

## **Projet de Fin d'Etudes (PFE) 2020-2021**

### **Le marais de Tasdon**



## **Le marais de Tasdon**

**Titre : L'impact de la restauration de la  
Moulinette sur les amphibiens et les oiseaux  
du site**

# **2021-2022**

## **AVERTISSEMENT**

---

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat

# Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'aménagement et de l'environnement

---

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Dynamiques et Actions Territoriales et Environnementales de l'UMR 7324 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

**Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.**

# REMERCIEMENTS

---

Nous souhaitons remercier notre tuteur, PEETERS Pierre, pour son aide et les contacts qu'il a pu nous donner depuis notre quatrième année d'école d'ingénieur lors de ce projet de fin d'études.

Nous remercions aussi POLSENAERE Pierre, docteur en biogéochimie et écologie côtière, pour son implication au sein du projet, les données qu'ils nous a transmises et ses explications précieuses.

Nous tenions aussi à remercier PESME Éric, Directeur Adjoint Nature et Paysage et patrimoine naturel à la Mairie de la Rochelle, de nous avoir mis en contact avec Pierre Polsenaere et ces précisions sur le site du Marais de Tasdon.

# SOMMAIRE

---

## Table des matières

Contexte .....	8
Matériel et méthodes .....	10
Site d'étude et description du projet de restauration global .....	10
Travaux réalisés sur la station d'études T7 .....	16
Description des données .....	17
Traitement des données .....	18
Résultats .....	19
Espèces présentes .....	19
L'avifaune présente sur le site .....	19
Les amphibiens présents sur le site .....	20
Données physico-chimiques.....	21
Analyses graphiques.....	21
Analyses statistiques .....	24
Impact des travaux visuellement sur la station T7 .....	26
Discussion .....	26
Impacts sur les paramètres physico-chimiques .....	26
Impacts sur l'avifaune et les amphibiens .....	27
Limites .....	27
Conclusion .....	28
Références bibliographiques.....	29

## Table des illustrations

### Figures

Figure 1: Localisation du site (Dossier d'Autorisation Environnementale Unique) .....	10
Figure 2 : Localisation de La Moulinette, (Olivier) .....	11
Figure 3 : Périmètre de travaux, (DLE) .....	12
Figure 4 : Réhumectation du marais, (DLE).....	14
Figure 5 : Synthèse des aménagements, (DLE) .....	15
Figure 6 : Temporalité du projet .....	15
Figure 7 : Localisation de la station T7, (Polsenaere).....	16
Figure 8 : Matériel de mesure .....	17
Figure 9: C° CO2 (mg/L) Avant et Après travaux Printemps .....	22
Figure 10 : C° CO2 Avant/ Après travaux automne.....	22
Figure 11 : C° Oxygène Avant/Après travaux automne .....	22
Figure 12 : C° Oxygène(mg/L) Avant et Après travaux printemps .....	22
Figure 13 : pCO2 (ppmv) Avant/Après travaux automne .....	22
Figure 14 : pCO2 (ppmv) Avant et Après Travaux printemps .....	23
Figure 15 : Température (°C) Avant/Après Travaux Printemps .....	22
Figure 16: Température (°C) Avant et après travaux Automne .....	23
Figure 18 : Turbidité (FNU) Avant et Après Travaux printemps.....	24
Figure 17 : Turbidité (FNU) Avant/Après Travaux automne .....	24
Figure 19 : Salinité (psu) Avant/Après travaux Automne .....	24
Figure 20 : Salinité (psu) Avant et Après travaux Printemps .....	24
Figure 21: Station T7 Avant travaux avril 2019, (Polsenare).....	26
Figure 22 : Station T7 Après travaux avril 2021, (Polsenare).....	26
Figure 23 : Variations des paramètres physico-chimiques .....	26

### Tableaux

Tableau 1: Enjeux touchés par le projet d'aménagement .....	12
Tableau 2: Objectifs du projet global, (Olivier) .....	13
Tableau 3 : Avifaune du site .....	19
Tableau 4 : Amphibiens présents sur le site .....	20
Tableau 5 : Statistiques Printemps Avant/Après .....	25
Tableau 6 : Statistiques Avant/Après Travaux Automne .....	25

## Contexte

Le terme « zone humide » a été introduit en France dans les années 1960, (De Billy et al., 2015). Au regard de la Loi sur l'Eau de 1992 (L.211-1 CE), les zones humides sont définies comme « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Les zones humides possèdent des fonctionnalités très importantes telles que, (Thomas, 2021) :

- Des fonctions hydrologiques, (réseau hydrographique)
- Des fonctions biogéochimiques, (processus physico-chimiques)
- Des fonctions biologiques, (biodiversité).

Elles ont aussi un rôle économique et touristique à jouer. C'est pourquoi ce sont des milieux à protéger.

Néanmoins, entre 1990 et 1993, sur le territoire français, 67% des zones humides ont disparu, (Thomas, 2021). De nombreuses perturbations anthropiques telles que le changement du mode d'agriculture, de la multiplication des grands aménagements, de l'urbanisation et de l'extraction des matériaux ont bouleversé le fonctionnement de ces milieux (Thomas, 2021).

En outre, le changement climatique impacte aussi ces zones humides, dans notre cas, les zones humides littorales. Une zone humide littorale est définie comme ayant les caractéristiques d'une zone humide « classique » mais avec des conditions stationnelles particulières telles que le vent, la salinité et une localisation située à l'interface terre/mer (Sordello, 2016).

Le changement climatique va alors modifier certains paramètres physico-chimiques de l'environnement tels que l'augmentation des températures, l'acidification des océans, l'élévation du niveau de la mer (Madelenat, 2019). Avec l'élévation du niveau de la mer, les risques d'érosion et de submersion des milieux littoraux peuvent être aggravés. La biodiversité de ces milieux peut aussi être impactée, car celui-ci va altérer des habitats et des paramètres naturels de l'environnement (Madelenat, 2019).

Dans ce contexte, la Convention RAMSAR a été créée à Ramsar, le 2 février 1971 et a pour but d'engager les états à veiller à une utilisation rationnelle des zones humides et des ressources en eau, d'inscrire des sites d'importance internationale sur la liste des sites Ramsar et de promouvoir leur conservation, de préserver les zones humides et de coopérer avec les autres pays (Greulich, 2021).

Cinq types de zones humides sont recensées dans la Convention RAMSAR : marines, estuariennes, lacustres, riveraines et palustres (Secrétariat de la Convention de RAMSAR, 1971). Dans le cadre de ce Projet de Fin d'Etudes, ce sera une zone humide estuarienne qui sera étudiée : le marais salé de Tasdon.

Les axes de recherche de ce projet seront l'impact des travaux de la restauration de la Moulinette, cours d'eau traversant le marais de Tasdon, sur certains paramètres physico-chimiques du marais, les espèces présentes sur le site avant travaux ainsi que celles qui devraient y habiter après travaux. Et pour finir, une possible ouverture sur le sujet du changement climatique. La question qui convient de se poser est donc :

**En quoi la restauration de la Moulinette permet de préserver les espèces d'amphibiens et d'oiseaux du Marais de Tasdon ?**

Les hypothèses possibles à cette question seront que la renaturation de la Moulinette permettrait de faire revenir des espèces ayant une préférence pour les eaux saumâtres, de réouvrir le milieu aussi bien biologiquement qu'au niveau du paysage. En outre, différents faciès d'habitats pourront voir le jour permettant de créer une biodiversité riche.



Pour répondre à cette problématique, un matériel et méthode sera effectué afin de connaître le site d'étude, les données à analyser ainsi qu'à traiter. Ensuite, les résultats seront exposés et par la suite une discussion sera réalisée afin d'évaluer l'impact de la restauration de la Moulinette sur les espèces présentes avant travaux.

## Matériel et méthodes

### Site d'étude et description du projet de restauration global

Le marais de Tasdon est une zone humide de 120 ha situé dans la commune de La Rochelle, dans le département de la Charente-Maritime. Il se situe à un kilomètre au Sud-Est du centre-ville de La Rochelle, entouré par la voie ferrée Paris-Rochelle à l'Ouest et par la Nationale 137 à l'Est. Ce site est représenté sur la Figure 1.



