



**Notice de gestion préalable  
du marais du Petit Badon  
2022 – 2025**



**Auteurs :** Patrick Grillas, Olivier Boutron, Pauline Rocarpin, Hugo Fontès, Yves Kayser, Marion Lourenço, Emilie Luna-Laurent, Anthony Olivier, Olivier Pineau, Loïc Willm.

Novembre 2022

---



## Table des matières

<u>1.</u>	Introduction.....	5
<u>2.</u>	Contexte .....	7
2.1	Géomorphologie du site .....	7
2.2	Espace de bon fonctionnement .....	7
2.2.1.	Alimentation en eau et flux biogéochimiques .....	7
2.2.2.	Connectivité biologique .....	8
2.3	Etat initiale de la zone humide.....	10
<u>2.4</u>	Etat initial de la biodiversité.....	11
2.4.1.	La flore .....	12
2.4.2.	La faune.....	13
<u>3.</u>	La restauration du marais .....	14
3.1	Actions de restauration.....	14
3.1.1.	Les travaux de remodelage topographique .....	14
3.1.2.	Les travaux hydrologiques .....	15
3.2	Suivi écologique du marais restauré .....	19
3.2.1.	Suivi du fonctionnement hydrologique .....	19
3.2.2.	Suivi de la biodiversité .....	21
	La Flore.....	21
	La Faune .....	26
3.3	Synthèse : enjeux de conservation .....	28
<u>4.</u>	Gestion de la zone humide restaurée .....	30
4.1	Objectifs de gestion .....	30
4.2	Action principale : le suivi écologique du marais restauré .....	31
4.2.1.	Hydrologie.....	31
4.2.2.	Qualité chimique du sol .....	32
4.2.3.	Flore et végétation.....	32
4.2.4.	Amphibiens .....	33
4.2.5.	Oiseaux.....	34
4.2.6.	La gestion des données.....	35
4.3	Actions de gestion adaptatives et complémentaires.....	36
4.3.1.	Gestion hydrologique.....	36
4.3.1.1.	Mise en place d'une gestion hydrologique active et adaptative .....	36
4.3.1.2.	Travaux supplémentaires réalisés en 2022.....	37
4.3.1.3.	Travaux complémentaires à mener .....	39

4.4 Gestion en faveur de la biodiversité .....	40
4.4.1. Gestion du pâturage .....	40
4.4.1.1. Orientations générales.....	40
4.4.1.2. Travaux à venir .....	41
4.4.1.3. Mise en place d'études expérimentales de lutte contre les refus de pâturage ou espèces invasives .....	42
4.4.2. La gestion des plantes exotiques envahissantes .....	43
4.4.2.1. Orientations de gestion.....	43
4.4.2.2. Travaux réalisés et à poursuivre .....	43
4.5 Gestion de site .....	44
4.5.1. Activités socio-économiques .....	44
4.5.2. Besoins d'animation sur site .....	45
<a href="#">5.</a> Valorisation du projet.....	45
5.1 Le rapportage.....	45
5.2 Communication et sensibilisation.....	46
5.3 Développer des ressources humaines et financières .....	46
Bibliographie.....	47

## 1 Introduction

Le marais du Petit Badon se situe au sud-est de l'île de Camargue, sur le cours d'un ancien bras du Rhône, celui du Bras de Fer. Le site se trouve dans un contexte de parcelles agricoles et de marais, à environ 11km de la mer et à 3km des Marais et Etangs des salins de Camargue (Figure 1). Le terrain est la propriété de la SCA du Domaine du Petit Badon dont les gérants sont à l'origine du projet de restauration de ce marais. Le site avait été aménagé en exploitation agricole avec une production céréalière jusque dans les années 2000 et a ensuite été pâturé par des chevaux. L'activité agricole avait été certifiée Agriculture Biologique depuis le début des années « 90 » (entre 1990 et 1993). La Tour du Valat assure la maîtrise d'œuvre du projet et pourra utiliser ce site pour ses activités scientifiques et de transfert (une convention est en préparation).



**Figure 1 : Localisation du Bras de Fer (en blanc) et du projet de restauration au domaine du Petit-Badon**

Les objectifs de ce projet de restauration d'une zone humide sont les suivants :

- Restaurer (recréer) un marais temporaire (14 ha) sur une friche agricole avec un fonctionnement proche du cycle hydrologique méditerranéen ;
- Reconstituer des habitats favorables pour la biodiversité (flore, oiseaux d'eau, odonates, amphibiens, reptiles aquatiques, ...) ;
- Etudier la dynamique de reconstitution de l'écosystème ;

- Disposer d'un terrain de démonstration pour la restauration des zones humides à des fins pédagogiques et scientifiques.

Ces objectifs impliquaient un remodelage du terrain, à la fois pour recréer une topographie et pour supprimer les nombreux aménagements hydrauliques (lévadons, canaux d'irrigation et de drainage) résultants de l'activité agricole passée. Les travaux pour remodeler le terrain ont été terminés en septembre 2020.

Le contexte géomorphologique initial a été pris en compte pour la définition du projet de restauration du marais. Les types et orientations de formes recrées ont tenté d'intégrer ce contexte, afin de tendre vers ce à quoi pouvait ressembler Petit Badon et les propriétés voisines avant l'exploitation agricole, le nivellement et la sectorisation parcellaire. Il ne s'agissait cependant pas de reconstruire un état historique peu documenté mais plutôt de recréer un écosystème de marais fonctionnel dans le contexte actuel. Le terrain a donc été remodelé pour lui donner une diversité topographique plus grande, a été décroisé en supprimant les levadons (diguettes) de ceinture des parcelles afin d'assurer un fonctionnement hydrologique proche du fonctionnement naturel.

La première mise en eau du marais a eu lieu en septembre 2020, mais elle a été suivie d'un assèchement rapide. La mise en eau a été difficile dans un premier temps du fait d'un déficit hydrique important durant l'hiver 2020-2021 et de la nécessité de réparer la pompe permettant d'assurer la mise en eau ou le complément en cas de sécheresse. La mise en eau est devenue effective à partir d'avril 2021.

L'objectif de cette notice de gestion préalable est de définir les grandes orientations de gestion du site, le programme de travaux et de suivis scientifiques et de partager ces informations avec l'ensemble des parties prenantes. Dans une étape ultérieure l'accumulation d'information sur le fonctionnement écologique du marais permettra d'établir un plan de gestion.

## 2 Contexte

### 2.1 Géomorphologie du site

Le site du Petit Badon correspond à des marais et des dépôts fluviaux issus de l'activité du bras de fer qui a cessé en 1711. Il s'agit donc d'une succession de marais temporaires plus ou moins connectés entre eux, mais aussi de milieux terrestres à topographie plus haute. S'il est difficile de décrire les écosystèmes antérieurs au développement de l'agriculture, il est probable que les marais historiques étaient des marais temporaires à assèchement estival, ponctuellement remis en eau lors des crues du Rhône. Les parties terrestres pourraient être des milieux herbacés plus ou moins pionniers selon l'âge des dépôts, accompagnés d'une ripisylve relictuelle.

L'activité agricole est ancienne et a concerné la majeure partie du site (Figure 2). La topographie historique (issue de l'activité du bras de fer) a été profondément transformée par les activités agricoles anciennes et qui ont concerné la quasi-totalité du site (Figure 2). Cette activité a eu pour conséquence le drainage et le cloisonnement des milieux aquatiques et humides ainsi que de leur bassin versant. Le nivellement des parcelles agricoles a également eu de lourdes conséquences sur les écosystèmes historiquement présents, sur leur fonctionnement hydrologique et écologique ainsi que sur la capacité de ces écosystèmes à revenir à un état antérieur à cette perturbation.



**Figure 2 : Occupation du sol sur le site du Petit Badon en 1960 (droite) et en 2017 (gauche)**

### 2.2 Espace de bon fonctionnement

#### 2.2.1 Alimentation en eau et flux biogéochimiques

Le site est complètement endigué, alimenté en eau par un canal (ASA du Japon) par pompage. Un réseau de drains à vocation agricole est en place et peut évacuer les eaux excédentaires (Figure 3). Les eaux d'irrigation proviennent du Rhône et constituent ainsi une alternative pour

l'alimentation en eau des zones humides du fait de leur déconnexion du Rhône (depuis l'endiguement total de l'île de Camargue).

Les eaux souterraines, salées, ne contribuent probablement pas à l'alimentation en eau des écosystèmes du fait des drains profonds et de la poldérisation de cette partie de la Camargue pour permettre son exploitation agricole.

Le site a reçu de grandes quantités d'eau du Rhône pendant sa période agricole. Actuellement les apports sont minimes et le seront également après sa restauration. Les éléments apportés par l'eau du Rhône sont exclusivement dissous et concernent essentiellement des nutriments en quantités modérées et des polluants dissous.

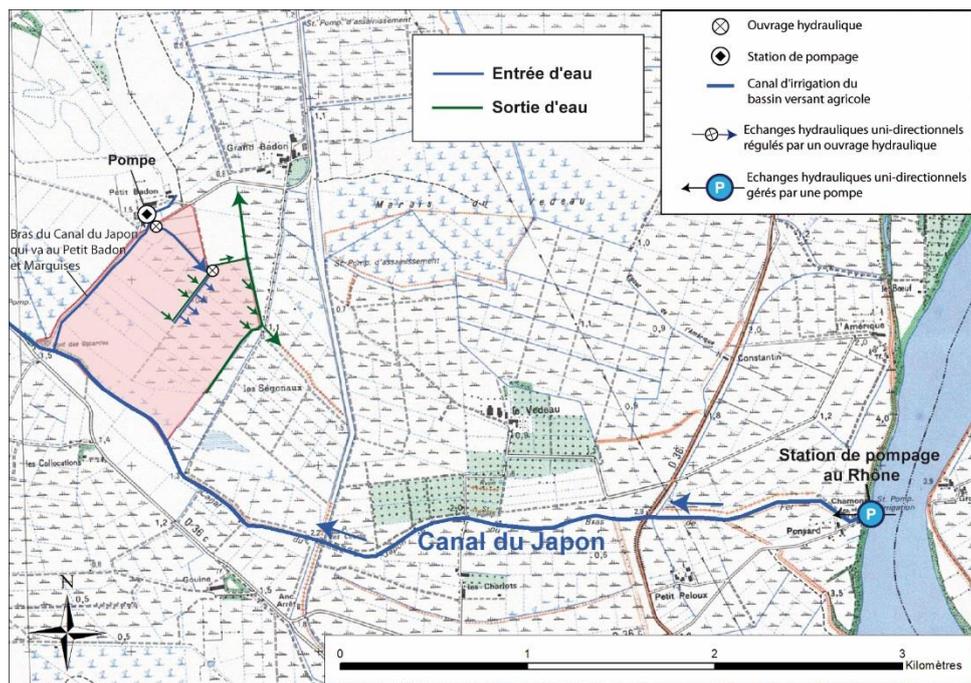
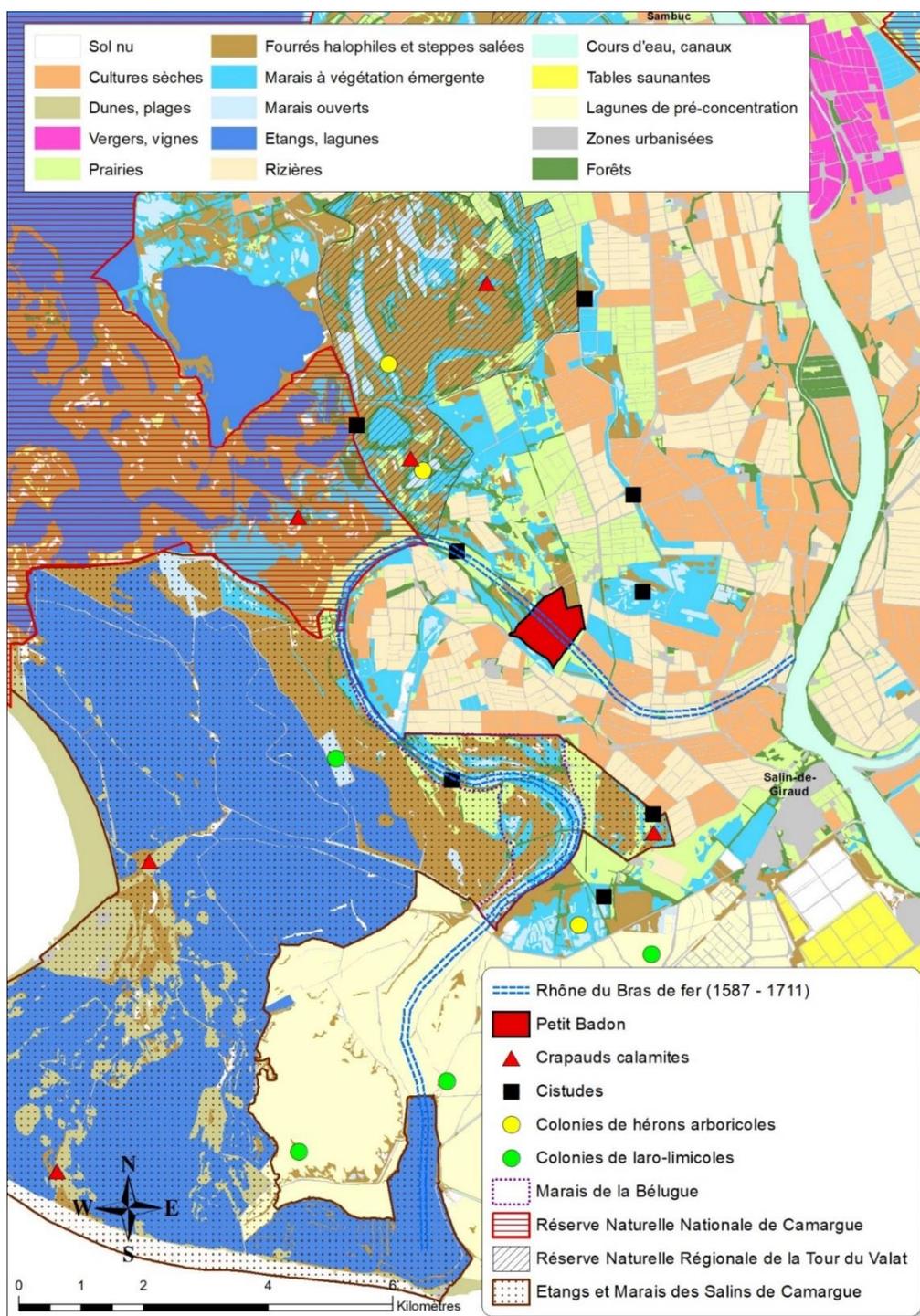


