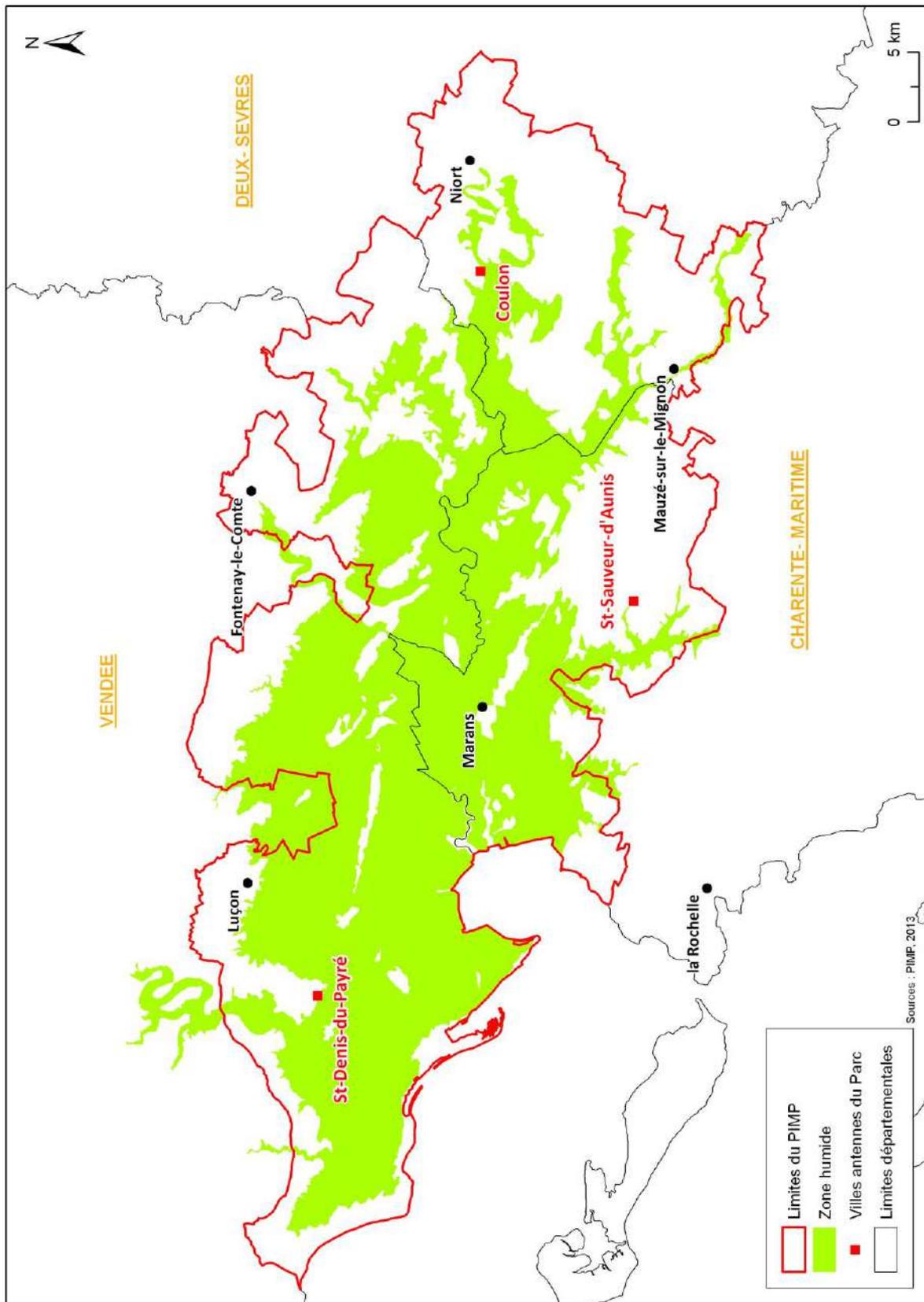
---

ANNEXE 1 : Localisation et entités écologiques du Marais poitevin.....	i
ANNEXE 2 : Délimitation du PIMP.....	ii
ANNEXE 3 : Emplacement des 91 mares restaurées.....	iii
ANNEXE 4 : Tableau bilan des richesses spécifiques en fonction des années.....	iv
ANNEXE 5 : Tableau bilan des richesses spécifiques en fonction des travaux.....	v
ANNEXE 6 : Répartition des espèces par mares trois ans et quatre ans après travaux.....	vi
ANNEXE 7 : Nombre de Triton marbré et de Rainette arboricole dans les mares restaurées en 2009 et 2010 (Réthoré A., 2011).....	vii
ANNEXE 8 : Scripts R.....	viii