Figure 1: Localisation du site (Dossier d'Autorisation Environnementale Unique)

Au sein du marais de Tasdon se trouve une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique, ZNIEEF, n° 106 « Marais de Tasdon », d'une superficie de 80 ha, située sur trois communes : La Rochelle, Aytré et Périgny.

Plusieurs espèces y sont présentes telles que :

- La Gorgebleue à miroir, *Luscinia svecica*
- Le Râle d'Eau, *Rallus aquaticus*
- L'Echasse Blanche, *Himantopus himantopus*
- Le Petit Gravelot, *Charadrius dubius*
- Le Pélodyte Ponctué, *Pelodytes punctatus*
- Le Triton Mabré, *Triturus marmoratus*
- La loutre, *Lutra lutra*
- L'anguille, *Anguilla anguilla*

350 espèces végétales y sont présentes, ainsi que 150 espèces d'oiseaux, 13 espèces de chauves-souris. C'est un site avec une grande richesse taxonomique.

Durant le 12<sup>e</sup> siècle, le marais de Tasdon a été créé afin d'assurer des fonctions de marais salant étant en activité jusque dans les années 35. Ensuite, le marais a été exploité pour le pâturage des bovins durant les années 1935 à 1960 (Bompoil, 2021).

Le cours d'eau qui alimentait le marais de Tasdon se nomme la Moulinette, il est alimenté par un bassin versant d'environ 2 508 ha.

En 1962, la construction d'un barrage en aval de la Moulinette, cours d'eau traversant le marais, Figure 2, a déconnecté le marais de la mer. Cela a laissé le marais se combler et devenir une zone humide lentique. La création du barrage a bloqué l'arrivée des eaux de mer, laissant au marais pour seuls apports les pluies et les eaux douces. Le marais s'est donc asséché progressivement. Cela a conduit à un appauvrissement de la biodiversité ainsi qu'une dégradation des berges.

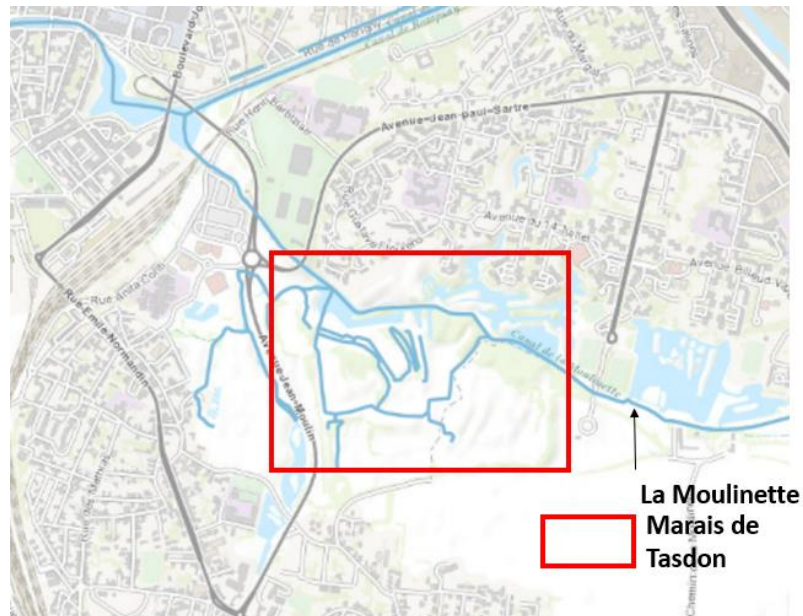


Figure 2 : Localisation de La Moulinette, (Olivier)

De plus, lors des années 1970, le marais de Tasdon a été partiellement remblayé pour la construction du quartier de Villeneuve-les-Salines.

Le but des travaux d'aménagements est alors de reconnecter le marais à la mer en supprimant le barrage créé à l'aval de la Moulinette.

Ce projet d'aménagement a été mené par :

- SETEC, Société d'Etudes Techniques et Economiques, Hydratec : un bureau d'études spécialisé dans le domaine de l'hydraulique fluviale et maritime.
- Atelier CEPAGE, Conception Etudes PAYSage & Génie Ecologique : un bureau d'études spécialisé dans la maîtrise d'œuvre d'architecture paysagère, paysage, écologie appliquée à l'aménagement.

Plusieurs enjeux vont alors être touchés, Tableau 1.

Tableau 1: Enjeux touchés par le projet d'aménagement

Enjeux hydro-écologiques	Enjeux sociaux paysages et d'appropriation	Enjeux de continuité et d'échelle
Reconnexion du marais avec la mer	Parcours de promenade, point de vue...	Retrouver une échelle plus pertinente pour le marais
Création de différents faciès d'habitat	Renaturation des plans d'eau (fierté des habitants)	Renforcement des continuités écologiques
Renaturer la Moulinette	Connexion du site au centre-ville	Agriculture durable
Création de micro-milieus à forte diversité écologique	Installation d'un saunier	

Le pétionnaire du projet est la ville de La Rochelle. Le gestionnaire du site après travaux sera la commune de la Rochelle.

Sur la Figure 3, le périmètre de travaux est défini. Le tracé en rouge représente la surface sur laquelle il va y avoir des aménagements à effectuer, tandis que le périmètre jaune, lui, indique le périmètre d'études, c'est-à-dire les différentes surfaces sur lesquelles il y a eu réflexion sur des possibles aménagements.



Figure 3 : Périmètre de travaux, (DLE)

Dans le cadre de ce Projet de Fin d'Etudes, la renaturation du cours d'eau La Moulinette sera expliquée en détail. Cependant, voici le Tableau 2, qui résume les différents grands axes du projet (SETEC, HYDRATECH, 2018).

Tableau 2: Objectifs du projet global, (Olivier)

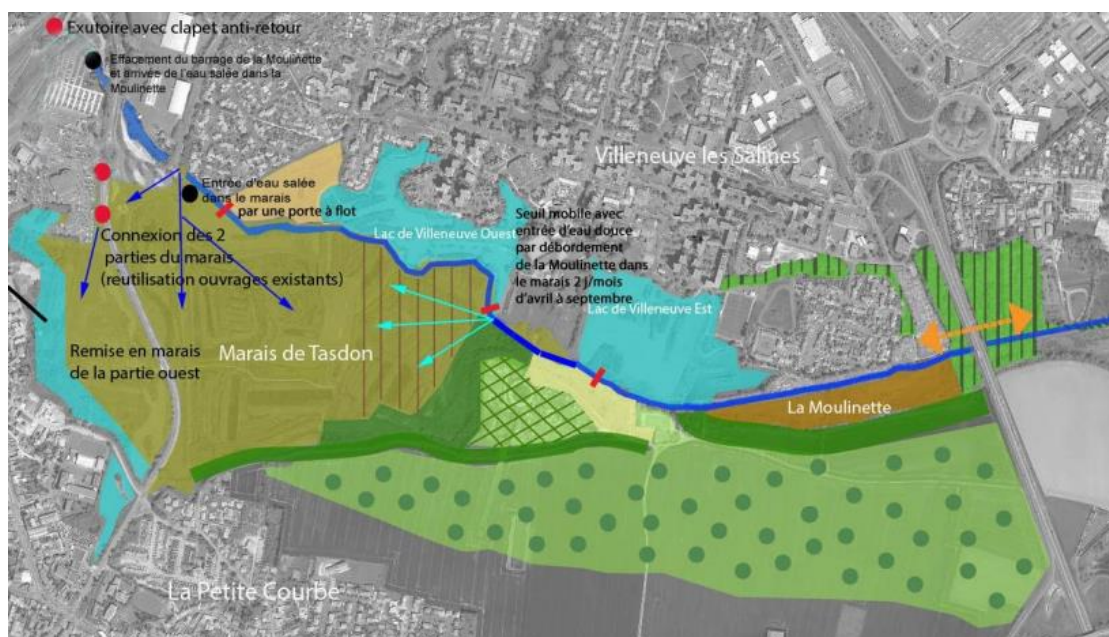
Objectifs d'aménagements	Moyens mis en place
<b>Réhumectation du marais</b> <b>(Retrouver un lien entre marais et mer)</b>	Alimentation gravitaire du marais en laissant rentrer l'eau de mer dans le marais salant par la Moulinette 2 fois par mois.
<b>Renaturation et déplacement d'un bassin Eau Pluviale</b>	Relocalisation du bassin proche des exutoires qui sera alimenté par les eaux pluviales de l'Ouest. Quand le bassin se met en charge, il apportera de l'eau douce au marais saumâtre par surverse.
<b>Renaturation du ru de la Moulinette</b> <b>(Retrouver la qualité d'eau vive)</b>	Déconnexion du bassin de Villeneuve Est Elargissement du cours d'eau transformés en zones humides qui seront chargées quand le CE est en charge. Suppression des obstacles à la continuité piscicole Suppression du barrage
<b>Création d'un marais salant</b>	Placé en tête de réseau d'alimentation en eau saline. Milieux ouverts avec une faible profondeur d'eau : favorable pour la biodiversité
<b>Renaturation des bassins de Villeneuve-les-Salines</b>	Presqu'îles transformées en îlots calmes pour la biodiversité Abaissement d'1/3 de la pente des berges Réduire les activités de pêche Création de pontons pour les promeneurs
<b>Rehaussement d'une butte pour l'aménagement d'un panorama et des milieux calcicoles</b>	Apport de matériaux calcaires venant de Tasdon Ouest Cheminement pour accéder au point de vue
<b>Renaturation et déplacement des milieux humides à l'Est du périmètre</b>	Réouverture dans les zones de reboisement Eclaircies de mares et de chenaux Création de mares
<b>Développer des cordons boisés de ceinture de marais</b>	Protection du marais au Sud Est par création de cordon boisé
<b>Création d'un réseau cohérent de cheminements</b>	Reprendre le réseau de chemin existant et faire en sorte que les milieux ne soient pas perturbés