Figure 3. Espace de fonctionnement hydrologique pour le marais de Petit Badon

## 2.2.2 Connectivité biologique

Le site est en continuité avec des milieux équivalents qui le jouxte au nord-ouest et s'étendent sur plus de 2.5 km, partiellement dans le lit de l'ancien Bras de Fer (Figure 4). Ces milieux constituent un corridor entre le site, la Réserve Naturelle Régionale de la Tour du Valat, et la Réserve Naturelle Nationale de Camargue situées à environ 2km plus au nord. La Bélugue, plus proche site naturel appartenant aux Etangs et Marais des salins de Camargue (EMSC, propriété du Conservatoire du Littoral) est à 1.7km plus au sud. Au sud et à l'est du site les milieux proches sont essentiellement agricoles avec cependant des zones humides mitoyennes (marais du Védeau et du Grand Badon). Une partie des productions agricoles sont en Agriculture biologique (notamment Grand Badon qui est très proche) correspondant à des milieux d'alimentation très favorables pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau. Ce site semble donc se placer dans un contexte de réservoirs et de corridors à fort potentiel pour la biodiversité le long de cet ancien bras de fer du Rhône. L'étude de la fonctionnalité de la zone humide restaurée au sein de cette trame turquoise pourrait se révéler des plus intéressante.



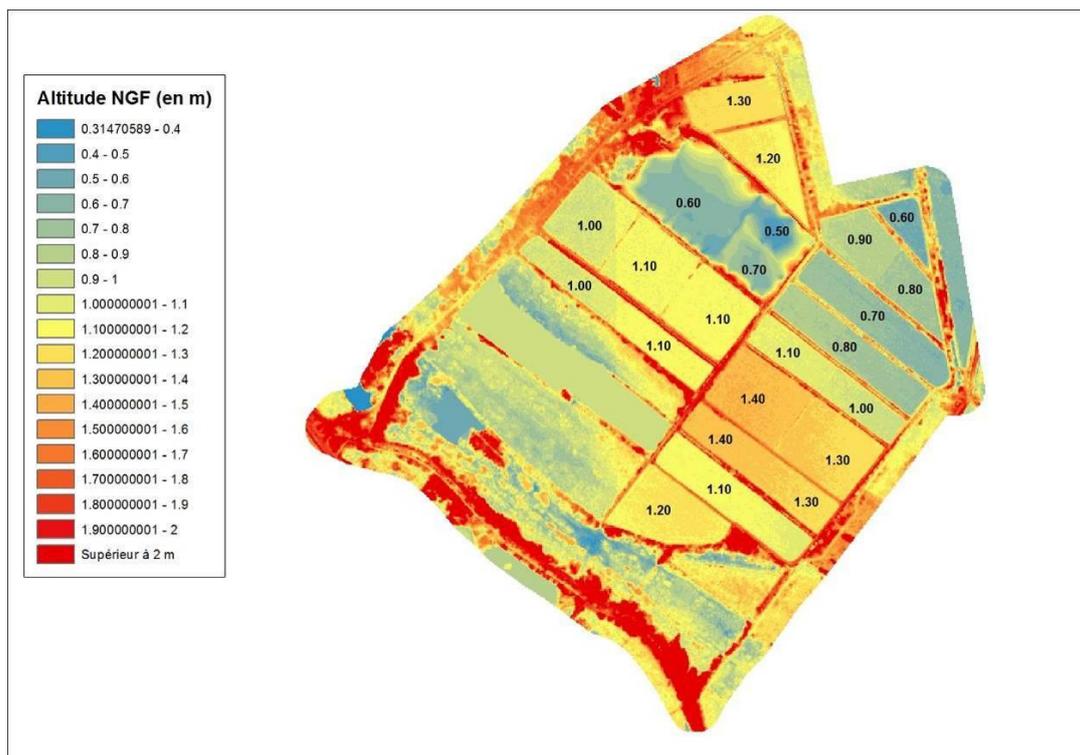
**Figure 4. Localisation des colonies d'oiseaux d'eau, des populations de cistudes et des sites de reproduction de Crapaud calamite en périphérie du marais de Petit Badon ; sont aussi indiqués les limites des espaces protégés et l'occupation du sol (pouvant servir de corridor pour les mouvements des espèces)**

### 2.3 Etat initiale de la zone humide

Un relevé topographique initial (avant les travaux) a été réalisé en 2018, montrant deux zones basses, respectivement au sud-ouest et au nord-est du site, séparées par un bourrelet (Figure 5). Le relevé topographique a mis en évidence l'artificialisation de la topographie par les nivellements et les infrastructures hydrauliques (canaux, digues) datant de plusieurs décennies et irrégulièrement repris pour la mise en valeur agricole du site. La topographie au sein des casiers était assez homogène avec des différences plus marquées entre casiers.

L'abandon progressif des activités agricoles (riziculture notamment) a conduit au développement d'habitats plus ou moins proches de milieux naturels camarguais. On distinguera trois zones basses actuelles sur le site :

- Au sud et à l'ouest, une zone humide avec des marais, prés salés, roselières, boisements et sansouïres en mosaïques Ils correspondent à des milieux dont certains n'ont probablement jamais été cultivés (parties les plus basses) et possèdent une topographie variée. Ce secteur est alimenté par de l'eau provenant du réseau d'irrigation (via des fuites dans les canaux).
- Au nord, un petit secteur occupé par une végétation typique des zones humides méditerranéennes (sansouïre, tamaricaie, bois d'Orme). Ce secteur est actuellement uniquement alimenté en eau par les précipitations. Une végétation typique des zones humides camarguais y prend place, au profit des conditions hydrologiques et de salinités favorables qui y persistent malgré la forte artificialisation passée de ce secteur.
- Au nord-est, la zone basse était constituée de parcelles en friches pâturées qui avaient été exploitées pour la culture du riz jusque dans les années 2000 (végétation plus pionnière). Les différentes parcelles avaient été nivelées et séparées par des digues et lévadons rectilignes entravant le fonctionnement hydrologique naturel.



**Figure 5 : Topographie générale de l'ensemble du site du Petit Badon**

Une prospection de terrain a été réalisée en été 2019 afin de caractériser sur l'ensemble du site les zones humides existantes (au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement). La topographie y est peu variée mais la totalité du site a été confirmée en zone humide, y compris les parties les plus hautes topographiquement.

Les milieux identifiés comme zone humide sur critère pédologique (à défaut de végétation caractéristique de zone humide) présentent tous un profil hydro-morphologique similaire sur les 80cm explorés. De fortes marques d'hydromorphie (horizon rédoxique) apparaissent dans les 10 premiers centimètres du sol et se prolongeant en s'intensifiant jusqu'à 80cm de profondeur où les carottages ont été stoppés. Ces profils impliquent une stagnation temporaire mais prolongée de l'eau dans le sol, dès les premiers centimètres ainsi qu'en profondeur où l'eau persiste plus longtemps.

Des sondages pédologiques ont été réalisés en 2017, ils ont permis de vérifier la présence d'un horizon à granulométrie fine pouvant retenir l'eau.

## 2.4 Etat initial de la biodiversité

Quatre passages de terrain ont ainsi permis d'appréhender l'intérêt écologique du site ; ils ont été réalisés en février 2017 (repérages techniques et expertise faune/flore), mars 2017 (faune/flore), juillet 2018 (test de mise en eau et inventaires faune) et août 2019 (flore/zones humides). Un suivi de la biodiversité avant travaux a été initié début 2020 (oiseaux, amphibiens, flore et végétation).

### 2.4.1 La flore

Avant travaux, le site du Petit Badon était schématiquement composé de quatre entités écologiques distinctes (Figure 6):



Figure 6 : Cartographie d'occupation des sols

- Une surface importante de **zones humides à végétation « naturelle à semi-naturelle »**. Il s'agit de parties basses, historiquement cultivées (parfois ponctuellement) et délaissées par l'agriculture depuis plusieurs décennies mais encore cloisonné par des canaux et lévadons. Le pâturage est le seul usage qui influence le développement de la végétation. On y retrouve une mosaïque de milieux déterminés par un temps d'inondation et une salinité plus ou moins importante. Citons la présence de deux habitats inscrits en annexe I de la directive « Habitat, faune, flore » sous le nom de : « Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) » (code 1410) et de « Fourrés halophiles méditerranéens » (code 1420-2). Les formations arborées riveraines des principaux fossés et autres terrains inondés correspondent à l'habitat d'intérêt communautaire : « Forêts-galeries à *Salix alba* et *Populus alba* » (code 92A0). Ces formations sont présentes en marge de la zone étudiée, notamment à l'est. On notera la présence de roselières, bien développées dans la partie ouest du site (clos des miraculées) où une importante station de Fougère des marais (*Thelypteris palustris*) a été trouvée ; c'est la seule station identifiée dans l'île de Camargue pour cette espèce bien connue des marais tourbeux de Crau. Cette roselière est cependant intensivement colonisée par une population de *Baccharis* dont la production très élevée de graines disséminées par le vent constitue une menace sérieuse sur le site. Ce complexe de milieux humides présente néanmoins un intérêt écologique

notable, par la diversité de la mosaïque des différents habitats naturels d'intérêt. Cette configuration confère au secteur une certaine hétérogénéité favorable à la présence de nombreuses espèces de flore et de faune. **Ces secteurs d'intérêt ont été conservés.**

- Des **Prairies pâturées**, qui ont succédé à l'arrêt récent de la céréaliculture, étaient présentes sur les parties les plus hautes du site. Ces milieux ne présentaient pas d'intérêt écologique majeur en comparaison avec les autres habitats de la zone d'étude. Ces étendues de végétation herbacée, constituaient très probablement un territoire d'alimentation, voire de reproduction pour la faune.
- **Des Friches à végétation hygrophile occupaient** les parties les plus basses du terrain, situées dans l'est de la zone d'étude. Le sol y était déjà temporairement inondé, laissant se développer quelques annuelles estivales et halophiles comme *Hordeum marinum*, *Polypogon maritimus*, *Salicornia sp.*, *Suaeda splendens*, *Frankenia pulverulenta* et *Spergularia sp.* Leur présence signale des remontées de sel importantes lors de l'assec estival.
- Des **fossés de drainage et les lévadons** qui leur sont associées délimitaient les anciennes parcelles agricoles et assuraient le drainage et le cloisonnement. On y retrouvait une végétation semblable aux pâtures, agrémentée d'espèces hygrophiles comme le Roseau commun *Phragmites australis*, localement abondant. Deux espèces exotiques envahissantes y ont également été observées, le Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) et le Faux indigo (*Amorpha fruticosa*).

**Ce sont les milieux de friches hygrophiles, prairies pâturées et fossés associés qui ont été concernés par le projet de restauration.**

Aucune espèce végétale menacée ou protégée n'était connue ni n'avait été observée récemment sur le site.

#### 2.4.2 La faune

Plusieurs espèces étaient connues localement d'après les sources bibliographiques consultées (notamment la base de donnée Obsnature-Camargue-Crau-Alpilles <https://obsnature-camargue.net/>). Ces données concernent essentiellement les vertébrés.

Concernant les oiseaux, il s'agit très majoritairement d'espèces utilisant le site comme territoire de chasse, notamment les friches et prairies dont celles concernées par le projet. Il s'agit par exemple du Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*<sup>\*\*1</sup>) ou du Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*<sup>\*\*</sup>). Ces espèces possèdent un large territoire de chasse et ne sont pas particulièrement liées à la zone de projet qui constitue une zone d'alimentation potentielle et occasionnelle. Il y avait par ailleurs quelques espèces d'oiseaux nicheurs sur la zone de projet. Il s'agit d'espèces communes sur ce type de milieu, à savoir quelques couples de Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), d'Alouette des champs (*Alauda arvensis*), de Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*), voire de Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*). Aux endroits où la couverture végétale était la plus éparse à cause des remontées de sel, un ou deux couples de

---

<sup>1</sup> \*\* Espèces de la Directive Oiseaux (Annexe 1)

Pipit rousseline (*Anthus campestris*) étaient également présents. Le Faucon hobereau a niché en 2019 dans un nid de corneille situé juste sous l'une des entrée nord du site

En ce qui concerne les reptiles, seule la Couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus*) a été observée sur la zone de projet. Plusieurs autres espèces de reptiles étaient connues localement et étaient considérées comme potentielles en transit ou en alimentation sur les parcelles du projet (Couleuvre à échelon *Zamenis scalaris*, Coronelle girondine *Coronella girondica*, Couleuvre vipérine *Natrix maura*, Couleuvre helvétique (anciennement Couleuvre à collier) *Natrix helvetica*, Orvet fragile, *Anguis fragilis*, Lézard des murailles *Podarcis muralis*, Lézard à deux raies *Lacerta bilineata*). La Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*<sup>2</sup>, espèce d'intérêt communautaire (DHFF) quant à elle, n'a jamais été observée au lieu du projet mais est présente, dans les marais existant situés au sud (marais du Védeau) et au nord (Clos des Cocardes).

