Rapport d'activités annuel

PROJET : RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES ZONES HUMIDES

Convention n° 22043

Juillet 2024

SOMMAIRE

1. A RETENIR 3
1.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 3
1.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation de *Lestes macrostigma* et autres libellules menacées 3
1.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 4

2. RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET 5
2.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt 5
2.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation de Lestes macrostigma et autres libellules menacées 6
2.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 7

3. ACTIVITES REALISEES AU 30 JUIN 2024 11
3.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 11
3.1.1. Site du Cassaïre 11
3.1.2. Site Petite Forêt 41
3.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées 58
3.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 59
3.3.1. Suivi télémétrique RFID (Projet COLAGANG) : 59
3.3.2. Suivi télémétrique acoustique (Projet COLAGANG) 82

4. DIFFICULTES RENCONTREES ET MESURES PRISES POUR Y REMEDIER 100
4.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 100
4.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées 101
4.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 101

5. RESUME DES RESULTATS OBTENUS 103
5.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 103
5.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation de *Lestes macrostigma* et autres libellules menacées 105
5.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 106

6. OBJECTIFS POUR LA 4EME ANNEE D'EXECUTION (01/07/2024 – 30/06/2025) 109
6.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 109
6.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées 109
6.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 109

ANNEXES 111

1. A RETENIR

1.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue

- Une saison entière de fonctionnement de la pompe solaire du Cassaïre : des surfaces et niveaux d'eau jamais atteints auparavant.
- Poursuite de la mise en œuvre des suivis environnementaux du Cassaïre :
    - Flore : changement de la flore détecté en lien avec l'augmentation de l'hydropériode, observation pour la première fois en 2023 d'une population de plusieurs centaines de pieds de *Lythrum tribracteatum.*
    - Odonates : deux nouvelles espèces avec *A. mixta*, espèce typiquement observée à l'automne, et *L. macrostigma*, espèce remarquable à fort enjeux.
    - Amphibiens : recolonisation rapide du marais, retour timide du pélodyte ponctué comme reproducteur, rareté du Triton palmé.
    - Cistude : à ce jour aucun individu contacté dans le marais, 4 contactés dans la roubine.
    - Avifaune hivernante : nombre d'individus assez faible, probablement lié à l'importance des niveaux d'eau hivernaux.
    - Avifaune nicheuse : 18 couples de Guêpier d'Europe et possible reproduction de Rollier d'Europe.
- Poursuite de la mise en œuvre du suivi de l'évolution des paysages (au sol et par drone).
- Travaux hydrauliques complémentaires sur la Petite Forêt.
- Deuxième inondation hivernale de la Petite Forêt.
- Poursuite du contrôle manuel des espèces envahissantes.
- Démarrage du suivi de l'effet du pâturage sur le Séneçon en arbre à la Petite Forêt.
- Poursuite de la mise en œuvre des suivis environnementaux de la Petite Forêt :
    - Avifaune hivernante : contrairement au Cassaïre, la Petite Forêt, avec des niveaux d'eau plus faibles, s'avère être un site plus favorable à l'accueil des limicoles hivernaux.
    - Avifaune nicheuse
    - Odonates

En complément

- Equipement de la ligne électrique avec des systèmes anti-collision et anti-électrocution pour les oiseaux par ENEDIS en partenariat avec la LPO PACA : Aucun individu électrocuté ou ayant percuté la ligne n'a été détecté depuis l'installation.
- Réalisation de suivi complémentaire sur la faune *:* lagomorphe, identification des espèces (micromammifères, oiseaux, invertébrés) présentes dans 11 pelotes de rejection d'Effraie des clochers récoltées sur le Cassaïre.
- Poursuite du suivi des reptiles non prévu au départ : nouveaux contacts de la Couleuvre de Montpellier sur Cassaïre et Petite Forêt, de la Couleuvre à échelon sur Cassaïre et de la couleuvre Esculape sur Petite Forêt.
- Poursuite du projet d'Aire Terrestre Educative sur le Cassaïre avec le CPIE Rhône Pays d'Arles : article de presse paru en 2023, arrêt probable du dispositif en 2025.
- Réalisation d'actions de valorisation et de communication : vidéo, site internet, réseaux sociaux, évènements....

1.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation de *Lestes macrostigma* et autres libellules menacées

- Approbation par le CSRPN de la déclinaison PACA du PNA libellules en mai 2024.

- Poursuite de l'animation du groupe de travail national portant sur le suivi et la conservation de *L. macrostigma*.
- Approbation par l'école doctorale d'Arenberg (KU Leuven, Belgique) de la thèse sur l'écologie de *L. macrostigma* et poursuite de la dynamique de restauration d'habitat en sa faveur.
- Première réunion de travail à l'échelle nationale sur « désempoissonnement » des lacs & tourbières d'altitude en utilisant *Somatochlora alpestris & S. arctica* comme étendards.
- Lancement d'une opération de restauration de trois mares dans les Étangs et Marais des Salins de Camargue (financement Fondation Crédit Mutuel), conséquence directe de l'appui apporté par le WWF France à la déclinaison PACA du PNA libellules.
- Montage d'un projet de restauration de l'hydrosystème cravin en faveur de *Sympetrum depressiusculum*.

1.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée

Projet COLAGANG

Suivi télémétrique RFID :

- Réalisation de campagnes de terrain pour capturer et marquer des anguilles (suivis en CMR - *Capture-Marquage-Recapture* - et en télémétrie RFID) :
    - Bassin des Grandes Cabanes : capture d'un total de 4243 anguilles et marquage de 1749 avec transpondeurs RFID de 23 mm d'octobre 2021 à avril 2024.
    - Bassin du Fumemorte : capture de 816 anguilles et marquage de 538 anguilles avec transpondeur RFID de 23 mm de 2021 à mars 2024.
- Capture d'un très grand nombre d'anguilles dans les Grandes Cabanes et besoin d'obtenir un avenant à la demande d'autorisation de procédure expérimentale pour continuer le marquage des individus à l'automne 2024. Demande en cours.
- Formation en 2024 d'un agent Tour du Valat en expérimentation de la faune sauvage et en chirurgie animale.
- Veille des distances de portée de détection des stations d'écoute avec un protocole optimisé.
- Depuis juin 2023, les eaux du bassin des Grandes Cabanes s'écoulent gravitairement dans l'étang du Vaccarès via un chenal restauré (travaux financés hors projet). Les détections enregistrées à la station RFID situées dans le chenal de reconnexion montrent que dès l'automne 2023, les anguilles utilisent cette nouvelle connexion.
- Un nombre de détections très significatif a été enregistré à la station RFID du Petit Rhône suggérant que de nombreuses anguilles des Grandes Cabanes ont remonté le canal d'alimentation pour chercher à rejoindre la mer via le Petit Rhône.
- Des premiers tests en tracking actif ont été réalisés dans le marais de la Tortue des Grandes Cabanes en avril 2024.

Suivi télémétrique acoustique :

- Lancement de la première saison de suivi acoustique.
- Obtention de l'autorisation ministérielle pour la procédure expérimentale pour marquer avec une marque acoustique 160 individus sur 2 ans.
- Entre octobre 2023 et décembre 2024, marquage de 35 anguilles femelles argentées côté Grandes Cabanes et 6 côté Fumemorte.
- Installation et maintenance d'un réseau de 17 hydrophones.
- Les 35 anguilles des Grandes Cabanes ont été détectées, une seule côté Fumemorte. Afin de vérifier s'il y a une pression de prédation, des tags prédation seront utilisés pour la nouvelle saison 2024-2025. 1 à deux hydrophones seront ajoutés dans le canal du Fumemorte et 2 à 3 hydrophones dans le bassin des Grandes Cabanes.

- 9 anguilles ont été recapturées et relâchées par deux pêcheurs professionnels et 5 ont été recapturées et relâchées lors de la campagne d'échantillonnage de mars 2024 dans les Grandes Cabanes. Il s'agit d'un taux de recapture très élevé pour l'échelle du delta.
- Les détections enregistrées par les hydrophones montrent la très grande variabilité de comportement des anguilles marquées. Aucune ne montre le même parcours. Uniquement une s'est présentée au pertuis de la Comtesse, et une seule au pertuis de la Fourcade de mars à avril 2024.
- Toutes ces détections et recaptures mettent bien en évidence que les conditions n'ont pas été favorables à la circulation des anguilles entre l'étang du Vaccarès et les étangs inférieurs (faible niveau d'eau, assecs, et zones hypersalines).
- 12 anguilles des Grandes Cabanes se sont présentées à la connexion du Petit Rhône, soit 34%. Toutefois les détections ne permettent pas de conclure quant à la fonctionnalité de la connexion avec le Petit Rhône pour ces anguilles. Pour la saison prochaine, nous envisageons d'équiper le Petit Rhône avec 1 voire 2 hydrophones supplémentaires.

Cofinancements :

La demande de cofinancement de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) pour compléter les attentes du projet COLAGANG a été obtenue tardivement (juin 2024). Ce cofinancement nous permet de nous équiper en matériel pour mener des campagnes de télémétrie en tracking actif (RFID), suivre les éventuelles recaptures de deux pêcheurs professionnels de proximité, équiper en panneaux solaires deux stations RFID des Grandes cabanes, préparer la deuxième année de suivi en télémétrie acoustique (pour la saison 2024-2025) et recruter un postdoctorant pour l'année 2025.

Projet Croissance de l'anguille en milieu intra-lagunaire (Thèse Amélie Hoste)

- Deuxième comité de thèse d'Amélie Hoste.
- Modélisation CMR des données acquises sur le bassin du Fumemorte depuis 2001 : estimations de paramètres de détection, de survie et de transition en fonction du temps et du stade de vie de l'anguille (papier accepté avec modifications) ; en fonction du temps et des sites de capture pour étudier la territorialité (résultats finalisés qui pourront faire l'objet d'une valorisation ultérieure)
- Analyse microchimique des otolithes pour mieux appréhender les stratégies d'utilisation de l'habitat : co-encadrement du stage M2 de Juliette Siréjol, finalisation du traitement et de l'analyse des données et rédaction d'un article scientifique en cours.
- Analyse des résultats écotoxicologiques et épidémiologiques sur les anguilles argentées dans 3 sites en Camargue. Ce travail effectué lors d'un séjour de 2 mois au CEFREM, à l'Université de Perpignan, fait l'objet d'un article scientifique en cours de rédaction.
- Présentation du travail sur l'étude sanitaire des anguilles argentées sur un poster lors du 2ème symposium international des anguilles organisé à Liverpool en juillet 2024.
- Participation aux 10^{ième} journées du Groupement de Recherche en Ecologie Statistique à Montpellier en avril 2024.
- Organisation de la fin de thèse, soutenance prévue en décembre 2024.

2. RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET

2.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt

Les domaines du Cassaïre (70 ha) et de la Petite Forêt (40 ha) ont été acquis par le Conservatoire du Littoral (CdL) en 2004 et 2009 après avoir été exploités à des fins agricole, pastorale et/ou cynégétique. Contigus à la réserve naturelle nationale des Marais du Vigueirat (919 ha), également propriété du CdL, ces deux sites sont actuellement gérés par l'association des Amis des Marais du Vigueirat.

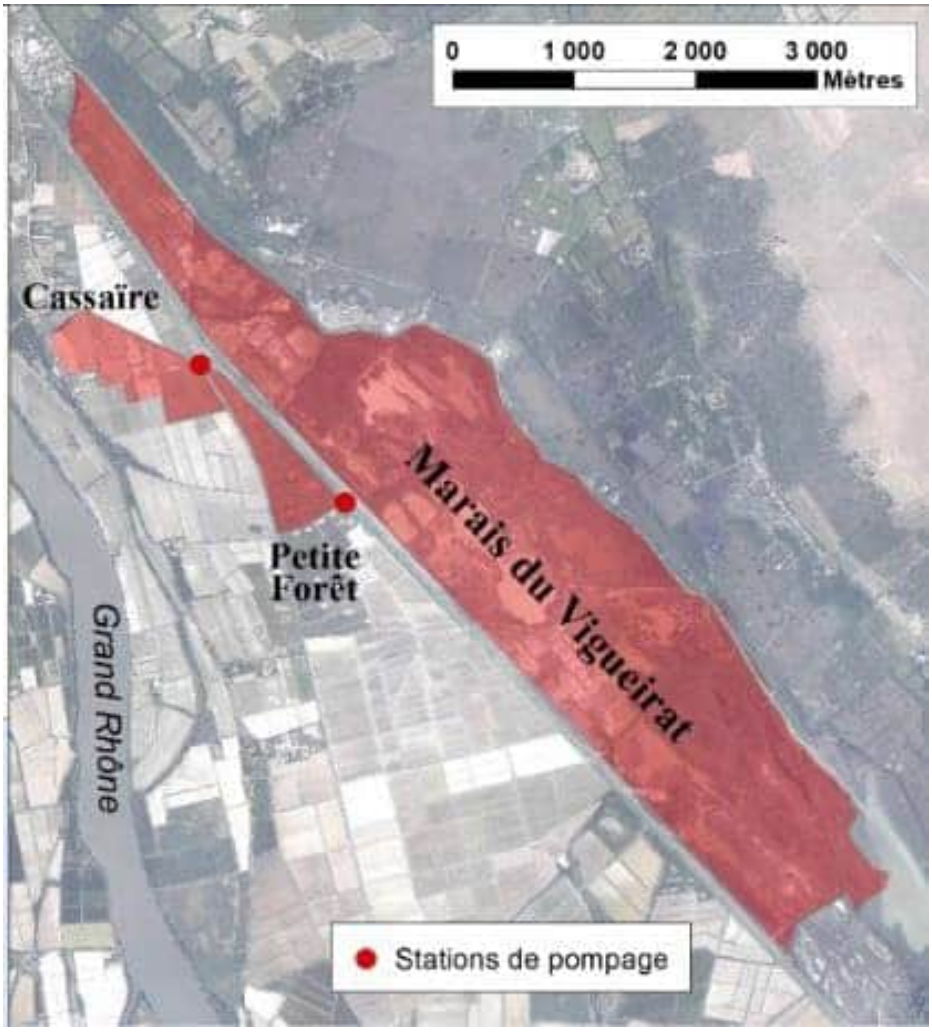


FIGURE 1. LOCALISATION DES SITES DU CASSAÏRE ET DE LA PETITE FORET

Ces sites offrent un potentiel élevé en termes de valeur patrimoniale sans être assujettis aux contraintes strictes liées à la réglementation des réserves naturelles nationales. Les grandes orientations de gestion visent à maximiser les complémentarités avec la réserve des Marais du Vigueirat par rapport aux enjeux patrimoniaux et sociétaux du territoire

L'objectif du projet de restauration est de recréer des écosystèmes méditerranéens typiques de la Camargue (marais temporaires, prés salés, pelouses) pour démontrer la compatibilité entre la biodiversité et les usages locaux dans une perspective de changements climatiques. Au niveau opérationnel, il s'agit de (1) augmenter les apports d'eau douce sur le site du Cassaïre par rapport à la gestion actuelle grâce à une amélioration des infrastructures hydrauliques, afin d'atteindre les objectifs fixés en termes de biodiversité et d'usages ; (2) contrôler les espèces envahissantes sur le site de la Petite forêt dans l'attente de l'élaboration d'un plan de gestion ; et (3) valoriser le caractère innovant et démonstratif du projet qui minimise le recours aux ressources non renouvelables pour la réhabilitation et la gestion des deux sites.

2.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation de Lestes macrostigma et autres libellules menacées

Les zones humides, notamment celles de faible superficie, ont été considérablement transformées par les activités humaines au cours du dernier siècle. Parmi elles, les marais temporaires méditerranéens

l'ont été plus encore. Ces milieux ont un cycle naturel de l'eau caractérisé par une période d'inondation de la fin de l'automne au printemps et une période d'assec le reste du temps. Le long du littoral, ils sont souvent marqués par l'influence de la mer et leur eau est par conséquent saumâtre. Ils portent une flore et une faune singulières, caractérisées par des espèces capables d'endurer ces conditions très particulières. (1) La superficie de ces marais a fortement régressé ces dernières décennies en raison du développement de l'urbanisme, de l'industrie et du tourisme. (2) Lorsque l'occupation du sol n'a pas été modifiée, une grande partie de ces marais a été convertie en espaces de récréation, notamment cynégétique, dont la gestion est caractérisée par de grands apports d'eau douce en période de sécheresse, ce qui diminue leur salinité et leur temporalité. (3) A l'inverse, le réchauffement climatique et la raréfaction des précipitations entrainent aujourd'hui un allongement de la période de sécheresse qui rend impossible le développement complet des organismes aquatiques qui les caractérisent.

Le Leste à grands stigmas *Lestes macrostigma* est une espèce de libellule qui se développe exclusivement dans ce type de marais. Elle a par conséquent accompagné leur déclin et est aujourd'hui considérée selon les critères de l'UICN comme « En danger » en France et « Vulnérable » en PACA. Elle est également prioritaire au titre du Plan national d'actions 2020-30 pour les libellules menacées et de sa déclinaison régionale en PACA, dont la Tour du Valat est coordinatrice. Les libellules jouissant d'une bonne image auprès de divers publics, cette espèce constitue un excellent étendard pour la restauration des marais temporaires saumâtres et de la biodiversité qui leur est associée. Plus largement, les libellules peuvent jouer ce rôle afin de restaurer des zones humides d'autres types, comme les mares situées dans les massifs montagneux, qui elles aussi abritent d'autres espèces menacées par la mauvaise gestion de leur habitat et le réchauffement climatique.

Dans le cadre de ce PNA et de sa déclinaison régionale et en lien avec les acteurs de la conservation en Occitanie et en PACA (conservatoires d'espaces naturels, gestionnaires de sites, organismes de l'état en charge de la biodiversité, associations de protection de l'environnement…), nous nous étions fixé comme objectif en 2021 de :

- décrire les actions prioritaires afin d'atteindre les objectifs de restauration fixés.
- organiser et coordonner l'identification le long du littoral méditerranéen français des marais temporaires dont la gestion hydraulique est à restaurer en faveur de *Lestes macrostigma* ; porter attention aux autres types de zones humides nécessitant des opérations de restauration d'habitat, en nous appuyant sur les autres libellules menacées.
- catalyser le montage des projets de restauration et la recherche de financements afin de les mener à bien.
- parallèlement aux opérations de restauration, former les acteurs locaux au suivi du succès de reproduction des libellules menacées, dont *L. macrostigma*, en tant qu'outil de mesure de l'efficacité des opérations de restauration.
- réaliser et valoriser un bilan de ces opérations à l'issue du PNA.

2.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée

Le delta de Camargue est constitué de plusieurs bassins hydrographiques qui bénéficient chacun d'un réseau d'irrigation alimenté par un système de pompage au Rhône. La plupart de ces bassins sont poldérisés, c'est-à-dire que les eaux de drainage sont repompées et déversées dans le Rhône. Ces

configurations peuvent être problématiques pour la circulation de la faune aquatique, qui peut être pompée depuis le Rhône et se retrouver piégée dans un système sans voie d'issue. L'anguille est notamment susceptible d'être affectée, pouvant facilement être recrutée via les systèmes de pompage au stade civelle ou anguillette et se retrouver bloquée lorsqu'elle cherche à regagner la mer au stade argenté. A l'échelle de la Camargue, les surfaces des bassins versants poldérisés étant conséquentes (>40%), une part considérable des futurs reproducteurs est suspectée d'être retenue et ainsi ne pas pouvoir contribuer au stock reproducteur.

Après plusieurs années de croissance dans des systèmes aquatiques continentaux, c'est en général avec les crues automnales que les anguilles argentées rejoignent la mer pour aller se reproduire en mer des Sargasses : c'est la migration de dévalaison (Fig.1). Dans les lagunes méditerranéennes, la dévalaison est encore peu suivie et ces milieux ne subissent pas forcément de « crues automnales ». Garantir au niveau de l'hydrosystème du Vaccarès un taux d'échappement d'au moins 40% de la biomasse pristine de pré-adultes, requis par le règlement du Conseil Européen, demande de connaître la quantité d'anguilles argentées produites en présence et en absence de pressions anthropiques. Afin d'adopter les mesures de gestion qui permettraient d'optimiser leur retour en mer, il est de plus essentiel d'identifier les voies de passage privilégiées, les potentiels obstacles à la migration, les périodes les plus favorables et l'influence de paramètres environnementaux qui permettraient d'anticiper les forts mouvements migratoires.

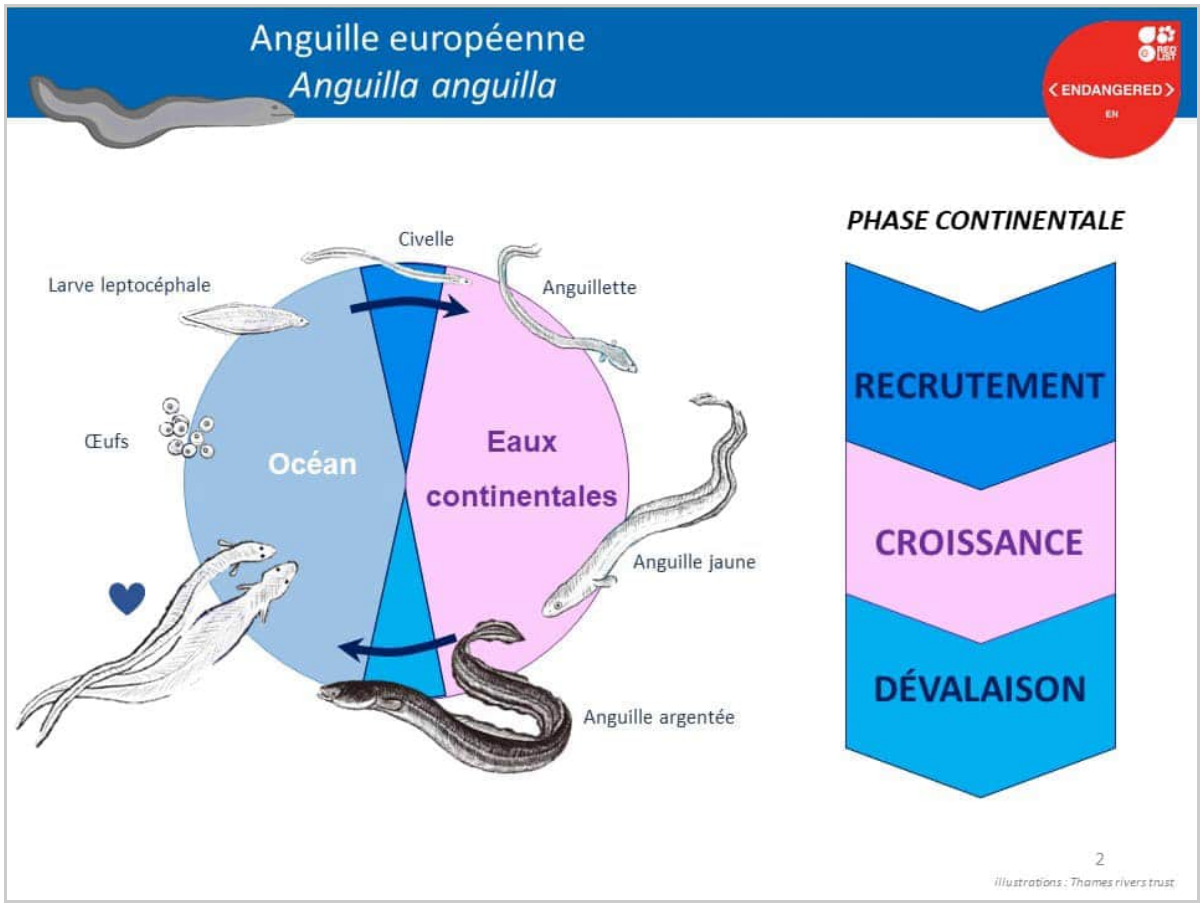


FIGURE 2. REPRESENTATION DU CYCLE DE VIE DE L'ANGUILLE EUROPEENNE AVEC UN FOCUS SUR SA PHASE CONTINENTALE

Le projet COLAGANG (*Etude de la connectivité écologique intra-lagunaire : suivis des déplacements des anguilles européennes produites par 2 bassins versants de l'étang du Vaccarès*) a pour objectif

d'étudier le devenir des anguilles dans les bassins poldérisés ainsi que leur dynamique de dévalaison (Fig. 2). Deux sites font l'objet d'un suivi du déplacement des anguilles : le bassin du Fumemorte pour sa connexion à l'étang du Vaccarès (milieu dit "ouvert" sur la mer) et le bassin des Grandes Cabanes, où la connexion au Vaccarès est rompue depuis plusieurs décennies (milieu dit "fermé"). Les marais des Grandes Cabanes du Sud du Vaccarès, acquis par le Conservatoire du Littoral et gérés par l'OFB, aujourd'hui poldérisés, sont en cours de reconnexion avec l'étang du Vaccarès (printemps-été 2023). En plus de permettre aux espèces de circuler à nouveau, cette reconnexion permettra d'apporter de l'eau douce de qualité (eau du Rhône sans surplus de contaminants) à la Réserve Naturelle Nationale de Camargue, ce dont elle a grand besoin. Afin d'évaluer le succès de ce projet de restauration écologique, un suivi de l'anguille européenne est proposé avec deux méthodes de suivi télémétrique : en RFID (*Radio Frequency Identification*) et en acoustique.