Avec ce tableau, on remarque que le but global du projet est surtout de renaturer les milieux humides, de créer un marais salant et de développer des zones agréables afin que les citoyens de la Rochelle soient fiers de leur région. Un des principaux objectifs du projet est aussi de reconnecter le marais à la mer en renaturant la Moulinette afin qu'elle retrouve son lit naturel.



La réhumectation du marais se fera par alimentation gravitaire en laissant rentrer l'eau de mer dans celui-ci par la Moulinette à travers un seuil mobile installé à l'amont de la Porte-à-Flots.

Comme on peut le voir sur la Figure 4, l'entrée d'eau salée dans le marais s'effectuera par une porte à flot sur la gauche de la figure 4.



Concernant les bassins de Villeneuve-les-Salines, il s'agissait d'anciens bassins construits sur le territoire du marais salant lors de l'aménagement de ce quartier, ils ont des berges avec des pentes très raides et n'ont pas de grande valeur écologique. C'est pour cela qu'il convient de les renaturer.

Lors de la création du Dossier Loi sur l'Eau, une synthèse des aménagements a été réalisée.

La Figure 5 représente tous les aménagements qui ont été réalisés lors de ce projet. En bleu est représenté le cours d'eau de La Moulinette, en rouge, le périmètre de travaux.

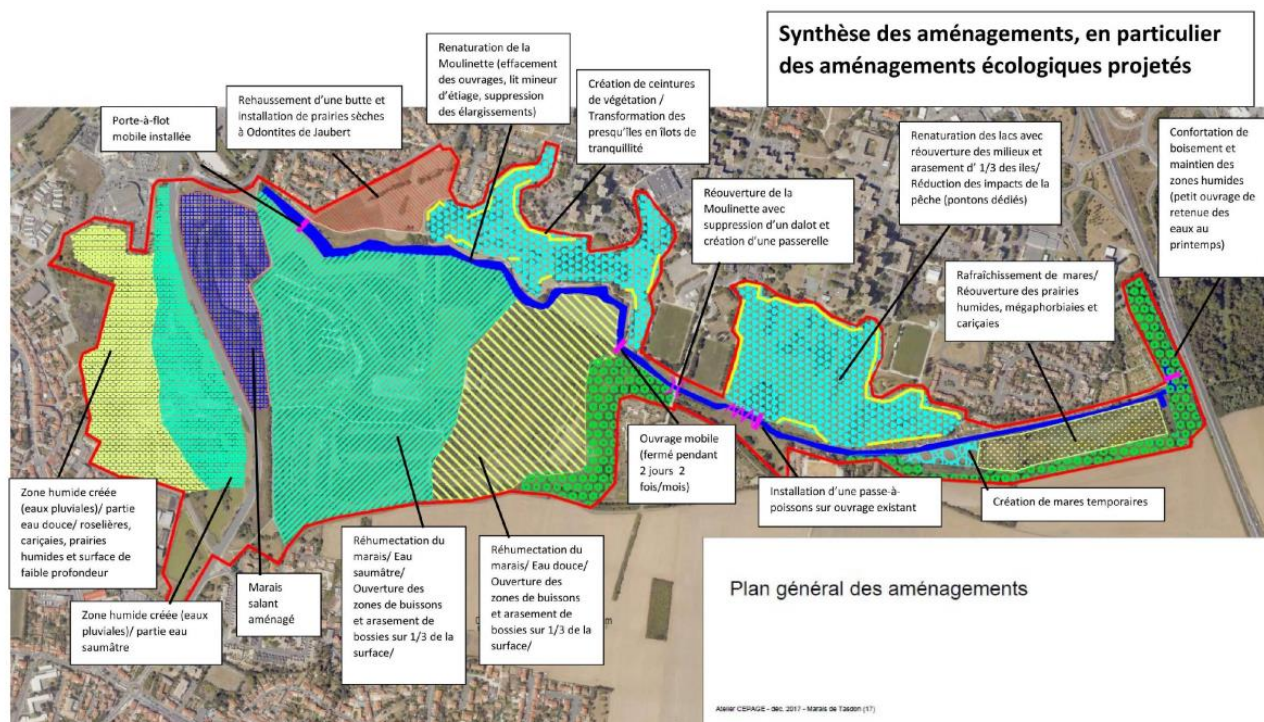


Figure 5 : Synthèse des aménagements, (DLE)

Ce projet d'aménagement a coûté 5,3 millions d'euros. Il a été financé par plusieurs acteurs :

- La ville de La Rochelle
- La commune d'Aytré
- La Communauté d'Agglomération de la Rochelle
- L'Agence de l'Eau
- La Région Nouvelle-Aquitaine

Sur la Figure 6, la temporalité du projet est représentée. Il a commencé en 2019 et a été fini en 2021.

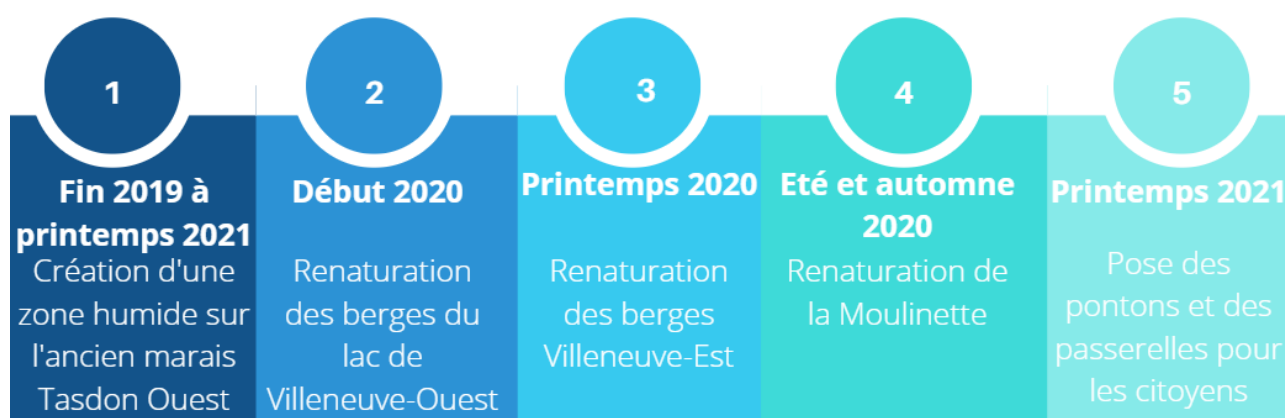


Figure 6 : Temporalité du projet

## Travaux réalisés sur la station d'études T7

Nos jeux de données ont été mesurés sur la station 7, Figure 7, qui s'assimile à un grand bassin avec une géomorphologie modifiée après travaux et une reconnexion la mer. Cette station représente donc un enjeu dans notre problématique sur l'impact de l'avifaune et des amphibiens du site. Elle est située aux alentours de l'Avenue Jean-Moulin, (Polsenaere, 2021).