Aucun amphibien n'était connu ni potentiel dans ces milieux salés et très temporairement inondés. Au lieu du projet, seul les fossés, ponctuellement en eau accueillent des amphibiens (grenouille verte *Pelophylax sp.*, Rainette méridionale *Hyla meridionalis*). Plusieurs espèces d'amphibiens sont présent dans les milieux naturels situés à proximité du site (Triton palmé *Lissotriton helveticus*, Pélodyte ponctué *Pelodytes punctatus*, Crapaud calamite *Epidalea calamita*).

En ce qui concerne les chiroptères, huit espèces étaient connues localement (Mas du Petit Badon situé à 500m au nord). Il s'agit du Petit Murin (*Myotis blythii*\*), de la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*), de la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), de la Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) de la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), de la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), du Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*\*) et de l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*).

### 3 La restauration du marais

#### 3.1 Actions de restauration

##### 3.1.1 Les travaux de remodelage topographique

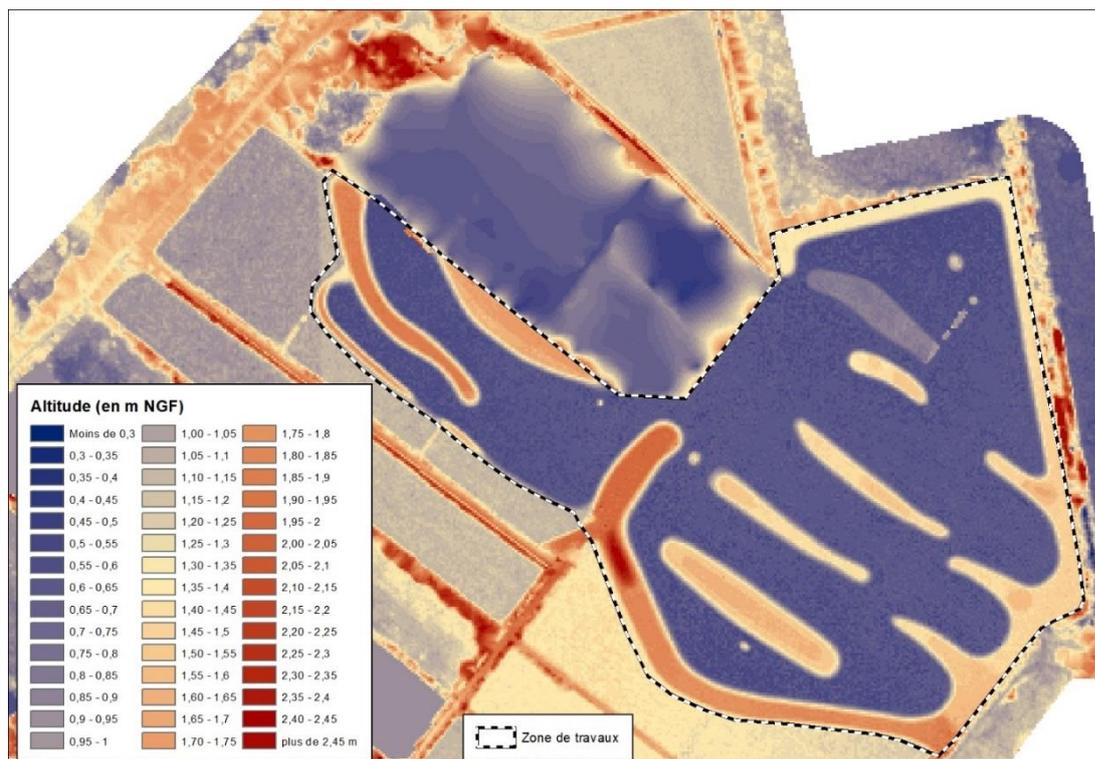
Le remodelage topographique du terrain a permis de réaliser une unité hydrologique d'un seul tenant (11.23 ha, Figure 7) à laquelle s'ajoute la parcelle mitoyenne au nord-ouest d'une superficie de 6.05 ha, soit une superficie en eau cumulée de 17.28 ha d'un seul tenant. Les ouvrages hydrauliques (fossés et digues) ont été supprimés, les parties les plus basses du terrain ont été légèrement sur-creusées et les matériaux excavés ont été utilisés pour la construction d'une digue de ceinture ainsi que pour la création de buttes et d'îlots. Les îlots de forme longitudinale créés en partie sur les anciennes digues sont pour partie dans l'axe du cheminement de l'ancien Rhône du Bras de Fer et permettent d'intégrer au mieux l'ancien

---

<sup>2</sup> \* Espèce de la Directive Habitat – Faune -Flore

contexte géomorphologique en mimant des bourrelets alluviaux qui devraient être historiquement présents. La superficie cumulée des digues et bourrelets est de 6.45ha. Les travaux pour remodeler le terrain ont été terminés en septembre 2020.

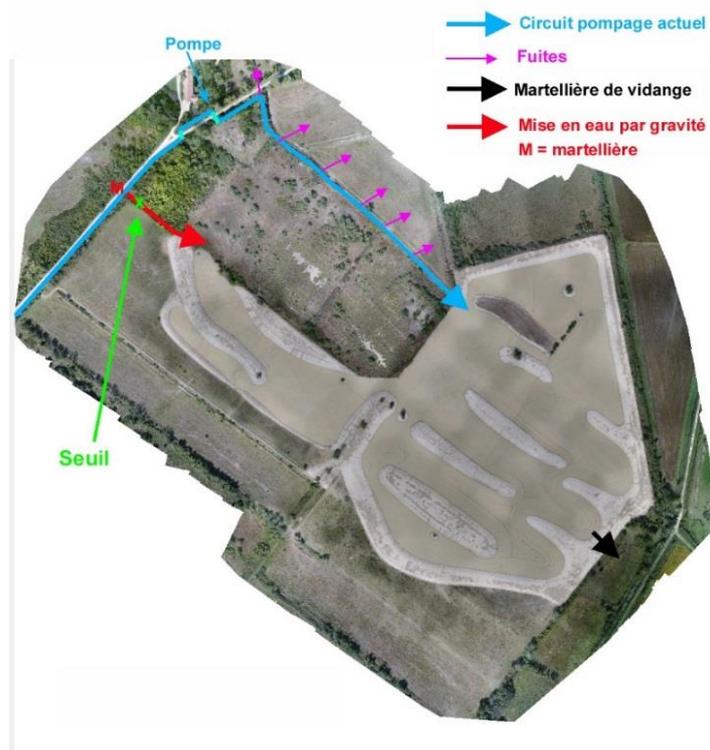
Le marais présente des conditions topographiques variées (Figure 7), qui devraient permettre la mise en place de communautés animales et végétales diversifiées, au plus proche d'un marais temporaire méditerranéen fonctionnel. Ce profil topographique est également plus proche de l'état historique du site (anciens bras du Rhône) et s'inscrit dans une logique générale de lutte contre la banalisation et l'uniformisation des espaces naturels.



**Figure 7. Topographie du marais après les travaux**

### 3.1.2 Les travaux hydrologiques

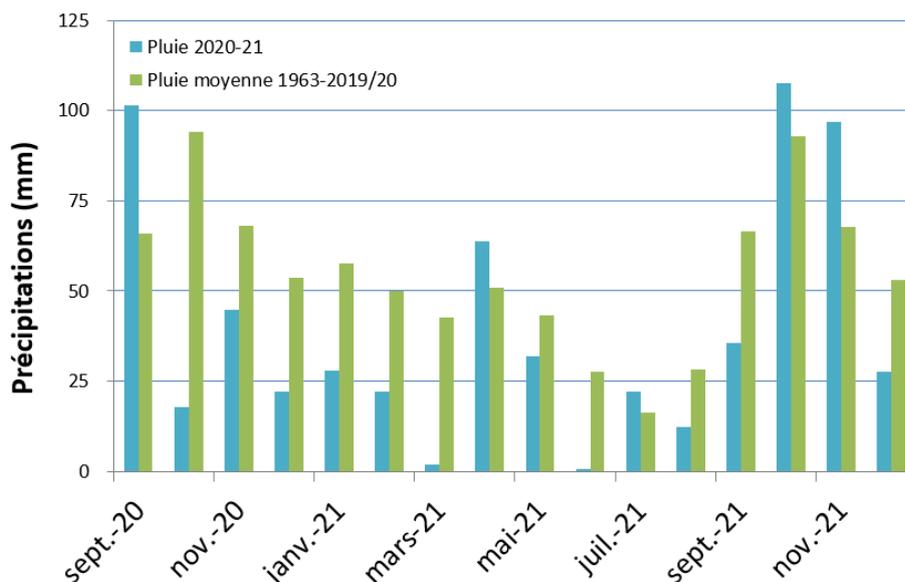
La gestion hydrologique visée simule des conditions de submersion naturelle avec des mises en eau automnales, assurées par pompage et par les précipitations généralement abondantes à cette période, et un assèchement estival. Le fonctionnement hydraulique du marais est donc basé sur les périodes qui concentrent généralement les précipitations en climat méditerranéen, avec un soutien des niveaux par pompage (Figure 8). Ce soutien reste limité par l'absence d'apports d'eau en période estivale, où l'évaporation est la plus forte. Une pompe située au niveau du mas de Petit Badon envoie l'eau jusqu'à un répartiteur qui permet de diriger l'eau jusqu'à un canal permettant les apports d'eau au marais.



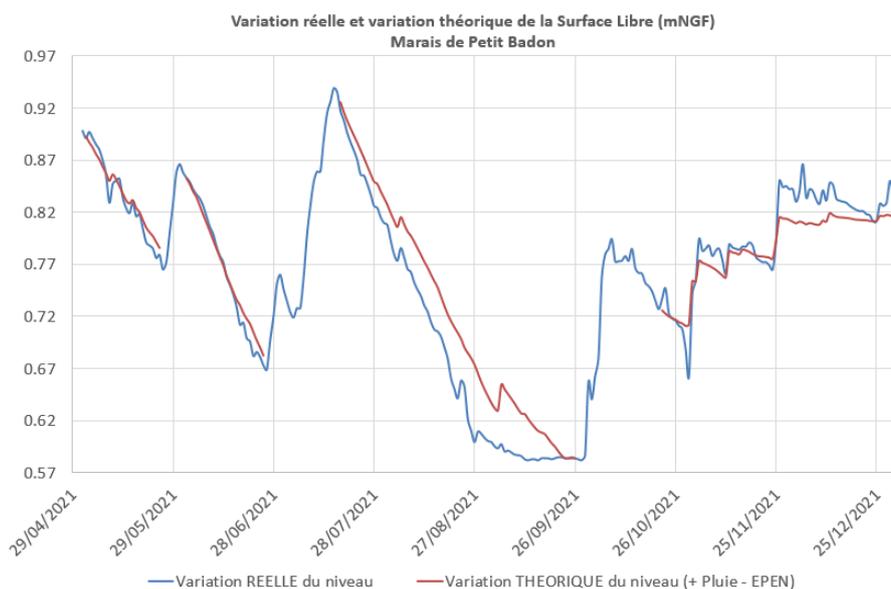
**Figure 8. Schéma du réseau d'irrigation par pompage (bleu), avec la localisation des fuites au nord-est, du canal d'amener d'eau gravitaire et de la martelière de vidange**

Les premiers mois après la fin des travaux de remodelage du marais ont été caractérisés par des difficultés dans le fonctionnement hydrologique du site. L'origine de ces difficultés résidait dans la combinaison d'un automne-hiver 2020-2021 avec un déficit hydro-climatique important (Figure 9), de la faible profondeur du marais qui le rend très sensible aux sécheresses prolongées et de la panne de la pompe destinée à apporter un complément d'eau. La pompe a été envoyée en révision et était fonctionnelle à partir du mois d'avril 2021.

L'assèchement rapide après la première mise en eau a fait craindre des pertes importantes par infiltration ce qui aurait nécessité des travaux correctifs importants. Le suivi hydrologique n'a pas mis en évidence de pertes significatives par infiltration qui auraient pu remettre en cause le fonctionnement attendu. Sans exclure la possibilité de légères infiltrations, les faibles écarts entre l'évolution des niveaux observés et théoriques (Figure 10) peuvent être expliqués par d'autres facteurs tels que l'impact du vent (bascule du plan d'eau lorsque le vent est fort) et diverses sources d'incertitudes relatives à la mesure des précipitations sur le site, à la mesure instrumentale de la superficie d'eau libre et au calcul de l'évapotranspiration de Penman).



**Figure 9. Cumuls mensuels de précipitations entre septembre 2020 et décembre 2021 (Station Météo France de la Tour du Valat)**



**Figure 10 : Variation réelle (mesurée) et théorique (attendue) de la surface libre, de la fin de la première mise en eau (Avril 2021) à fin décembre 2021. Les périodes pour lesquelles la variation théorique n'est pas représentée correspondent aux remises en eau artificielles**

Le débit élevé de la pompe au regard de la capacité du réseau d'irrigation a conduit en 2021 à des débordements importants des canaux (Figure 8). Les solutions identifiées pour résoudre ces problèmes sont de deux ordres :

- Installer une prise d'eau gravitaire avec un seuil sur le canal d'irrigation permettant des entrées d'eau dès que le niveau du canal dépasse celui du seuil.
- Le détournement des eaux de pompage vers une ancienne canalisation fermée devrait améliorer l'efficacité du pompage et éviter les risques de débordement (Figure 11).