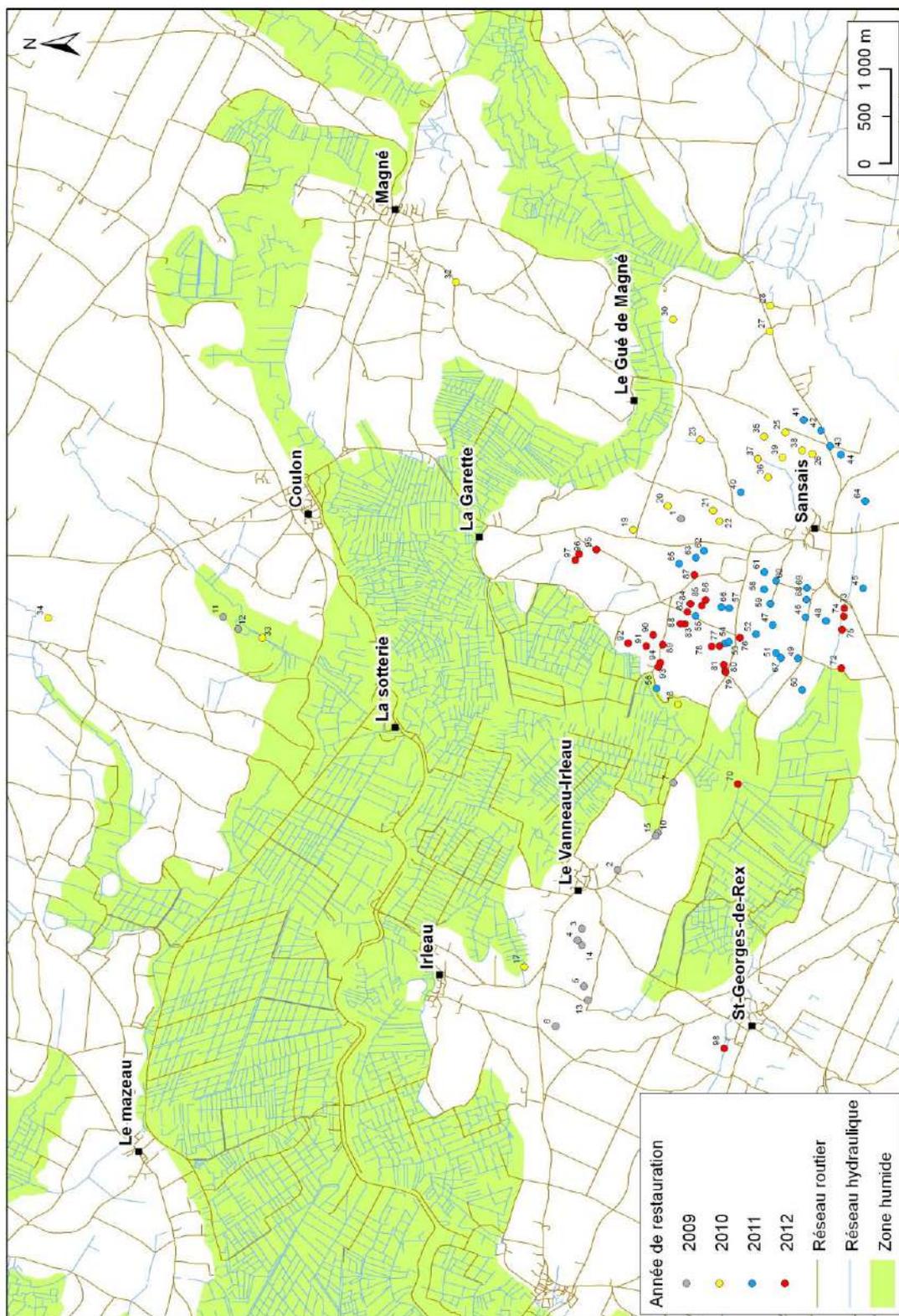
# ANNEXE 1 : Localisation et entités écologiques du Marais poitevin