Figure 7 : Localisation de la station T7, (Polsenaere)

Les travaux qui vont particulièrement impactés cette zone vont être la renaturation de la Moulinette.



## Description des données

Pour répondre à la problématique de ce Projet de Fin d'Etudes qui est :

En quoi la restauration de la Moulinette permet de préserver les espèces d'amphibiens et d'oiseaux du Marais de Tasdon ?

Plusieurs données nous ont été mises à disposition. Tout d'abord, grâce au Dossier d'Autorisation Environnementale Unique, les espèces d'avifaune ainsi que d'amphibiens ont été recensées dans une étude préalable à la phase travaux en 2017. Le but de ce projet étant, non de faire venir d'autres espèces sur le site, mais de restaurer les milieux afin que les espèces déjà présentes sur le site aient de meilleurs habitats leur correspondant.

Deuxièmement, des données sur les paramètres physico-chimiques du marais de Tasdon, nous ont été fournies par Pierre Polsenaere, docteur en biogéochimie et écologie côtière.

Les paramètres suivants sont ceux que nous avons décidé de traiter :

- La température de l'eau (°C)
- La salinité (psu)
- L'Oxygène Dissous dans l'eau (mg/L)
- La turbidité (FNU, méthode de mesure de turbidité liée à la norme ISO 7027 européenne)
- Les pressions partielles de CO<sub>2</sub> (ppmv)
- Le CO<sub>2</sub> (mg/L)

Pour chaque donnée, des points de mesures ont été réalisés durant 24h à différentes saisons. Nous avons les données sur la station T7 pour :

- Printemps, 23/04/2019, Avant travaux
- Printemps, 13/04/2021, Après travaux
- Automne, 25/11/2019, Avant travaux
- Automne, 13/12/2021, Après travaux

Les paramètres biogéochimiques ont été mesurés toutes les minutes et de manière autonome sur des cycles de 24 heures durant deux saisons : printemps et automne par une sonde multiparamètres EXO1 (YSI). La sonde C-Sense quant à elle mesure les pressions partielles de CO<sub>2</sub> toutes les minutes, (Mayen, 2019). La sonde EXO, Figure 8, a mesuré le pH, la température, la salinité, la concentration dans l'oxygène dans l'eau et la turbidité.



Figure 8 : Matériel de mesure

Les marges d'erreur concernant la sonde EXO sont les suivantes :

- [0.2,0.5] unités pour le pH et la salinité
- 0.25° C pour la température
- 5 NTU pour la turbidité
- 0.8 mg/L pour l'oxygène

Ces données ont été mesurées dans le cadre du Projet PAMPAS, Evolution de l'identité PAtrimoniale des Marais des Pertuis charentais en réponse à l'Aléa de Submersion marine. C'est un projet de recherche collaboratif de l'Agence Nationale de la Recherche dont le site du marais de Tasdon en fait partie.

## Traitement des données

Pour le traitement des données des espèces, chaque espèce ou sous-groupe d'espèce aura une description des habitats qu'elle préfère ainsi que des conditions physico-chimiques du milieu préférentiel.

Tandis que pour le traitement des données physico-chimiques, des graphiques seront réalisés afin de voir l'évolution des différents paramètres sur un cycle de 24h et pouvoir comparer les caractéristiques avant et après travaux. Les données n'étant pas prises à l'exact même moment de la journée sur un cycle de 24h, chaque minute se verra attribuée un chiffre de 1 à X minutes afin de pouvoir réaliser les comparatifs sur les mêmes graphiques.

De plus, une analyse statistique descriptive sera réalisée pour tous les jeux de données :

- Moyenne
- Minimum
- Maximum
- Ecart-type

## Résultats

### Espèces présentes

L'avifaune présente sur le site

Dans le dossier d'Autorisation Environnementale Unique, partie Evaluation Environnementale, l'avifaune protégée et patrimoniale présente sur le site a été regroupé en 9 groupes différents dépendant des exigences écologiques de chaque espèce. Ces espèces sont regroupées dans le Tableau 3, (Setec HYDRATECH, 2018).

Tableau 3 : Avifaune du site

Groupes d'avifaune	Espèces présentes	Ecologie
<b>Espèces nicheuses liées aux eaux peu profondes avec îlots et berges nues ou peu végétalisées (5)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avocette élégante, <i>Recurvirostra avosetta</i></li> <li>- Echasse blanche, <i>Himantopus himantopus</i></li> <li>- Petit Gravelot, <i>Charadrius dubius</i></li> </ul>	<p>Espèces limicoles préférant les milieux littoraux salés tels que des marais et pour se reproduire préfèrent des eaux peu profondes avec des îlots ou des berges vaseuses.</p> <p>(Bassins d'eaux saumâtres)</p>
<b>Espèces non-nicheuses liées aux eaux peu profondes, vasières ou végétation riveraine (17)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Héron pourpré, <i>Ardea purpurea</i></li> <li>- Héron cendré, <i>Ardea cinerea</i></li> <li>- Bihoreau gris, <i>Nycticorax nycticorax</i></li> <li>- Faucon pèlerin, <i>Falco peregrinus</i></li> <li>- Faucon hobereau, <i>Falco subbuteo</i></li> </ul>	<p>Non-nicheurs sur le site.</p> <p>Utilisation du milieu pour l'alimentation</p> <p>Vasières</p> <p>Bordures végétalisées</p> <p>(Berges de la Moulinette, marais)</p>
<b>Espèces nicheuses liées aux eaux libres avec végétation riveraine (3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Martin-pêcheur d'Europe, <i>Alcedo atthis</i></li> <li>- Grèbe castagneux, <i>Tachybaptus rufficollis</i></li> <li>- Cygne tuberculé, <i>Cygnus olor</i></li> </ul>	<p>Utilisation des bassins plus profonds pour se nourrir</p> <p>Font leur nid dans la végétation riveraine, ligneuse ou herbacée</p> <p>(Elargissement de la Moulinette ou bassins profonds)</p>
<b>Espèces non-nicheuses liées aux eaux libres (14)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Milan noir, <i>Milvus migrans</i></li> </ul>	<p>Non-nicheuses sur le site.</p> <p>Différents plans d'eau</p>
<b>Espèces liées aux roselières (4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rousserolle effarvatte, <i>Acrocephalus scirpaceus</i></li> <li>- Râle d'eau, <i>Rallus aquaticus</i></li> <li>- Busard des roseaux, <i>Circus aeruginosus</i></li> </ul>	<p>Roseaux afin de s'alimenter, se reposer ou nidifier</p>
<b>Espèces liées aux prairies (13)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pic vert, <i>Picus viridis</i></li> <li>- Huppe fasciée, <i>Upupa epops</i></li> <li>- Tarier pâtre, <i>Saxicola rubicola</i></li> </ul>	<p>Périphérie du marais</p> <p>Végétation herbacée</p>

	- Cisticole des joncs, <i>Cisticola juncidis</i>	
<b>Espèces insectivores de vol (4)</b>	- Hirondelle de rivage, <i>Riparia riparia</i> - Martinets, <i>Apodidae</i>	Chassent les insectes au vol, mais ne nichent pas sur le site
<b>Espèces liées aux buissons, fourrés et arbustes (13)</b>	- Bouscarle de Cetti, <i>Cettia cetti</i> - Rossignol philomèle, <i>Luscinia megarhynchos</i> - Fauvette des jardins, <i>Sylvia borin</i>	Utilisent les buissons, fourrés et arbustes afin de s'alimenter, de chasser et de nidifier. Fourrés : formations ligneuses pluristratifiées denses et hautes.
<b>Espèces liées aux arbres, boisements et lisières (14)</b>	- Pic épeiche, <i>Dendrocopos major</i> - Coucou gris, <i>Cuculus canorus</i>	Insectivores sédentaires Rapaces diurnes ou nocturnes Boisements (Est du marais et bordure de la Moulinette)

Les espèces surlignées en jaune sont les espèces patrimoniales du site.