**Figure 11. Schéma du projet de modification du circuit d'irrigation par pompage**

## 3.2 Suivi écologique du marais restauré

### 3.2.1 Suivi du fonctionnement hydrologique

Le suivi des niveaux d'eau a été réalisé par :

- L'observation et la mesure de la présence/absence et hauteur d'eau réalisée sur plus de 200 points à trois reprises entre Avril et Mai 2020, dans le cadre des relevés botaniques et hydrologiques,
- Le suivi par images satellites et calcul du Water in Wetlands (WIW) Index [1], permettant de visualiser les périodes et zones en eau à l'échelle du site. En addition à ces images, correspondant à des dates ponctuelles,
- Une sonde Orpheus Mini (OTT Hydromet) installée en novembre 2020 (Figure 12), permettant d'enregistrer les variations de Surface Libre (Figure 10) et de température de l'eau. Elle a été programmée pour enregistrer les variations de ces deux paramètres à un pas de temps horaire. En février 2022, une sonde CTD permettant de mesurer également la salinité (conductivité électrique) de l'eau a été installée en remplacement de la sonde Orpheus mini.



**Figure 12 : Localisation et photo de la sonde Orpheus Mini installée le 13 Novembre 2020**

Afin de faciliter la gestion de la nouvelle martelière au niveau de la prise d'eau gravitaire sur le canal du Japon, deux échelles ont été installées en Décembre 2021 : l'une dans le canal du Japon, l'autre dans le canal d'amenée d'eau (Figure 13). En février 2022, la sonde Orpheus Mini du marais a été déplacée dans le canal pour enregistrer finement ses fluctuations de niveau d'eau.



**Figure 13. Echelles de niveau de part et d'autre de la nouvelle martellière permettant une arrivée gravitaire (sur le canal du Japon (gauche) et dans le canal d'amenée d'eau au marais (droite))**

### 3.2.2 Suivi de la biodiversité

#### 3.2.2.1 La Flore

##### La végétation aquatique (en 2021)

Suite aux travaux et au nouveau régime hydrologique, plusieurs espèces aquatiques se sont développées, occupant rapidement de grandes surfaces, avec *Chara vulgaris* pour l'essentiel mais également *Chara braunii*, *Nitella hyalina* et *Najas gracillima*.



**Figure 14 : Herbière dominée par *Chara vulgaris* dans le nouveau marais de Petit Badon  
(Photo : Hugo Fontès 08/2021)**

Plusieurs héliophytes se sont également rapidement développées, avec essentiellement *Phragmites australis* et *Bolboschoenus maritimus*, mais également *Alisma lanceolatum*, *Typha gr. angustifolia*, *Scirpus mucronatus* et *Scirpus supinus*. Le développement de ces héliophytes reste limité par le pâturage équin en place. La végétation hygro-halophile (plantes terrestres) présente en 2020 a également eu l'occasion de s'exprimer en avril 2021 malgré les travaux et avant les premières mises en eau. Les secteurs de sansouïres et de prés salés au nord-ouest, non touchés par les travaux de terrassement, montrent des premiers signes de changements suite aux mises en eau, notamment un dépérissement des salicornes dans les secteurs topographiques les plus bas et donc les plus longuement inondés. On y note un appauvrissement général de la végétation terrestre et un fort développement de lentilles d'eau (notamment *Lemna gibba*) mais concentré sur une courte période (fin de printemps/début d'été). La végétation exprimée en 2021 correspond pour l'essentiel à celle des rizières, qui s'exprime probablement du fait d'une banque de graine encore persistante malgré l'arrêt prolongé des pratiques agricoles sur ces parcelles. L'apport d'eau douce par pompage est également susceptible d'apporter des propagules de plantes terrestres ou aquatiques.

Enfin, un certain nombre d'espèces exotiques ont été observées au niveau du marais : *Aster squamatus*, *Cyperus eragrostis*, *Cyperus difformis*, *Ludwigia peploides subsp. montevidensis*, *Heteranthera limosa*, *Heteranthera reniformis*, *Najas gracillima*.



**Figure 15 : *Heteranthera limosa* sur site (Photo : Hugo. Fontès 2021)**

Le développement très rapide d'une flore aquatique submergée est un excellent résultat d'un point de vue fonctionnel. Il a contribué à limiter celui d'algues et plantes nitrophiles même si des proliférations ont été ponctuellement notées avec notamment des lentilles d'eau (*Lemna gibba* en particulier) et des algues vertes (*Ulva intestinalis*). Le pâturage pendant la submersion a probablement favorisé ces développements de plantes nitrophiles par le dépôt de crottins. Ce pâturage est nécessaire pour prévenir l'installation d'une roselière ; il devrait permettre de contrôler les héliophytes et de maintenir le marais « ouvert » mais les modalités de ce pâturage devront être affinées pour réduire les risques d'eutrophisation. Les végétations de sansouïres devraient continuer à évoluer fortement dans les années à venir avec des submersions régulières.

Ces premiers résultats confirment qu'il ne sera pas nécessaire de transférer des plantes aquatiques pour le bon fonctionnement du marais ; néanmoins la quasi intégralité des espèces caractéristiques des marais à inondation temporaires, notamment patrimoniales, sont absentes et des essais de transfert de plantes supplémentaires pourront être envisagés pour surmonter les faibles probabilités de dispersion naturelle.



**Figure 16 : Développement de lentilles d'eau en juillet 2021**

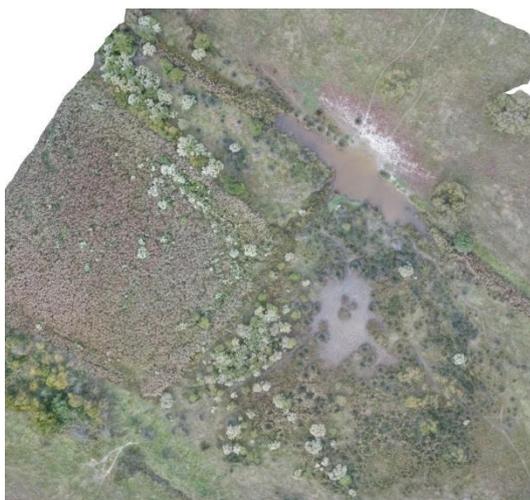
### **Les plantes exotiques envahissantes**

Les travaux de remodelage tels que réalisés sur le site offrent de larges opportunités d'installation pour les espèces exotiques, au moins tant qu'une végétation ne s'est pas installée avec un recouvrement suffisant. Plusieurs espèces de plantes exotiques envahissantes sont très présentes en Camargue et notamment sur le site de Petit Badon parmi lesquelles les plus problématiques sont :

- Des hydrophytes : les jussies (*Ludwigia peploides* et *L. grandiflora*) et les hétéranthères (*Heteranthera reniformis* et *H. limosa*),
- Une herbacée : l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*),
- Des arbustes : le Baccharis ou Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), le Faux-indigo (*Amorpha fruticosa*) et l'Olivier de Bohême (*Eleagnus angustifolia*)

Le *Baccharis* est le plus problématique avec la présence estimée de plusieurs milliers de pieds sur la propriété de Petit Badon (Figure 18).

**Les individus de cette station ont été arrachés à la pelle mécanique en décembre 2021**



**Figure 17 : Photo par drone d'une importante station de *Baccharis halimifolia* (taches claires) présente en marge de la « roselière des miraculés » (photo : Loïc Willm).**

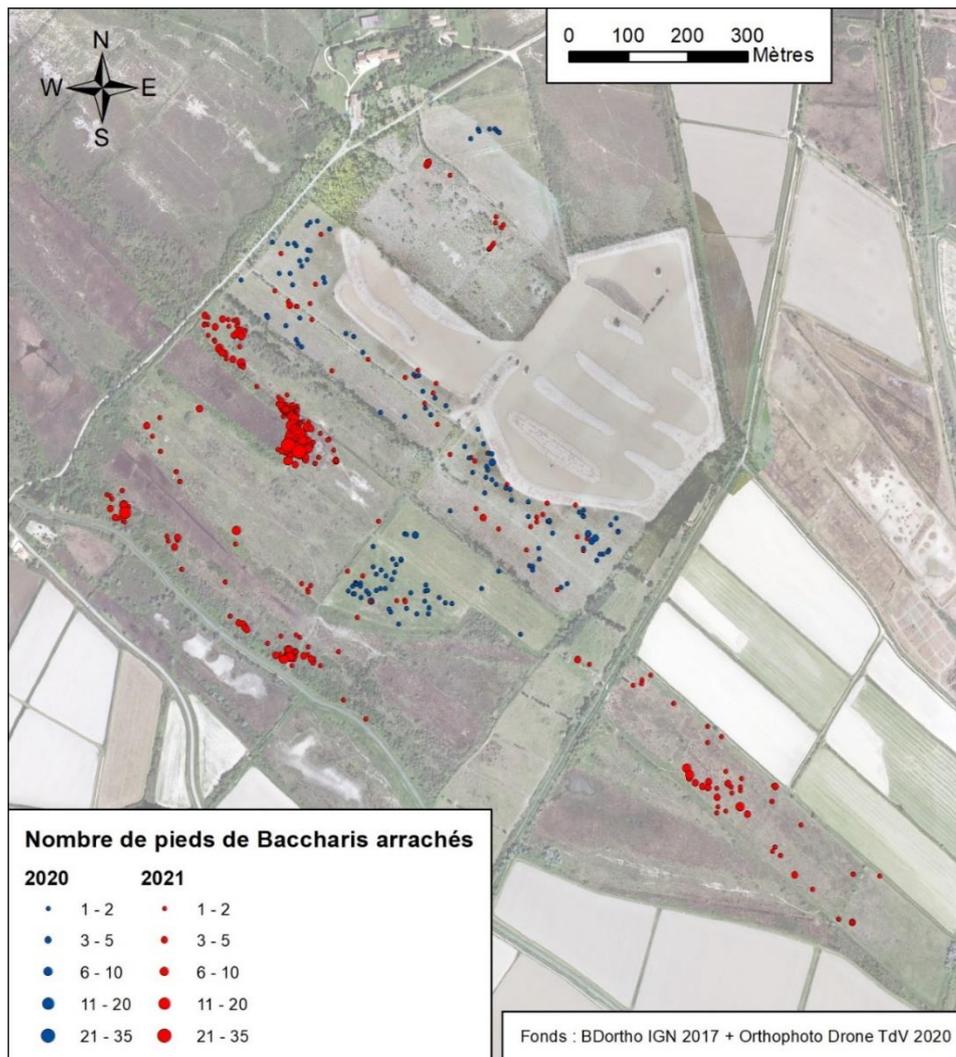
La stratégie générale adoptée pour la gestion des espèces exotiques envahissantes diffère entre les milieux aquatiques et terrestres.

- Dans les milieux aquatiques, l'assèchement estival est utilisé comme principal moyen de contrôle. Il est possible (voire probable) que cet assèchement n'empêche pas l'installation durable de la Jussie mais devrait au minimum empêcher sa dominance. En outre, des campagnes d'arrachage sont menées et, lorsque possible (stade très jeune de colonisation), les individus pionniers systématiquement arrachés à leur découverte.
- Dans les milieux terrestres les espèces envahissantes sont arrachées lors de campagnes dédiées. Lorsque les individus sont de taille modeste, l'arrachage se fait à la main (louchet). Une campagne d'arrachage avec des moyens lourds (pelle mécanique + broyeur forestier) a été mise en œuvre en décembre 2021 pour des spécimens plus imposants.

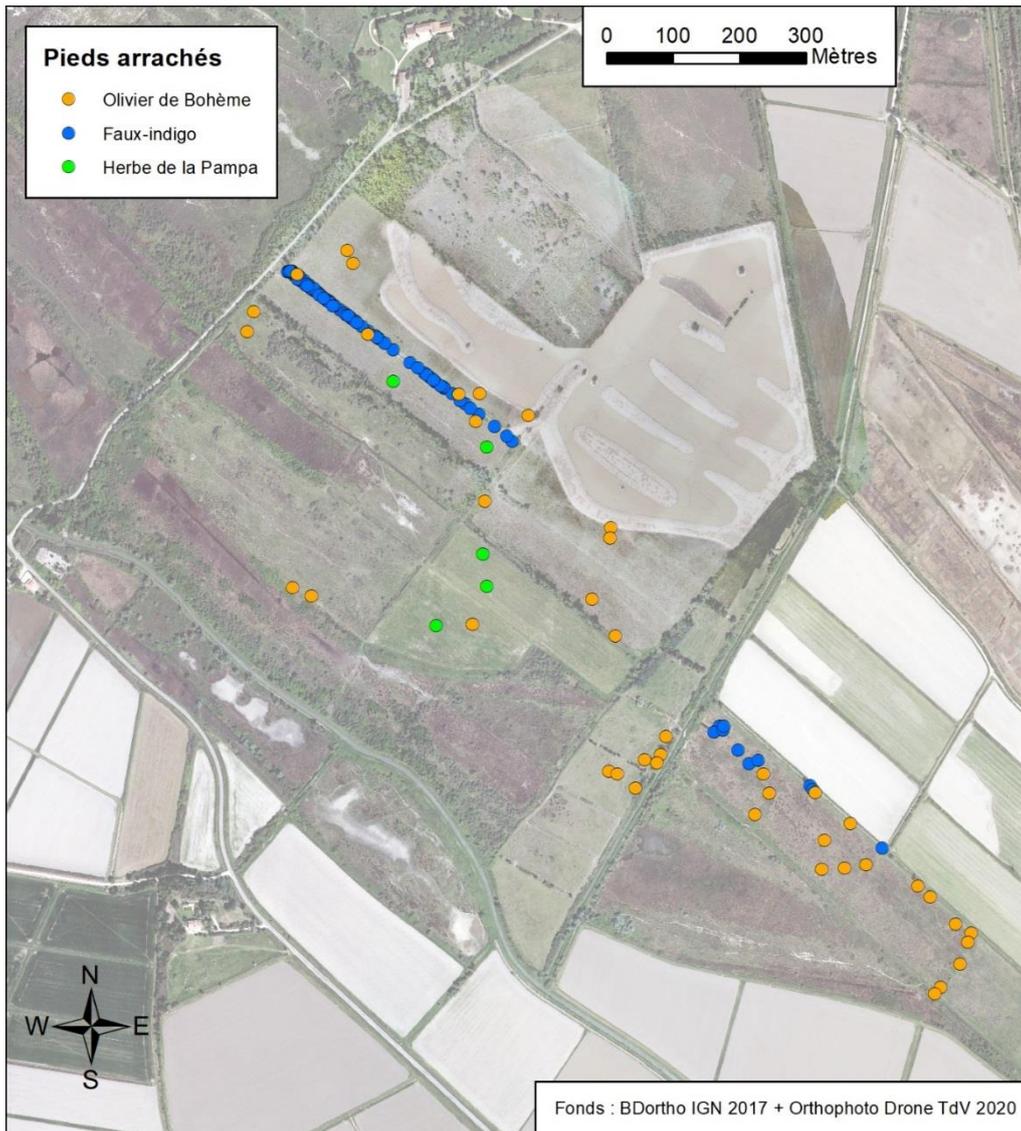
Depuis le début du projet, les campagnes de lutte ont permis l'arrachage de :

- 1392 Sénéçon en arbre,
- 5 massifs d'Herbe de la Pampa
- 50 Oliviers de Bohème
- 11 pieds et un linéaire de 350 mètres de Faux-indigo.