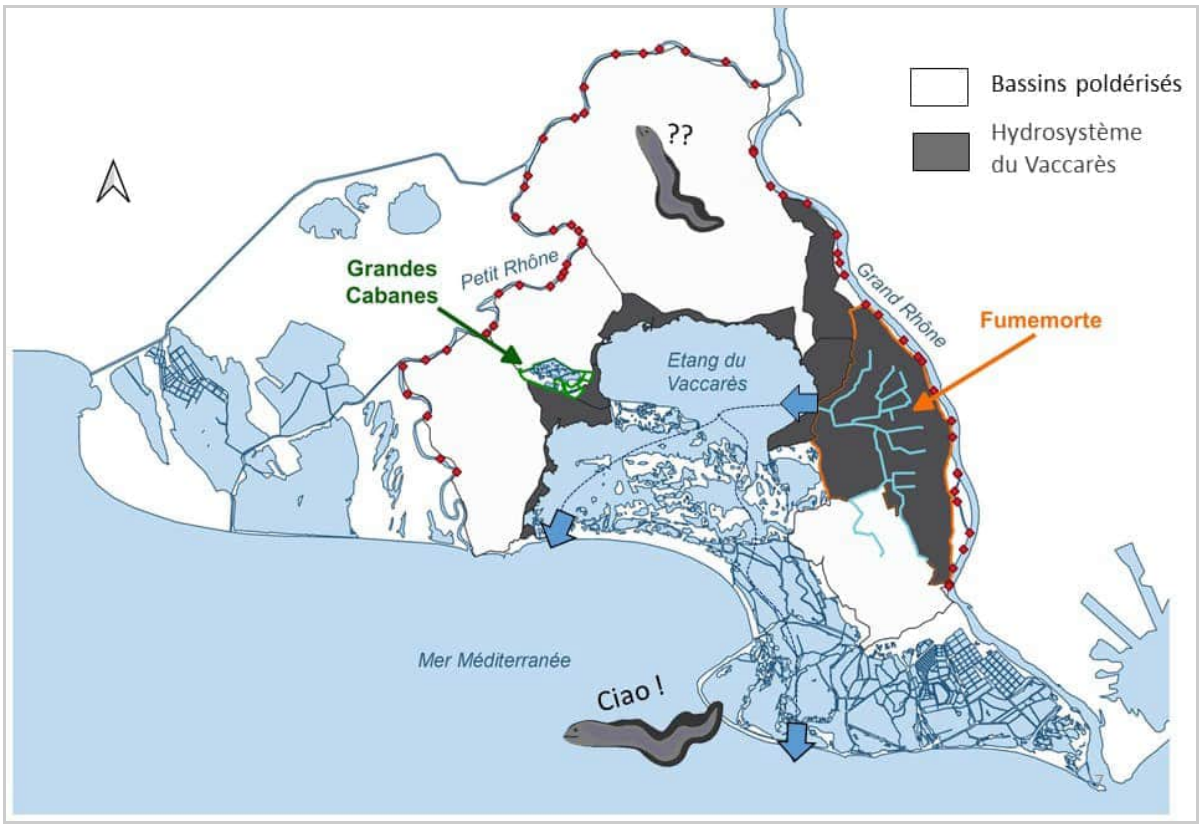


FIGURE 3. PRESENTATION DU DELTA DE CAMARGUE ET DE LA PROBLEMATIQUE DE POLDERISATION, ET LOCALISATION DES DEUX BASSINS CIBLES DANS LE CADRE DU PROJET COLAGANG

Les étangs et marais des Salins de Camargue (EMSC), situés au Sud-Est du delta, ont été acquis par le Conservatoire du Littoral dans les années 2010 et sont cogérés depuis par le Parc Régional Naturel de Camargue, la Tour du Valat et la Société Nationale de Protection pour la Nature. Ce site a fait l'objet d'un programme de renaturation (en grande partie financé par le WWF France) et représente aujourd'hui une nouvelle voie de communication entre l'étang du Vaccarès et la mer. Cette connexion est gérée de manière à favoriser un fonctionnement le plus naturel possible, contrairement à la seule voie de communication avec la mer qui existait jusqu'alors au niveau du pertuis de la Fourcade (Sud-Ouest du delta), qui est barré par un ouvrage de 13 martelières.

Afin d'évaluer le succès de ces deux projets de restauration et de la connectivité hydroécologique de l'amont vers l'aval, il est proposé de déployer un suivi en télémétrie acoustique qui permettra d'évaluer si les anguilles argentées sont capables d'emprunter ces nouvelles voies de migration (1) entre les

marais des Grandes Cabanes et l'étang du Vaccarès et (2) entre les étangs et marais des Salins de Camargue et la mer. Afin d'avoir des référentiels, la dévalaison des anguilles du bassin du Fumemorte, bassin jamais poldérisé, et la voie de migration *via* le pertuis de la Fourcade seront également suivies. Deux saisons de suivi de la dévalaison sont programmées sur les saisons 2023-2024, et 2024-2025. Et de l'automne 2022 à fin 2024, les déplacements des anguilles aux abords des points de sortie des deux bassins étudiés sont suivis par la télémétrie RFID.

En parallèle des suivis du déplacement des anguilles, un projet de thèse a été lancé afin de mieux connaître les conditions de croissance de l'anguille à l'intérieur de la mosaïque d'habitats que présente le delta de Camargue, et d'évaluer non seulement la quantité d'anguilles argentées produites mais également la condition de ces individus. Cette thèse, menée par Amélie Hoste, a ainsi pour objectif d'effectuer, d'une part, une analyse par modélisation de jeux de données de pêche scientifique déjà acquis pour comparer entre différents sites les abondances, les structures démographiques et le sex-ratio des anguilles argentées. Un modèle de dynamique de population est spécifiquement réalisé à partir des données en *capture-marquage-recapture* qui sont récoltées depuis 2001 sur le canal du Fumemorte. Ces données permettent d'estimer les paramètres de survie et d'estimer la densité d'anguilles argentées produites par pas de temps. D'autre part, une batterie d'analyses doivent être réalisées sur des lots d'anguilles prélevées durant l'automne 2021 dans 4 sites aux conditions environnementales contrastées pour évaluer et comparer la condition des anguilles argentées des points de vue morphologique, lipidique, sanitaire, écotoxicologique, parasitaire et cancérologique (Fig. 4).

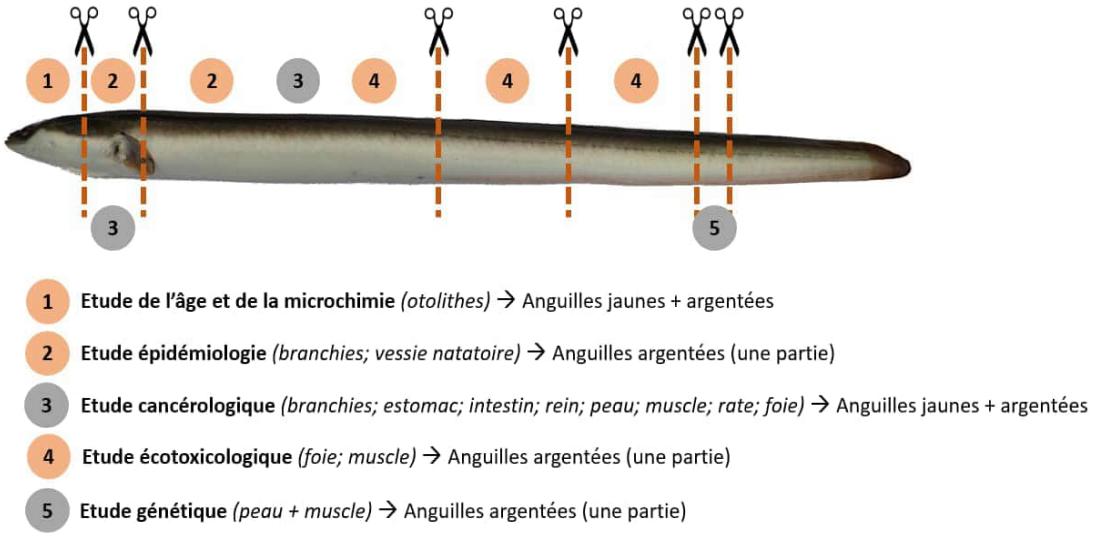


FIGURE 4. LOCALISATION DES ECHANTILLONS A PRELEVER PAR ANGUILLE, EN FONCTION DE LEUR STADE DE DEVELOPPEMENT, POUR LES ETUDES LISTEES. EN ORANGE : ETUDES INTEGREES A NOS PROJETS ; EN GRIS : ETUDES DE NOS PARTENAIRES

Ces études répondent aux objectifs de suivis d'échappement requis par le plan national de gestion de l'anguille et le PLAGEPOMI (plan de gestion des poissons migrateurs) Rhône Méditerranée, l'hydrosystème lagunaire du Vaccarès étant l'un des 11 systèmes retenus en France pour suivre l'état de la population de l'anguille européenne. Ces projets permettront d'avoir pour la première fois un aperçu du comportement migratoire de l'anguille lors de sa dévalaison à l'échelle du delta et une analyse comparative de la quantité et de la qualité d'anguilles argentées à une échelle intra-lagunaire.

3. ACTIVITES REALISEES AU 30 JUIN 2024

3.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue

3.1.1. Site du Cassaïre

Travaux d'ingénierie

La pompe solaire ayant été installée en juin 2022, période à laquelle la mise en eau de la baisse n'est pas prévue pour des raisons écologiques, celle-ci n'a été mise en route réellement qu'à partir du mois de septembre 2022. Cependant, à partir du mois de décembre, l'installateur, Gamarra Energies Renouvelables, a été contraint d'intervenir à plusieurs reprises à la suite de multiples arrêts de la pompe, avant d'identifier, fin janvier, une prise d'air responsable de ce dysfonctionnement. Après remplacement de la vis à l'origine du problème, la pompe a pu fonctionner sans difficultés jusqu'à la date de son arrêt volontaire le 11 mars 2024. Depuis, des relances régulières de vérification ont montré qu'elle fonctionne normalement.

En raison de l'augmentation de l'attractivité du site pour l'avifaune, les Amis des Marais du Vigueirat se sont rapprochés de la Ligue pour la Protection des Oiseaux PACA, dans le cadre de son partenariat avec ENEDIS, pour sécuriser les lignes à haute tension qui traversent le site et ainsi éviter, ou à minima limiter, les risques de collision pour les oiseaux. Les enjeux ayant été identifiés par la LPO comme importants, ENEDIS a installé, à ses frais, des systèmes anti-électrocution sur les pylônes simples et des systèmes anticollision et anti-électrocution sur le pylône 4 pieds qui se trouve à la croisée des lignes. Sur les câbles, des systèmes anticollision appelés « Firefly » ont été installés pour compléter l'équipement. L'ensemble de ces interventions a été réalisé alors que les lignes étaient sous tension afin d'éviter les désagréments liés à la coupure des lignes. Des drones ont été utilisés pour l'équipement des câbles. Ces travaux ont été entièrement pris en charge par ENEDIS. Aucun individu électrocuté ou ayant percuté la ligne n'a été détecté depuis l'installation.



FIGURE 5. INSTALLATION DES SYSTEMES ANTICOLLISION ET ANTI-ELECTROCUTION POUR L'AVIFAUNE AU CASSAÏRE PAR ENEDIS EN PARTENARIAT AVEC LA LPO PACA EN AOUT 2023 (CHRISTOPHE PIN)

Suivis environnementaux et contrôle des espèces invasives

L'ensemble des suivis environnementaux a été mise en œuvre comme prévu sur le Cassaïre depuis juin 2023 :

Suivi hydrologique hebdomadaire

Le suivi des niveaux d'eau sur le Cassaïre est réalisé chaque semaine, visuellement, par lecture d'une règle de mesure. Les graphiques ci-dessous, datant de 2021, 2022, 2023 et 2024, démontrent l'efficacité de la nouvelle pompe solaire installée en juin 2022.

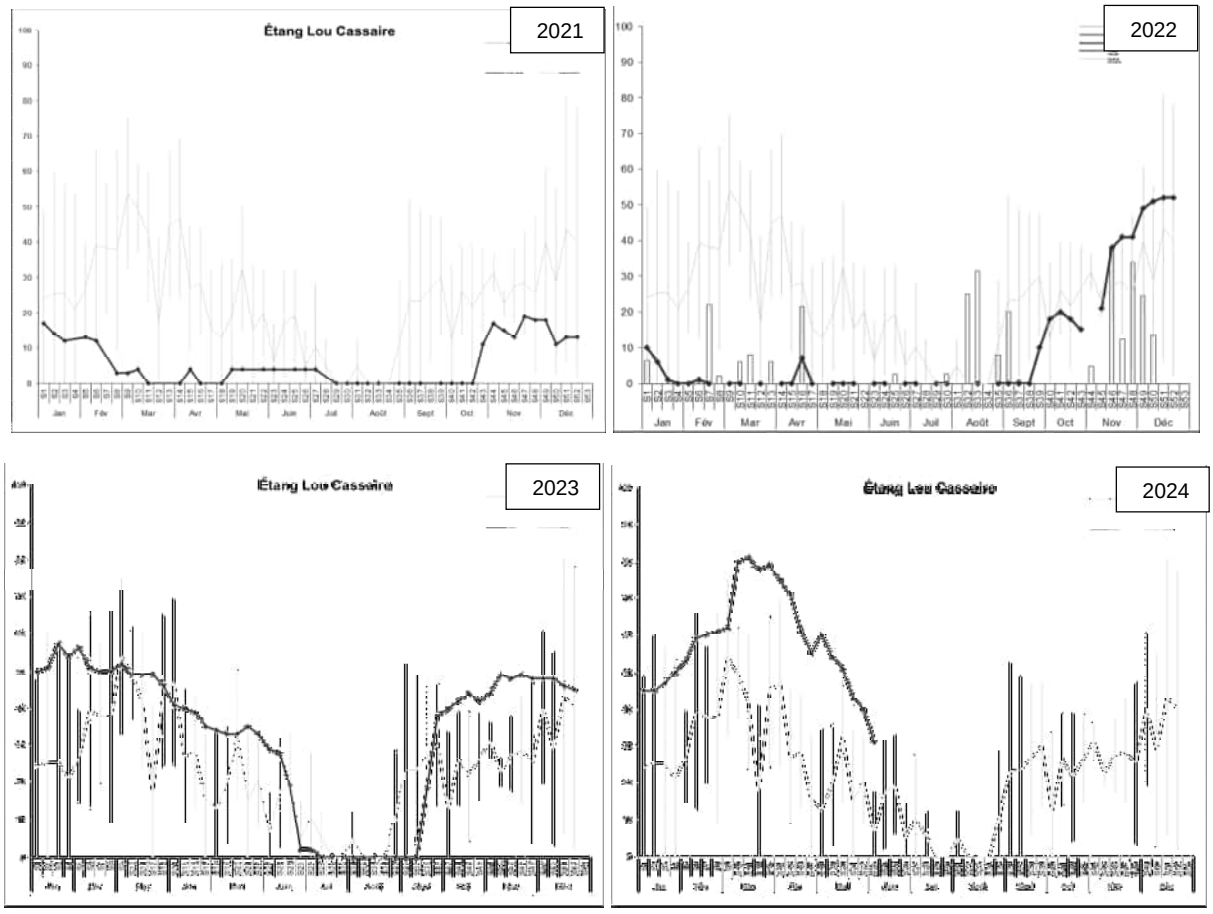


FIGURE 6. EVOLUTION HEBDOMADAIRE DES NIVEAUX D'EAU (HAUTEUR DE LA LAME D'EAU) SUR LE CASSAÏRE EN 2021, 2022, 2023 ET 1ER SEMESTRE 2024

Alors que les niveaux d'eau atteignaient une vingtaine de centimètres au maximum en hiver avant l'installation de la pompe solaire, ces graphiques montrent que la gestion hydraulique a changé fondamentalement à partir de la mise en fonctionnement de la pompe solaire en septembre 2022.

L'ensemble de l'année 2023 correspond au schéma hydraulique théorique attendu par le gestionnaire avec des niveaux hivernaux relativement hauts (autour de 50cm à la règle) et un assec estival bien marqué. Il a même été possible, début 2023, d'irriguer les parcelles situées au sud des pompes, dans la parcelle dite « des 15 mares », ce qui n'avait jamais été réellement possible par le passé.

Théoriquement, l'arrêt des pompages était prévu pour le début du mois de mai 2023, comme cela se fait sur une grande partie des Marais du Vigueirat afin de respecter de cycle climatique méditerranéen (hormis dans les roselières servant de site de nidification des hérons arboricoles). Cependant, la découverte par les scientifiques de la Tour du Valat d'une larve de Triton palmé, *Lissotriton helveticus*, et de juvéniles de Rainette méridionale, *Hyla meridionalis*, en mai 2023, a conduit à prendre la décision de maintenir les niveaux d'eau jusqu'à la mi-juin 2023 en ne faisant fonctionner que la pompe éolienne, de petit débit, afin de permettre la fin du développement des amphibiens en phase aquatique tout en évitant de noyer les nids que des couples de Guêpiers d'Europe ont construits dans les parties asséchées de la baisse.

Pour la saison d'irrigation hivernale 2023-2024, la pompe solaire a été mise en route entre le 22 septembre 2023 et le 11 mars 2024. Quelques dysfonctionnements de la pompe solaire ont été constatés entre décembre 2023 et janvier 2024 mais ont été compensés par les apports de la pompe éolienne. Les niveaux maximum jamais enregistrés ont été atteints au mois de mars 2024 en raison d'une très abondante pluviométrie. Les niveaux mesurés à la mi-juin 2024 sont équivalents à ceux de la même époque en 2023, alors que le système de pompage a été arrêté beaucoup plus précocement.

Suivi des superficies inondées par télédétection

L'application de l'indice WIW développé par la Tour du Valat sur des images des satellites européens Sentinel-2 permet de visualiser les zones inondées au fur et à mesure du temps.

a) Suivi sur dates ponctuelles

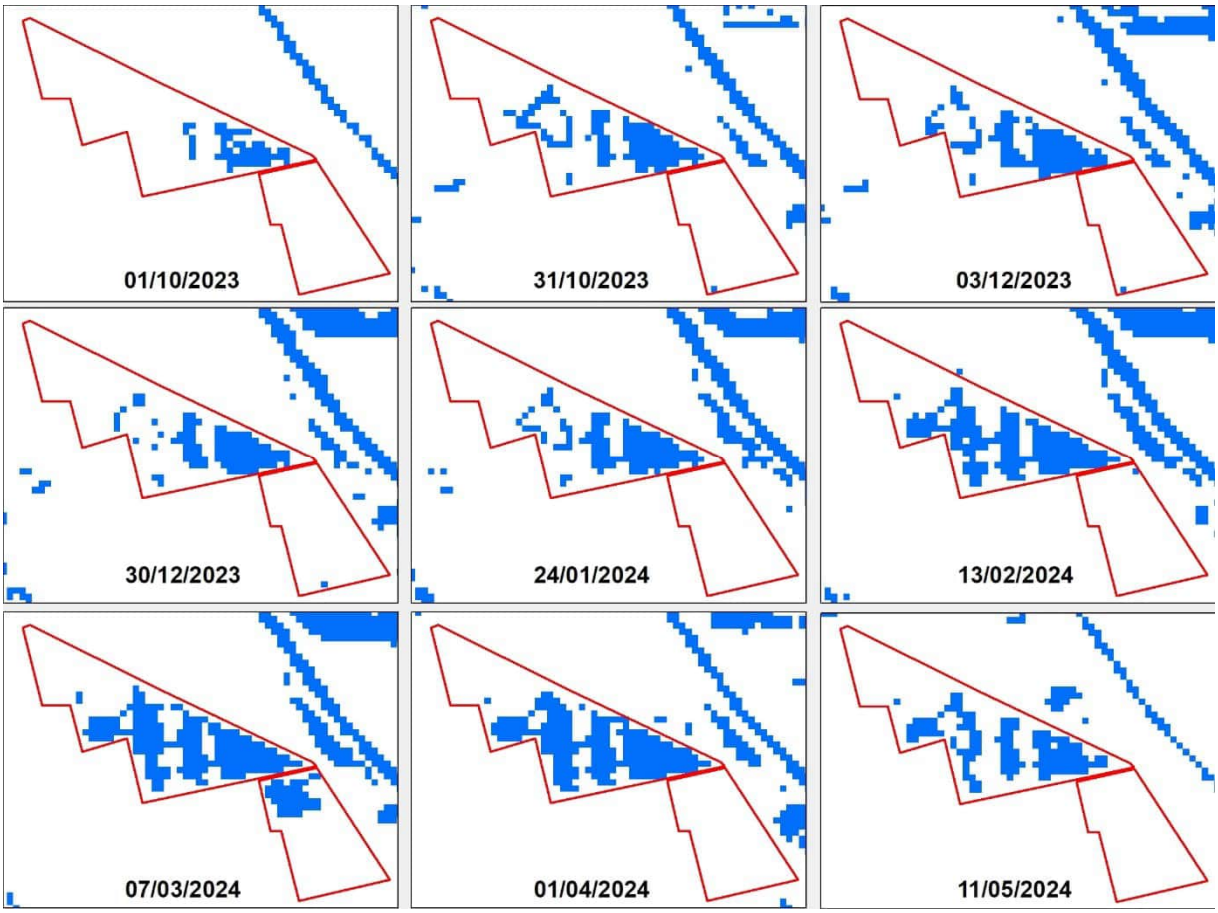


FIGURE 7. EVOLUTION MENSUELLE DES SUPERFICIES INONDEES SUR LE CASSAIRE ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 D'OCTOBRE 2023 A MAI 2024.

L'automne, l'hiver et le printemps ont montré des surfaces inondées conséquentes et très satisfaisantes pour la partie Nord. La partie Sud pourra faire l'objet d'inondations plus longues et plus conséquentes dans les années à venir.

Contrairement à la saison 2022/2023 où le début de baisse des niveaux d'eau est arrivé un peu tôt dans le printemps, la décrue et la diminution régulière des surfaces inondées a été très progressive et étalée jusqu'à suffisamment tard.

b) Calcule d'hydropériodes saisonnières

A partir d'une série temporelle de dates, on peut estimer des hydropériodes saisonnières (nombre de jours d'inondation/total).

Un calcul a été réalisé sur la période allant du 09/09/2023 au 11/05/2024 : 22 dates sur une période de 245 jours.

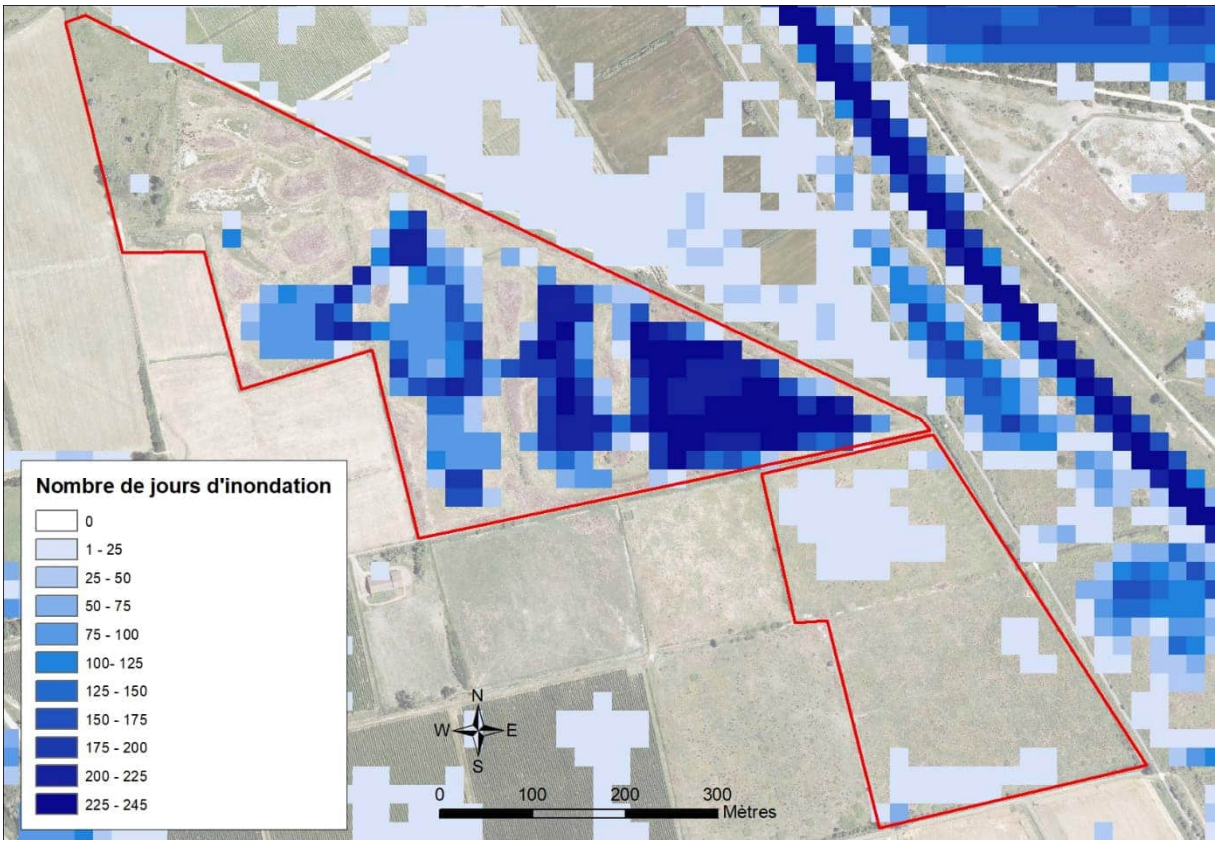


FIGURE 8. HYDROPERIODE SAISONNIERE DU CASSAÏRE ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 DU 09 SEPTEMBRE 2023 AU 11 MAI 2024

(NOMBRE DE JOURS D'INONDATION, SUR UN TOTAL DE 245 JOURS).