### Les amphibiens présents sur le site

Lors de l'état des lieux effectué sur le site en 2017, 5 espèces d'amphibiens ont été recensés sur le site. D'après l'arrêté du 19 novembre 2007, tous les amphibiens sont protégés. Les amphibiens et leur écologie présents sur le site sont décrits dans le Tableau 4 (Setec HYDRATECH, 2018).

Tableau 4 : Amphibiens présents sur le site

Espèces	Ecologie
<b>Triton marbré</b> , <i>Triturus marmoratus</i>	Habitats : Plan d'eau, rivières, eaux saumâtres Trophie : Oligotrophe à mésotrophe Alimentation : Invertébrés Reproduction : grandes pièces d'eau et utilisation de la végétation aquatique.
<b>Triton palmé</b> , <i>Lissotriton helveticus</i>	Habitats : Points d'eaux stagnantes, mares, bras mort Trophie : Oligotrophe à mésotrophe Alimentation : Crustacés Reproduction : Milieux stagnants
<b>Pélodyte ponctué</b> , <i>Pelodytes punctatus</i>	Habitats : Milieux ouverts, zones anthropisées, plans d'eau Trophie : Inconnue Alimentation : invertébrés, petits insectes Reproduction : points d'eau temporaires pauvres en poissons.

<b>Rainette méridionale</b> , <i>Hyla meridionalis</i>	Habitats : zones buissonnantes, hautes herbes, eaux stagnantes peu profondes Trophie : Oligotrophe à mésotrophe Alimentation : Invertébrés, poissons
<b>Grenouille rieuse/Perez/Graf</b> , <i>Pelophylax ridibunda/Perezi/Grafi</i>	Habitats : Bords des rivières, zones marécageuses, mares Trophie : Eau riche en oxygène Alimentation : Insectes, petits reptiles et amphibiens

Concernant les espèces présentes après travaux, la liste n'a pas pu être réalisée étant donné que les travaux se sont terminés en hiver 2021. Il faudra donc attendre environ deux ans pour regarder si un changement est effectué.

### Données physico-chimiques

Les données analysées seront présentées comme suit : dans un premier temps, les résultats graphiques de chaque paramètre au printemps et en automne sur les deux années d'études (avant et après travaux). A la suite sera détaillée dans une table des statistiques descriptives de chaque paramètre physicochimique afin de comparer plus aisément les impacts avant et après travaux.

### Analyses graphiques

Les données graphiques permettent d'avoir une estimation de l'allure global des paramètres sur une journée à deux saisons différentes printemps et automne.

#### Taux de CO<sub>2</sub>

Les premiers graphiques, Figure 9 et Figure 1010 comparent la concentration de CO<sub>2</sub> en mg/L, on observe que la tendance générale du dioxyde de carbone au niveau de la station 7 sur une journée de printemps décroît au milieu de la journée et augmente en fin de journée. Tandis qu'en hiver, les variations sont moins marquées qu'au printemps, mais la concentration est plus élevée en général. L'ordre de grandeur de la concentration de CO<sub>2</sub> au printemps est de 1 mg/L et en hiver elle est de 3 mg/L.

Ces variations de CO<sub>2</sub> dans la journée sont liées d'une part à l'activité biologique aquatique, phénomène de respiration et donc de production de CO<sub>2</sub> et de photosynthèse qui correspond à la consommation de CO<sub>2</sub>, (Takahashi et al., 1993).

D'autre part, la température peut également jouer un rôle dans les processus chimiques. En augmentant la solubilité du CO<sub>2</sub> diminue, (Carroll et al., 1991).

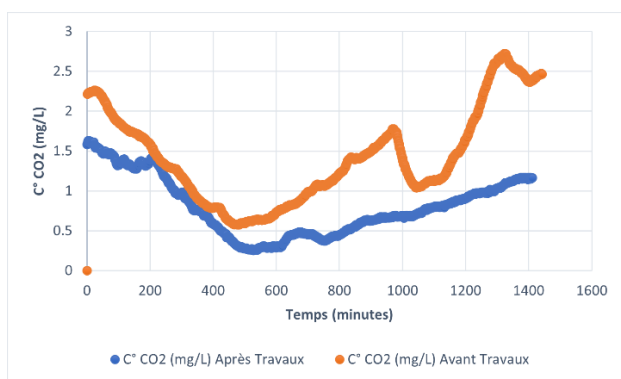


Figure 9: C° CO2 (mg/L) Avant et Après travaux Printemps

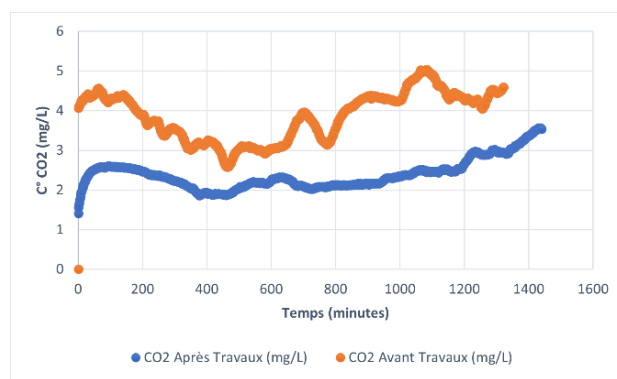


Figure 10 : C° CO2 Avant/ Après travaux automne

### Concentration en Oxygène

Sur les Figure 202 et Figure 1411, nous pouvons observer les variations sur une journée du taux d'oxygène dans l'eau de la station 7 au printemps et en automne. Nous pouvons remarquer que le taux d'oxygène suit la tendance inverse du dioxyde de carbone précédemment étudié. En effet l'oxygène accroît jusqu'au milieu de la journée pour décroître à la fin de celle-ci. La différence entre les deux saisons est faible cependant la baisse de l'oxygène est plus lente en automne et le taux est de 2mg/L moins élevé en cette période.

Ce phénomène peut s'expliquer grâce à l'activité biologique et est en relation avec le CO<sub>2</sub> vu précédemment.

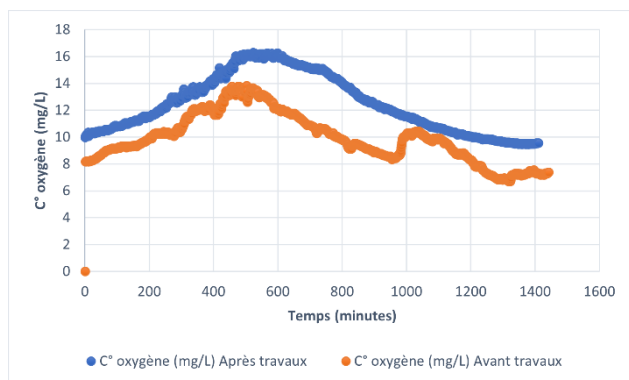


Figure 12 : C° Oxygène(mg/L) Avant et Après travaux printemps

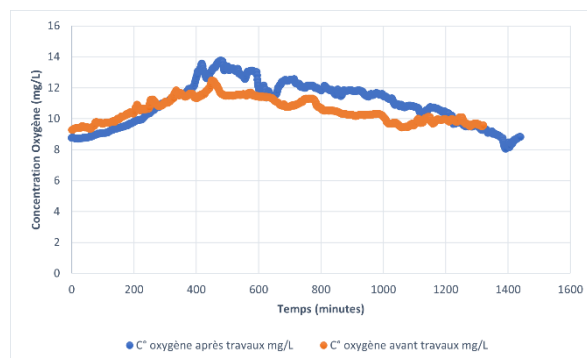


Figure 11 : C° Oxygène Avant/Après travaux automne

### Pression partielle du dioxyde de carbone

Les tendances de la pression partielle du dioxyde de carbone sont représentées sur les Figure 13 et 14. Nous pouvons observer que les variations de la pression partielle du CO<sub>2</sub> dans la journée sont assez fortes. En automne, la pCO<sub>2</sub> est plus faible qu'au printemps mais varie de la même manière c'est-à-dire avec une baisse au milieu de la journée et une augmentation durant la nuit. Dans l'ensemble, les travaux ont fait diminuer cette pression partielle du dioxyde de carbone dans l'eau.