## ANNEXE 2 : Délimitation du PIMP



## ANNEXE 3 : Emplacement des 91 mares restaurées



## **ANNEXE 4** : Tableau bilan des richesses spécifiques en fonction des années

---

mare	2009	2010	2011	2012	2013
1	3	4	5	4	5
2	1	3	2	4	4
3	3	4	4	5	5
4	2	1	4	5	4
6	4	5	5	5	5
10	0	3	4	5	2
13	PI	3	3	5	4
14	4	4	3	5	5
17		1	2	1	2
19		1	3	5	5
20		3	4	4	3
22		3	4	5	4
25		3	4	5	5
28		5	5	4	3
38		1	4	3	5
40			3	3	3
41			5	4	5
43			4	2	1
48			1	3	3
49			3	3	1
50			4	4	4
52			4	5	5
53			4	5	5
55			3	4	5
56			3	4	4
59			4	6	3
60			2	2	3
62			2	3	2

PI : Pas d'inventaire

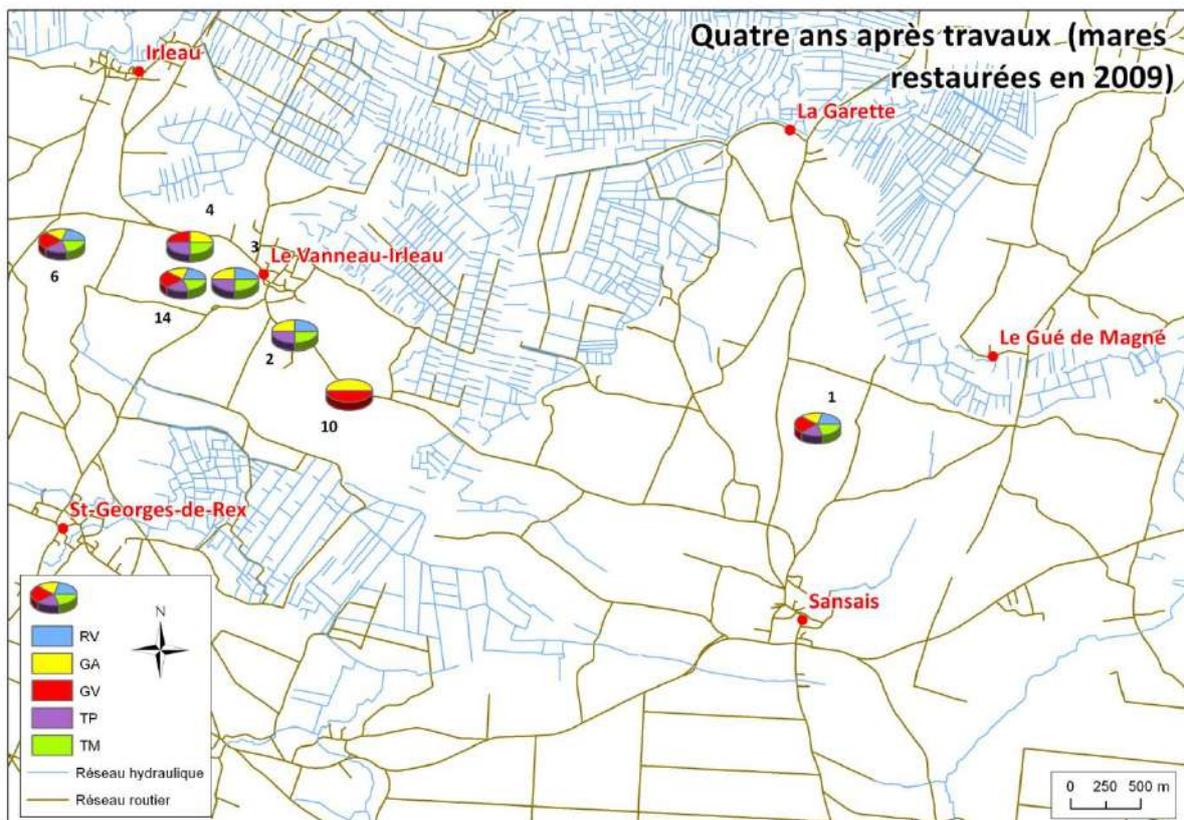