Les arrachages ont concerné des secteurs périphériques au marais recréé afin de limiter la présence de semenciers et des flux de graines résultant (Figures 18 et 19). Toutes les stations de plantes exotiques envahissantes sont bancarisées dans une base de données interne, ainsi que tous les individus arrachés.



**Figure 18. Localisation des individus de Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) arrachés en 2020 et 2021 autour du marais restauré**



**Figure 19. Localisation des individus d'Olivier de bohème, de Faux-indigo et d'Herbe de la pampa, arrachés en 2020 et 2021 autour du marais**

### 3.2.2.2 La Faune

#### Les amphibiens

Le peuplement d'amphibiens a été caractérisé en 2021 via deux méthodes qui seront répétées au cours des prochaines années de suivis :

- Le dénombrement nocturne des mâles chanteurs,
- L'échantillonnage des larves au troubleau.

La première année de suivi (2021) post-travaux a permis de détecter la présence de 3 espèces d'amphibiens reproducteurs dans le marais et de quantifier le nombre d'individus colonisateurs

:

- Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*) : 158 mâles chanteurs et 3 amplexus le 16 mai 2021
- Crapaud calamite (*Epidalea calamita*) : 2 mâles chanteurs le 16 mai et 4 juin
- Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*) : 5 individus contactés sur le transect le 16 mai et chants enregistrés le 4 juin

La reproduction d'au moins deux des espèces est avérée du fait de la présence de têtards de ces deux espèces lors de l'échantillonnage le 21 juin :

- 14 têtards d'*Hyla meridionalis* (0,19 têtard/1 coup troubleau)
- 4 têtards de *Pelophylax sp* (0,05 têtard/1 coup troubleau)

Les résultats de cette première année de suivi démontrent une forte capacité de recolonisation de ce groupe malgré une mise en eau très tardive du marais. On peut déplorer la présence d'une espèce invasive (Grenouille rieuse) qui est aujourd'hui bien implantée en Camargue.

### Les oiseaux

Le suivi des oiseaux nicheurs a été initié au printemps 2020 (« état zéro ») et s'est poursuivi en 2021 après la restauration du marais. Ce suivi est réalisé sur l'ensemble du site, au-delà du périmètre du marais restauré (voir section 4.2.5). Deux cortèges d'oiseaux ont été considérés, les oiseaux nicheurs et les oiseaux hivernants ou migrateurs.

En 2020, 20 espèces nicheuses ont été contactées sur le site en mai et 23 en juin sur les points d'écoute. En 2021, ce sont respectivement 24 et 25 espèces qui l'ont été sur les mêmes périodes. Quatre espèces qui avaient été notées en 2020 ne l'ont plus été l'année suivante. Il s'agit de l'Oedicnème criard *Burhinus oedicanus*, du Pic épeichette, *Dryobates minor*, la Corneille noire *Corvus corone* et de la Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus*. Des chutes d'effectifs ont été observées pour cinq espèces liées aux milieux terrestres : le Faisan de Colchide *Phasianus colchicus*, la Bouscarle de Cetti *Cettia cetti*, la Cisticole des joncs *Cisticola juncidis*, la Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla* et l'Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*.

Il est toutefois trop tôt pour tirer des conclusions quant à ces variations inter-annuelles et notamment distinguer les changements qui correspondent aux variations interannuelles de ceux résultant de la restauration du marais. Cependant, certains changements apparaissent significatifs, ainsi, toutes les espèces terrestres (au nombre de huit) ont disparu en 2021 de la zone centrale du marais restauré. Inversement, trois espèces aquatiques sont apparues sur le marais en 2021 dont le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, la Gallinule poule-d'eau *Gallinula chloropus* et l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* qui s'est reproduite sur les îlots aménagés (13 couples dont 12 avec succès).

Le nombre d'espèces aquatiques non nicheuses était plus important en 2021 qu'en 2020 avec notamment l'apparition des espèces suivantes : Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*, Flamant rose *Phoenicopterus roseus* (plus de 1000 individus en été), Foulque macroule *Fulica atra*, Echasse blanche, Vanneau huppé *Vanellus vanellus*, Chevalier aboyeur *Tringa nebularia*, Chevalier sylvain *Tringa glareola*, Chevalier guignette *Actitis hypoleucos*. Plusieurs autres espèces d'oiseaux d'eau ont été observées en 2021 hors protocole de suivi, notamment des anatidés (Canard colvert *Anas platyrhynchos*, Sarcelle d'été *Spatula querquedula*, Canard

souchet *Spatula clypeata*), des limicoles (Bécassine des marais *Gallinago gallinago*, Chevalier guignette *Actitis hypoleucos*, Chevalier culblanc *Tringa ochropus*, Chevalier sylvain *Tringa glareola*, Chevalier arlequin *Tringa erythropus*, Chevalier aboyeur *Tringa nebularia*), des Ardéidés (Crabier chevelu *Ardeola ralloides*) et des Laridae (Sterne naine *Sternula albifrons*, Guifette moustac *Chlidonias hybrida*) et des Grue cendrée *Grus grus*).

### 3.3 Synthèse : enjeux de conservation

L'analyse réalisée avant les travaux a montré des enjeux et responsabilités de conservation de la biodiversité très limités dans un contexte post-cultural, mais avec un fort potentiel avec le projet de restauration d'un marais temporaire méditerranéen. La première année de mise en eau du marais a montré une dynamique rapide vers l'objectif assigné : la recréation d'un marais temporaire à inondation automnale à printanière et assèchement estival. La forte dynamique des herbiers submergés a bénéficié des banques de graines résultant d'un passé rizicole avec essentiellement des espèces banales rencontrées comme « mauvaises herbes » dans les rizières. Ces espèces permettent déjà un bon fonctionnement écologique avec une végétation capable de limiter les risques de proliférations d'algues comme cela peut être le cas dans des contextes post-agricoles riches en nutriments et en l'absence d'une banque de graine/propagule conséquente de plantes aquatiques. Dans ce contexte, les espèces végétales à enjeu sont susceptibles d'arriver par dispersion naturelle, mais des transfert de graines visant certaines espèces ou une communauté particulière de plantes (Muller, 2013) pourraient être nécessaires pour permettre, ou accélérer leur installation.

Les invertébrés ne font pas partie des suivis mis en place mais il est évident que c'est un groupe qui va bénéficier de la restauration du marais, au moins pour les odonates très visibles sur le site mais également de nombreux autres groupes d'invertébrés.

De la même façon, les chiroptères pourraient bénéficier de cette restauration et relever d'importants enjeux. En effet, huit espèces remarquables ont pu être observées dans le secteur avant la restauration du marais pour ce cortège bénéficiant d'un Plan national d'Action. Des enjeux qui devraient augmenter avec la restauration du marais ; les zones humides représentant des milieux fortement investis par les chiroptères notamment pour la chasse et le gîte. Il semble donc pertinent de pouvoir étudier ce cortège pour permettre

- D'amender les connaissances générales de ces espèces à enjeux et les actions de conservation en lien (Tapiero, 2017, Dentz *et al.*, 2018)
- De définir les enjeux du site pour ce cortège (pouvant servir au futur plan de gestion)
- De suivre et d'étudier l'utilisation des chauves-souris dans le temps et l'espace d'un marais restauré en comparaison d'écosystèmes de référence. En effet, même si la bibliographie démontre la fonctionnalité des zones humides pour ce cortège et l'impact positif que la restauration d'une zone humide peut avoir la première année, peu d'études permettent d'avoir un recul sur les effets induits dans le temps et l'espace en fonction de la trajectoire écologique de la zone humide restaurée et de son contexte paysager (Li *et al.*, 2021)
- Intégrer la réflexion précédente dans un contexte d'études de la trame turquoise de l'ancien bras de fer du Rhône pour assurer la meilleure compréhension du système pour ce cortège fortement dépendant des continuités écologiques et cibler d'éventuelles actions de restauration complémentaires

Les amphibiens ont dès la première année colonisé le site avec trois espèces (Rainette méridionale, Crapaud calamite et Grenouille rieuse), cette dernière étant invasive. Le potentiel de colonisation d'espèces supplémentaires est important pour les espèces suivantes : le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), la Grenouille de Pérez (*Pelophylax perezii*) et la Grenouille de Graf (*Pelophylax kl. grafi*) présentes à proximité du site. La Cistude d'Europe est également une espèce susceptible de coloniser le marais à partir de ses populations proches (moins d'un kilomètre) et connectées avec le site par les émissaires du Canal du Japon. C'est également le cas pour les Couleuvre vipérine et helvétique, espèces d'ophidiens semi-aquatiques.

Les changements dans les peuplements d'oiseaux occupant le site sont limités pour les passereaux nicheurs. Parmi les autres espèces, le changement le plus spectaculaire est la reproduction de 13 couples nicheurs d'Echasse blanche. Le site a été utilisé également pour s'alimenter par de nombreuses autres espèces d'oiseaux d'eau parfois avec des effectifs très importants. Les peuplements d'oiseaux nicheurs, migrateurs ou hivernants devrait évoluer avec la complexification de la structure de la végétation dans les prochaines années.

L'écosystème paraît donc sur une trajectoire favorable d'évolution avec cependant quelques menaces ou points d'attention dans la gestion (présentés plus loin dans les orientations de gestion).

- Les espèces exotiques envahissantes exercent une forte pression sur le marais et sa périphérie.
- Le pâturage est un outil de gestion de la végétation des zones humides pour atteindre l'objectif d'un marais temporaire « ouvert », favorable à une riche biodiversité. Il peut cependant induire des problèmes de gestion, notamment dans les premiers stades de la restauration d'une zone humide, lorsque la végétation n'est pas bien établie (proliférations d'algues notamment).

## 4 Gestion de la zone humide restaurée

### 4.1 Objectifs de gestion

#### - **Objectifs à long terme**

L'objectif général du projet est de reconstituer des marais temporaires à l'emplacement de l'ancien Bras de Fer avec un fonctionnement le plus naturel possible, économe en eau et en énergie et favorable à une augmentation de la biodiversité et de la valeur patrimoniale du site.

Le fonctionnement hydrologique visera à simuler les conditions naturelles d'inondation, c'est-à-dire une mise en eau automnale et un assèchement au printemps ou début d'été. L'alimentation passive du marais par le Rhône étant rendue impossible par les aménagements de la Camargue, un appoint d'eau sera fourni par des apports par le canal d'irrigation pendant les périodes automnales et printanières pour assurer une mise en eau suffisante. Un assèchement annuel prononcé sera cependant maintenu en été pour simuler les conditions naturelles, limiter la consommation d'eau, notamment en période de tension sur les ressources, et d'énergie et limiter les risques de prolifération d'espèces exotiques.

#### - **Objectifs opérationnels**

Les objectifs opérationnels de la gestion du marais et de l'ensemble du site sont les suivants :

- Maintenir un marais ouvert représentatif des marais temporaires de Camargue et de leur biodiversité,
- Analyser la trajectoire de l'écosystème et apporter des corrections sur les aménagements et la gestion si nécessaire,
- Reconstituer des habitats favorables pour la biodiversité (flore, oiseaux d'eau, odonates, amphibiens, reptiles aquatiques, ...)
- Réduire la pression des espèces exotiques envahissantes sur le site (actuellement essentiellement des plantes)
- Mesurer la distance entre les communautés de plantes du marais restauré avec un échantillon de marais de référence et si nécessaire faciliter l'installation d'espèces (notamment par transfert de banques de graines) d'espèces clés ou espèces patrimoniales manquantes,
- Si nécessaire, favoriser l'installation et le maintien d'espèces de faune patrimoniale caractéristiques des marais temporaires de Camargue.
- Disposer d'un terrain de démonstration pour la restauration des zones humides à des fins pédagogiques et scientifiques

## 4.2 Action principale : le suivi écologique du marais restauré

Le programme de suivi écologique a deux objectifs principaux (1) l'évaluation du processus de restauration et de la trajectoire d'évolution de l'écosystème et (2) l'évaluation des conséquences pour le fonctionnement hydrologique et la biodiversité. Ces informations permettront également de faire connaître les résultats de cette opération et transférer l'expertise vers les gestionnaires et les décideurs en s'appuyant sur le cas du marais du Petit-Badon.