C'est tendance s'explique par les échanges qui ont lieu avec le gaz atmosphérique, les activités chimiques et biologique comme la photosynthèse et les activités microbiologique, la formation et la dissolution de carbonate de calcium et des rayons solaires, (Abril, 2007).

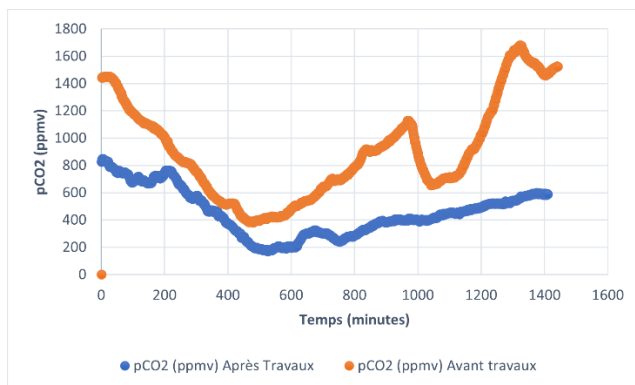


Figure 13 : pCO2 (ppmv) Avant/Après travaux automne

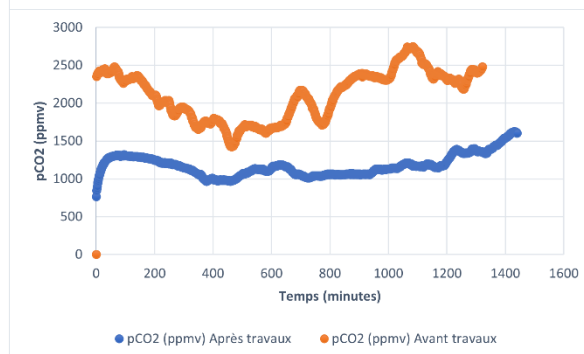


Figure 14 : pCO2 (ppmv) Avant et Après Travaux printemps

## Température

La température de l'eau fluctue au cours d'une journée, nous pouvons voir d'après les Figure 15 et 16 que cette variation a été accentuée après les travaux. En effet, la température augmente au milieu de la journée, lorsque la température de l'air est plus élevée et les rayons solaires plus fort.

La différence est notable ici entre les deux années (courbe orange et bleu). Ce phénomène peut être expliqué par l'arrivée de la mer plus froide qui refroidi globalement les eaux et qui accentue la variation sur la journée. Dans les deux cas, la température de la station T7 après travaux a nettement diminué.

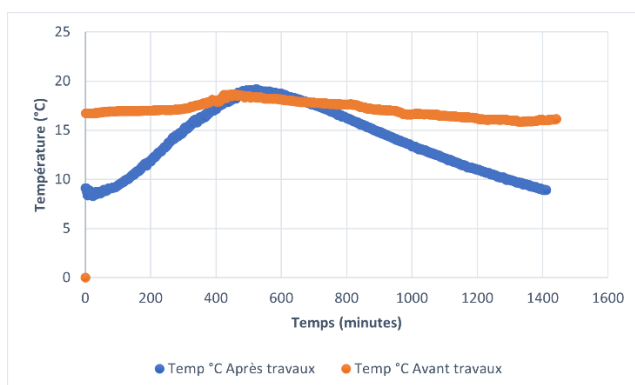


Figure 15 : Température (°C) Avant/Après Travaux Printemps

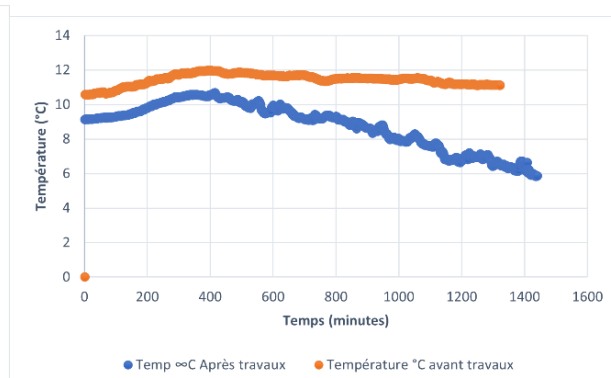


Figure 16: Température (°C) Avant et après travaux Automne

## Turbidité

La turbidité de l'eau est définie comme la quantité de matières que contient un fluide afin qu'elle le trouble. Les Figure 17 et 17 montre l'évolution de la turbidité sur une journée de printemps et d'automne avant et après travaux. Principalement, peu de variations sont constatées en automne entre les deux années cependant on peut remarquer une différence entre les deux saisons. En effet, au printemps un pic de turbidité est constaté au milieu de la journée, ce pic est diminué après travaux tout comme le taux de turbidité. Les deux courbes au printemps avant et après travaux, sont bien distinctes avec une diminution d'environ 80FNU.

Les pics de turbidité au printemps peuvent s'expliquer par des pluies abondantes ou tout autres activités naturelles comme la présence de fleur d'eau ou anthropique, (*Turbidity and Water* | U.S. Geological Survey, 2021)

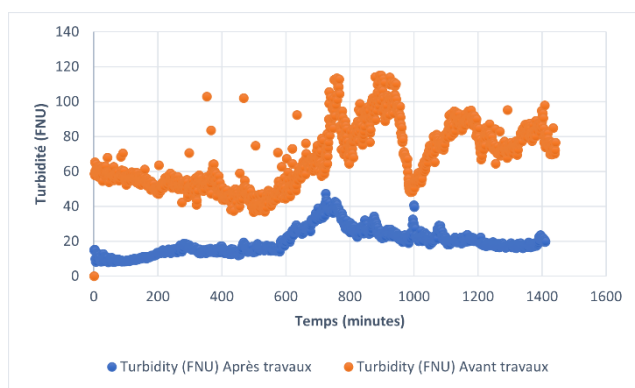


Figure 17 : Turbidité (FNU) Avant et Après Travaux printemps

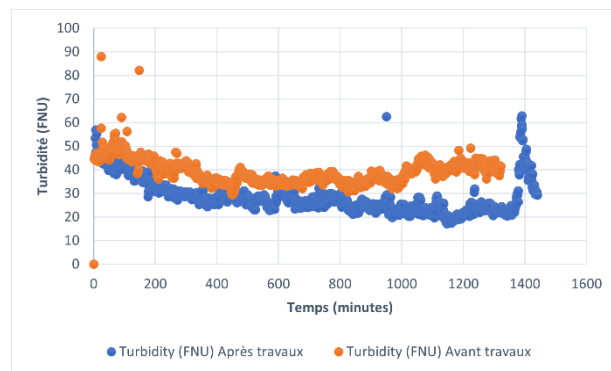


Figure 18 : Turbidité (FNU) Avant/Après Travaux automne

## Taux de salinité

Le taux de salinité varie peu sur les deux saisons comme on peut le voir sur les graphiques des *Figure 20* et *19*.

Cependant, une différence majeure est visible sur les courbes avant (en orange) et après (en bleu) travaux. Le taux de salinité est stable avant les travaux au printemps et en automne avec un taux assez faible (environ 0.5 psu). Tandis qu'après travaux la salinité a jusqu'à quintuplé en automne. On observe également de légère variation sur la journée. Au printemps on observe une augmentation de 0,5psu au milieu de la journée et une baisse en fin de journée. En automne on peut voir une augmentation générale de 1psu par rapport à l'automne et une augmentation constante sur la journée.

Cette différence significative entre les deux courbes de couleurs est liée aux travaux de réouverture à la mer sur la station 7 du marais de Tasdon. Les variations à la journée sont donc liées à la marée.