Sur le Cassaïre on peut remarquer l'inondation importante sur le Marais Nord, et une petite mise en eau sur le Marais Sud (25 jours : la zone Sud, moins prioritaire, n'a été alimentée que lors des périodes où le niveau du marais Nord était déjà satisfaisant).

Sur le Marais Nord, la partie côté Est, proche de la pompe, est un peu plus profonde que la partie Ouest, et montre une inondation plus longue (150 à 220 jours pour l'Est contre 90 à 180 jours pour l'Ouest).

Comme l'année passée la topographie diversifiée fait ressortir une variabilité de valeurs de pixels (gamme de bleus plus ou moins foncée pour chaque zone) : les conditions hétérogènes de la

topographie (zones plus ou moins hautes/plus ou moins profondes) se manifestent sur cette figure par des durées d'inondation tout autant variées.

Suivi de la végétation

L'évolution de la végétation est estimée dans deux secteurs du marais du Cassaïre, un secteur qui correspond à la partie la plus basse, à proximité de la pompe (noté Cassaïre B) un autre dans la partie moins basse plus à l'Ouest et donc moins longuement inondée (noté Cassaïre A). Dans chacun de ces secteurs, trois transects parallèles sont positionnés et des relevés de végétation y sont réalisés dans des quadrats positionnés tous les 10m (transects localisés par GPS). Pour chaque quadrats de 30cm sur 30cm, la liste des espèces végétale est relevée de manière la plus exhaustive possible (végétaux vasculaires, characées et bryophytes aquatiques). L'abondance des espèces est évaluée par leur fréquence au sein de neuf mailles de 10cm par 10cm au sein de chaque quadrats. La fréquente en plantes émergeantes, macrophytes submergés, macroalgues, algues filamenteuses, litière issue de plantes émergeantes et litière issue de plantes aquatiques est notée pour chaque relevé. La profondeur de la colonne d'eau est également mesurée pour chaque relevé. Ces relevés ont été réalisés en avril, mai, juin et aout 2020, 2022, 2023 et 2024. Le présent rapport ne présente que les données récoltés et avril et mai pour l'année 2024. Cette méthode s'appuie sur un protocole mis en œuvre dans le cadre d'un travail de thèse qui a permis l'inventaire de 27 mares temporaires naturelles de références (terrain réalisé en 2019 et 2020, Fontès *et al.* 2024). L'évolution de la végétation du Cassaïre est ici évalué au regard de la végétation des marais de référence qui en constituent l'objectif.



PHOTO 1. RELEVE FLORISTIQUE AU CASSAÏRE, 14/04/2023. © L. WILM

Une AFC est réalisée sur l'ensemble des relevés réalisés au Cassaïre et dans les mares de référence (abondances des espèces moyennées par mare et par date). L'axe 1 (**Figure 8**) discrimine nettement la végétation du Cassaïre des végétations de référence. On remarque également que le secteur A est plus éloigné des végétations de référence que le secteur B sur cet axe. Cela signifie que la végétation du Cassaïre se distingue des végétations de référence (différences dans la composition et l'abondance des espèces), notamment dans le secteur A qui est plus faiblement inondé que le secteur B. Notons enfin que la végétation du Cassaïre A en avril et mai 2024 correspondent aux situations les plus proches des végétations de référence, ce sont également les périodes de plus fortes inondations. Sur cet axe, les espèces associées au Cassaïre (plus fortes coordonnées positives) sont des espèces herbacées terrestres comme *Trifolium tomentosum, Medicago minima, Hypochaeris radicata, Picris echioides, Senecio vulgaris, Sonchus oleraceus, Chenopodium album, Avena sterilis, Plantago lanceolata*, etc. ces espèces sont très rares, voire absentes des mares de référence. Il s'agit d'espèces terrestres rudérales ou prairiales qui reflètent le passé agricole du site. L'axe 2 ne discrimine pas la végétation du Cassaïre de la végétation des mares de référence mais correspond à

un gradient hydrologique (**Figure 8**) avec une forte corrélation avec la profondeur de l'eau, l'abondance en macrophytes (valeurs positives) et l'abondances en plantes émergeantes (valeurs négatives). Sur cet axe, des espèces aquatiques comme *Azolla filiculoides, Chara vulgaris et Chara globularis* sont associées au Cassaïre. Il s'agit d'une lentille d'eau exotique (*Azolla filiculoides)* et de deux macrophytes rares dans les mares de référence, supportant de forts niveaux trophiques et généralement liées à des eaux douces.



PHOTO 2. HERBIER DE CHARA VULGARIS AU CASSAÏRE, 07/06/2023 © H. FONTES

A l'inverse, on retrouve sur l'axe 2 des espèces aquatiques comme *Ruppia maritima, Tolypella hispanica, Chara aspera, Riella notarisii, Chara canescens, Ranunculus peltatus, Ranunculus trichophyllus, Callitriche truncata, Zannichellia palustris, Zannichellia obtusifolia, etc.* certaines sont très fréquentes dans les milieux de à fonctionnement endoréique plus ou moins saumâtre. Plusieurs de ces espèces (notamment *Chara canescens, Ranunculus peltatus, Ranunculus trichophyllus, Callitriche truncata, Zannichellia palustris, Zannichellia obtusifolia*) sont également présentes au Cassaïre mais dans une moindre mesure.

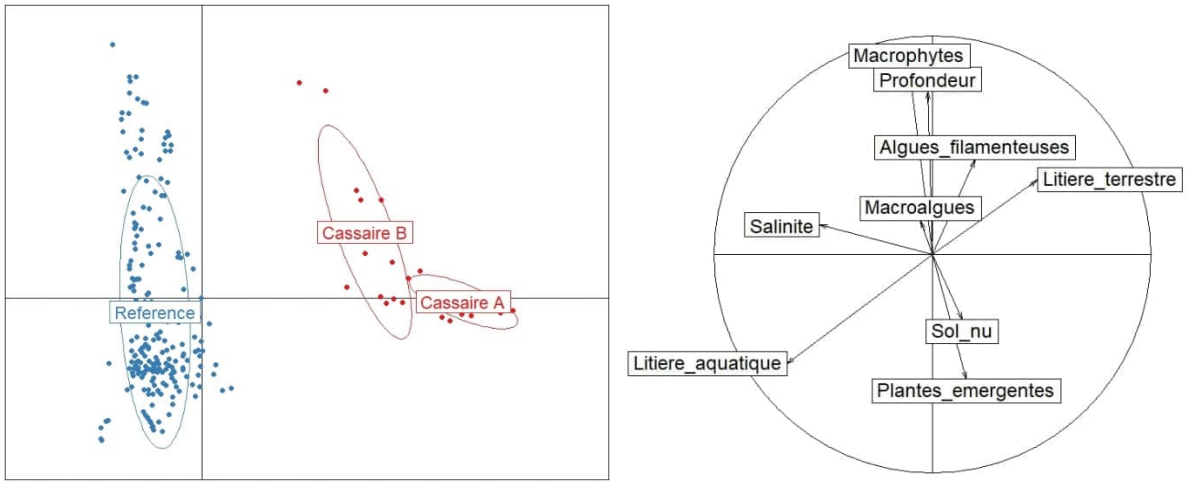


FIGURE 9. PROJECTION DES RELEVES (VEGETATION MOYENNE OBSERVE AU SEIN D'UN MARAIS A UNE DATE DONNEE) SUR LES DEUX PREMIERS AXES DE L'AFC REALISE SUR LES MARAIS DE REFERENCES (N=216) ET LE MARAIS DU CASSAÏRE (2020, 2022, 2023 ET 2024), SECTEUR A (N=14) ET B (N=14).

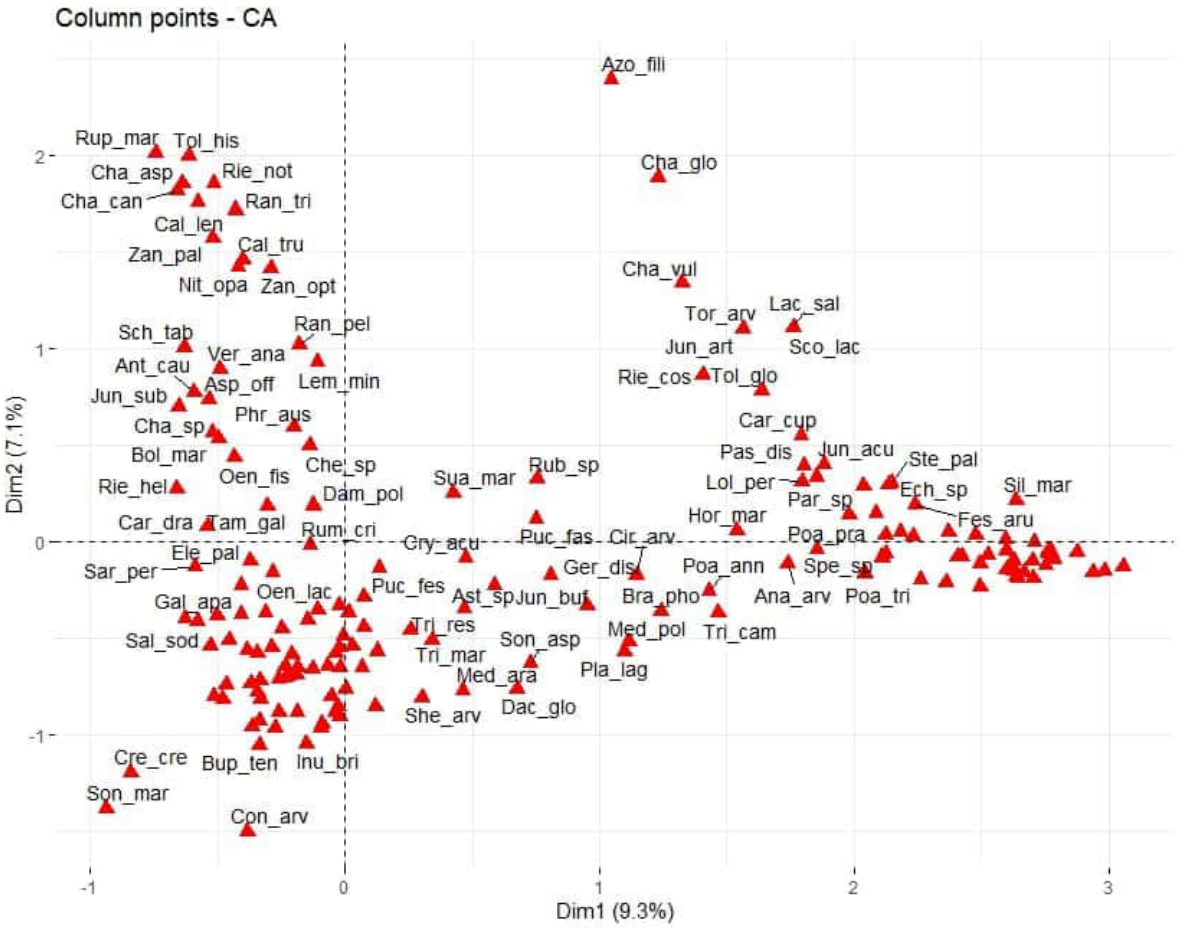


FIGURE 10. PROJECTION DES ESPECES (VEGETATION MOYENNE OBSERVE AU SEIN D'UN MARAIS A UNE DATE DONNEE) SUR LES DEUX PREMIERS AXES DE L'AFC REALISE SUR LES MARAIS DE REFERENCES (N=216) ET LE MARAIS DU CASSAÏRE (2020, 2022, 2023 ET 2024), SECTEUR A (N=14) ET B (N=14).

L'inondation est en effet un filtre écologique important, contraignant fortement le développement de la végétation et sélectionnant les plantes écologiquement adaptées (notamment les macrophytes), ici il facilite la restauration. Plus généralement, il est estimé que plusieurs décennies sont souvent nécessaires pour que des zones humides restaurées ou créées s'apparentent à des zones humides naturelles de référence (Moreno-Mateos et al. 2012). Ainsi, ce suivi n'est pas en mesure de démontrer une restauration complète du marais du Cassaïre pendant la durée du projet. Cependant, dans un contexte de gestion expérimentale et adaptative, ces analyses nous permettent de détecter des changements de la flore en lien avec l'augmentation de l'hydropériode.

LA FLORE REMARQUABLE DU CASSAÏRE

Plusieurs espèces remarquables au sens de leur rareté régionale, de leur menace et de leur protection réglementaire sont présentes au Cassaïre :



PHOTO 3. *LYTHRUM TRIBRACTEATUM* AU CASSAÏRE, 07/06/2023 © H. FONTES

- *Lythrum tribracteatum* : Espèce terrestre protégée nationale et caractéristique des mares temporaires. Elle a été observée pour la première fois dans le marais du Cassaïre en 2023 avec une population de plusieurs centaines de pieds. Au vu des effectifs, elle était probablement présente avant cette date mais ne s'exprimait probablement que rarement et dans de plus faibles effectifs. Cette espèce a pu être introduite sur le site lors d'opérations de transfert de banque de graine. Le changement de gestion hydrologique peut être considéré comme bénéfique pour cette espèce.
- *Zannichellia obtusifolia* : Espèce aquatique en danger d'extinction et protégée en région PACA. Elle est connue sur le site depuis sa création mais son abondance à augmenter en 2024 : observation d'une nouvelle localité et présence de l'espèce dans les quadrats lors du suivi ce qui n'avait pas été le cas depuis 2020. Le changement de gestion hydrologique peut être considéré comme bénéfique pour cette espèce qui est favorisée par des assecs printaniers tardifs.
- *Zannichellia palustris* : Espèce aquatique protégée en région PACA, par ailleurs pionnière et assez commune dans les marais temporaires de Camargue. Espèce peu fréquente dans le marais du Cassaïre qui s'y maintient.
- *Callitriche truncata* : Espèce aquatique rare bien représentée dans les mares temporaires de référence camarguaises. Elle a connu une augmentation significative de son abondance en 2024 par rapport aux années 2020 et 2022. Le changement de gestion hydrologique peut être considéré comme bénéfique pour cette espèce aquatique.
- *Riella cossoniana* : Bryophyte aquatique rare, quasi menacé en Europe. Elle se maintient dans de faibles abondances au marais du Cassaïre
- *Riella notarisii* : Bryophyte aquatique protégé nationale et quasi menacé en Europe. Cette espèce a été observée une seule fois en 2020, à rechercher.
- *Crypsis aculeata :* Espère terrestre protégée en PACA, se maintient en 2023. Observations à venir pour l'été 2024.

Suivi des Odonates

Une sortie terrain a été réalisée durant l'automne 2023 (le 24 octobre) et trois durant le printemps 2024 (les 3 et 23 mai, ainsi que le 6 juin). Cette nouvelle saison a permis d'observer deux nouvelles espèces depuis le début du projet (Tableau 1) : *A. mixta*, espèce typiquement observée à l'automne, et *L. macrostigma*. Cette dernière constitue le plus gros enjeu de conservation pour l'odonatofaune du

Cassaïre, puisqu'elle est évaluée comme « En danger » en France et « Vulnérable » en PACA. Elle avait également été observée durant le printemps 2022. Toutefois, aucune preuve de reproduction réussie n'a pu être relevée (population non autochtone du Cassaïre) et les adultes observés au printemps 2024 en train de pondre dans les tiges de Scirpe maritime ou de Jonc éponyme étaient le plus vraisemblablement des individus en provenance des Marais du Vigueirat, où la saison de reproduction 2024 a été excellente. Ceci n'est pas surprenant car l'espèce n'avait pas été vue durant le printemps 2022, période où auraient dû être pondus les œufs donnant l'émergence d'adultes durant le printemps suivant. Selon Lambret *et al.* (2023)[1], cette espèce est favorisée par la remise en eau automnale tardive de ses habitats larvaires temporaires. **Il serait donc souhaitable que le Cassaïre soit remis en eau vers fin octobre – début novembre 2024**, et non dès septembre comme en 2023. Les espèces autochtones, parfois observées en abondance (Tableau 1), sont typiques des marais temporaires à inondation longue en Camargue. *Coenagrion scitulum*, n'a pas été revu durant la saison 2023/24.

Tableau 1. Espèces d'odonates observées sur le Cassaïre de l'automne 2022 au printemps 2024 (les nouvelles étant indiquées en gras), avec leur abondance (1 = un seul adulte, 9 = quelques-uns, 99 = des dizaines, 999 = des centaines, 9999 = des milliers) et leur statut de reproduction : A = tentative de reproduction (tandem, ponte) ; B = exuvie, émergence, ténéraux (reproduction réussie).

Espèces	Automne 2022	Printemps 2023	Automne 2023	Printemps 2024
Lestes macrostigma				9 – A
Sympecma fusca		999 – A		9 – A, B
Coenagrion scitulum		1		
Ischnura elegans	99 – A	999 – A, B	99 – A	999 – A,B
Ischnura pumilio		1 – B		1
Anax ephippiger	99 – A	9 – A	99 – A	1
Anax imperator	1		1	
Anax parthenope	9			0 – B (exuvies)
Aeshna mixta			1	
Crocothemis erythraea	1		9 – A	9
Orthetrum cancellatum		9		1
Sympetrum fonscolombii	999 – A	9 999 – B	999	999 – A, B
Sympetrum striolatum	1		9 – A	999– B
S. meridionale ou *striolatum*		1 – B		

Suivi des Amphibiens

Six sorties de dénombrement des amphibiens ont été réalisées entre juillet 2023 et juin 2024, conformément au planning prévisionnel d'échantillonnage. La première a eu lieu le 11 décembre 2023 (dénombrement nocturne des chanteurs) afin de rechercher les espèces d'amphibiens susceptibles de se reproduire en automne et en hiver (en particulier le Pélodyte ponctué, *Pelodytes punctatus*). Les cinq autres ont permis de couvrir l'ensemble de la période hivernale et printanière :

- 19 décembre (échantillonnage diurne des têtards)
- 15 février (dénombrement nocturne des chanteurs)
- 19 mars (dénombrement nocturne des chanteurs)
- 26 avril (échantillonnage diurne des têtards)
- 17 mai (échantillonnage diurne des têtards)

[1] Lambret P., Jeanmougin M. & Stoks R. (2023) Factors driving larval density and adult size of the threatened Lestes macrostigma (Odonata): keys for water management and habitat restoration. *Journal of Insect Conservation* 27 : 389-402. https://doi.org/10.1007/s10841-023-00461-3



PHOTO 4. SORTIES DE DENOMBREMENT NOCTURNE DES CHANTEURS ET D'ECHANTILLONNAGE DIURNE DES TETARDS © LOÏC WILLM

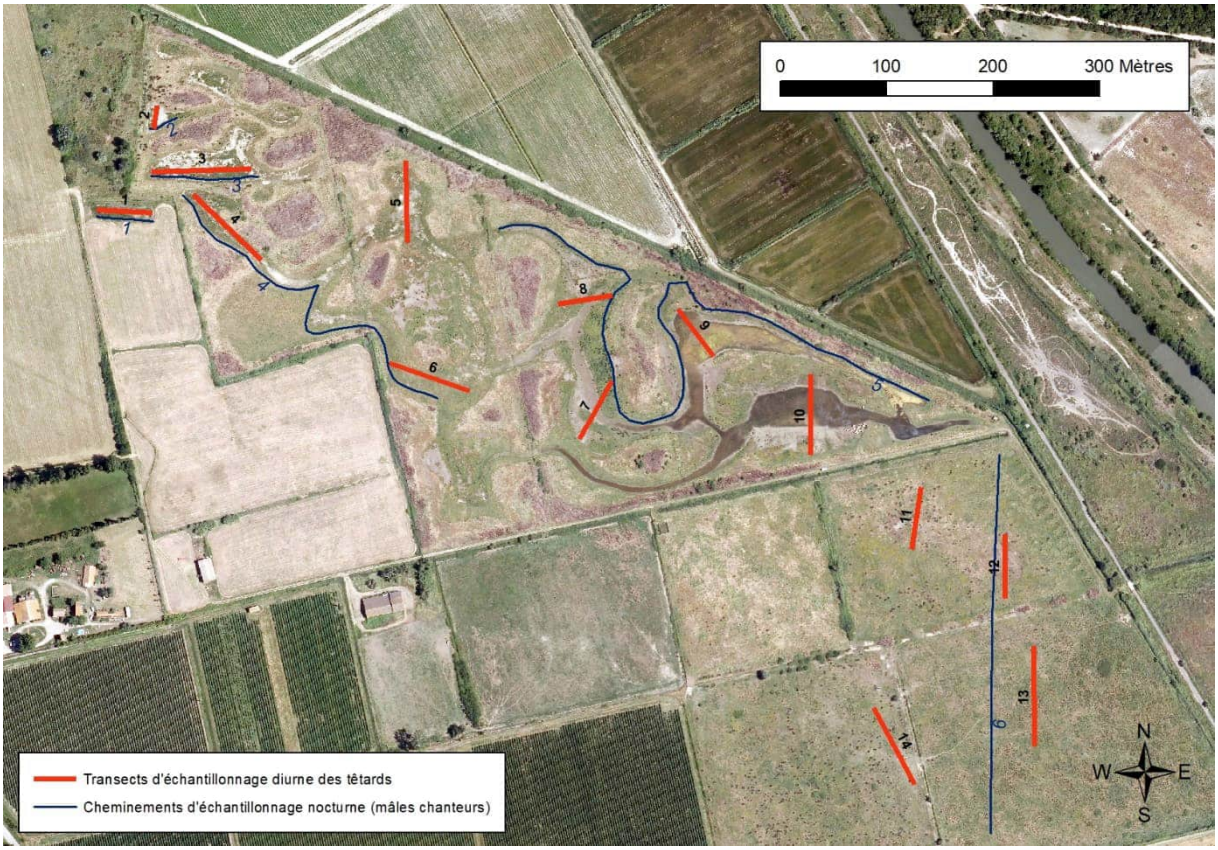


FIGURE 11. LOCALISATION DES SUIVIS DIURNES ET NOCTURNES DES AMPHIBIENS AU CASSAÏRE

Pour la seconde année consécutive, le fonctionnement du nouveau système de pompage (conjugué à un printemps très humide) a permis d'offrir des habitats de reproduction propice aux amphibiens d'octobre 2023 à juin 2024 dans la partie irrigable du marais.



PHOTO 5. VUE DE L'INONDATION DU MARAIS LE 05/03/2024, AVEC LE MONT VENTOUX ENNEIGE EN ARRIERE PLAN © LOÏC WILLM

Les trois mares temporaires situées au Nord-Ouest du site et les prairies situées au Sud-Est ne sont pas restées inondées sur une période suffisamment longue, malgré l'importante pluviométrie printanière et n'ont pas été utilisées comme site de reproduction par les amphibiens entre l'automne 2023 et le printemps 2024 **(Photo 7**). La mare avec la micro-falaise la plus à l'ouest a probablement présenté l'hydropériode la plus longue des mares temporaires, mais les trop faibles niveaux d'eau et la trop courte durée d'inondation n'ont pas permis aux têtards de rainette présents dans cette mare d'achever leur métamorphose.



PHOTO 6. MARE TEMPORAIRE DU CASSAÏRE, MARS 2024 © LOÏC WILLM



PHOTO 7. MARE TEMPORAIRE DU CASSAIRE, MAI 2024 © LOÏC WILLM

Déroulé du suivi

Les sorties hivernales effectuées en décembre 2023 ont permis d'établir la reproduction automnale de Pélodyte ponctué grâce à la capture d'un têtard de cette espèce le 19 décembre.