Le suivi est actuellement financé jusqu'à fin 2022, soit deux années après la restauration du marais. Il serait nécessaire de maintenir une pression de suivi similaire pendant au moins encore trois ans mais de préférence huit ans. Cette prolongation est justifiée par la dynamique temporelle des écosystèmes en restauration et par les ajustements apportés à la gestion hydraulique du site et le cas échéant par des ajustements sur les communautés végétales.

### Trajectoire de restauration

Le principe du projet est de faire les travaux de terrassement indispensables et de laisser les processus naturels de colonisation des espèces se mettre en œuvre, tout en assurant une gestion hydrologique de type méditerranéenne. Cette option est justifiée par la mobilité des espèces, par l'environnement et l'histoire du site, au cœur d'une zone humide. Néanmoins, l'évolution de la situation sur le terrain pourrait ne pas être conforme aux attentes pour différentes raisons, par exemple des travaux imparfaitement conçus ou mis en œuvre, l'absence de colonisation des espèces souhaitées, la colonisation d'espèces exotiques envahissantes, etc. De ce fait des travaux correctifs pourraient s'avérer nécessaires pour remettre l'écosystème sur la trajectoire d'évolution souhaitée. Un suivi permettra d'identifier plus rapidement d'éventuels dysfonctionnements et d'y remédier rapidement et efficacement et d'évaluer la distance entre les communautés végétales du marais restauré et celles d'écosystèmes de référence.

#### 4.2.1 Hydrologie

Le suivi du fonctionnement hydrologique est réalisé au moyen d'une sonde d'enregistrement (Orpheus) de Niveau et Température de l'eau qui a été installée le 13 Novembre 2020. Elle a été programmée pour enregistrer les variations de ces deux paramètres à un pas de temps horaire. La conductivité électrique de l'eau est mesurée tous les mois environ lorsque les données de la sonde sont lues et enregistrées sur ordinateur. L'équipement a été complété en 2022 :

- En déplaçant la sonde Orpheus sur le canal du Japon afin d'enregistrer en continu son niveau
- En remplaçant dans le marais la sonde Orpheus par une sonde CTD qui permettra de mesurer également la salinité (conductivité électrique)

Un suivi des superficie en eau peut être réalisé a posteriori par l'utilisation images satellites et le calcul du [\*Water in Wetlands \(WIW\) Index\*](#).<sup>3</sup>

Les données floristiques (voir plus bas) permettent de calculer l'indicateur RhôMéO du fonctionnement hydrologique « I02 : indice floristique d'engorgement ».

#### 4.2.2 Qualité chimique du sol

Tout comme le fonctionnement hydrologique, la qualité chimique du sol, et notamment son niveau trophique (matières organiques, phosphore, azote notamment) est un élément déterminant pour expliquer la mise en place des communautés végétales et animales suite à des travaux de restauration. Des analyses physico-chimiques du sol ont été réalisées à l'issue des travaux sur un échantillon composite constitué de 5 points répartis sur l'ensemble de la zone creusée. Ces analyses seront réitérées afin d'évaluer un éventuel changement. Ces suivis feront intervenir les indicateurs RhôMéO suivants :

- I02 : indice floristique d'engorgement (voir aussi section suivante)
- I06 : indice floristique de fertilité du sol (basé sur les relevés de végétation)
- I07 : vulnérabilité à l'eutrophisation – phosphore (basé sur les analyses de sol)

#### 4.2.3 Flore et végétation

La végétation dans le marais est suivie le long de 15 transects (Figure 20) :

- Trois grands transects positionnés au sein du secteur concerné par les travaux de remaniement topographiques ;
- Trois transects positionnés sur chacune de quatre petites parcelles, occupées par une végétation de sansouïre et de prés salés, qui n'ont pas été directement concernées par les travaux mais connectés hydrologiquement au reste du nouveau marais.

Pour chacun de ces transects, des relevés de végétation ont été réalisés à intervalle régulier : tous les 15m pour les trois transects les plus longs (secteur concerné par les travaux) et tous les 10m pour les autres transects, plus courts.

Chaque relevé consiste en un inventaire le plus exhaustif possible de la flore au sein d'un quadrat de 30 x 30cm. Un sous-découpage en neuf cellules (de 10x10cm) du quadrat permet de relever la fréquence de chaque espèce (1 à 9). Des données environnementales sont également collectées pour chaque relevé :

- Fréquences (de 0 à 9) en plantes terrestres, héliophytes, macrophytes, macro algues, algues filamenteuses, sol nu, matière organique (= « litière ») en plantes terrestres et héliophytes et en matière organique aquatique issue de plantes aquatiques.

---

<sup>3</sup> Calculer la superficie mise en eau par pompage pour déclaration à l'ASA du Japon pour la redevance.

- Profondeur de la colonne d'eau



**Figure 20. Positionnement des transects pour le suivi de la végétation**

La salinité est également relevée dans chaque pièce d'eau et à chaque date de suivi.

Ce suivi permet le calcul des indicateurs RhôMéO :

- I02 : indice floristique d'engorgement
- I08 : indice de qualité floristique
- I06 : indice floristique de fertilité du sol

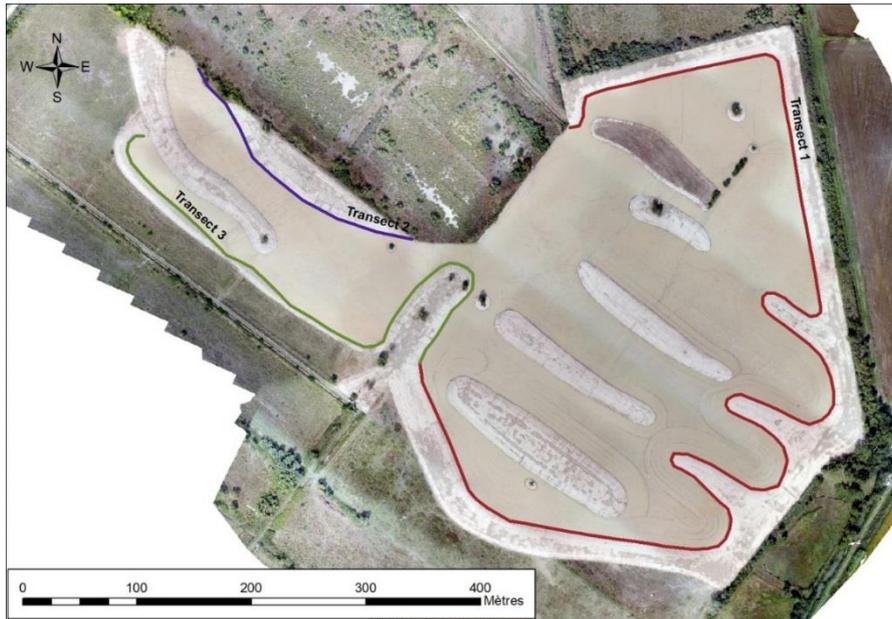
#### 4.2.4 Amphibiens

Les amphibiens sont recherchés en automne et au printemps par des dénombrements nocturnes des mâles chanteurs et au printemps par dénombrement des larves au troubleau.

Le dénombrement des mâles chanteurs est réalisé de nuit en hiver-printemps le long d'un transect longeant la majeure partie des berges du marais (Figure 21a). Des enregistrements des grenouilles vertes (groupe complexe) sont réalisés pour détermination à l'espèce.

La densité des larves est obtenue à la fin du printemps (21 juin 2021) le long de 5 transects répartis en périphérie du marais restauré (Figure Amphibiens-21b). Le long de chaque transect 15 coups de troubleaux sont effectués (total : 75) et les larves dénombrées par espèce pour chaque échantillon.

Ce suivi fait intervenir l'indicateur RhôMéO « I11 : intégrité du peuplement d'amphibiens ».



**Figure 21. Emplacement des transects de dénombrements des amphibiens dans le marais restauré du Petit Badon ;  
 a) Transect de dénombrement nocturne des adultes ;  
 b) Transect de dénombrement des larves (cartographie : Loïc Willm)**

#### 4.2.5 Oiseaux

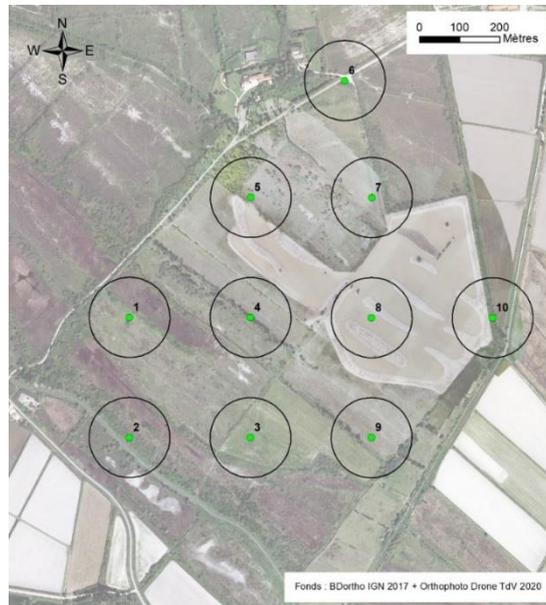
Deux cortèges d'oiseaux ont été considérés, les oiseaux nicheurs et les oiseaux hivernants.

##### Recensement des oiseaux nicheurs

Le protocole de suivi est très largement inspiré de la méthode STOC EPS mis en place par le réseau Réserve Naturelles de France. Des points d'écoute ont été choisis selon un maillage systématique, dans une logique de représentativité des milieux en tenant compte des

contraintes d'accessibilité aux sites suivis (Figure 22). Pour réaliser ces suivis, chaque point d'écoute est inventorié deux fois au printemps (entre le 20 et avril et le 10 mai puis entre le 20 mai et le 10 juin) en favorisant des jours où le vent est absent ou faible.

Chaque point d'écoute dure 5 mn. Les oiseaux contactés en chemin lors des trajets sont également notés. Tous les types de contacts (chant, couple, etc.) sont relevés. D'autres indications comme les conditions météorologiques sont prises.



**Figure 22. Positions des points d'écoute et zone tampon de 100 m autour de chaque point**

A l'issue des parcours, chaque contact est reporté sur photographie aérienne.

#### Recensement des oiseaux d'eau et des rapaces

Le dénombrement des oiseaux d'eau et des rapaces consiste à faire le tour du marais à pied une fois par mois de septembre à mars, autour du 15 de chaque mois, et de noter tous les oiseaux présents sur le marais.

#### 4.2.6 La gestion des données

L'ensemble des données des suivis sont numérisées et stockées annuellement dans un dossier commun contenant également les méta-données. Les données sur la flore seront intégrées dans la base de données SILENE et transférées depuis SILENE vers les bases de données nationales (INPN). De même les données de suivi de la faune sont enregistrées dans la base de donnée <https://obsnature-camargue.net/>, puis transférées annuellement vers SILENE-Faune et celle de l'INPN.

### 4.3 Actions de gestion adaptatives et complémentaires

L'action principale de suivi écologique du marais développée dans la partie ci-dessus permet de suivre les enjeux de conservation et la trajectoire écologique de ce marais restauré, mais repose également sur le fait de pouvoir mettre en place des actions de gestion adaptatives en complémentarité.

#### 4.3.1 Gestion hydrologique

##### 4.3.1.1 *Mise en place d'une gestion hydrologique active et adaptative*

La gestion de l'eau est le premier facteur qui détermine la structure de la végétation et le fonctionnement d'une zone humide. L'écosystème visé, le marais temporaire caractéristique des zones humides camarguaises, suppose un assèchement long, de la fin du printemps à l'automne. L'assèchement estival long a plusieurs avantages en termes de fonctionnement et de gestion : il limite la capacité des plantes exotiques envahissantes de coloniser le marais, il est économe en eau et limite les besoins de pompage, il réduit très fortement les émissions de gaz à effet de serre et limite également les proliférations de moustiques. L'assèchement a cependant des inconvénients pour certains groupes d'espèces, notamment pour la reproduction des amphibiens, des odonates et des oiseaux d'eau. Les capacités de pompage permettent de compléter les niveaux d'eau lorsque nécessaire et de mettre en place des compromis entre plusieurs objectifs de conservation de la biodiversité.

Pour les plantes exotiques envahissantes, la durée et l'intensité de l'assèchement sont plus importantes que le calendrier précis de l'assèchement. Pour les oiseaux d'eau, les odonates et les amphibiens, la date d'assèchement est un facteur déterminant dans le succès de reproduction et la durée et l'intensité de l'assèchement a ensuite peu d'influence sur leurs populations.

En termes de fonctionnement hydrologique, le bilan « pluie – évapotranspiration » est en moyenne positif d'octobre à mars et négatif de mai à août, les mois d'avril et de septembre étant des périodes de transition. Les variations interannuelles sur les quantités et calendriers des pluies sont cependant très fortes et le marais peu résilient à des périodes de sécheresse prolongées du fait de sa faible profondeur. Les capacités de pompage permettent de compléter les niveaux d'eau en période de sécheresse prolongée.

Un compromis « idéal » entre les différents objectifs et les contraintes serait un assèchement progressif à partir de fin juin et complet à la mi-juillet. La mise en eau à l'automne pourrait être repoussée à octobre si les pluies ne sont pas plus précoces mais en pratique la mise en chômage du canal du Japon à partir de fin- septembre limite fortement les capacités de remplir le marais en absence de pluie après cette date. Il convient donc chaque année de vérifier auprès de l'ASA la date de mise en chômage du canal et d'assurer une mise en eau en fonction.