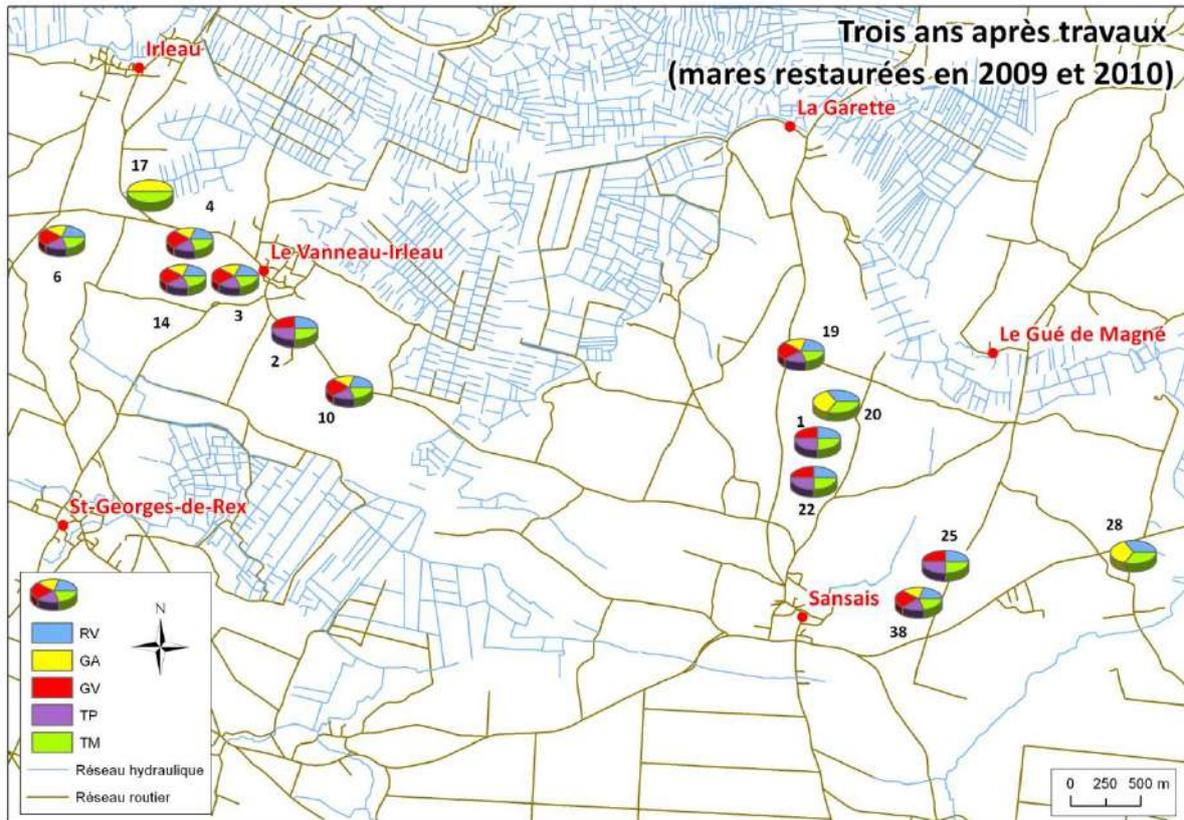
## ANNEXE 5 : Tableau bilan des richesses spécifiques en fonction des travaux

Mares	Année de restauration	T	T1	T2	T3	T4
1	2009	3	4	5	4	5
2	2009	1	3	2	4	4
3	2009	3	4	4	5	5
4	2009	2	1	4	5	4
6	2009	4	5	5	5	5
10	2009	0	3	4	5	2
13	2009	PI	3	3	5	4
14	2009	4	4	3	5	5
17	2010	1	2	1	2	
19	2010	1	3	5	5	
20	2010	3	4	4	3	
22	2010	3	4	5	4	
25	2010	3	4	5	5	
28	2010	5	5	4	3	
38	2010	1	4	3	5	
40	2011	3	3	3		
41	2011	5	4	5		
43	2011	4	2	1		
48	2011	1	3	3		
49	2011	3	3	1		
50	2011	4	4	4		
52	2011	4	5	5		
53	2011	4	5	5		
55	2011	3	4	5		
56	2011	3	4	4		
59	2011	4	6	3		
60	2011	2	2	3		
62	2011	2	3	2		