Deux males chanteurs de Pélodytes ponctués ont ensuite été contactés hors transect le 15 février, accompagnés par 23 males de Rainettes méridionales (*Hyla meridionalis*) comptabilisés sur le transect nocturne (Photo 8). La saison de reproduction bat véritablement son plein lors de la sortie nocturne suivante le 19 mars, avec 129 males d'Hyla chanteurs dénombrés sur le transect,

d'importants chorus de Grenouilles rieuses (*Pelophylax ridibundus*) présents au cœur du marais et encore 2 males de pélodytes ponctués entendus hors transect.

Les échantillonnages au troubleau effectués les 26 avril et 17 mai ont permis de confirmer la reproduction des Rainettes méridionales (194 têtards au premier passage et 66 au deuxième).

Le 04 Avril lors du suivi floristique (détection fortuite d'un jeune têtard), puis la sortie d'échantillonnage des têtards du 17 mai (capture d'un têtard proche de la métamorphose – **Photo 8**) ont permis de confirmer la reproduction du Pélodyte ponctué sur le site.



PHOTO 8. TETARD DE PELODYTE PONCTUE, 17 MAI 2024, CASSAIRE © LOÏC WILLM

Cette troisième année consécutive de suivi permet de tirer les enseignements suivants, suite au changement de gestion hydraulique permis par le nouveau système de pompage :

- Une recolonisation rapide du marais, après une série d'années hydrologiques très défavorables, par les Rainettes **méridionales (Figure 11 et 12) et les Grenouilles rieuses (deux espèces naturalisées dans le sud de la France).**
- **Le retour très timide du pélodyte ponctué (effectif très faible) comme reproducteur sur le site (Figure 11 et 12).**
- La rareté du triton palmé (découvert au printemps 2023, mais non recontacté depuis).
- Et l'absence comme espèce reproductrice, du Crapaud calamite (*Epidalea calamita*), du Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*) et des grenouilles vertes indigènes, la grenouille de Perez (*Pelophylax perezi*) et la grenouille de Graf (*Pelophylax kl. grafi*)

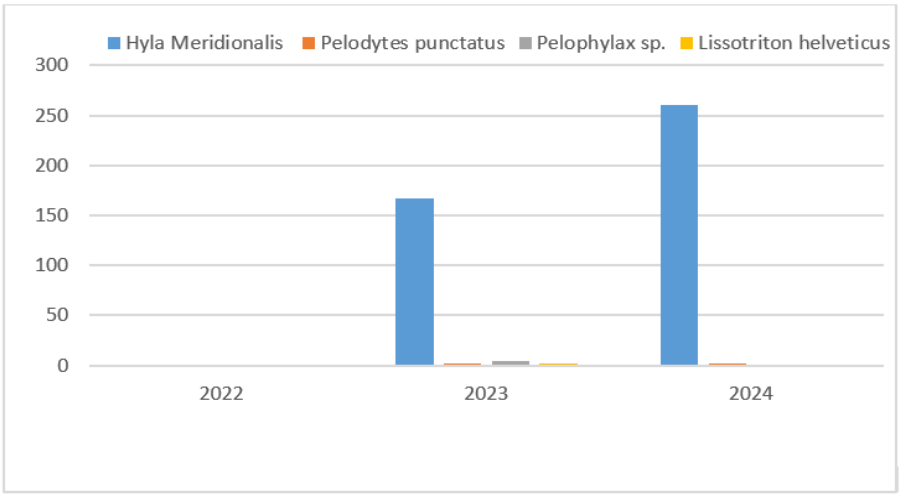


FIGURE 12. EVOLUTION ANNUELLE DU NOMBRE DE TETARDS D'ANOURES ET DE LARVES D'URODELES ECHANTILLONNES AU TROUBLEAU SUR L'ENSEMBLE DES TRANSECTS ENTRE 2022 ET 2024

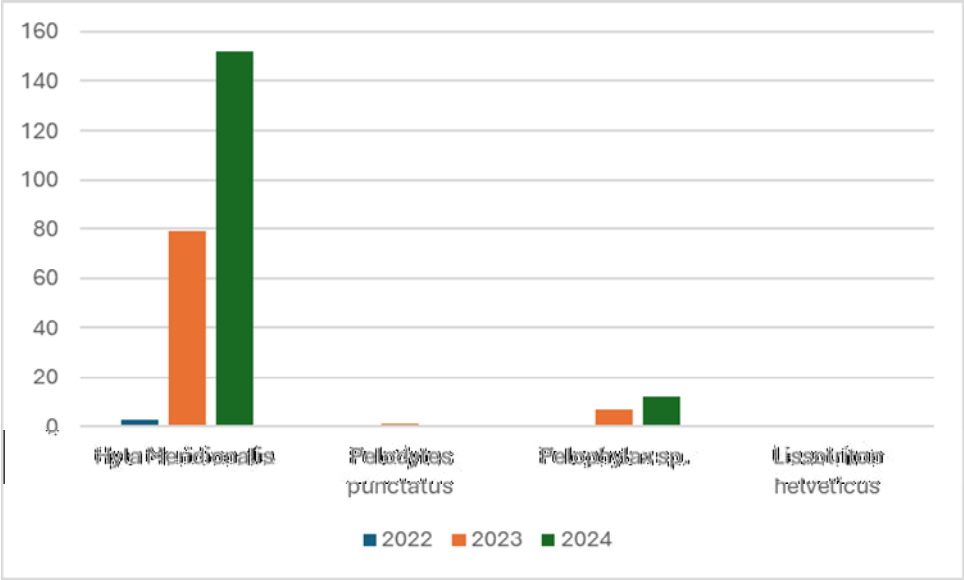


FIGURE 13. EVOLUTION ANNUELLE DU NOMBRE DE MALES CHANTEURS D'ANOURES ET D'ADULTES DE TRITON PALME DENOMBRES SUR L'ENSEMBLE DES TRANSECTS ENTRE 2022 ET 2024.

Suivi de la Cistude d'Europe

Précisons en préambule que cette campagne est autorisée par l'arrêté préfectoral n°13-2020-04-10-001 portant autorisation dérogatoire à l'article L.411-1, au titre de l'article L.411-2 du Code de l'Environnement, au bénéfice de l'association Les Amis des Marais du Vigueirat, pour procéder, à des fins scientifiques et pédagogiques à la perturbation intentionnelle, à la capture, au marquage et au relâché immédiat sur place de spécimens d'espèces protégées au cours des années 2020 à 2026.

La campagne de Capture-Marquage-Recapture (CMR) de la Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, démarrée au printemps 2023, a été poursuivie en 2024. N'étant pas encore terminée à la date de rédaction de ce rapport, les résultats présentés ici ne sont donc pas exhaustifs.

Le protocole a été établi en concertation avec Anthony Olivier, herpétologue spécialiste de la Cistude d'Europe à la Tour du Valat. Deux filets verveux sont placés dans la roubine d'alimentation en eau du

site et deux dans la baisse. L'extrémité du filet est maintenue hors de l'eau de manière à éviter toute noyade des individus capturés. Les pièges sont activés chaque semaine pour 3 nuits de piégeage depuis le 06/05/2024. Quinze nuits de piégeage sont prévues et le relevé des prises est réalisé chaque matin suivant une nuit de piégeage.



FIGURE 14. LOCALISATION DES POINTS DE CAPTURE DANS LA CADRE DE L'ETUDE PAR CMR DE LA CISTUDE D'EUROPE SUR LE CASSAÏRE

A la date de rédaction de ce rapport, après 24 nuits de piégeage, aucune tortue n'a encore été capturée dans l'étang mais quatre individus ont été capturés dans la roubine, dont 2 avaient déjà été capturés et marqués aux Marais du Vigueirat. L'une d'entre-elle avait été marquée en 2006 au niveau du Clos des Bissounenques, de l'autre côté du Canal d'Arles à Bouc :

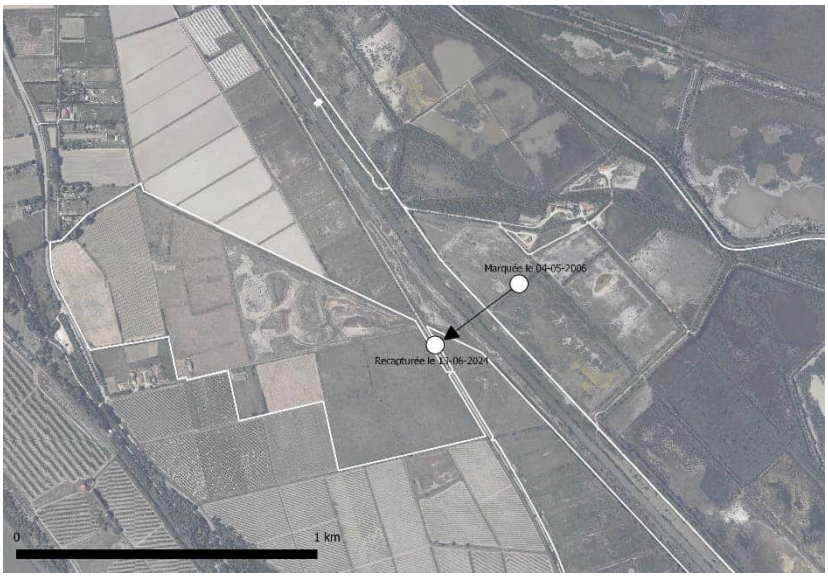


FIGURE 15. LOCALISATION DU SITE DE PREMIERE CAPTURE DE L'UNE DES CISTUDES D'EUROPE RECAPTUREES EN 2024 SUR LE CASSAÏRE

Suivi des reptiles

Le suivi des reptiles sur le Cassaïre est réalisé en conformité avec la réglementation relative aux espèces protégées par l'intermédiaire de l'arrêté préfectoral n°13-2020-04-10-001 du 10 avril 2020 portant autorisation dérogatoire à l'article L.411-1, au titre de l'article L.411-2 du Code l'Environnement, au bénéfice de l'association Les Amis des Marais du Vigueirat, pour procéder à des

fins scientifiques et pédagogiques à la perturbation intentionnelle, à la capture, au marquage et au relâcher immédiat sur place de spécimens d'espèces protégées au cours des années 2020 à 2026.

Le protocole utilisé a été rédigé par A. Olivier (RNR de la Tour du Valat) et G. Maillet (CEN Isère - RNN Grand Lemps) à l'initiative du groupe "Amphibiens et Reptiles" de la commission scientifique de RNF en 2005 dans une volonté d'évaluer la diversité et la densité des populations de reptiles terrestres dans les espaces protégés, à l'échelle locale et nationale. Ce protocole est basé sur la mise en place et le suivi de caches artificielles, qu'on appelle aussi « plaques », de préférence en caoutchouc afin de créer des points chauds pour y attirer les reptiles présents. Sur l'habitat naturel que l'on souhaite inventorier, on installe un lot de 12 plaques réparties en 3 linéaires de 150 mètres constitués donc de 4 tapis. Les transects doivent être distants d'au moins 50 m entre eux. Le protocole précise qu'il faut réaliser 6 relevés entre avril et juin, à raison d'environ un passage tous les 15 jours.



FIGURE 16. LOCALISATION DES TRANSECTS DE SUIVI DES REPTILES SUR LE CASSAÏRE

Les plaques ont été disposées en février 2022 sur le Cassaïre et le suivi est réalisé conformément au protocole depuis cette date. En 2024, les relevés ont été réalisés entre le 16/04/204 et le 15/06/2024. Ils ont permis de contacter :

- Orvet fragile *(Anguis anguis)*, 4 contacts
- Couleuvre à échelons *(Rhinechis scalaris),* 5 contacts. Cette espèce avait été observée l'année précédente en dehors du protocole.
- Couleuvre de Montpellier *(Malpolon monspessulanus), 1 contact.* Cette espèce avait été observée l'année précédente en dehors du protocole.
- Couleuvre vipérine *(Natrix maura*), 8 contacts.
- Seps strié (*Chalcides striatus*), 1 contact.

Le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*), présent l'année dernière lors des relevés, n'a pas été recontacté cette année.

Suivi mensuel de l'avifaune hivernante

Pour l'hiver 2023-2024, le compte mensuel des oiseaux d'eau hivernants a été réalisé, conformément au protocole appliqué sur l'ensemble de la Camargue, aux dates suivantes :

Tableau 2. Résultat des comptes mensuels des oiseaux d'eau hivernants sur Le Cassaïre, hiver 2023-2024

		15-09-2023	15-10-2023	14-11-2023	12-12-2023	17-01-2024	15-02-2024
Lou Cassaïre	Cygne tuberculé				6	4	13
	Aigrette Garzette			3			2
	Chevalier culblanc				1	1	
	Mouette rieuse				26		

Les comptes des mois de septembre et octobre n'ont pas été réalisés en raison des conditions météorologiques défavorables ou en raison de difficultés d'organisation de l'équipe.

Il est difficile d'interpréter les résultats des comptes d'oiseaux d'eau hivernants pour cette année 2023-2024. En effet, le nombre d'espèces et le nombre d'individus présents sur le site lors des suivis restent encore très faibles. Il est probable que l'importance des niveaux d'eau hivernaux puisse expliquer l'absence d'anatidés autre que le Cygne tuberculé et de limicoles.

Suivi de l'avifaune nicheuse

Le protocole de Suivi Temporel des Oiseaux Communs par point d'écoute (STOC-EPS) prévoit normalement deux passages, le premier à la mi-avril et le deuxième à la mi-mai. En 2024, en raison d'une météo particulièrement mauvaise (fortes intempéries et vents importants), un seul passage a été réalisé le 29 avril. Ce passage, centré sur les deux sessions habituelles, permet d'avoir des espèces nicheuses à la fois précoces et tardives. Le protocole prévoit le suivi de quatre points d'écoute sur le Cassaïre.

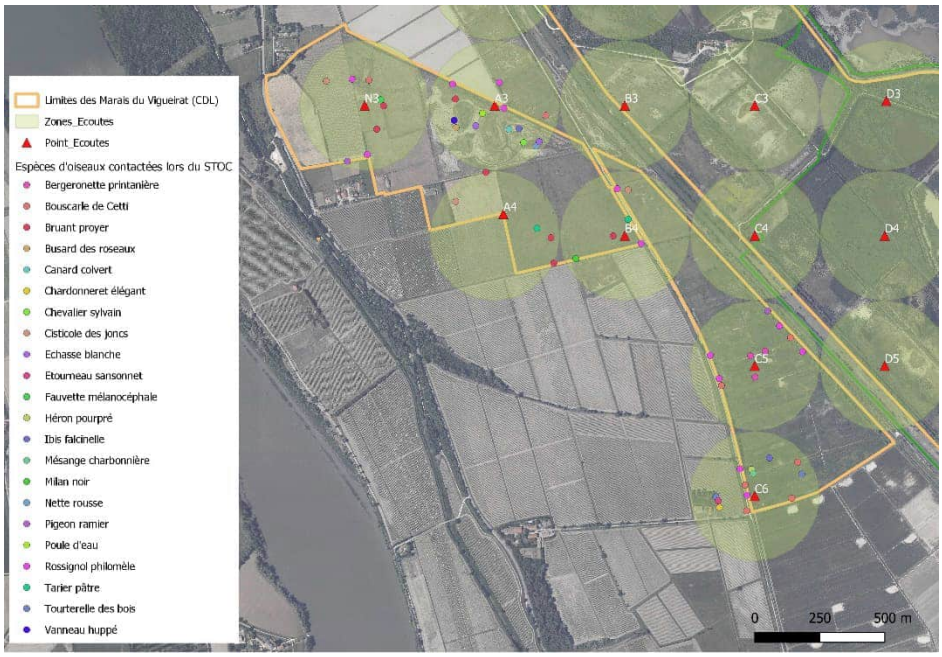


FIGURE 17. CARTOGRAPHIE DES POINTS D'ECOUTE REALISES DANS LE CADRE DU PROTOCOLE STOC-EPS SUR LE CASSAÏRE ET LA PETITE FORET EN 2024

Sur le Cassaïre, le suivi a permis de contacter 16 espèces alors que 25 espèces avaient été contactées en 2023 et 17 en 2021. Toutes les espèces contactées ne nichent pas sur Le Cassaïre, comme par exemple le Milan noir qui niche dans les Marais du Vigueirat.

Tableau 3. Liste des espèces contactées lors du suivi des oiseaux nicheurs sur le Cassaïre en 2021, 2023 et 2024

Lou Cassaïre		
2021	**2023**	**2024**
Alouette des champs		
Bouscarle de Cetti	Bouscarle de Cetti	Bouscarle de Cetti
	Bruant des roseaux	
Bruant Proyer	Bruant Proyer	Bruant Proyer
		Busard des roseaux
		Canard colvert
	Chardonneret élégant	
		Chevalier sylvain
Cisticole des joncs	Cisticole des joncs	Cisticole des joncs
Cochevis huppé	Cochevis huppé	
	Coucou geai	
Coucou gris		
	Cygne tuberculé	
	Echasse blanche	Echasse blanche
	Etourneau sansonnet	
Faisan de Colchide	Faisan de Colchide	
	Fauvette à tête noire	
	Fauvette mélanocéphale	Fauvette mélanocéphale
		Gallinule poule d'eau
Guêpier d'Europe	Guêpier d'Europe	
	Héron garde-boeuf	
Hirondelle rustique		
	Huppe fasciée	
Hypolaïs polyglotte	Hypolaïs polyglotte	
	Ibis falcinelle	Ibis falcinelle
Milan noir		Milan noir
	Mouette rieuse	
		Nette rousse
Pie bavarde	Pie bavarde	
Pigeon ramier	Pigeon ramier	Pigeon ramier
	Rollier d'Europe	
Rossignol philomèle	Rossignol philomèle	Rossignol philomèle
	Tarier des prés	
Tarier pâtre	Tarier pâtre	Tarier pâtre
Tourterelle turque		
Vanneau huppé		Vanneau huppé

Par rapport à 2023, on note l'absence d'oiseaux d'eau comme le Cygne tuberculé, l'Echasse blanche ou encore la Mouette rieuse. Pour les oiseaux terrestres, entre les deux années, on note l'absence de Fauvette à tête noire, Cochevis huppé, ou encore le Faisan de colchide, le Rollier ou même les

Guêpiers. Toutefois, certaines de ces espèces, comme le Cygne tuberculé, le Guêpier d'Europe ou le Rollier d'Europe, se sont reproduites sur le site. Elles n'ont simplement pas été contactées lors du suivi.

Il est aussi possible que la météo observée au printemps 2024, avec des précipitations importantes et des températures bases, soit à l'origine de la baisse du nombre d'espèces contactées.

La nidification du Guêpier d'Europe fait l'objet d'un suivi spécifique aux Marais du Vigueirat et donc sur le Cassaïre. 18 couples se sont installés à la date de rédaction de ce rapport. Ils sont installés dans l'étang, aucun n'ayant été observé dans la « mare dunaire ».

Alors qu'un nichoir à Rollier d'Europe avait été installé dans un des grands peupliers situés sur le chemin d'accès au Cassaïre en 2023 mais n'avait pas été occupé cette année-là, un couple s'est installé en 2024. Il n'est pas encore possible, à la date de rédaction de ce rapport, de connaître le succès de la reproduction. Il faut cependant noter que seulement 6 couples sont connus sur l'ensemble des Marais du Vigueirat.

Un couple d'Œdicnème criard, oiseau steppique, fréquente régulièrement le site bien qu'il n'y niche pas.

Observation d'oiseaux hors protocoles de suivi

Le Busard des roseaux n'avait jamais été observé sur le site jusqu'en 2024, tout comme le Canard colvert, le Chevalier sylvain, le Milan noir, la Nette rousse ou la Gallinule poule d'eau.

Suivi des lagomorphes

Bien que ce suivi ne soit pas prévu dans le cadre du présent programme, le gestionnaire réalise le suivi des lagomorphes sur le Cassaïre selon le protocole des Indices Kilométriques d'Abondance comme cela se fait sur le reste des Marais du Vigueirat. Ce suivi a été réalisé les 22, 23 et 24 février 2023 et n'a pas permis d'observer qu'un seul Lapin de Garenne, *Oryctolagus cuniculus*, sur le Cassaïre.

Bien que n'ayant pas été contacté lors du suivi, le Lièvre sp. (il n'est pas possible de distinguer le Lièvre d'Europe et le Lièvre Ibérique) est toujours présent sur le site, le dernier ayant été vu le 08/06/2024.

Autres informations complémentaires sur la faune

Patrick Bayle, mammalogiste membre du Conseil Scientifique de la RNN des Marais du Vigueirat, a procédé à l'identification des espèces (micromammifères, oiseaux, invertébrés) présentes dans 11 pelotes de rejection d'Effraie des clochers récoltées sur le Cassaïre. Les espèces de micromammifères identifiées sont celles que l'on retrouve le plus communément dans le régime de l'Effraie des clochers dans le secteur : Crocidure musette, Campagnol provençal, Souris domestique, Mulot sylvestre.

Tableau 4. Espèces déterminées dans des pelotes de rejection d'Effraie des clochers récoltées sur Le Cassaïre en 2024 (Patrick Bayle)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL	
Taupe d'Europe	*Talpa europaea*									2			2	*0,2%*
Crossope aquatique ou de Miller	*Neomys fodiens / milleri*									1			1	*0,1%*
Crocidure musette	*Crocidura russula*	45	16	8	2	16		20	5	20	4	15	151	*18,7%*
Crocidure des jardins	*Crocidura suaveolens*	5	1	1	3	1	1	5	10	11	2	8	48	*5,9%*
Pachyure étrusque	*Suncus etruscus*	2	1		1	1			1	7	1	6	20	*2,5%*
Campagnol provençal	*Microtus duodecimcostatus*	151		3	3			65	37	55	7	14	335	*41,5%*
Campagnol agreste	*Microtus agrestis*	1		1				2	6	4		2	16	*2,0%*
Rat des moissons	*Micromys minutus*				3			2			1		6	*0,7%*
Souris domestique	*Mus musculus*	14	1	11	3	1	10	19	13	36	12	17	137	*17,0%*
Souris à queue courte	*Mus spretus*	1	1	3	7	1		3	6	1			23	*2,9%*
Souris domestique ou à queue courte	*Mus musculus / spretus*	2										1	3	*0,4%*
Mulot sylvestre	*Apodemus sylvaticus*	3					2	6	4	12	3	10	40	*5,0%*
Rat noir	*Rattus rattus*								2				2	*0,2%*
Rat surmulot	*Rattus norvegicus*	1								1			2	*0,2%*
TOTAL MAMMIFERES		**225**	**20**	**27**	**22**	**20**	**13**	**122**	**84**	**150**	**30**	**73**	**786**	***97,4%***
Étourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*									3	2		5	
Bouscarle de Cetti	*Cettia cetti*				1								1	
petit passereau insectivore indéterminé	*Passeriformes*									2			2	
TOTAL OISEAUX		**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**5**	**2**	**0**	**8**	***1,0%***
Courtilière	*Gryllotalpa sp.*											1	1	
taupin indéterminé	*Elateridae*									2		10	12	
TOTAL INSECTES		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**11**	**13**	***1,6%***
TOTAL		***225***	***20***	***#***	***#***	***20***	***13***	***122***	***84***	***157***	***32***	***84***	***807***	***100,0%***

Par ailleurs, lors des campagnes de CMR de la Cistude d'Europe, 6 anguilles, *Anguilla anguilla*, ont été capturées dans la roubine d'irrigation ainsi que des gardons, *Rutilus rutilus*, et des perches soleil, *Lepomis gibbosus*. Aucun poisson n'a pas été détecté dans la baisse.

Il semblerait enfin que l'Ecrevisse de Louisiane, *Procambarus clarkii*, espèces exotique invasive, soit de plus en plus présente sur le site. En effet, plus d'une cinquantaine d'individus de grande taille ont été capturés par semaine lors des campagnes de CMR.

Suivi photographique au sol des paysages

Le suivi photographique saisonnier des paysages a démarré le 24 novembre 2021 sur 3 points sur le Cassaïre, et a été poursuivi conformément au protocole en 2022, 2023 et 2024, ce qui donne 11 campagnes à la date de rédaction de ce rapport : 24/11/2021, 22/02/2022, 29/05/2022, 25/08/2022, 24/11/2022, 27/02/2023, 29/05/2023, 28/08/2023, 28/11/2023, 01/03/2024, 25/05/2024.

Un protocole de suivi a été élaboré en interne, et les points ont été choisis pour être les plus représentatifs possibles de l'évolution des paysages induite par le projet : géo-référencement des points, détermination de la focale, de l'ouverture, de la hauteur de l'appareil sur pied et de l'angle de prise de vue pour chaque point.



FIGURE 18. LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI DU PAYSAGE SUR LE CASSAÏRE

Le suivi photographique démontre bien l'évolution du paysage du Cassaïre depuis la mise en route de la pompe solaire. Les photographies prises aux mois de novembre et aux mois de février / mars montrent bien l'évolution des niveaux d'eau résultat de la modification de la capacité de pompage en hiver.