Lorsque la mise en eau a débuté en automne, il est préférable de maintenir le marais en eau jusqu'au printemps suivant (dans la limite des possibilités techniques).

En cas d'assec hivernal, la mise en eau pourra être prolongé jusqu'à fin juillet afin de permettre aux espèces animales et végétales d'accomplir un cycle biologique complet.

En termes techniques, l'utilisation de la conduite fermée (tube) permet de sensiblement augmenter l'efficacité du pompage en limitant les pertes d'eau. L'ajout d'un seuil sur le canal d'amener passive de l'eau permet également de limiter les besoins d'apports complémentaires par pompage mais de manière limitée.

En complément, une présence sur site est nécessaire pour permettre une gestion adaptative, évoluant éventuellement en fonction des résultats constatés (ex : suivi des hauteurs d'eau sur le terrain durant les périodes de pompage).

Dans un but d'amélioration et d'adaptation aux changements climatiques, une modélisation du fonctionnement du marais permettant de tester des scénarii de pompage pourrait être envisagée en s'appuyant sur les données produites par les suivis et l'utilisation d'un outil de modélisation interactif, tel que Mar-O-Sel (développé par la Tour du Valat).

#### 4.3.1.2 Travaux supplémentaires réalisés en 2022

La gestion de l'eau peut être facilitée et améliorée par des compléments d'aménagement.

- **Installation d'un seuil de surverse sur le canal d'amener gravitaire de l'eau à partir du Canal du Japon.**

Ce seuil de surverse (en vert sur la Figure 23 ci-dessous) permet une entrée gravitaire de l'eau à partir du canal du Japon sans permettre la sortie d'eau du marais vers le canal, et sans nécessiter de manipulation de martellière.

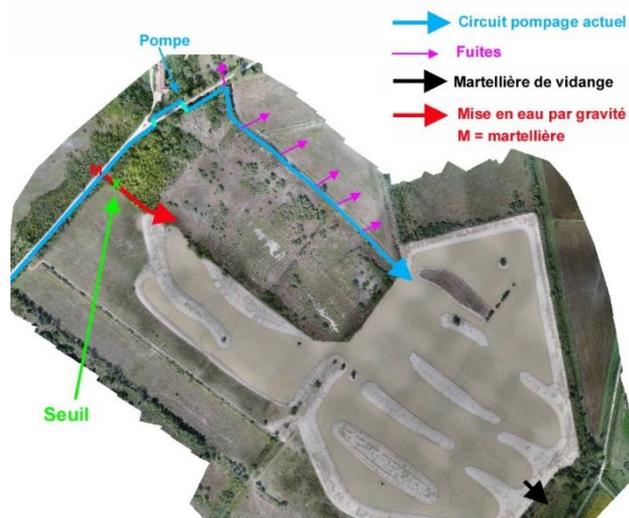


Figure 23. Localisation du seuil à installer sur le canal d'amener gravitaire de l'eau

La cote de ce seuil a été calculée à 0.80m NGF comme le meilleur compromis entre la fréquence des entrées d'eau et le niveau maximum d'eau dans le marais. La hauteur de ce

seuil peut être ajustée en fonction des résultats observés et des enregistrements en continu des niveaux d'eau dans le canal. Pour cela, il est constitué de planches superposées. Néanmoins, son efficacité reste limitée par le niveau d'eau du canal du Japon, souvent plus bas au période ciblée. Le creusement d'un petit canal d'amener d'eau vers le marais (Figure 8) a été mis en place durant l'automne 2021 et le seuil quant à lui a été réalisé en 2022.

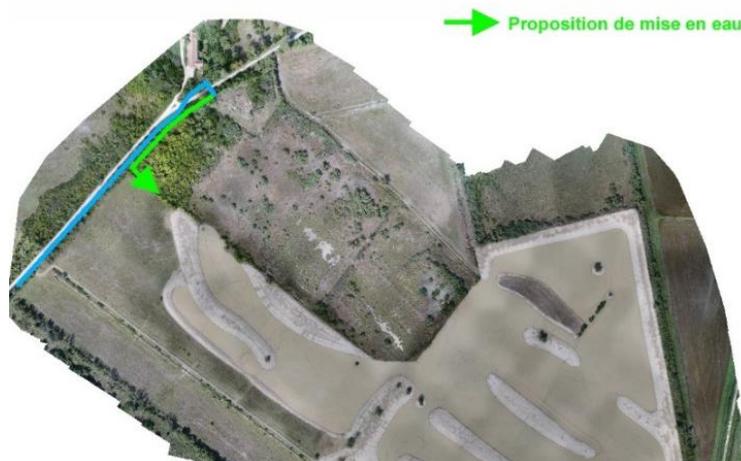
- **Installation d'une sonde de niveau (Orpheus) sur le canal du Japon et une sonde CTD sur le marais**

Cette sonde permet de calculer les volumes entrants par la surverse et ajuster éventuellement le niveau de la surverse.

Pratiquement, une sonde CTD a été mise dans le marais à la place de la sonde (Orpheus) en place, permettant la mesure des niveaux et de la conductivité électrique de l'eau dans le marais, et la sonde remplacée a donc été transférée dans le canal.

- **Connection de la pompe au tuyau existant pour améliorer la conduite de l'eau dans le marais**

De nombreuses pertes d'eau par des fuites et débordements ont été constatées avec les premiers pompages réalisées via l'acheminement décrit dans la Figure 23 ci-dessus. Le raccordement du système de pompage à un tuyau existant, situé en bordure du canal du Japon (Figure 24 ci-dessous) permet d'envoyer directement l'eau dans le marais, sans passer par le canal situé plus à l'Est qui est sous dimensionné et implique des pertes d'eau.



**Figure 24. Modification du cheminement de l'apport d'eau par pompage**

Pour ce faire, il a fallu construire un cuvon à l'extrémité aval du tuyau et installer un tuyau de sortie d'eau de diamètre adapté au débit de la pompe. Ce tuyau de sortie est renvoyé dans le canal de surverse du canal du Japon (au-delà du seuil), dans un espace bétonné pour éviter l'érosion du sol par le débit de l'eau (Figure 25).



Figure 25 : Nouvelle arrivée d'eau et seuil à planches réalisées en 2022

#### 4.3.1.3 Travaux complémentaires à mener

- **Mise en place d'échelles limnimétriques permanentes**

En décembre 2021, deux échelles en bois ont été installées: l'une dans le canal du Japon, l'autre dans le canal d'amenée d'eau (Figure 13). Or la visibilité sur celle-ci devient difficile.

Dans un but d'amélioration, 3 échelles limnimétriques permanentes en métal ou émail devraient être installées: l'une au centre du canal du Japon, une après le canal d'arrivée d'eau en début de marais et une autre à l'Est du marais au même niveau que la sonde CTD.

- **Amélioration du système de pompage**

Le fonctionnement hydrologique du marais restauré dépendant en grande partie des apports d'eau par pompage, il semble pertinent de pouvoir développer dans les années à venir une réflexion et des actions permettant d'améliorer le système de pompage vis-à-vis des contraintes locales et limiter les impacts, tel que : un plan prévisionnel de pompage, la mise en place d'installation permettant de limiter les impacts sonores, des perspectives d'alimentation du pompage via des énergies renouvelables...

## 4.4 Gestion en faveur de la biodiversité

### 4.4.1 Gestion du pâturage

#### 4.4.1.1 Orientations générales

Le pâturage est un outil de gestion de la végétation des zones humides. En 2021, le marais et sa périphérie était pâturée par une manade de 18 chevaux en libre pâture sur environ 75 ha qui ont passé l'essentiel de leur temps au printemps et début d'été dans le marais lorsqu'il était en eau. Le pâturage des plantes héliophytes (roseau, scirpes, ...) est nécessaire pour atteindre l'objectif d'un marais temporaire « ouvert », favorable aux macrophytes aquatiques, dont bon nombre d'espèces sont typiques des marais temporaires méditerranéens et également favorables à l'alimentation d'une partie de l'avifaune. En absence de pâturage le marais se transformerait rapidement en roselière, avec des résultats différents en termes de biodiversité et paysagers (mais pas nécessairement moins intéressants).

Si le pâturage est nécessaire pour limiter la hauteur et le recouvrement des héliophytes, il peut induire des problèmes de gestion, notamment dans les premiers stades de la restauration d'une zone humide, lorsque la végétation n'est pas bien établie. Les proliférations d'algues vertes constatées en été 2021 sont au moins partiellement attribuées au nombre de chevaux et leur durée de stationnement dans le marais en eau résultant en une quantité importante de fèces déposées dans l'eau. Ces fèces libèrent des quantités importantes d'azote disponible utilisé rapidement par les algues. Cette eutrophisation est facilitée par les faibles biomasses de plantes aquatiques à un stade précoce de la restauration et aggravée par leur piétinement.

Au moins au cours des premières années de la restauration du marais, les herbivores domestiques devraient être exclus du marais en eau, si possible de janvier à juillet (jusqu'à l'assèchement complet) et au minimum d'avril à juillet. Les dates de pâturage du marais pourront évidemment être revues ultérieurement en fonction des résultats constatés et de l'évolution de la végétation. Cette gestion implique l'installation d'une clôture permettant de séparer le secteur du marais restauré du reste du site.

Les herbivores domestiques sont susceptibles de contribuer à maîtriser les populations de plantes exotiques envahissantes terrestres, notamment le *Baccharis* et l'Olivier de Bohême (jeunes individus seulement). Ils ne permettent pas de maîtriser les plantes aquatiques, globalement non consommées. Les équins sont cependant très sélectifs dans leur alimentation et ne contribuent pas au contrôle du *Baccharis* et l'Olivier de Bohême, voire pourrait au contraire favoriser leur colonisation en créant des microsites de germination pour ces espèces. Une vigilance devra être apportée dans ce sens ainsi que les moyens de lutte envisageables.

Les animaux pâturant ne devraient pas être traités contre les parasites au moins une semaine avant d'être introduits sur le site pour éviter les contaminations de la faune par des produits toxiques.

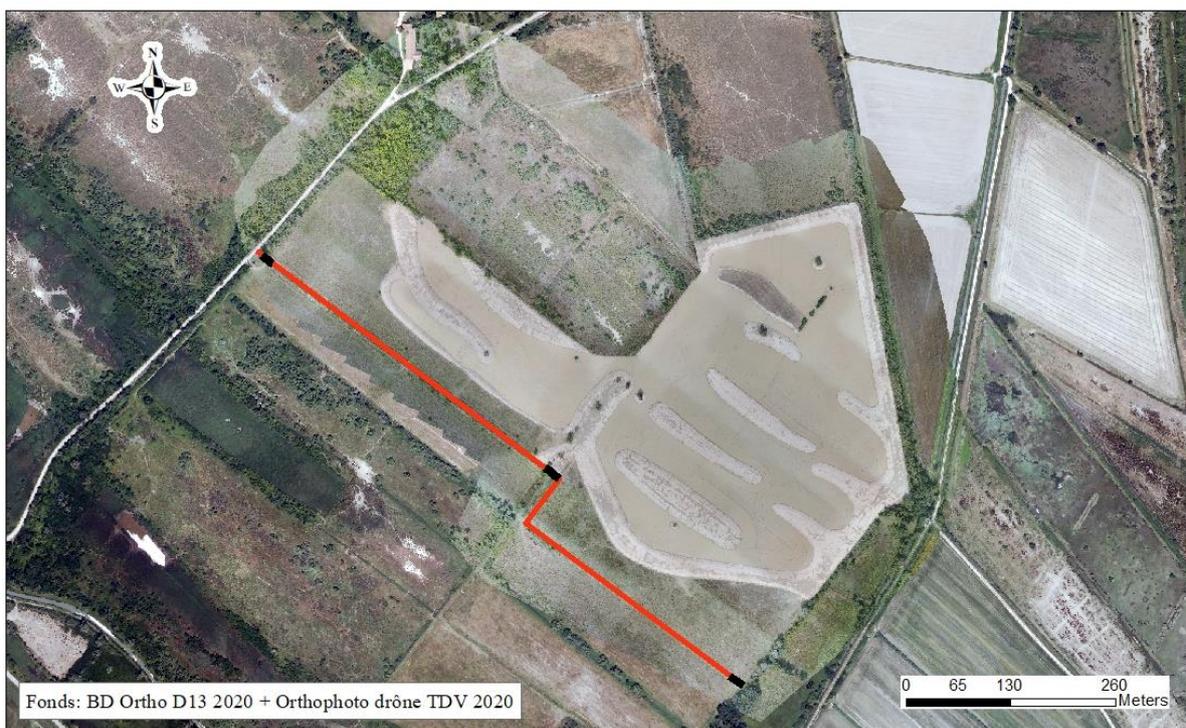
#### 4.4.1.2 Travaux à venir

Une clôture doit être installée pour contrôler l'accès du troupeau au marais et la pression de pâturage que l'on souhaite sur celui-ci. Le tracé représenté par le linéaire rouge sur la carte ci-après (Figure 25) s'appuie sur des pistes de déplacement le long de l'événement et prévoit trois portails permettant 3 portes de passage suivant les axes de déplacement déjà utilisés. Il sépare le site en deux.

En fonction des objectifs de gestion décrits dans la partie ci-dessus, le troupeau sera donc dans la partie Nord du site où se trouve le marais restauré d'août à décembre, soit 5 mois, et dans la partie Sud de Janvier à Juillet soit 7 mois.