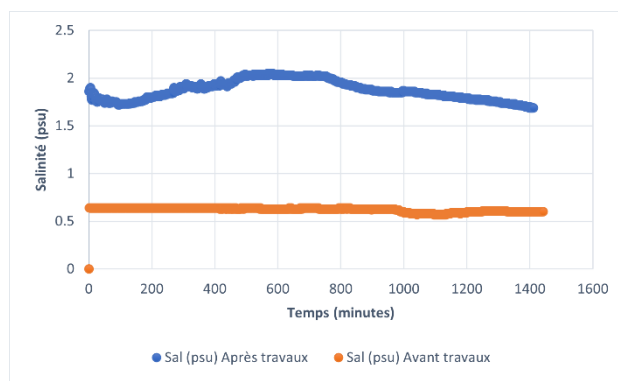


Figure 20 : Salinité (psu) Avant et Après travaux Printemps

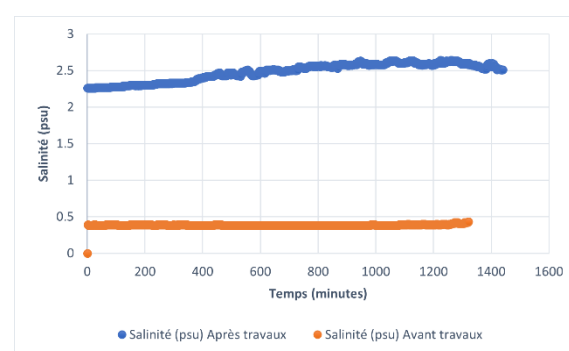


Figure 19 : Salinité (psu) Avant/Après travaux Automne

Une analyse plus détaillée sera expliquée grâce aux statistiques descriptives ci-après.

## Analyses statistiques

Après l'analyse de ces figures en fonction de la période de l'année, des analyses descriptives ont été réalisés, permettant de mieux comparer les variations avant (courbes oranges des graphiques) et après (courbes bleues) travaux au cours de chaque saison Tableau 5 et Tableau 6.



Tableau 5 : Statistiques Printemps Avant/Après

	Oxygène (mg/L)			pCO2 (ppmv)			Temp (°C)		
	Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de variation
Moyenne	9.92	12.47	25.71	903.99	453.49	-49.83	17.11	13.9	-18.76
Max	13.81	16.29	17.96	1679.66	848.16	-49.50	18.66	19.202	2.90
Min	6.7	9.46	41.19	382.88	170.75	-55.40	15.84	8.294	-47.64
Ecart-type	1.49	1.92	28.86	360.42	173.3	-51.92	0.64	2.98	365.63

Sal (psu)			Turbidity (FNU)			CO2 (mg/L)			
Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de variation	
0.62	1.87	201.61	67.4	19.56	-70.98	1.43	0.8	-44.06	Moyenne
0.64	2.05	220.31	115	47.21	-58.95	2.72	1.63	-40.07	Max
0.57	1.69	196.49	36.71	7.98	-78.26	0.58	0.25	-56.90	Min
0.02	0.09	350.00	15.16	5.66	-62.66	0.49	0.31	-36.73	Ecart-type

Tableau 6 : Statistiques Avant/Après Travaux Automne

	Oxygène (mg/L)			pCO2 (ppmv)			Temp (°C)		
	Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de
Moyenne	10.55	10.96	3.89	2110.57	1175.57	-44.30	11.44	8.78	-23.25
Max	12.49	13.76	10.17	2747.64	1625.23	-40.85	11.98	10.678	-10.87
Min	9.27	8.05	-13.16	1421.47	761.56	-46.42	10.56	5.834	-44.75
Ecart-type	0.68	1.23	80.88	327.17	143.04	-56.28	0.27	1.15	325.93

Sal (psu)			Turbidity (FNU)			CO2 (mg/L)			
Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de variation	Avant	Après	Taux de variation	
0.39	2.47	533.33	39.05	28.45	-27.14	3.87	2.39	-38.24	Moyenne
0.43	2.64	513.95	88	62.8	-28.64	5.03	3.56	-29.22	Max
0.38	2.26	494.74	29.43	17.13	-41.79	2.58	1.4	-45.74	Min
0.01	0.11	1000.00	3.87	5.31	37.21	0.54	0.29	-46.30	Ecart-type

Ces données viennent compléter les graphiques précédemment étudiés afin de quantifier les écarts observés qui étaient notamment attendus comme pour la salinité pour laquelle on multiplie par 200% au printemps et par 533% en automne.

L'écart entre la turbidité pour les deux années au printemps est également significatif avec une diminution du maximum à 59% la valeur au niveau du pic en journée vu précédemment sur le graphique.

Le changement global du pH est également à noter, avec une moyenne qui a diminué de 44 à 50% au printemps et en automne.

## Impact des travaux visuellement sur la station T7

Tout d'abord, voici des photos de la station T7 avant et après travaux (2019 et 2021) prises au mois d'avril. Sur la figure 21, une grande étendue d'eau est remarquée avec en bordure de celle-ci des ligneux. Tandis que sur la figure 22, on remarque que le niveau d'eau a clairement baissé et que les ligneux ont disparu. La végétation aquatique est plus importante sur la figure 9, mais la végétation rivulaire a disparu.



Figure 21: Station T7 Avant travaux avril 2019, (Polsenare)



Figure 22 : Station T7 Après travaux avril 2021, (Polsenare)

## Discussion

### Impacts sur les paramètres physico-chimiques

Dans la partie résultats, les différences des paramètres physico-chimiques avant et après travaux ont été exposés, voici les variations des différents paramètres après travaux, Figure 23.

C° Oxygène Augmente	C° CO2 Diminue
Salinité Augmente	pCO2 Diminue
Turbidité Diminue	Température Diminue

Figure 23 : Variations des paramètres physico-chimiques

Concernant la concentration de CO2, celle-ci a diminué dans l'eau après les travaux. La concentration d'oxygène dans l'eau, quant à elle, a augmenté après travaux. En outre, comme le marais subit un renouvellement d'eau avec l'eau du large, cela peut alors limiter les phénomènes d'hypoxie.

La concentration en oxygène est aussi reliée la température, (Secondat, 1995). On concentre plus d'oxygène dans de l'eau froide. Lors de la partie résultats, on remarque que la température après travaux a diminué. Cela est donc cohérent avec l'augmentation de la concentration d'oxygène.

De plus, pour les deux saisons, on remarque que la pression partielle de CO<sub>2</sub> diminue après travaux. La pression partielle de CO<sub>2</sub> représentant l'inverse du pH, (Polsenaere 2022). Cela signifie alors que le pH de la zone a augmenté après travaux. Le pH de la mer étant plus élevé que le pH de l'eau douce, entre 7 à 8, (Odier & Plichon, 1971), cela est logique.

La turbidité quant à elle a diminué, ce qui est logique, car l'eau de la station T7 n'est plus complètement stagnante, comme des entrées d'eau sont fréquentes.

Ces différences des paramètres physico-chimiques avant et après travaux s'explique surtout par le fait qu'un changement de masse d'eau est opérée. Avant travaux, la station T7 possédait des caractéristiques similaires à de l'eau douce, tandis que maintenant c'est une masse d'eau saumâtre. Grâce à la porte à flots située sur la Moulinette qui laisse entrer l'eau de la mer 2 fois dans le mois, l'eau va alors se renouveler. Un changement physique va alors s'opérer, car une eau à plus haute salinité pénètre dans le marais.

### Impacts sur l'avifaune et les amphibiens

L'augmentation de la salinité peut engendrer la disparition de certains végétaux et donc une diminution du nombre d'invertébrés, source d'alimentation de certains oiseaux aquatiques. Cependant, les oiseaux vivant sur le site sont caractéristiques des milieux saumâtres. L'augmentation de la salinité leur est donc favorable. De plus, avant travaux, le marais était presque considéré comme eau douce seulement, ces taux de salinité étant très bas.

En outre, avec la création de mares suite à l'élargissement de la Moulinette, cela favorise les lieux de reproduction pour les amphibiens, (INPN, 2015). La création d'îlots de végétation aussi impactera l'avifaune, ces espèces auront alors de nouveaux lieux pour nicher et se nourrir comme vu dans la partie résultats.

La diminution de la turbidité aussi améliore la qualité de l'eau, donc rend l'environnement plus favorable aux amphibiens et à l'avifaune, (Frétey, 2014).