FIGURE 19. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°1 DU CASSAÏRE AUX MOIS DE NOVEMBRE 2021, 2022 ET 2023



FIGURE 20. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°1 DU CASSAÏRE AUX MOIS DE FEVRIER ET MARS 2022, 2023 ET 2024

Suivi photographique des paysages en drone

Durant la saison 2023/2024, des vols de drones DJI Phantom 4 Pro V2 ont été effectués aux dates suivantes :

- 18/01/2024
- 21/02/2024
- 14/03/2024

En fonction des besoins, de simples photos panoramiques ou des captures photogrammétriques ont été réalisées.

Pour les prises photogrammétriques, des vols planifiés ont été programmés sur l'application Pix4Dcapture. Cette application de vol permet de quadriller une zone géographique en prenant des photos verticales en rafale, avec des photos consécutives ayant un fort taux de recouvrement frontal et latéral (front & side overlap) entre elles. Les photos récupérées ont ensuite été traitées sur le logiciel de photogrammétrie Pix4Dmapper : ce logiciel permet à partir des photographies prises par le drone de reconstituer par stéréoscopie une vue 2D référencée géographiquement (appelée orthophotographie) dont la résolution des pixels est de seulement quelques cm (ici 2 à 3 cm).

Des vols programmés ont été réalisés à différentes périodes, afin de produire des orthophotographies. Ces dernières permettent de cartographier finement les superficies mises en eau en fonction des saisons et des différents niveaux d'eau, l'objectif étant de couvrir toute une saison d'inondation.

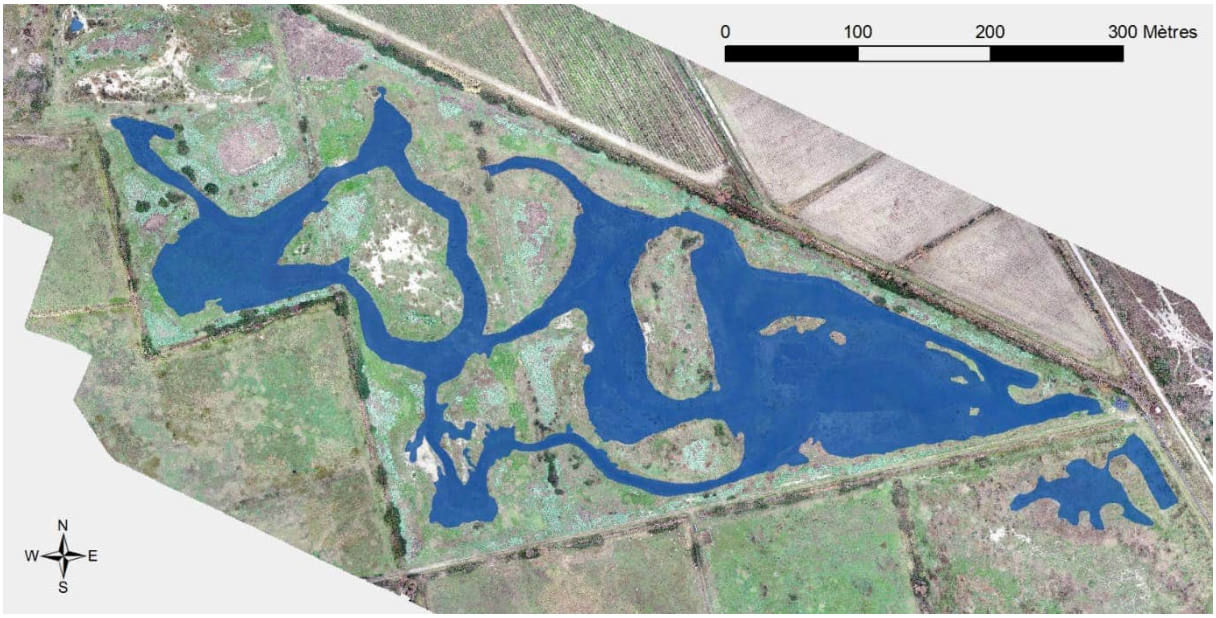


FIGURE 21. ORTHOPHOTOGRAPHIE DU CASSAIRE LE 06 JANVIER 2023, ET DIGITALISATION DE LA SURFACE EN EAU (EN BLEU).

Couplées au suivi des niveaux d'eau, les digitalisations des surfaces en eau issues des missions orthophotographiques, ajoutées à quelques autres données historiques, permettent de produire une carte montrant les surfaces inondées en fonction du niveau d'eau atteint (page suivante).

Si cette activité avait été plutôt prévue lors de la saison 2023/2024, les opportunités (météo, autorisations aériennes, etc..) avaient permis de déjà réaliser une bonne partie du travail lors de la saison 2022/2023. Cette anticipation a été une chance, car ensuite les très mauvaises conditions météorologiques de l'hiver 2023/2024 et surtout du printemps 2024 ont fortement limité les possibilités de vols.

La dernière orthophotographie du marais Nord du Cassaïre a été effectuée le 14/03/2024 lors de son niveau d'eau maximum jamais atteint, avec un niveau à 81 cm à l'échelle.

Date	Origine données	Niveau d'eau à l'échelle - Marais Nord
26/03/2016	Orthophoto PNRC/Avion jaune	38 cm
22/04/2018	BDortho IGN	42 cm
13/12/2018	Tracking GPS terrain	70 cm
14/01/2022	Orthophoto drone TdV	08 cm
13/10/2022	Orthophoto drone TdV	19 cm
24/11/2022	Orthophoto drone TdV	40 cm
09/12/2022	Orthophoto drone TdV	48 cm
06/01/2023	Orthophoto drone TdV	50 cm
09/02/2023	Orthophoto drone TdV	55 cm
07/04/2023	Orthophoto drone TdV	45 cm
14/03/2024	Orthophoto drone TdV	81 cm

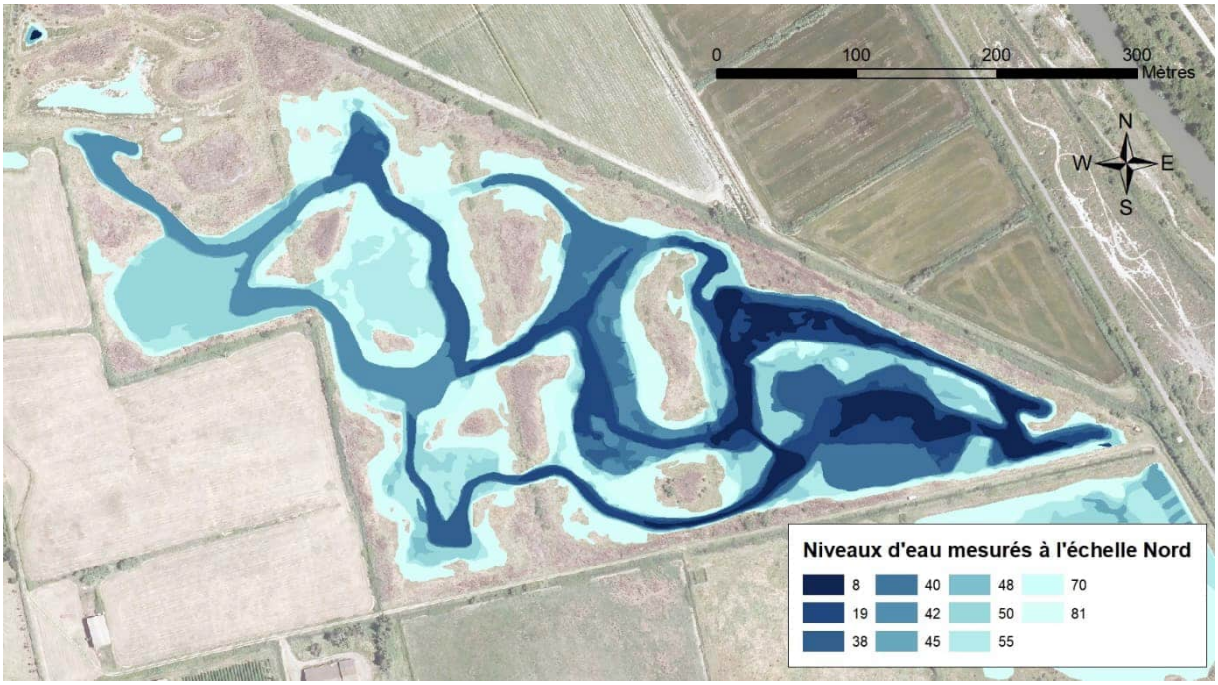


FIGURE 22. SURFACES INONDEES SUR LE MARAIS NORD DU CASSAIRE, EN FONCTION DES NIVEAUX D'EAU MESURES A L'ECHELLE.

On peut observer sur cette figure que les variations de couleurs/variations de surfaces inondées sont l'illustration de la diversité topographique qui avait été recherchée lors du design du site dans les années 2010 : afin de favoriser la biodiversité, de maximiser les potentialités d'accueil d'habitats et d'espèces, d'optimiser les zones de transition/écotones et de créer un environnement le plus résilient possible face à des variations intra et interannuelles. Le marais à recréer avait été dessiné de manière à multiplier les conditions abiotiques (topographie diversifiée de zones plus ou moins basses/profondes, inondées plus ou moins longtemps).

Cette figure reliant niveaux d'eau et surfaces inondées pourra à l'avenir servir de système d'aide à la décision : on pourra choisir à pas de temps régulier (mensuel par exemple) quel niveau atteindre à l'échelle pour inonder une surface donnée/voulue.

En parallèle de ces missions photogrammétriques, des vues paysagères ont également été réalisées le 18/01/2024, le 21/02/2024 et le 14/03/2024.



PHOTO 9. PHOTOGRAPHIE DU CASSAIRE PRISE PAR DRONE LE 18 JANVIER 2024.



PHOTO 10. PHOTOGRAPHIE DU CASSAIRE PRISE PAR DRONE LE 21 FEVRIER 2024.



PHOTO 11. PHOTOGRAPHIE DU CASSAIRE PRISE PAR DRONE LE 14 MARS 2024.

Suivi et contrôle des espèces invasives

Plusieurs opérations de contrôle des espèces invasives sont réalisées chaque année depuis le début du programme :

- Jussies : afin d'éviter le développement des jussies dans le marais, les herbiers présents dans la roubine d'alimentation en eau font l'objet d'opérations d'arrachage manuel. En 2023, ces opérations n'ont pas été nécessaires suite à l'important effort réalisé l'année précédente.
- Herbe de la Pampa : ponctuellement, quelques pieds d'Herbe de la Pampa sont arrachés manuellement sur le site afin d'éviter sa colonisation par l'espèce, encore peu présente. Contrairement aux années précédentes, ces opérations n'ont pas été nécessaires en 2023.
- Séneçon en arbre : chaque année, ponctuellement, quelques pieds de Séneçon en arbre sont arrachés manuellement sur le site afin d'éviter sa colonisation par l'espèce, encore peu présente. En 2023, 6 pieds ont été arrachés manuellement.
- Cannes de Provence : cette espèce est peu présente sur le site mais un cannier important se développe sur la dune, mettant en danger les pieds de Canne de ravenne, *Tripidum ravennae*, espèce patrimoniale. Depuis plusieurs années, des campagnes d'arrachage manuel des rhizomes de Canne de Provence sont menées par l'équipe en charge de la conservation du patrimoine naturel des Marais du Vigueirat et par les équipes du chantier d'insertion mais doivent être régulièrement renouvelées. Plusieurs campagnes ont été organisées avec les équipes de l'ACI des Marais du Vigueirat en janvier (25, 26 et 30), le 02 février et les 13 et 14 mars 2024. Le chantier de bénévoles Les Blongios a été mis à contribution en avril 2024.
- Tamaris : bien que n'étant pas considéré comme une espèce exotique invasive, il est nécessaire de réguler le développement de cette espèce sur le site et notamment dans la baisse, afin d'éviter sa colonisation et la fermeture du milieu. Des campagnes d'arrachage manuel sont organisées lorsque les pieds sont encore petits. Dans le cas contraire, les pieds

sont coupés juste avant la mise en eau automnale du site afin de stopper leur développement grâce à l'influence de l'inondation. Plusieurs campagnes ont été organisées avec les équipes de l'ACI des Marais du Vigueirat en janvier (25, 26 et 30), le 02 février et les 13 et 14 mars 2024

Sensibilisation

Pour rappel, même si cette action n'est clairement pas définie au sein de ce programme, il nous paraît intéressant de relayer cet axe fort en synergie avec le programme, qui le nourrit et l'enrichit par le développement de ces missions depuis quelques années.

En effet, le partenariat avec le CPIE Rhône Pays d'Arles a été poursuivi sur le Cassaïre tout au long de l'année scolaire 2023-2024. Cette année, le CPIE a accueilli 10 classes sur le Cassaïre, dans le cadre des Actions Educatives du Département des Bouches-du-Rhône ou dans le cadre d'animations ponctuelles (soit 180 élèves de collèges et 64 élèves de lycée et primaire). Les thèmes développés portent sur la connaissance de la faune et de la flore, la conservation du patrimoine naturel, la gestion des espaces naturels et la restauration des espaces dégradés.

Le programme d'Aire Terrestre Educative (ATE) sur le Cassaïre, mené par le CPIE Rhône Pays d'Arles et l'école Marinette Carletti de Mas-Thibert avec l'enseignant Malik Bouchoukh (CE2/CM1) a été poursuivi pour la quatrième année. Ce programme, dispositif de l'Office Français de la Biodiversité financé par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, vise à utiliser une aire terrestre de petite taille comme support pédagogique de connaissance et de préservation de l'environnement autour des enjeux liés à la gestion de l'eau et à la préservation des zones humides. En se réunissant sous la forme d'un « conseil des enfants », les élèves réfléchissent et participent aux décisions concernant le site. Ils se transmettent la gestion, les expériences et les projets développés d'une année à l'autre. S'intégrant parfaitement dans le projet concernant le Cassaïre, il semble intéressant de valoriser ici cette dynamique même si cela intervient en dehors du prévisionnel d'actions et budgétaire du projet soutenu par WWF directement.

Après une introduction en classe dès le début de l'année scolaire (15/09/2024) suivie d'une journée de découverte du site sur le terrain (16/10/2024), le Conseil de la Terre, s'est réuni le 12/01/2024. Il a permis aux enfants de définir deux activités principales pour cette année :

- La réalisation d'une bande dessinée sur le Cassaïre (encore en cours de construction à la date de rédaction de ce rapport).

- La pose d'un appareil photo automatique à proximité d'un nichoir de d'Effraie des clochers.

Une journée de terrain a ensuite à nouveau été réalisée le 25/03/2024, suivie le 09/04/2024 de deux interventions en classe : la matinée avec un garde pour parler des rapaces nocturnes, l'après-midi avec Patrick Bayle, mammalogiste membre du Conseil Scientifique de la réserve naturelle nationale des Marais du Vigueirat, pour un atelier d'analyse de pelotes de rejection de rapaces.

Après une demi-journée de préparation sur le terrain (07/05/2024), la passation avec la classe de CE1 a été faite sur le site le 24 avril 2024. A cette occasion, les élèves ont organisé une visite guidée du site.



PHOTO 12. VISITE ORGANISEE PAR LES ELEVES DE CE2/CM1 DE L'ECOLE MARINETTE CARLETTI DE MAS-THIBERT AVEC LEUR ENSEIGNANT, MALIK BOUCHOUKH, DANS LE CADRE DE LA PASSATION DE L'ATE AUX ELEVES DE CE1 LE 24 AVRIL 2024 © LEÏLA DEBIESSE

Il faut noter que le programme d'Aire Terrestre Educative ne sera pas reconduit pour l'année 2024-2025 en raison d'une modification des règles de financement par l'Office Français de la Biodiversité. Cependant, l'enseignant Malik Bouchoukh souhaitant poursuivre la collaboration avec le CPIE Rhône Pays d'Arles et la dynamique aujourd'hui bien ancrée sur le site, une réunion est prévue pour le 4 juillet 2024 avec le gestionnaire pour imaginer l'organisation à mettre en place à partir de la rentrée de septembre.

Valorisation et communication sur le projet

A noter, également, que d'importantes actions de valorisation et de communication autour de ce programme ont été menées durant cette période.

En effet, un premier article de presse paru dans la Provence le 5 juin 2023 a pu parler du site du Cassaïre et du programme autour des actions menées par le partenariat avec le CPIE Rhône Pays d'Arles et l'école de Mas Thibert.



THIBERT

théâtre en pleine nature avec les enfants

22 écoliers ont participé au projet pédagogique.

tie des enfants de l'école te-Carletti à Mas-Thibert rché son vélo, direction le de le Cassaïre à quelques res de là, par la Via Rhôna. ne s'agissait pas de faire buissonnière, mais de x saynètes d'une pièce de déambulatoire sur les en- la biodiversité. lèves de la classe de CE2 - Malik Bouchouk ont pré- ur travail devant la classe qui portera le projet l'an- ochaine. Ils se sont pro- n présence des usagers du Tour du Valat, les Marais eirat et le CPIE). dans le cadre du projet terrestre éducative (ATE), développé depuis trois ans avec l'école mas-thibertaise, que les élèves, lors d'un "conseil des enfants" ont choisi de valoriser ce site de 70 ha, propriété du Conservatoire du littoral, dans une approche éco-poétique. "Nous sommes venus à trois reprises sur ce site afin de rédiger nos textes et préparer notre déambulation", précise le professeur des écoles qui a mené ce projet.

Les écoliers ont interprété six saynètes d'une pièce de théâtre. /PHOTO P.L.

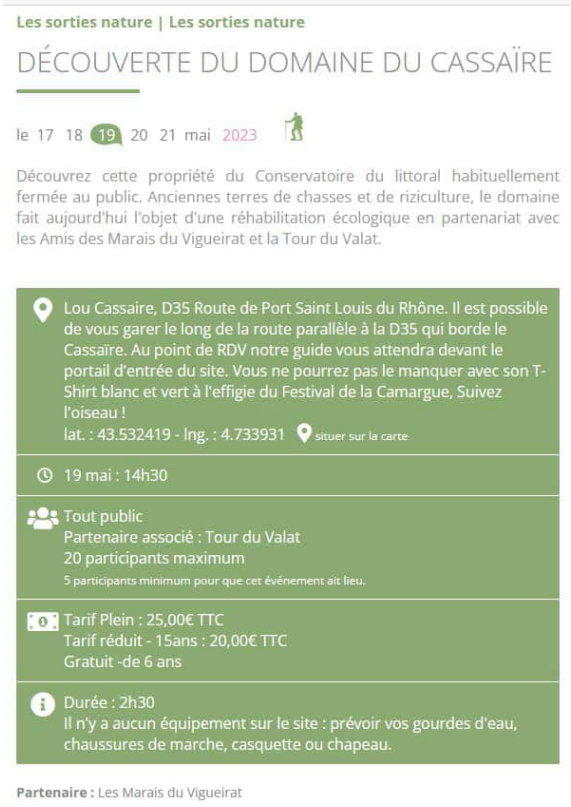
Depuis son acquisition en 2004, le Cassaïre est devenu le support d'un projet pédagogique de connaissance et de préservation de l'environnement autour des enjeux liés à la gestion de l'eau et à la préservation de la biodiversité. À ce titre l'ATE, zone terrestre de petite taille, est l'outil idéal pour cette démarche écocitoyenne, basée sur la gestion participative du site choisi. D'une année à l'autre, les élèves se transmettent la gestion, les expériences et les projets réalisés au sein de leur aire terrestre éducative.

Le terrain du Cassaïre, géré par les Marais du Vigueirat, est devenu une sorte de laboratoire de la ruralité, permettant de démontrer qu'il est possible de faire cohabiter de nombreuses activités humaines tout en contribuant à la protection de la nature. C'est ainsi que la mise en eau d'une partie de ce marais a permis un retour d'une faune importante. Ce site, régulièrement fréquenté par des écoliers pour des actions du CPIE Rhône Pays d'Arles, est également utilisé par des manadiers, les chasseurs de Mas-Thibert ou encore des éleveurs de vaches Aubrac.

P.L.

PHOTO 13. ARTICLE DE PRESSE DANS LA PROVENCE DU 5 JUIN 2023

Cette action, ainsi que toutes celles qui ont pu être menées au cours de cette période, ont pu être relayées au sein des différents réseaux sociaux.



Les sorties nature | Les sorties nature

DÉCOUVERTE DU DOMAINE DU CASSAÏRE

le 17 18 19 20 21 mai 2023

Découvrez cette propriété du Conservatoire du littoral habituellement fermée au public. Anciennes terres de chasses et de riziculture, le domaine fait aujourd'hui l'objet d'une réhabilitation écologique en partenariat avec les Amis des Marais du Vigueirat et la Tour du Valat.

Lou Cassaire, D35 Route de Port Saint Louis du Rhône. Il est possible de vous garer le long de la route parallèle à la D35 qui borde le Cassaïre. Au point de RDV notre guide vous attendra devant le portail d'entrée du site. Vous ne pourrez pas le manquer avec son T-Shirt blanc et vert à l'effigie du Festival de la Camargue, Suivez l'oiseau !
lat. : 43.532419 - lng. : 4.733931 situer sur la carte

19 mai : 14h30

Tout public
Partenaire associé : Tour du Valat
20 participants maximum
5 participants minimum pour que cet événement ait lieu.

Tarif Plein : 25,00€ TTC
Tarif réduit - 15ans : 20,00€ TTC
Gratuit -de 6 ans

Durée : 2h30
Il n'y a aucun équipement sur le site : prévoir vos gourdes d'eau, chaussures de marche, casquette ou chapeau.

Partenaire : Les Marais du Vigueirat

Ce projet a pu aussi être présenté lors d'évènements tel que des visites programmées au sein du Festival de la Camargue ou encore des présentations d'échanges et transmissions de l'expertise auprès de partenaires scientifiques, gestionnaires, étudiants ou encore grand public.

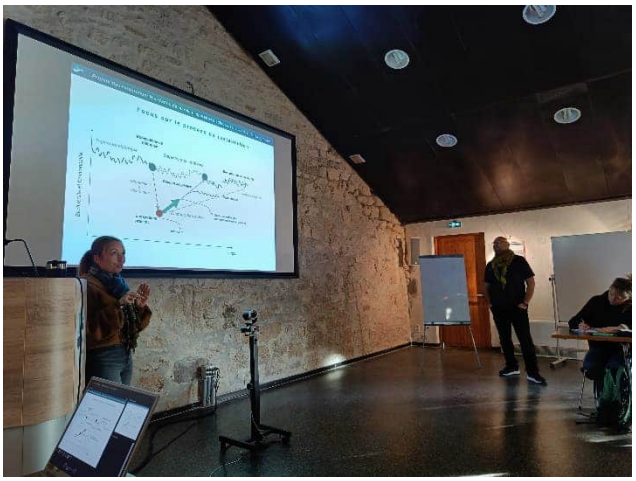


PHOTO 14. 1) PAGE DE DESCRIPTION DE L'EVENEMENT POUR LE FESTIVAL DE LA CAMARGUE 2023 2) PRESENTATION DE L'EXPERTISE DE RESTAURATION ET DES SITES CASSAÏRE /PETIT BADON POUR RESTORE NAW EN JANVIER 2024 © TOUR DU VALAT

Le site du Cassaïre s'inscrit également comme un des sites pilotes du programme international RESTORE4Cs et bénéficie d'une valorisation en lien (cf. Figure 22).

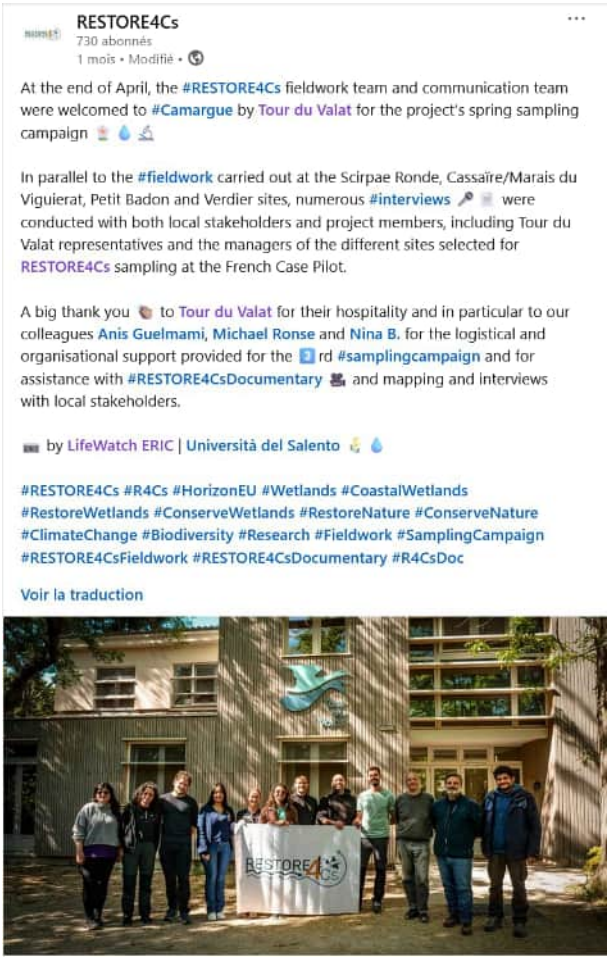


PHOTO 15. COMMUNICATION SUR LES RESEAUX SOCIAUX AUTOUR DU PROGRAMME RESTORE4CS

Pour finir, deux pages internet ont pu voir le jour au sein des sites de la Tour du Valat et des Amis des Marais du Vigueirat afin de pouvoir retranscrire et communiquer autour de ces sites et de l'expertise qui a pu être développée. Vous pouvez les retrouver dans les liens suivants

https://tourduvalat.org/actions/projet-de-restauration-du-cassaire/

https://www.marais-vigueirat.reserves-naturelles.org/restauration-de-milieux-naturels-sur-le-site-du-cassaire/

Pour cela certains outils ont pu être réalisés comme la création d'une courte vidéo de visite virtuelle montées grâce à la technologie par drone développée au sein de ce programme.