Une adaptation du tracé s'est fait dans un souci d'assurer la présence suffisante de fourrage notamment durant la période hivernale pour le troupeau mais également d'optimiser la consommation des héliophytes sur le marais (présence du troupeau hors période printanière). Le tracé choisi permet d'augmenter la surface du secteur Sud, notamment en prairies fourragères, où les bêtes vont être présentes durant une période un peu plus longue avec une partie en hiver et les contraindre le plus possible dans le secteur Nord sur le marais, pour s'assurer de leur action sur les héliophytes. En complément, une vigilance a également été apportée pour assurer au troupeau un apport de fourrage minimum dans le secteur Nord en permettant l'accès aux prairies entourant le marais et à la partie Nord-Ouest maintenue à l'état naturel.

Ce système de pâturage tournant dynamique se veut pouvoir répondre aux objectifs de restauration du marais mais également aux attentes de gestion de la manade de chevaux, tout en permettant potentiellement une meilleure dynamique et régénération de la végétation du site dans son ensemble. En concertation avec les gestionnaires de la manade, des adaptations pourront se faire dans le temps notamment sur les périodes de déplacement du troupeau en fonction des observations réalisées sur le terrain.



## Figure 25. Localisation de la clôture à construire et des portails pour gérer le pâturage sur le marais

### 4.4.1.3 Mise en place d'études expérimentales de lutte contre les refus de pâturage ou espèces invasives

Dans le temps, certaines études expérimentales de gestion pour des espèces invasives ou des refus de pâturage pourraient être développée.

En effet, « parmi les herbivores domestiques, les chevaux se caractérisent par une forte capacité d'ingestion de fourrages grossiers qui les rend efficaces pour contrôler les graminées compétitives et maintenir les milieux ouverts. Leur mode de pâturage hétérogène (i.e. ils entretiennent des zones rases au sein d'une matrice d'herbe haute) favorise, au moins pendant un temps, la coexistence d'un nombre élevé d'espèces végétales et animales au sein du couvert »(Fleurance *et al.*, 2011). Cependant, ils restent sélectifs en favorisant certaines plantes en fonction de leur digestibilité. Pour exemple, leur utilisation moindre des dicotylédones par rapport aux autres ruminants, par le fait qu'ils semblent métaboliquement moins aptes à détoxifier les métabolites secondaires de ces plantes (Duncan, 1992) .

Dans le temps, certaines plantes risquent donc de se développer aux dépens d'autres. Fleurance *et al.* (2011) relèvent, également, que les équins semblent être moins aptes que les bovins dans la limitation du développement de ligneux en situation de sous-chargement; faisant écho à la problématique de gestion d'espèces envahissantes tel que le *Baccharis* et l'Olivier de Bohême évoquée dans le document.

Ainsi, des pratiques de pâturage mixte se fondant sur la complémentarité de la sélection des espèces animales à des ressources diversifiées pourraient être une piste.

D'autre part, on observe sur la prairie identifiée sur la carte ci-dessous au sud du marais (Figure 26), la présence de manière abondante de l'espèce *Dittrichia viscosa*.

A première vue, d'après la bibliographie existante, on peut supposer que cette espèce pionnière rudérale a pu être favorisée dans un premier temps par sa compétitivité et résistances aux stress, puis entretenue par le pâturage équin en place, qui délaierait cette espèce de dicotylédone aux composés chimiques riches et difficiles à digérer (Fleurance *et al.*, 2011, Parolin *et al.*, 2014) en complément des limites observées de ce type de pâturage sur la colonisation de ligneux. De surcroît, l'étude récente de Boari *et al.* (Boari *et al.*, 2021), qui teste les effets allélopathiques de l'espèce, démontre qu'ils lui permettent de favoriser l'installation et le développement d'individus de sa propre espèce en limitant la germination ou la croissance d'autres espèces.

Peu d'études semblent avoir été menées sur cette espèce qui semble avoir un fort pouvoir de colonisation au sein de pâtures et les moyens de régulation envisageable.

Dans ce contexte, il semble intéressant de pouvoir étudier cette espèce et les actions possibles de régulation dans un but de valorisation de la prairie présente aux alentours du marais d'une surface d'environ 2.75 ha ; permettant potentiellement une amélioration du fourrage présent mais également une évolution de la composition de la communauté végétale prairiale.



**Figure 26. Localisation de la prairie à *Dittrichia visosa***

#### 4.4.2 La gestion des plantes exotiques envahissantes

##### 4.4.2.1 Orientations de gestion

Les plantes exotiques envahissantes exercent une forte pression sur le marais et sa périphérie. Des moyens importants ont été mis en œuvre pour éradiquer ou réduire les populations des principales plantes exotiques envahissantes, notamment en périphérie du marais et plus particulièrement sur le *Baccharis* (Figure 18). La réduction de ces populations devrait permettre de réduire progressivement les moyens déployés. Cependant, il reste des populations importantes de *Baccharis* dans les roselières du « clos des miraculées » et du « marais de la pointe ». De surcroît, la présence de semenciers inaccessibles à proximité (propriétés voisines) et les stocks de graines existant vont maintenir l'émergence de nouveaux individus.

Pour les plantes aquatiques, la gestion de l'eau est un moyen efficace de limiter la colonisation des principales espèces, les jussies (*Ludwigia spp*) et les hétéranthères (*Heteranthera spp*). Un assèchement estival long (au moins deux mois) devrait être suffisant pour éliminer les individus pionniers d'hétéranthères tandis que pour les jussies un tel assec sera probablement moins efficace et devrait seulement limiter leur capacité de dominer la végétation.

##### 4.4.2.2 Travaux réalisés et à poursuivre

L'effort de contrôle des plantes exotiques envahissantes devrait être maintenu, probablement à un niveau moins important qu'en 2021.

L'Olivier de Bohême et l'Herbe de la Pampa ne semblent pas devoir poser de problème majeur et un simple entretien et arrachage systématique des individus devrait suffire.

Pour le Baccharis, une attention particulière devra être portée à l'élimination des individus sources de graines mais aussi à des modes de gestion permettant de limiter leur capacité de colonisation (limiter la production de graines). Cette gestion ne devrait pas concerner pour le moment le marais lui-même mais les habitats périphériques où cette espèce est installée avec de fortes populations. Les moyens à privilégier sont l'arrachage pour les gros individus et le girobroyage annuel sur les germinations et jeunes individus. Le pâturage est un moyen complémentaire de limiter certaines plantes exotiques envahissantes et notamment le Baccharis dans les habitats terrestres mais la capacité des équins dans ce domaine est très limitée du fait de leur très forte sélectivité alimentaire. Des bovins (et/ou caprins) seraient davantage capables de limiter le développement du Baccharis, sans être pour autant une solution parfaite.

La gestion du clos des miraculées et du marais de la pointe devrait être reconsidérée, visant à réduire les populations de Baccharis et prévenir la production de nouvelles graines. L'arrachage des gros individus est un préalable sur ces deux sites. Par la suite, sur la roselière du clos des miraculées une fauche annuelle en hiver pour la sagne, éventuellement avec une modification de la gestion de l'eau, permettrait de prévenir l'installation de nouveaux individus de Baccharis. Une attention particulière devrait cependant être portée sur la petite population de la fougère des marais (*Thelypteris palustris*), probablement peu sensible à la fauche mais davantage à la gestion de l'eau et en particulier aux variations de la hauteur d'eau. Sur le marais de la pointe une forte pression de bovins sur une période courte en fin d'été devrait permettre de réduire la taille des individus de Baccharis par deux mécanismes, la consommation des feuilles et jeunes tiges et impacts mécaniques sur les jeunes plantes (piétinement).

Le pâturage (bovins et/ou caprins si possible) peut contribuer à contrôler ces espèces mais des arrachages ou girobroyage seront nécessaires en fonction de la densité des plantes constatée. Un contrôle manuel régulier des jeunes individus de Baccharis devra être maintenu afin de maîtriser la colonisation de cette espèce après l'arrachage mécaniques des gros individus.

## 4.5 Gestion de site

### 4.5.1 Activités socio-économiques

#### Chasse :

La chasse est une activité qui était autorisée sur le site avant la restauration du marais et gérée par le groupe de chasse de la Tour du Valat. La pression de chasse est très faible avec :

- Un effectif faible de chasseurs dans le groupe de chasse (5 à 10 personnes),

- Une activité de chasse limitée par le règlement du groupe au dimanche et à deux affûts (passées) par semaine, le mercredi et le samedi,
- 2 battues au sanglier par an sur l'ensemble du domaine

Au cours de la saison 2021-2022, aucune chasse à la passée n'a été pratiquée dans le nouveau marais.

### Elevage

Depuis l'arrêt de la production céréalières sur le site dans les années 2000, un troupeau de cheval Camargue est présent. Cette manade est issue de l'ancien troupeau élevé en semi-naturel qui a permis la réalisation d'études historiques sur le cheval Camargue par la Tour du Valat. Sa gestion est portée par Claudia Feh et René Sol et a pour objectif de maintenir une gestion la plus rustique qu'il soit, par un élevage en extensif, en limitant l'apport de traitements, de compléments alimentaires et de manipulations.

#### 4.5.2 Besoins d'animation sur site

Un temps d'animation sur site est nécessaire afin d'assurer la gestion du site notamment vis-à-vis de l'entretien des infrastructures (clôture, irrigation / drainage, ...), la mise en place et le suivi des actions de gestion ou encore l'intégration et la concertation vis-à-vis des acteurs locaux.

Le site ne nécessite pas une importante pression de surveillance (police de la chasse) mais fait cependant l'objet de braconnage important, essentiellement pour la chasse au sanglier. La surveillance en 2021 a été uniquement réalisée par l'équipe de garderie de la Tour du Valat mais avec une disponibilité très limitée du fait des grandes superficies à surveiller par ailleurs.

L'accès au site par les habitants proches (Petit Badon notamment) pose la question du dérangement de la faune et notamment des oiseaux en nidification. L'accès aux chiens, s'ils sont susceptibles de déranger l'avifaune, en particulier pendant leur période de nidification, pourra être limitée au cas par cas.

## 5 Valorisation du projet

### 5.1 Le rapportage

Un rapport d'activités 2020-2021 est en cours de finalisation. Le rapport final de la convention de financement devra être réalisé début 2023, dans les semaines suivant la fin de la convention. Un bilan annuel d'activité devrait être maintenu pour une période d'au moins 5 ans (2025) et de préférence 10 ans après les travaux (2030).

Dans une étape ultérieure l'accumulation d'informations sur le fonctionnement écologique du marais devrait permettre d'établir un plan de gestion et de partager l'expertise acquise.

## 5.2 Communication et sensibilisation

La transmission de l'expertise obtenue grâce à ce projet est importante et représente l'un des quatre objectifs de la mission de la TDV : *Comprendre- Gérer- **Transmettre**- Convaincre*.

Les pistes suivantes seront explorées :

- La réalisation d'une fiche retour d'expérience à la demande de l'Agence de l'eau
- la réalisation et l'alimentation d'une page projet sur le site de la Tour du Valat
- la rédaction de documents de communication et sensibilisation
- La possibilité de visite sur site, de participation à des événements ou actions de communication permettant de relayer le projet

Elles pourront également permettre d'appuyer un plaidoyer sur la restauration des zones humides, dans la continuité des attentes actuelles des institutions internationales.

## 5.3 Développer des ressources humaines et financières

Le projet finançant la réalisation des travaux de restauration de ce marais temporaire et des suivis en lien s'arrête en 2022. Il est primordial comme le décrit cette notice de gestion de mettre en œuvre l'ensemble des ressources humaines et financières qui permettront de pouvoir maintenir un suivi écologique de la trajectoire du marais restauré et de sa fonctionnalité, mais également la gestion adaptative que cela implique, le déploiement d'actions de valorisation et de transmission ainsi que de nouvelles perspectives d'études en lien avec des enjeux de conservation relevés dans ce document ou se révélant par la suite.

## Bibliographie

- Boari, A., Vurro, M., Calabrese, G. J., Mahmoud, M. N. Z., Cazzato, E., Fracchiolla, M., 2021. Evaluation of *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter Dried Biomass for Weed Management, *Plants*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 10, 1, 147. doi: 10.3390/plants10010147.
- Dentz, C., Bueno, L., COSSON, E., 2018. Plan Régional d'Actions en faveur des Chiroptères Provence-Alpes-Côte d'Azur | 2018-2025, *Groupe Chiroptères de Provence, Région PACA, DREAL PACA.*, 88.
- Duncan, P., 1992. *Horses and Grasses: The Nutritional Ecology of Equids and Their Impact on the Camargue*, Springer Science & Business Media.
- Fleurance, G., Duncan, P., Farruggia, A., Dumont, B., Lecomte, T., 2011. Impact du pâturage équin sur la diversité floristique et faunistique des milieux pâturés, *Fourrages*, 207, 189–199.
- Li, H., Petric, R., Alazzawi, Z., Kauzlarich, J., Mahmoud, R. H., McFadden, R., Perslow, N., Rodriguez Flores, A., Soufi, H., Morales, K., 2021. Four Years Continuous Monitoring Reveals Different Effects of Urban Constructed Wetlands on Bats, *Land*, MDPI, 10, 10, 1087.
- Muller, I., 2013. *Restauration de marais temporaires et de pelouses méso-xériques à partir d'anciennes rizières : Rôle respectif des filtres dans l'assemblage des communautés*, These de doctorat. Avignon. (online: <https://www.theses.fr/2013AVIG0329>).
- Parolin, P., Ion Scotta, M., Bresch, C., 2014. Biology of *Dittrichia viscosa*, a Mediterranean ruderal plant: a review, *Phyton (Buenos Aires)*, 83, 2, 251–262.
- Tapiero, A., 2017. Plan National d'Actions en faveur des chiroptères 2016-2025, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.