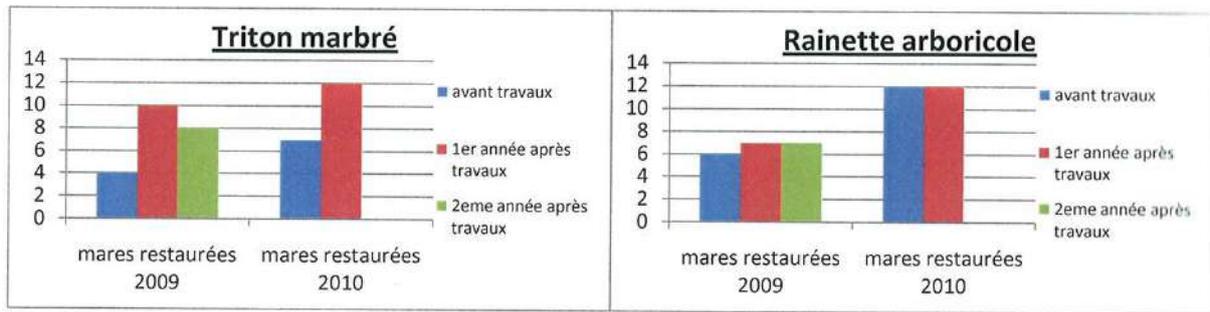
Légende :

<b>T</b>	Avant travaux
<b>T1</b>	1 an après travaux
<b>T2</b>	2 ans après travaux
<b>T3</b>	3 ans après travaux
<b>T4</b>	4 ans après travaux
<b>PI</b>	Pas d'inventaire

## ANNEXE 6 : Répartition des espèces par mares trois ans et quatre ans après travaux



## ANNEXE 7 : Nombre de Triton marbré et de Rainette arboricole dans les mares restaurées en 2009 et 2010 (Réthoré A., 2011)



## ANNEXE 8 : Scripts R

---

### I. Kruskal et Wallis

Table :

Années	Moyenne richesse spécifique
T	2,81
T1	3,61
T2	3,61
T3	4,33
T4	4,25

```
#Ouverture table
>S=read.table("moy.csv",dec=".",sep=";",h=T)
>S
  travaux  RS
1      T 2.81
2     T1 3.61
3     T2 3.61
4     T3 4.33
5     T4 4.25

#Test de Kruskal et Wallis
>kruskal.test(RS~travaux,data=S)

      Kruskal-Wallis rank sum test

data:  RS by travaux
Kruskal-Wallis chi-squared = 4, df = 4, p-value = 0.406
```

### II. Cercle de corrélation

```
#Ouverture table
>m=read.table("facteurs_abiotiques2013.csv",sep=";",h=T,row.names=1)
> head(m)

  Ecr Rag Veg Turb Alg LE
M1   0  0  2   0  0  0
M2   0  0  1   0  1  0
M3   0  0  2   0  1  1
M4   0  0  1   0  1  0
M6   0  0  0   0  0  0
M10  1  0  0   0  0  0

>library(ade4)
>acpm = dudi.pca(m)
Select the number of axes: 2

#Cercle de corrélation
> s.corcircle(acpm$co)
```

### III. Script des AFCM

```
#Ouverture table
> library(ade4)
> mare=read.table("afc.csv",sep=";",h=T)
> head(mare)
  sp Ecr Rag Alg Turb LE Veg
1 RV  0  0  0  0  0  2
2 TP  0  0  0  0  0  2
3 GV  0  0 NA  0 NA  2
4 GA  0  0 NA  0 NA  2
5 TM  0  0 NA  0 NA  2
6 GV  1  0  1  0 NA  0

#transformation des données en facteurs
>don=data.frame(apply(mare,2,factor))
>don

#vérification des effectifs de chaque variable
>apply(acm.disjonctif(don),2,sum)

#afcm
>afcm=dudi.coa(acm.burt(don,don))
4

#éboullis valeurs propres
>plot(afcm$eig,type="b")

#contribution des variables
>inertia.dudi(afcm,col=T)$col.abs

#Regroupement des modalités
>s.label(afcm$co)
```