Une communication de cette vidéo sur les réseaux sociaux qui a été plébiscitée et commentée par un certain nombre de partenaires.



Un site « vitrine » dont l'objectif final est de montrer que la restauration d'une zone humide peut contribuer au maintien et à l'accroissement de la biodiversité mais également permettre d'accueillir d'autres activités comme l'élevage ou la chasse et permettre ainsi à des exploitations agricoles de diversifier leurs revenus. Cela pourrait également permettre d'inciter à aménager des terres agricoles ayant une faible valeur agronomique pour la chasse, par exemple, de manière à limiter les aménagements dans les milieux naturels qui sont souvent dégradés par une gestion hydraulique et de la végétation inadaptée.

https://vimeo.com/949549647

PHOTO 16. CAPTURE D'ECRAN ET LIEN DE LA VIDEO DE VISITE VIRTUELLE DU SITE DU CASSAÏRE

3.1.2. Site Petite Forêt

Travaux d'ingénierie

Réfection du système hydraulique de la Petite Forêt

Bien que l'ensemble des travaux hydrauliques prévus dans le cadre du programme aient été réalisés en 2022, le gestionnaire s'est rendu compte, en utilisant l'ensemble du système hydraulique du site, que certains travaux étaient encore nécessaires.

Les travaux complémentaires, financés en intégralité par le Conservatoire du littoral, ont été réalisés en septembre 2023.

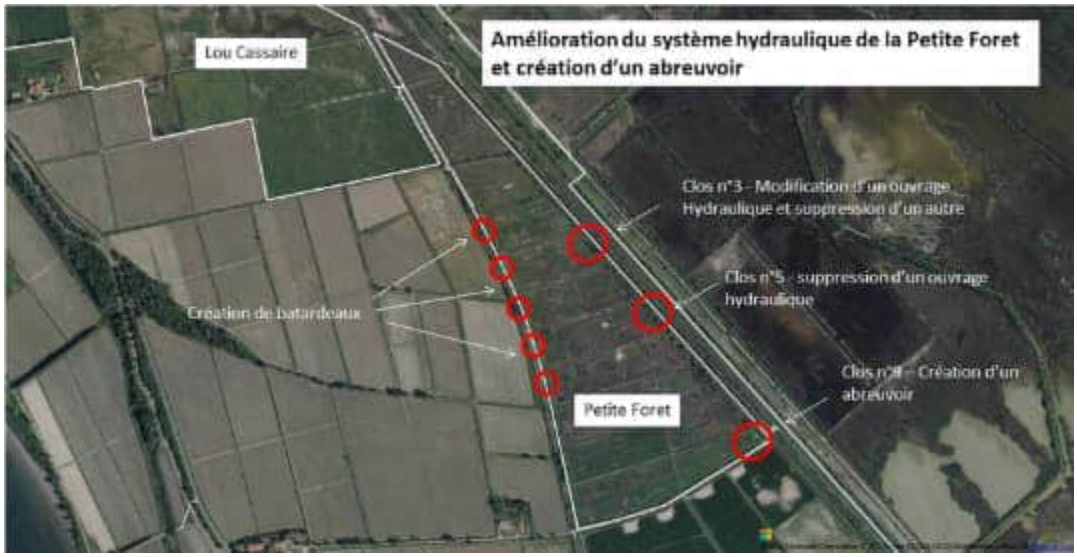


FIGURE 23. LOCALISATION DES TRAVAUX HYDRAULIQUES REALISES EN 2023 SUR LA PETITE FORET (FINANCEMENT CONSERVATOIRE DU LITTORAL)

Ces travaux, réalisés par l'entreprise Masini TP, ont été les suivants :

- Renforcement des batardeaux au niveau des anciens ouvrages de vidange (clos n°2, 3, 4, 5, et 6) afin d'éviter les pertes d'eau pendant l'irrigation hivernale.
- Repositionnement de l'ouvrage hydraulique installé en 2022 sur le porteau d'irrigation à l'est du clos n°3 car il était placé trop haut ce qui limitait son efficacité. Un fascinage en bois a été ajouté afin d'en renforcer la solidité.
- Suppression d'ouvrages vétustes et inutiles découverts dans les clos n°3 et 5.







PHOTO 17. CREATION D'UN BATARDEAU (CLOS N°3), REHAUSSEMENT D'UN OUVRAGE HYDRAULIQUE (CLOS N°3) ET SUPPRESSION D'UN OUVRAGE VETUSTE (CLOS N°5) EN 2023 SUR LA PETITE FORET

Amélioration des équipements pastoraux sur La Petite Forêt

La réalisation des travaux hydrauliques complémentaires a été l'occasion du creusement d'un abreuvoir à bétail à l'est du clos n°9, permettant d'éviter la mise en eau de l'ensemble du porteau d'irrigation lors de la période de présence des vaches dans l'unique objectif de leur donner accès à l'eau.



PHOTO 18. CREUSEMENT D'UN ABREUVOIR A BETAIL A PROXIMITE DU PORTEAU D'IRRIGATION DANS LE CLOS N°9 DE LA PETITE FORET

Elimination des pieds d'Herbe de la Pampa et de Séneçon en arbre

L'ensemble des travaux prévus ayant été réalisés en 2022, aucune opération mécanique d'élimination des pieds d'Herbe de la Pampa et de Séneçon en arbre n'a été entreprise entre juin 2023 et juin 2024.

Il est cependant nécessaire de procéder régulièrement à l'arrachage manuel d'individus qui ont subsisté, notamment dans les porteaux inaccessibles par le broyeur ou d'individus repérés dans les ronciers de bordure du site.

Depuis juin 2023, 32 pieds de Séneçon en arbre ont été arrachés par le gestionnaire ainsi que 10 pieds d'Herbe de la Pampa.

Suivis environnementaux et contrôle des espèces invasives

Suivi hydrologique hebdomadaire

Le suivi hebdomadaire de l'évolution des niveaux d'eau est réalisé visuellement à partir de règles de lecture installées dans quelques bassins.

La première saison de mise en eau de La Petite Forêt, destinée à faire pourrir les souches de Séneçon en arbre restées en place après broyage, a pu démarrer à partir de novembre 2022, à la fin des travaux de réfection du système hydraulique. Elle a été poursuivie jusqu'à fin avril 2023. Pour l'hiver 2023-2024, la mise en eau des bassins a eu lien fin novembre 2023 et a été arrêtée fin mars 2024 avant l'arrivée du troupeau.

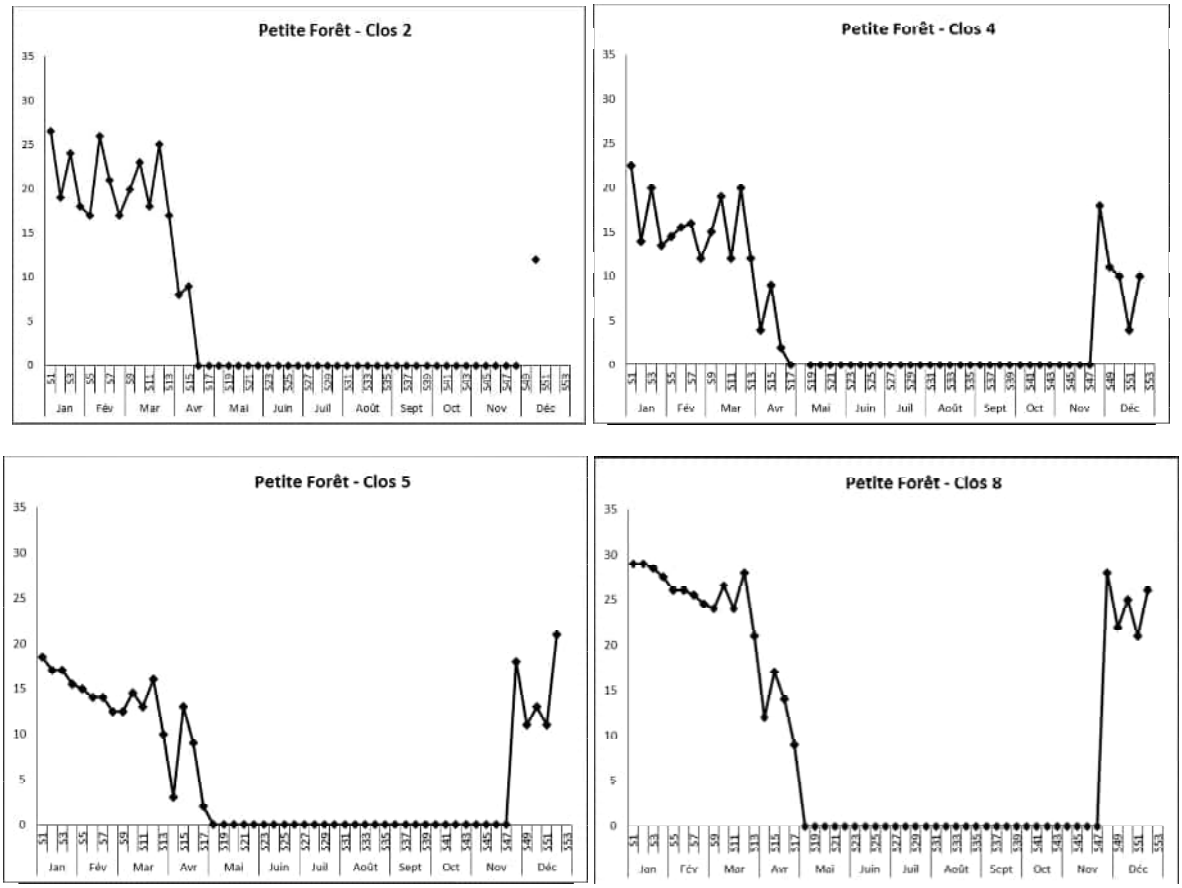


FIGURE 24. EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU SUR LA PETITE FORET EN 2023

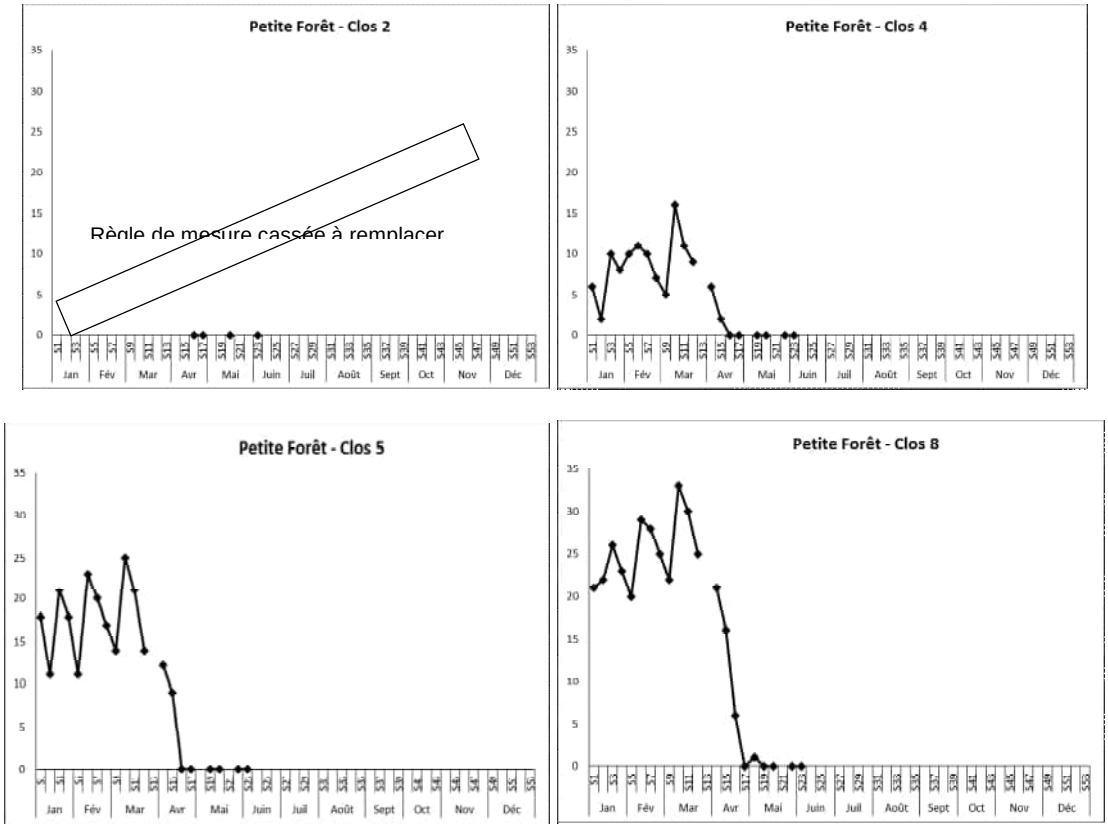


FIGURE 25. EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU SUR LA PETITE FORET AU 1ER SEMESTRE 2024

La pluviométrie du début d'année 2024, particulièrement importante, a influencé les niveaux d'eau pour lesquels on observe une tendance à l'augmentation entre janvier et fin mars, malgré des courbes en dents de scie liées au pompage discontinu. Cependant, tout comme en 2023, l'arrêt des pompages a provoqué une chute brutale des niveaux d'eau et un assec total du site dès la fin avril 2024.

Suivi des superficies inondées par télédétection

L'application de l'indice WIW développé par la Tour du Valat sur des images des satellites européens Sentinel-2 permet de visualiser les zones inondées au fur et à mesure du temps.

a) Suivi sur dates ponctuelles

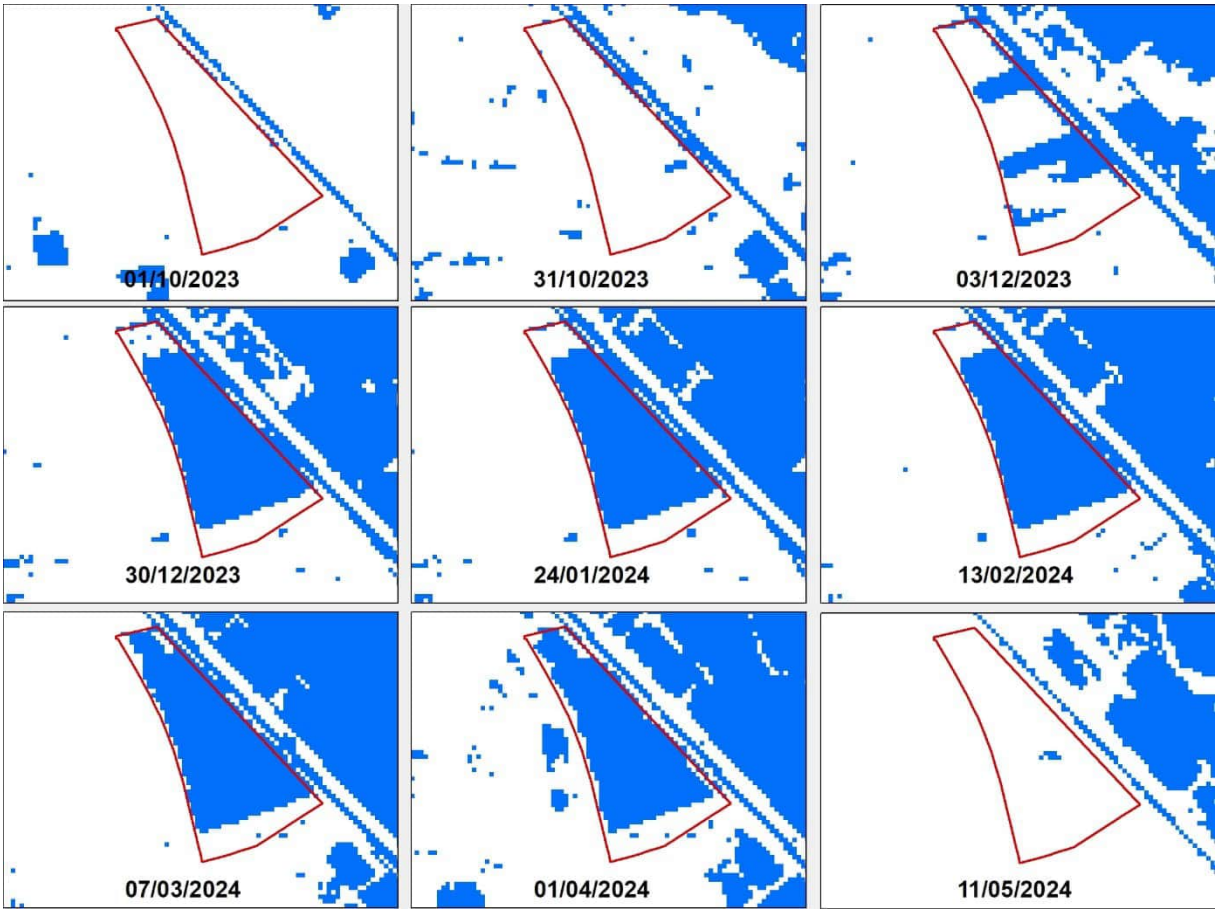


FIGURE 26. EVOLUTION MENSUELLE DES SUPERFICIES INONDEES SUR LA PETITE FORET ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 D'OCTOBRE 2023 A MAI 2024.

Pour la Petite Forêt, toutes les parcelles ont été inondées de décembre à mi-avril, afin de continuer à contrôler les reprises de Baccharis après le grand chantier de gyrobroyage.

a) Calcule d'hydropériodes saisonnières

A partir d'une série temporelle de dates, on peut estimer des hydropériodes saisonnières (nombre de jours d'inondation/total).

Un calcul a été réalisé sur la période allant du 09/09/2023 au 11/05/2024 : 22 dates sur une période de 245 jours.

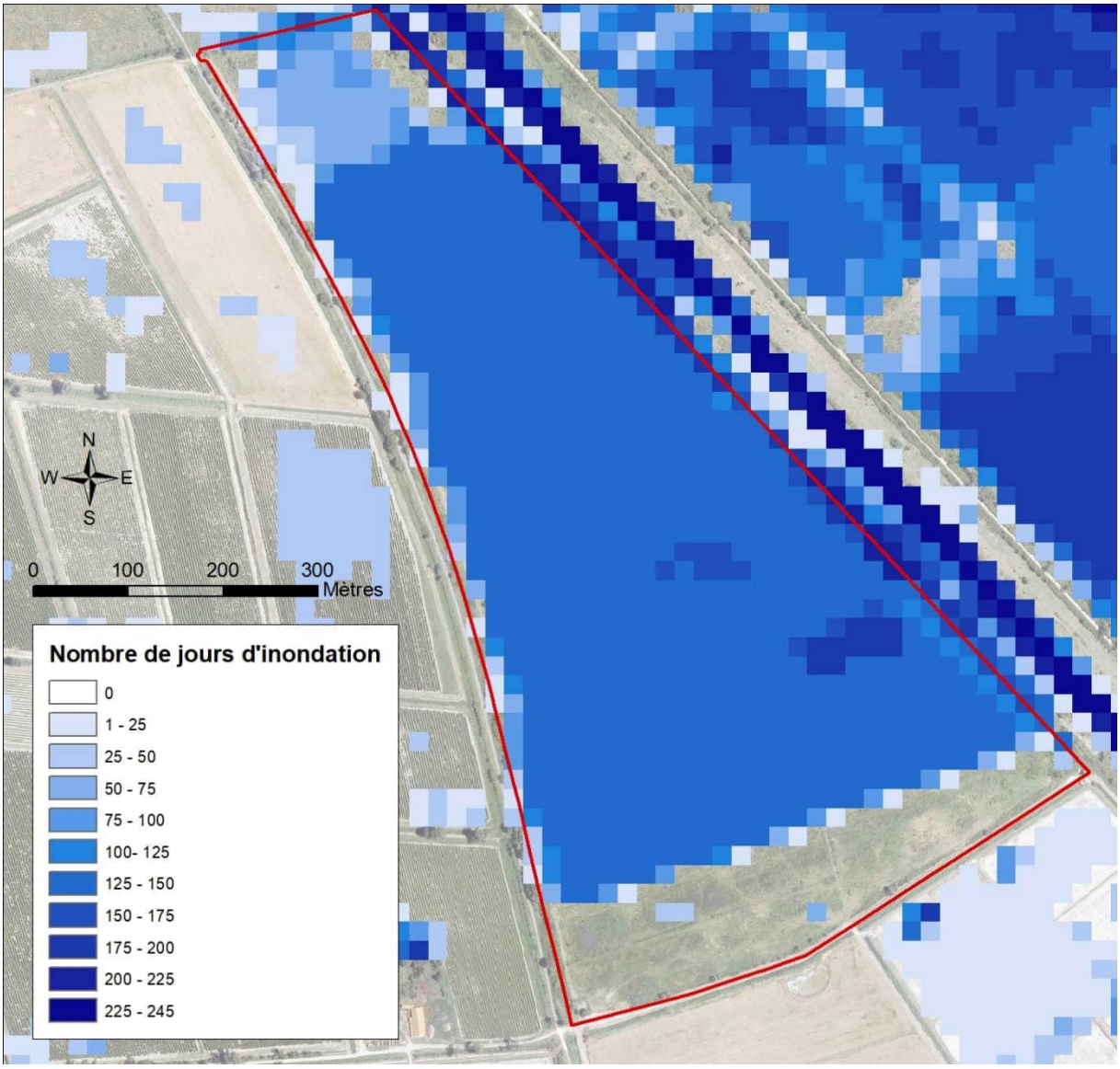


FIGURE 27. HYDROPERIODE SAISONNIERE DE LA PETITE FORET ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 DU 11 SEPTEMBRE 2022 AU 24 MAI 2023

(NOMBRE DE JOURS D'INONDATION, SUR UN TOTAL DE 255 JOURS).

Sur la Petite Forêt, les parcelles montrent une inondation assez homogène sur l'ensemble des parcelles, avec une moyenne de 130 jours d'inondation.

Suivi pastoral

Le troupeau de vaches Aubrac, qui avait été amené sur La Petite Forêt le 13 mai 2023 a quitté le site le 19 novembre 2023 pour la saison hivernale. Après l'épisode de mortalité des veaux ayant eu lieu

immédiatement après l'arrivée du troupeau sur le site, l'ensemble de la saison de pâturage s'est parfaitement bien déroulé.

Le troupeau, composé de 34 vaches et 16 veaux, a été ramené sur le site pour une nouvelle saison de pâturage à partir du 7 avril 2024. Cette date, beaucoup plus précoce que celle de l'année précédente, a été choisie afin de favoriser la consommation des jeunes plants de Séneçon en arbre avant qu'ils ne deviennent trop ligneux. A la date de rédaction de ce rapport, aucun évènement particulier n'est à signaler.

Suivi des effets de l'action pastorale sur la végétation

Dans l'objectif d'étudier l'influence du pâturage sur la gestion des repousses et des germinations de Séneçon en arbre, des exclos de mise hors pâturage ont été construits dans chaque unité de pâturage à l'occasion d'un chantier de bénévolat organisé du 24 au 29 avril 2023 par le gestionnaire avec l'association Les Blongios.

Quatre exclos ont ainsi été mis en place dans les clos 3, 5, 7 et 9. Parallèlement, quatre zones contigües aux exclos et de la même superficie que ces derniers (25m^2) ont été définies afin de pouvoir comparer la végétation protégée du pâturage et la végétation soumise à la pression de pâturage.