Concernant la Grenouille rieuse, comme vu dans la partie Résultat, celle-ci préfère les eaux ayant une teneur plus importante en oxygène, elle sera donc privilégiée.

Pour connaître le véritable impact des travaux de restauration sur ces espèces, il faudrait coupler plusieurs paramètres supplémentaires tels que :

- Végétation aquatique, pour la reproduction des amphibiens
- Invertébrés et poissons présents sur le site, pour l'alimentation de l'avifaune et des amphibiens
- Impact du changement climatique sur les cycles migratoires de l'avifaune

### Limites

Les limites de cette étude reposent essentiellement sur le traitement des données sur une seule journée et au manque de mise en perspective des résultats.

Afin de mieux qualifier le type de milieu auquel est affilié la station 7 étudiée ici, une collecte des données sur toute l'année et sur plusieurs années est nécessaire.

D'autre part afin de qualifier cet écosystème, une étude phytosociologique pourrait compléter les explications sur l'impact de l'avifaune et amphibiens.

De plus, les résultats auraient pu être plus approfondi, si des relevés sur les habitats après travaux auraient été faits. De cette manière, on aurait pu comparer les habitats avant et après travaux et évaluer s'ils avaient été plus favorables aux différentes espèces.

Aussi, si nous avions eu des informations sur la quantité de nutriments présents tels que les nitrates, le phosphore, etc., nous aurions pu évaluer la qualité de l'eau et quels types d'espèces auraient pu être plus présentes.

Afin de mieux évaluer l'impact des travaux sur les amphibiens, un relevé de végétation aquatique pourrait aussi permettre de mieux savoir si ceux-ci ont fonctionné, car la végétation aquatique est une composante importante pour la reproduction des espèces. Celle-ci sert de support de pont et aussi permet le développement d'invertébrés.

## Conclusion

Pour conclure sur les travaux de restauration effectués sur le marais de Tasdon, le changement principal a été de reconnecter le marais à la mer. En effet, en supprimant le barrage créé en 1962 sur la Moulinette et en ajoutant une porte à flot permettant de faire rentrer de l'eau de mer quelques fois dans le mois dans le marais, cela a permis au marais de se réhumecter.

Les paramètres physico-chimiques les plus impactés sont la salinité qui a fortement augmenté ainsi que les pressions partielles de CO<sub>2</sub> qui ont diminué provoquant alors une augmentation du pH.

Concernant les espèces attendues sur le site, on ne peut pas encore savoir exactement si les travaux ont totalement privilégié celles-ci, car aucun relevé après travaux n'a été effectué. Cependant qualité de l'eau s'est améliorée et différents faciès d'habitats ont été créés ce qui va alors favoriser de nombreuses espèces.

Néanmoins, même si, en France, de plus en plus de travaux de restauration sont faits, le changement climatique ne cesse de s'accélérer. Prendre en compte le changement climatique dans la planification des futurs travaux de restauration pourrait être intéressant. Dans le cas du marais de Tasdon, l'élévation du niveau de la mer pourrait être un facteur à traiter lors des prochains aménagements.

## Références bibliographiques

Bompoil, M. (2021). Consolidation du modèle hydraulique de restauration de la Moulinette et mise en œuvre opérationnelle de la gestion de l'eau du marais de Tasdon.

Carroll, J. J., Slupsky, J. D., & Mather, A. E. (1991). The Solubility of Carbon Dioxide in Water at Low Pressure. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 20(6), 1201-1209. <https://doi.org/10.1063/1.555900>

De Billy, V., Tournebize, J., Barnaud, G., Benoit, M., Birgand, F., Garnier, J., Lesaffre, B., Leveque, C., De Marsily, G., Muller, S., Musy, A., & Zimmer, D. (2015). Compenser la destruction de zones humides. Retours d'expérience sur les méthodes et réflexions inspirées par le projet d'aéroport de Notre-Dame-des-Landes (France). *Natures Sciences Sociétés*, 23(1), 27-41. <https://doi.org/10.1051/nss/2015008>

Frétey, T. (2014). Le Garff, B. & Frétey, T., 2014 Menaces sur les Amphibiens et les Reptiles. In : *Atlas des Amphibiens et des Reptiles de Bretagne et de Loire-Atlantique*. Penn ar Bed, 216-218 : 117-125.

Greulich, S. (2021). Caractérisation des zones humides.

INPN. (2015). Fiches Espèces.

Madelenat, J. (s. d.). L'adaptation au changement climatique sur le littoral français. 88.

Mayen, J. (2019). Variabilité temporelle des pressions partielles de CO<sub>2</sub> dans l'eau et flux eau-atmosphère associés au niveau des marais du Fier d'Ars (île de Ré). <https://archimer.ifremer.fr/doc/00505/61678/>

Odier, M., & Plichon, V. (1971). Le cuivre en solution dans l'eau de mer : Forme chimique et dosage: Étude par polarographie à tension sinusoïdale surimposée. *Analytica Chimica Acta*, 55(1), 209-220. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(01\)82758-6](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(01)82758-6)

Secondat. (1995). LES VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA CONCENTRATION EN OXYGÈNE DISSOLUS DES EAUX LACUSTRES ET DES EAUX COURANTES. LEUR RETENTISSEMENT SUR LA DISTRIBUTION DES POISSONS.

Sécrétariat de la Convention de RAMSAR. (1971). Guide de la Convention sur les zones humides.

SETEC, HYDRATECH, C. (2018). Dossier d'Autorisation Environnementale Unique, Partie A – Généralités, Présentation du projet et plan de gestion, Rubriques IOTA.

Setec HYDRATECH, C. (2018). Dossier d'Autorisation Environnementale Unique Partie B : Evaluation environnementale et conclusion.

Sordello, R. (2016). La continuité écologique dans les zones humides arrières littorales.

Takahashi, T., Olafsson, J., Goddard, J. G., Chipman, D. W., & Sutherland, S. C. (1993). Seasonal variation of CO<sub>2</sub> and nutrients in the high-latitude surface oceans : A comparative study. *Global Biogeochemical Cycles*, 7(4), 843-878. <https://doi.org/10.1029/93GB02263>

Thomas, M. (2021). Les zones humides : Fonctionnalités.

Turbidity and Water | U.S. Geological Survey. (s. d.). Consulté 20 janvier 2022, à l'adresse <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/turbidity-and-water#overview>

**Directeur de recherche :**

**Pierre Peeters**

**Mathilde Olivier**  
**Florine Verhaeghe**  
**PFE/DAE5**  
**IMA**  
**2020-2021**

## **Le marais de Tasdon : L'impact de la restauration de la Moulinette sur les amphibiens et les oiseaux du site**

### **Résumé :**

Le marais de Tasdon est une zone humide de 120 ha situé dans la commune de la Rochelle pourvu d'une biodiversité extrêmement riche. Néanmoins, en 1962, un barrage a été construit sur la rivière, la Moulinette, qui traverse ce marais et l'a donc complètement asséché. Les habitats ont été dégradé et la biodiversité a été appauvri. C'est donc pourquoi de 2018 à 2021, des travaux d'aménagement ont été effectué afin de reconnecter le marais à la mer. Dans ce PFE, l'impact de la renaturation de la Moulinette sur les amphibiens et l'avifaune du site a été étudié. Le but étant de renaturer les milieux afin que les espèces déjà présentes aient des habitats plus favorables. Après travaux, des observations sur les paramètres physico-chimiques peuvent être faites : la salinité et la concentration d'oxygène ont augmenté, tandis que la concentration de carbone, la turbidité, la température et la pression partielle de carbone ont diminué. Cela est expliqué par le fait qu'il y a un renouvellement de la masse d'eau avec l'entrée de l'eau de mer dans le marais. Concernant l'impact sur l'avifaune et les amphibiens du site, la qualité de l'eau est améliorée et divers faciès d'habitats sont créés. Cependant, une analyse des habitats, un relevé de végétation et d'invertébrés sur le site après travaux nous aurait permis de mieux caractériser la biodiversité présente sur le site après travaux.

**Mots Clés :** Zones humides, marais, avifaune, amphibiens, travaux de restauration, salinité, reconnexion à la mer.