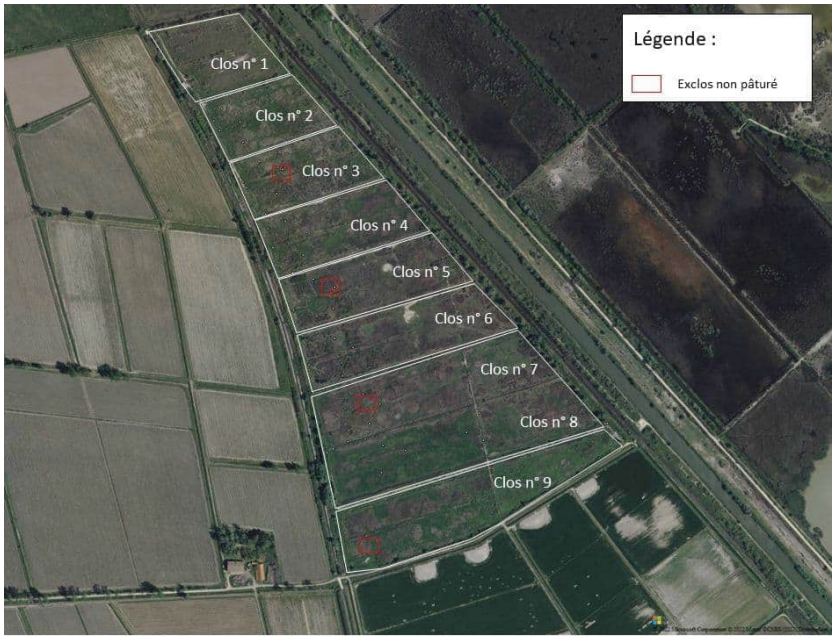


FIGURE 28. LOCALISATION DES EXCLOS DE PATURAGE SUR LA PETITE FORET



PHOTO 19. EXCLOS CONSTRUIT DANS LE CLOS N°3 SUR LA PETITE FORET ET ZONE PATUREE CONTIGÜE, PHOTOGRAPHIES DU 12 AOUT 2023 © CHRISTOPHE PIN

Le suivi a été réalisé à 3 reprises en 2023 :

- Le 21 mai : Etat 0 avant l'arrivée des vaches Aubrac sauf sur le Clos n°9 (13 mai 2023)
- Le 12 aout
- Le 29 novembre : après le départ des bovins (19 novembre)

L'exclos étant l'état de référence sans pâturage, le but du suivi était donc de comparer la pression de pâturage en dehors de celui-ci avec une attention particulière sur le Séneçon en arbre, espèce invasive objet des travaux de broyage réalisés à l'été 2022. Pour se faire, les types principaux de végétation et le recouvrement ont été notés dans les exclos et dans les zones attenantes sur une surface équivalente. Le recouvrement total dans et hors des exclos a été pris en compte et le pourcentage de chaque type végétal correspond à 100 % du recouvrement total constaté.

Clos n°3

Cette parcelle est située au nord de la Petite Foret (**Photos 15**). La topographie montre un gradient du niveau du sol du nord vers le sud de la Petite Forêt, les clos du nord étant plus hauts que ceux du sud sauf pour la parcelle N°9 qui montre une altitude plus importante. Le clos n°3 présente donc une végétation dominante de type prés salés méditerranéen (Saladelle sp., Jonc piquant, etc.)

Bien qu'accessible avant le 12 août, les vaches ne sont arrivées qu'après cette date sur cette parcelle. Très peu de pieds de Séneçon en arbre étaient présents dans et en dehors de l'enclos et leur apparition a été plutôt tardive (**Tableau 5**). Les pieds en dehors de l'enclos n'ont pas été consommés par les bovins avant leur départ du site. Les pieds présents au dernier passage dans et en dehors de l'enclos ont été étêtés.

Tableau 5. Résultat du suivi de la végétation dans et à l'extérieur de l'exclos du clos n°3 en mai, août et novembre 2023

					Recouvrement espèces (%)								
Passage n°	Date	Etat	Recouvrement total (%)	Seneçon en arbre	Roseaux commun	Saladelle sp.	Laiche sp.	Ronce commune	Tamaris commun	Autres espèces	Nombre de Seneçon en arbre	Hauteur max. (cm)	remarques
1	21/05/2023	Exlos	70		60	30	10						
	21/05/2023	Extérieur	70		60	30	10						
2	12/08/2023	Exlos	95	<1	15	25			15	35	3	10	Végétation de Prés salés méditerranéens
	12/08/2023	Extérieur	70		5	90				5	0		Végétation de Prés salés méditerranéens
3	29/11/2023	Exlos	95	<1	10	25			15	50	3	10	Végétation de Prés salés méditerranéens
	29/11/2023	Extérieur	60	<1	5	60				35	2	15	Végétation de Prés salés méditerranéens

Clos n°5

Sur ce clos, en raison de l'inondation plus tardive au printemps, on observe une végétation à dominance de Roseau commun (*Phragmites australis*). Les vaches Aubrac ont eu accès à cette parcelle avant le 12 août. Malgré la présence de nombreuses souches de Séneçon en arbre dans le clos, on note qu'aucun individu n'était présent lors des deux premiers passages dans et hors de l'exclos. Les deux premiers pieds ont été observés tardivement le 29 novembre mais uniquement dans l'exclos (**Tableau 6**).

Comme dans le clos n°3, les deux pieds de Séneçon en arbre ont été taillés par les vaches lors du dernier passage.

Tableau 6. Résultat du suivi de la végétation dans et à l'extérieur de l'exclos du clos n°5 en mai, août et novembre 2023

					Recouvrement espèces (%)								
Passage n°	Date	Etat	Recouvrement total (%)	Seneçon en arbre	Roseaux commun	Saladelle sp.	Laiche sp.	Ronce commune	Tamaris commun	Autres espèces	Nombre de Seneçon en arbre	Hauteur max. (cm)	remarques
1	21/05/2023	Exlos	50		100								Présence de systèmes racinaires de Séneçon en arbre
	21/05/2023	Extérieur	50		100								
2	12/08/2023	Exlos	85		95					5			Lampourde d'Italie, Orme champêtre (3 petits) - Pas de reprise du Séneçon en arbre malgré de grosses souches mais présence de petites reprises en dehors dans le clos.
	12/08/2023	Extérieur	90		95			15		5			Pas de reprise du Séneçon en arbre malgré de grosses souches mais présence de petites reprises en dehors dans le clos.
3	29/11/2023	Exlos	90	<1	85					15	2	10	Lampourde d'Italie, Orme champêtre (3 petits) - Pas de reprise de souches de Séneçon en arbre mais croissance à partir de graines.
	29/11/2023	Extérieur	70	0	90			15		10	0		

Clos n°7

Comme pour le clos n°5, la végétation dominante observée a été le Roseau commun (*Phragmites australis*) en raison d'une inondation printanière tardive et de la topographie de la parcelle. On observe également la présence de Carex sp.

Sur cette parcelle, déjà pâturée dès le 12 août, on observe une présence plus importante de Séneçons en arbre dans et en dehors de l'exclos. Toutefois, on note un **impact significatif du pâturage par les bovins** sur le nombre de pieds en dehors de l'exclos par rapport à l'intérieur (**Tableau 7**).

Tableau 7. Résultat du suivi de la végétation dans et à l'extérieur de l'exclos du clos n°7 en mai, août et novembre
2023

					Recouvrement espèces (%)								
Passage n°	Date	Etat	Recouvrement total (%)	Seneçon en arbre	Roseaux commun	Saladelle sp.	Laiche sp.	Ronce commune	Tamaris commun	Autres espèces	Nombre de Seneçon en arbre	Hauteur max. (cm)	remarques
1	21/05/2023	Exlos	70		90		10						
	21/05/2023	Extérieur	70		90		10						
2	12/08/2023	Exlos	100	<5	80		5				14	20	
	12/08/2023	Extérieur	90	<1	99						4	10	Séneçons en arbre paturés
3	29/11/2023	Exlos	100	<5	95						10	20	Séneçons en arbre sans graines et fleurs
	29/11/2023	Extérieur	90	<1	99						2	10	Séneçons en arbre paturés

Clos n°9

La végétation dominante de la parcelle est du genre *Festuca* (fétuque sp.) ainsi que de la Ronce commune. Comme pour les exclos n°5 et 7, les bovins étaient présents avant le deuxième passage du 12 août.

Le nombre de pieds de Séneçon en arbre est beaucoup plus important que sur les autres parcelles avec, au minimum, une centaine d'individus à l'intérieur de l'exclos mais seulement quelques individus présents à l'extérieur. L'impact du pâturage **est très significatif** sur ce clos et très peu d'individus ont été notés en dehors de l'exclos (**Tableau 8**). Les quelques pieds présents à l'extérieur ont été pâturés et ne dépassaient pas quelques centimètres de hauteur alors que des pieds de 1 m étaient observés à l'intérieur de l'exclos.



PHOTO 20. PIED DE SENEÇON EN ARBRE (*BACCHARIS HALIMIFOLIA*) PATURE PAR LES VACHES AUBRAC EN DEHORS DE L'EXCLOS DU CLOS N°9, PHOTOGRAPHIE DU 12 AOUT 2024 © CHRISTOPHE PIN

Tous les pieds de Séneçon en arbre, présents dans et en dehors de l'exclos, ont été coupés à la fin de l'expérimentation.

Tableau 8. Résultat du suivi de la végétation dans et à l'extérieur de l'exclos du clos n°9 en mai, août et novembre 2023

				Recouvrement espèces (%)									
Passage n°	Date	Etat	Recouvrement total (%)	Seneçon en arbre	Roseaux commun	Saladelle sp.	Laiche sp.	Ronce commune	Tamaris commun	Autres espèces	Nombre de Seneçon en arbre	Hauteur max. (cm)	remarques
1	21/05/2023	Non paturé	95	30						70	25	10	
	21/05/2023	Paturé	80	20	20					50	10	10	
2	12/08/2023	Non paturé	100	50	20					30	100	100	
	12/08/2023	Paturé	100	<1	5			15		80	3	30	Séneçons en arbre paturés
3	29/11/2023	Non paturé	100	50	20					30	100	80	
	29/11/2023	Paturé	100	<1	5			15		80	3	30	Séneçons en arbre paturés

Suivi des reptiles

Sur la Petite Forêt, le suivi des reptiles est réalisé dans les mêmes conditions que sur le Cassaïre. Trois transects sont disposés sur le site depuis 2019. Les relevés ont été réalisés entre le 16/04/204 et le 15/06/2024. Ils ont permis de contacter .

- Orvet fragile *(Anguis anguis)*, 4 contacts
- Couleuvre à échelons *(Rhinechis scalaris),* 7 contacts.
- Couleuvre vipérine *(Natrix maura*), 7 contacts.

- Couleuvre de Montpellier *(Malpolon monspessulanus),* 1 contact. Cette n'avait encore jamais été observée sur La Petite Forêt.
- Couleuvre d'Esculape *(Zamenis longissimus),* 1 contact. Cette espèce n'avait encore jamais été observée sur La Petite Forêt, elle est très rarement observée sur les Marais du Vigueirat

Le Lézard vert (*Lacerta bilineata*), contacté en 2021 dans le cadre du même protocole, n'a pas été revu depuis.



PHOTO 21. COULEUVRE A ECHELONS © CLEMENT PAPPALARDO

Suivi mensuel de l'avifaune hivernante

Comme sur le Cassaïre, le suivi mensuel des oiseaux d'eau hivernants a été réalisé sur la Petite Forêt, conformément au protocole appliqué sur l'ensemble de la Camargue, aux dates suivantes :

Tableau 9. Résultat des comptes mensuels des oiseaux d'eau hivernants sur La Petite Forêt, hiver 2023-2024

		15-09-2023	15-10-2023	14-11-2023	12-12-2023	17-01-2024	14-02-2024
La Petite Forêt	Héron cendré				1		
	Grande Aigrette					1	
	Bécassine des Marais				24	14	10
	Chevalier culblanc				9	1	
	Chevalier sylvain			2			
	Cygne tuberculé						1
	Gallinule poule d'eau				1		
	Tadorne de Belon						2
	Canard colvert						2

Contrairement au Cassaïre, la Petite Forêt, avec des niveaux d'eau plus faibles, s'avère être un site plus favorable à l'accueil des limicoles hivernaux.

Suivi de l'avifaune nicheuse

Le protocole de Suivi Temporel des Oiseaux Communs par point d'écoute (STOC-EPS) prévoit normalement deux passages, le premier à la mi-avril et le deuxième à la mi-mai. En 2024, en raison d'une météo particulièrement mauvaise (fortes intempéries et vents importants), un seul passage a été réalisé le 29 avril. Ce passage, centré sur les deux sessions habituelles, permet d'avoir des espèces nicheuses à la fois précoces et tardives. Le protocole prévoit le suivi de deux points d'écoute sur le Cassaïre.

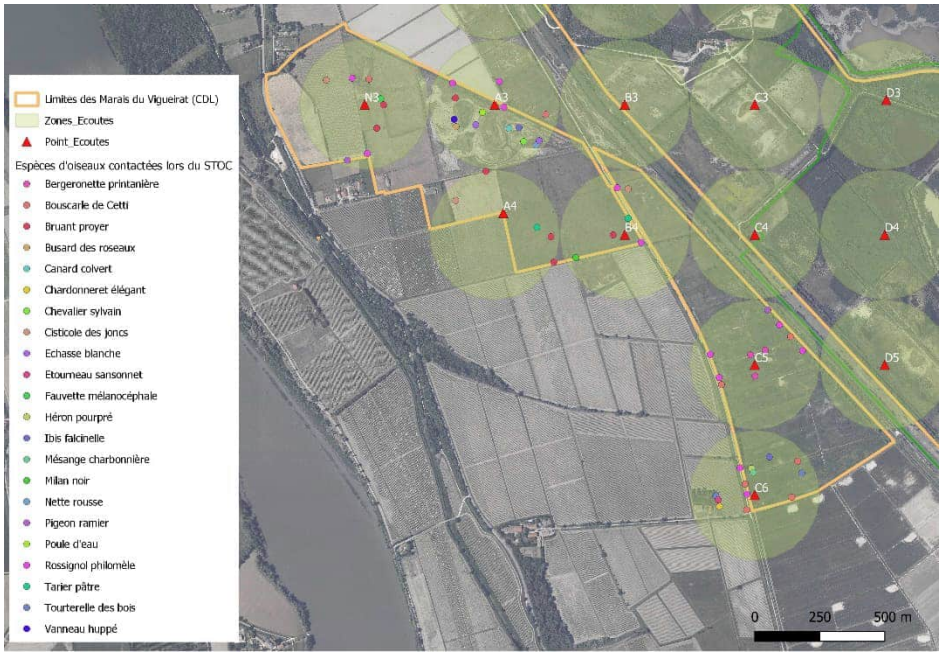


FIGURE 29. CARTOGRAPHIE DES POINTS D'ECOUTE REALISES DANS LE CADRE DU PROTOCOLE STOC-EPS SUR LE CASSAÏRE ET LA PETITE FORET EN 2024

Sur la Petite Forêt, entre 2023 et 2024, on note une forte diminution du nombre d'espèces avec 10 espèces contactées en 2024 contre 21 en 2023, toutes ne nichant pas sur le site, comme c'est le cas du Héron pourpré qui niche dans les grandes roselières des Marais du Vigueirat.

Tableau 10. Liste des espèces contactées lors du suivi des oiseaux nicheurs sur La Petite Forêt en 2021, 2023 et 2024

La Petite Forêt		
2021	**2023**	**2024**
	Aigrette garzette	
Alouette des champs		
	Bergeronnette printanière	Bergeronnette printanière
Bouscarle de Cetti	Bouscarle de Cetti	Bouscarle de Cetti
Canard chipeau		
	Canard colvert	
		Chardonneret élégant
	Chevalier culblanc	
	Chevalier sylvain	

Cisticole des joncs	Cisticole des joncs	
	Cochevis huppé	
Coucou geai		
Coucou gris		
	Echasse blanche	
Etourneau sansonnet		Etourneau sansonnet
Faisan de Colchide	Faisan de Colchide	
Fauvette à tête noire	Fauvette à tête noire	
Fauvette mélanocéphale	Fauvette mélanocéphale	
	Guêpier d'Europe	
		Héron pourpré
	Hirondelle rustique	
Hypolaïs polyglotte		
	Ibis falcinelle	Ibis falcinelle
Mésange charbonnière		Mésange charbonnière
Pie bavarde		
		Pigeon ramier
	Pinson des arbres	
	Pipit spioncelle	
Rossignol philomèle	Rossignol philomèle	Rossignol philomèle
Rouge-queue à front blanc		
	Tadorne de Belon	
Tarier pâtre		
Tourterelle des bois	Tourterelle des bois	Tourterelle des bois
	Vanneau huppé	

La baisse du nombre d'espèces d'oiseaux d'eau est particulièrement marquée, 10 espèces contactées en 2023 n'ayant pas été recontactées en 2024. Ce résultat s'explique par l'absence d'eau dans la plupart des parcelles au moment du suivi sauf dans le clos n°8.

Globalement, il est aussi possible que la météo observée au printemps 2024, avec des précipitations importantes et des températures bases, soit également à l'origine de la baisse du nombre d'espèces contactées.

Deux nichoirs à Rollier d'Europe avaient été installés dans les grands arbres des clos 7 et 8 de la Petite Forêt en 2023. Alors qu'ils avaient tous les deux étés occupés par des couples d'Etourneaux sansonnets en 2023, l'un d'entre eux est actuellement occupé par un couple de Rollier d'Europe. Un second couple est installé dans un arbre présentant une cavité naturelle. Il faut noter que seulement 6 couples sont connus sur les Marais du Vigueirat en 2024, dont 2 à la Petite Forêt.



PHOTO 22. ROLLIER D'EUROPE NICHEUR A LA PETITE FORET EN 2024 © CLEMENT PAPPALARDO

Suivi des lagomorphes

Le suivi des lagomorphes a été réalisé à la Petite Forêt comme au Cassaïre les 22, 23 et 24 février 2024. Aucun individu n'a été contacté.

Autres informations complémentaires sur la faune

Un Silure glane, *Silurus glanis*, d'une trentaine de centimètres, a été observé dans le porteau principal de la Petite Forêt.

Suivi photographique au sol des paysages

Tout comme pour le Cassaïre, le suivi photographique saisonnier des paysages a démarré le 24 novembre 2021 sur et a été poursuivi conformément au protocole en 2022, 2023 et 2024, ce qui donne 11 campagnes à la date de rédaction de ce rapport : 24/11/2021, 22/02/2022, 29/05/2022, 25/08/2022, 24/11/2022, 27/02/2023, 29/05/2023, 28/08/2023, 28/11/2023, 01/03/2024, 25/05/2024.

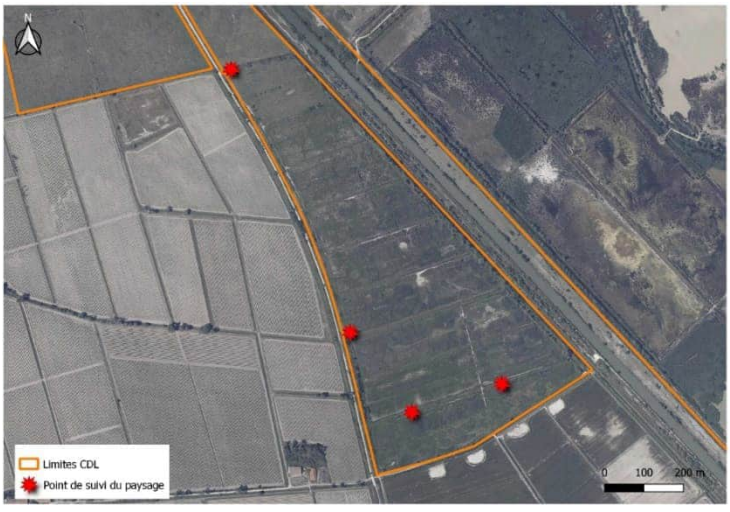


FIGURE 30. LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI DU PAYSAGE SUR LA PETITE FORET

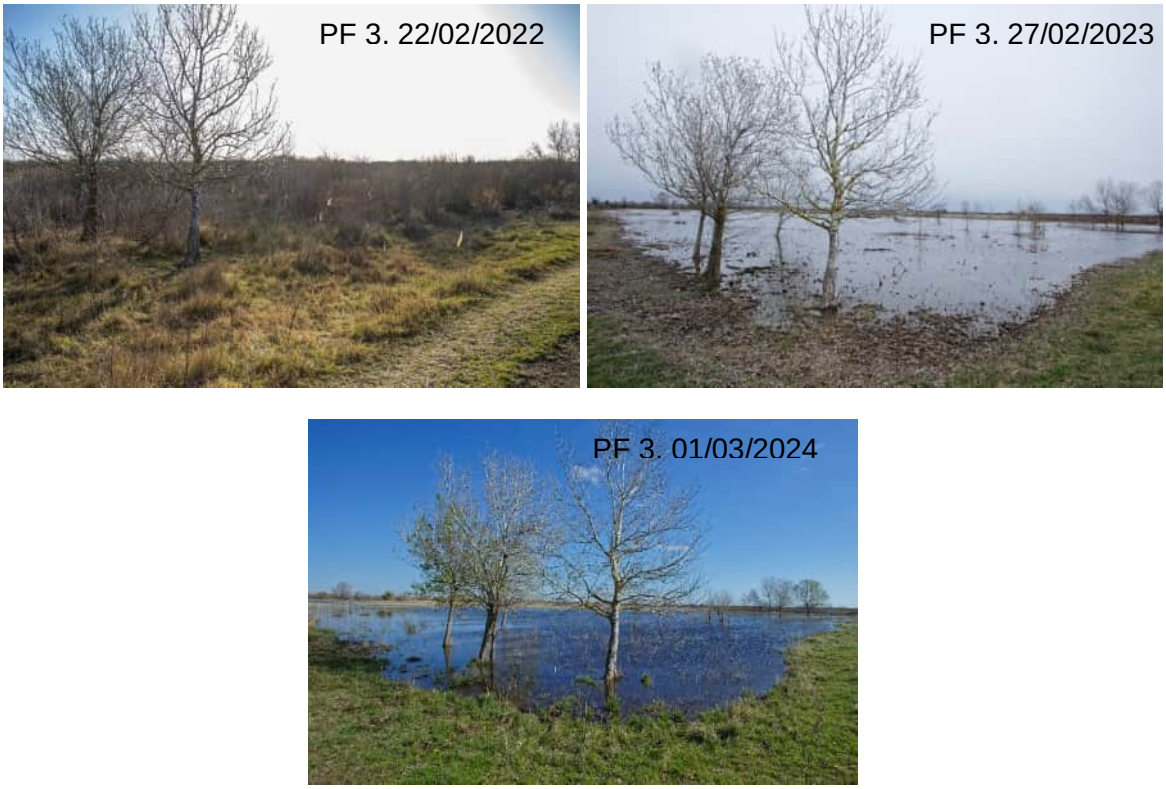


FIGURE 31. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°3 DE LA PETITE FORET AUX MOIS DE FEVRIER ET MARS 2022, 2023 ET 2024

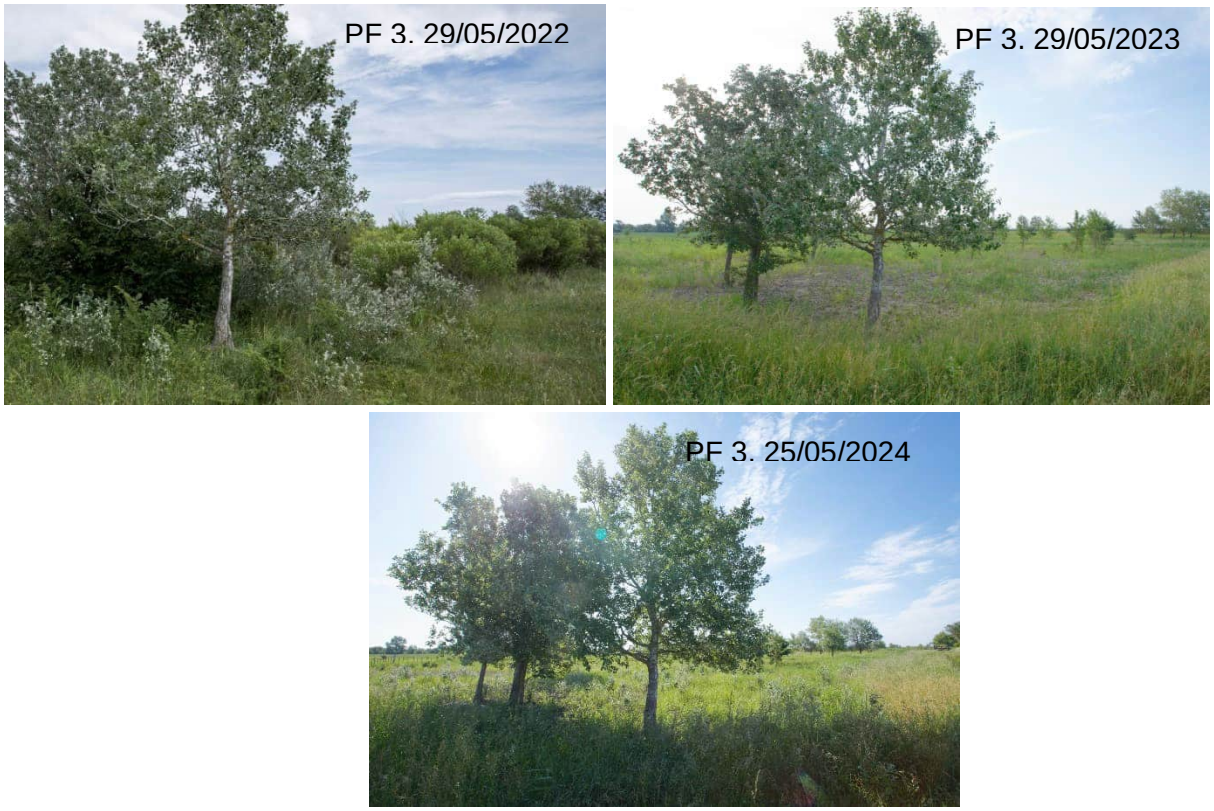


FIGURE 32. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°3 DE LA PETITE FORET AUX MOIS DE MAI 2022, 2023 ET 2024

Le suivi du paysage de la Petite Forêt met en évidence l'effet des travaux et l'influence des changements de gestion du site. On y observe bien l'effet des travaux de broyage du boisement de Séneçon en arbre entre les photographies prises en 2022 et celles prises en 2023. Les photographies prises aux mois de février / mars illustrent l'inondation hivernale mise en place lors des hivers 2022-2023 et 2023-2024. Les photographies prises en mai 2023 et 2024 montrent que les peupliers laissés sur pieds lors des travaux de broyage du Séneçon en arbre résistent bien à l'inondation hivernale, mais montrent aussi que de jeunes arbres se sont développés entre 2023 et 2024, la pression de pâturage n'étant certainement pas assez forte dans ce clos pour maintenir seulement une strate herbacée.

Suivi photographique des paysages en drone

Pour la Petite Forêt, suite aux orthophotographies produites en octobre 2021 et octobre 2022 qui permettait de comparer les parcelles avant et après gyrobroyage des Baccharis, un vol programmé le 14/03/2024 a permis de produire une orthophotographie du site mis en eau.

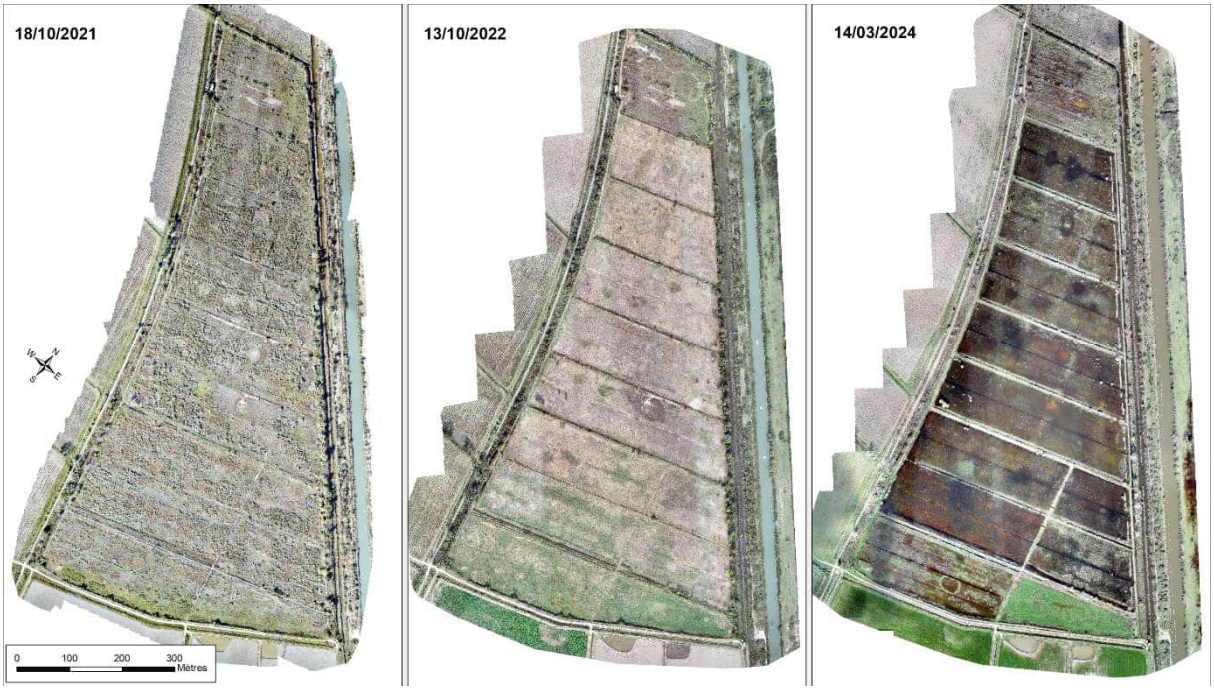


FIGURE 33. COMPARAISON DES ORTHOPHOTOGRAPHIES AVANT ET APRES GYROBROYAGE DES BACCHARIS (18/10/2021 => 13/10/2022) SUR LA PETITE FORET, PUIS LORS DE SA MISE EN EAU (14/03/2024).

Enfin quelques photos panoramiques ont été réalisées le 18/01/2024 et le 14/03/2024.



PHOTO 23. LA PETITE FORET – 18/01/2024.



PHOTO 24. LA PETITE FORET – 14/03/2024.

3.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées

La stratégie de restauration de zones humides dégradées s'appuyant sur les espèces de libellules menacées est à présent exposée dans la déclinaison PACA du PNA en faveur des libellules éponymes dont la rédaction a été finalisée durant le second semestre 2023 et qui a été approuvée par le CSRPN à l'unanimité en mai 2024. La promulgation de cette déclinaison est programmée pour le second semestre 2024. L'animation régionale est cependant toujours effective, avec certaines des actions prioritaires d'ores et déjà dans leur phase opérationnelle.

Par exemple, la dynamique de restauration d'habitat en faveur de *L. macrostigma* a été maintenue. Elle se traduit par le lancement d'une opération de restauration de trois mares dans les Étangs et Marais des Salins de Camargue (financement Fondation Crédit Mutuel) ; une demande de financement en cours pour la recréation de mares temporaires sur des terrains communaux des Marais de Saint-Nazaire-de-Pézan (Occitanie). Parallèlement, les travaux sur le site « Olive » des Grandes Cabanes du Vaccarès ont été reportés de 2023 à 2024 (financement = en régie). Par ailleurs, des dysfonctionnements hydrauliques ont été identifiés sur le site restauré dans la RNN de Camargue en 2022 (financement = Fondation du Patrimoine), soldant pour l'heure ce projet par un échec.

L'animation nationale du groupe de travail *L. macrostigma* a été poursuivie. Le protocole national de suivi et d'évaluation de l'état de conservation des populations de l'espèce, qui devrait permettre également l'évaluation des opérations de restauration, a été soumis à la revue scientifique *Martinia*. Il a été revu par des pairs (incluant un biostatisticien et un expert des évaluations de la Directive Habitats Faune Flore) et en cours de révision avant publication.

Les images tournées à la Tour du Valat au printemps 2022 qui mettaient en avant le besoin de restaurer des zones humides pour le documentaire « Mystérieux insectes » n'avaient finalement pas été retenue par Gédéon Programmes, car le documentaire traitait plus de l'origine et de l'évolution des insectes que de leur conservation et de la restauration de leurs habitats. Cependant, conformément à la convention signée entre les deux structures, nous disposons de l'ensemble des rushs et ils serviront – en partie – à la réalisation d'un des cinq court-métrages de promotion du PNA. Ces rushs ont été transférés à Fabien Mazzocco, réalisateur de L'appel des libellules[2], qui est venu les 22 & 23 mai en Camargue afin de tourner des images complémentaires.

Une première réunion de travail à l'échelle nationale sur le « désempoissonnement » et la restauration de zones humides d'altitude en utilisant *Somatochlora alpestris & S. arctica* comme étendards s'est tenue le 20 févier 2024, à faveur de l'arrivée de la nouvelle animatrice nationale du PNA. Celle-ci a mis en évidence l'intérêt d'un portage de l'action par la région Occitanie compte tenu de l'expérience accumulée sur cette thématique dans les Pyrénées.

Enfin, un projet de restauration de l'hydrosystème cravin en faveur de *Sympetrum depressiusculum* est en cours de montage. Il est planifié suivant deux phases : (1) mise à jour de la distribution des noyaux de population afin de préciser les enjeux de conservation et concertation en parallèle avec les usagers et les gestionnaires de l'eau en Crau ; (2) mise en œuvre des travaux de restauration. Ce projet sera piloté par le SYMCRAU (Syndicat Mixte de gestion des nappes de la Crau) et fera appel aux compétences techniques de deux odonatologues ayant une connaissance fine de l'espèce (bureaux d'études).

[2] https://www.youtube.com/watch?v=1XhWgwNLmBM

3.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée

Les projets COLAGANG et la thèse ont débuté en octobre 2021 et se déroulent en parallèle. L'état d'avancement de ces deux projets est présenté en 3 parties : (i) le suivi télémétrique RFID, (ii) le suivi acoustique du projet COLAGANG et (iii) l'évaluation de la condition des anguilles dans le cadre du projet de thèse d'Amélie Hoste.

3.3.1. Suivi télémétrique RFID (Projet COLAGANG) :

Le principe de la télémétrie RFID (*Radio-Frequency Identification*) est d'enregistrer par un champ électromagnétique le passage d'un individu grâce à une marque (ou puce électronique ou transpondeur) qui lui a été implantée et qui possède un code unique permettant son identification, sans durée limitée (Figure 34.). Les détections *in situ* d'individus marqués permettent de percevoir leur déplacement et leur comportement migratoire. Dans ce projet, des stations d'écoutes RFID fixes sont positionnées à des points stratégiques pour permettre de caractériser les échanges d'anguilles entre les bassins ciblés (Fumemorte et Grandes Cabanes) et les systèmes adjacents. Ce suivi repose, d'une part, sur le bon fonctionnement en continu des stations d'écoute, et d'autre part, sur la capture et le marquage d'un nombre suffisamment important d'individus pour avoir des résultats représentatifs des sous-populations ciblées.



FIGURE 34. ILLUSTRATION DU FONCTIONNEMENT DE LA TELEMETRIE RFID © C. LEFEBVRE

Mise en place ou renforcement des stations d'écoute RFID et veille des portées de détection

Une station RFID est constituée d'une à quatre antennes immergées dans l'eau, d'un coffret RFID qui permet d'activer le champ électromagnétique et d'enregistrer les marques détectées, et d'une source d'alimentation (panneaux solaires avec batteries, batteries qui doivent être régulièrement rechargées, ou connexion au réseau électrique, Figure 36).

Sur le canal du Fumemorte, deux stations RFID ont été mises en place dès février 2019, dans le cadre de l'action MA8 du Contrat de Delta Camargue 2017-2019 (Giraud, 2021; Mollier, 2021; Nicolas et al., 2021). La première est localisée au cœur de la zone où les anguilles du canal du Fumemorte sont capturées et marquées, au niveau du pont des Garcines, et la deuxième est située à proximité de l'embouchure du canal dans l'étang du Vaccarès. L'équipement de ce canal, un milieu relativement profond pour la technologie RFID, qui plus est influencé par des remontées saisonnières d'eaux saumâtres ou salées en provenance de l'étang du Vaccarès, était une première et a nécessité

plusieurs ajustements pour bénéficier d'un fonctionnement optimal. Cette expérience avait permis de valider l'alimentation électrique sur panneaux solaires en Camargue. Néanmoins, le champ électromagnétique des antennes avait montré des dysfonctionnements qui n'ont pas pu être tout à fait résolus avec le budget alors alloué. Les derniers ajustements ont pu être réalisés en juin 2022 et en mars 2023 grâce à l'obtention du nouveau financement COLAGANG et de l'intervention du bureau d'études Scimabio Interface.

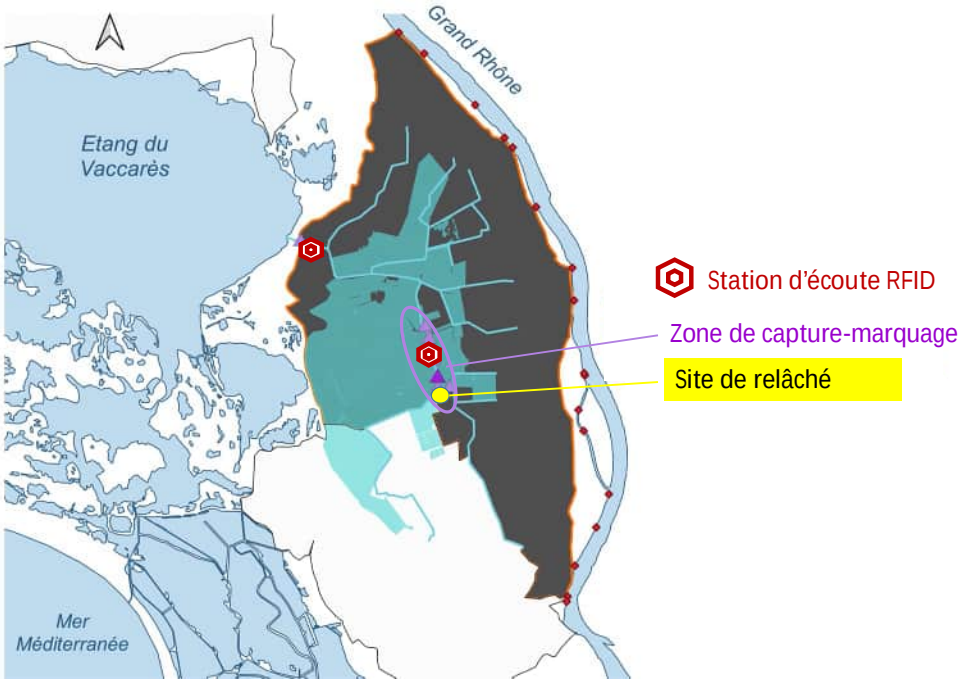


FIGURE 35. LOCALISATION DES DEUX STATIONS D'ECOUTE RFID, DE LA ZONE DE CAPTURE-MARQUAGE DES ANGUILLES ET DU SITE DE RELACHE SUR LE CANAL DU FUMEMORTE

La station amont (au niveau du pont des Garcines) est équipée de deux séries de deux antennes qui permettent d'avoir une information sur le sens de passage des poissons (Figure 36). Initialement, chaque jeu de deux antennes, amont et aval, étaient chacun relié à son propre coffret RFID, et ces deux coffrets RFID étaient synchronisés. Néanmoins, la présence de ferraille dans le pont perturbait ce dispositif et les deux coffrets ont finalement été remplacés à l'automne 2021 par un boîtier multiplex, permettant de relier l'ensemble des 4 antennes. Les antennes sont depuis interrogées l'une après l'autre (plusieurs fois par seconde) et le fonctionnement s'est nettement amélioré. Par conséquent, l'installation ne nécessitant plus que deux panneaux solaires et de deux batteries, le matériel disponible (deux panneaux solaires, une malle, un cabanon, un boîtier RFID et deux batteries) a été déménagé aux Grandes Cabanes en juin 2022 (Figure 37).

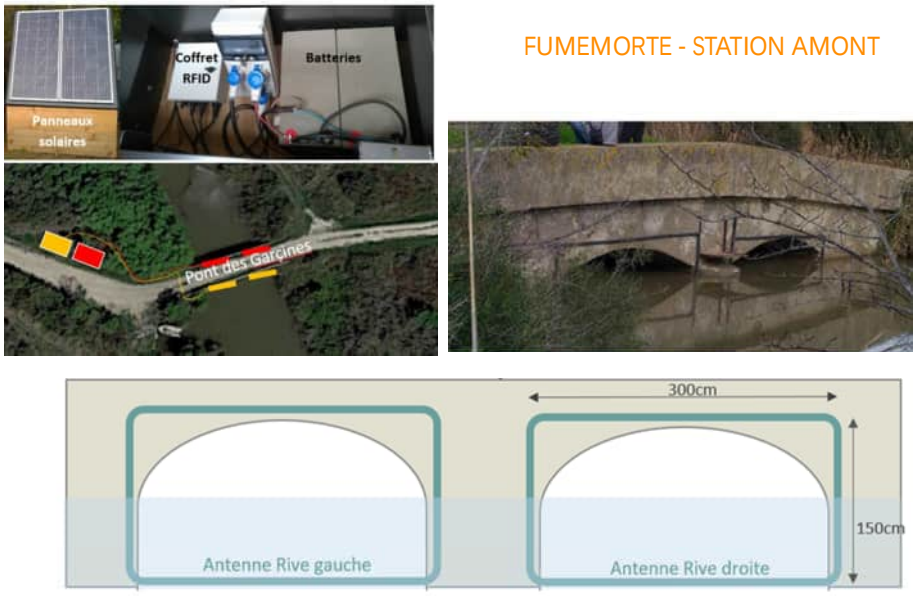


FIGURE 36 : ILLUSTRATIONS DE LA STATION D'ECOUTE RFID AMONT SUR LE CANAL DU FUMEMORTE, AU PONT DES GARCINES

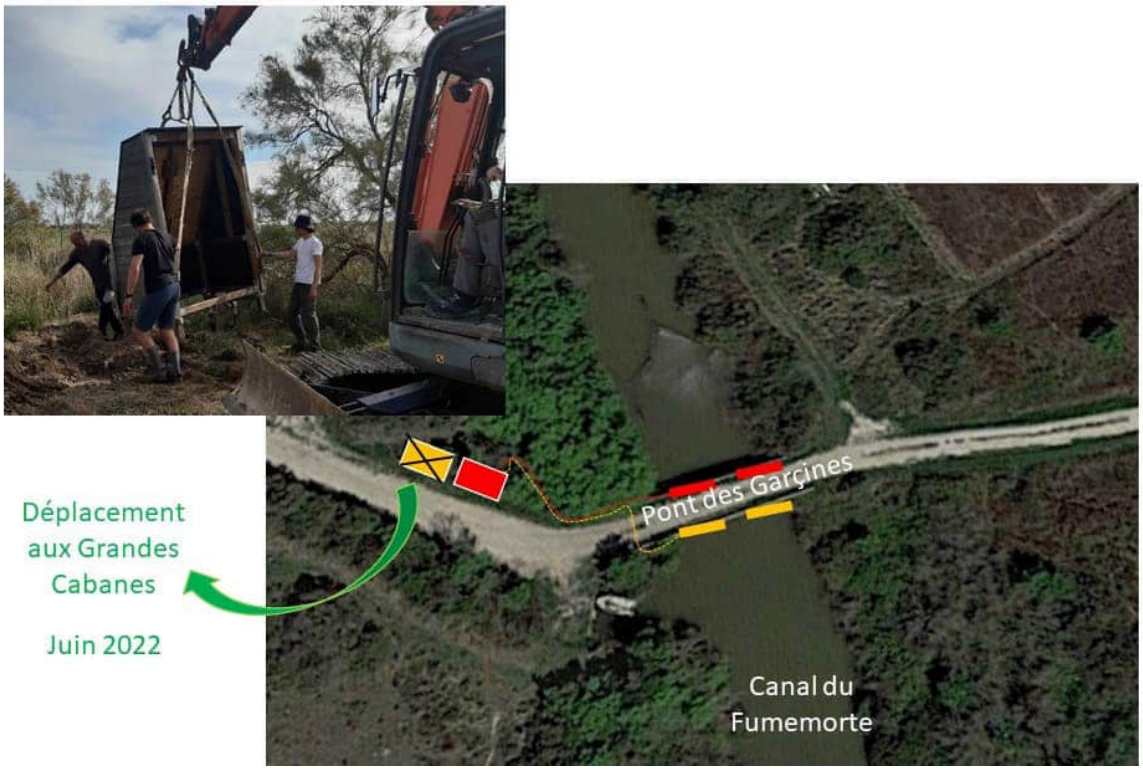


FIGURE 37. DEPLACEMENT DU CABANON RFID DU PONT DES GARCINES AUX GRANDES CABANES

La station RFID localisée à proximité de l'embouchure du bassin du Fumemorte est constituée de quatre antennes disposées en parallèle afin de couvrir la totalité de la section du canal, particulièrement large (environ 10 m) et profonde (jusqu'à 1 m de fond) à cet endroit (Figure 38). Afin d'optimiser la probabilité de détection des individus marqués et d'obtenir le sens de passage des individus, il était convenu d'installer un second rang d'antennes à quelques mètres en aval de la station déjà en place (Figure 39). Scimabio Interface est intervenu en février 2023 pour tester cette

nouvelle station. Malheureusement, cette installation n'a pas été concluante, étant trop éloignée de la source en énergie, trop proche de la station déjà en place et influencée par une trop grande conductivité du milieu. Il a donc été décidé d'abandonner cette option. Par contre, afin d'optimiser le fonctionnement de la station déjà en place, la configuration des antennes de la station existante a été revue et les antennes abaissées (Figure 40).

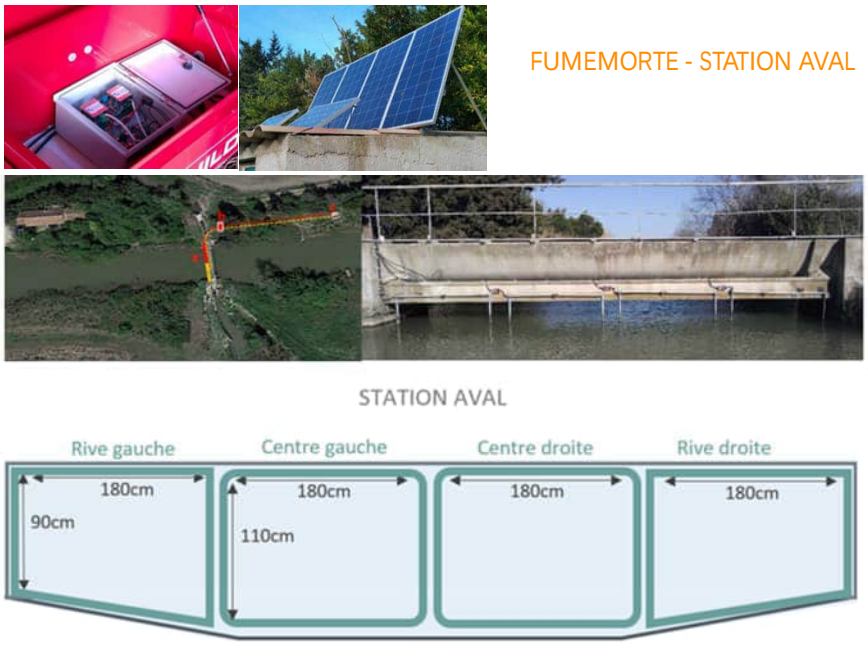


FIGURE 38. REPRESENTATION DE LA STATION RFID A L'AVAL DU CANAL DU FUMEMORTE



FIGURE 39. LOCALISATION ENVISAGEE POUR LE SECOND RIDEAU D'ANTENNES A L'AVAL DU CANAL DU FUMEMORTE



FIGURE 40. RECONFIGURATION DES ANTENNES DE LA STATION D'ECOUTE RFID AVAL DU CANAL DU FUMEMORTE PAR SCIMABIO INTERFACE EN MARS 2023

Le fonctionnement des stations RFID est vérifié du point de vue de l'alimentation électrique et de la détection de "marker tags", c'est-à-dire de puces positionnées directement sur les antennes et qui doivent être normalement détectées toutes les demi-heures. Ces informations sont enregistrées en continu par les coffrets RFID. De plus, régulièrement des tests de portées de détection sont réalisés manuellement afin d'avoir une estimation de la portée du champ émis par chaque antenne et de quantifier si éventuellement une zone au milieu de l'antenne n'est pas couverte par ce champ (Figure 41). Une puce positionnée à l'extrémité d'une perche est éloignée progressivement de l'antenne et un bipper relié au coffret RFID permet de savoir à partir de quelle distance la puce n'est plus détectée : le bipper se tait.



FIGURE 41. MESURE DE LA PORTEE DE DETECTION AU NIVEAU DE LA STATION AVALE DU CANAL DU FUMEMORTE

A partir de l'automne 2021, ces tests ont été réalisés dans la mesure du possible une fois par semaine. Les portées de détections s'élèvent en général à 40-75 cm lorsque le dispositif fonctionne bien. Lors de remontées de salinités, les portées de détections peuvent chuter très fortement. Un élément du coffret RFID a été endommagé à la station amont en novembre 2022, vraisemblablement en raison du trop fort différentiel de salinité entre le haut et le bas de la colonne d'eau. Depuis le remplacement de cet élément en mars 2023, cette station fonctionne correctement. Depuis Mars 2023, les tests de portée de détection sont réalisés dans l'eau en surface et au fond de l'eau, et pour ces deux hauteurs d'eau, la salinité est mesurée.

Depuis mars 2023, le nouveau protocole de suivi des portées de détection a permis de mettre en évidence que les portées de détection sont systématiquement plus élevées en surface que sur le fond, pour chaque antenne (Figure 42). L'influence des remontées des eaux salées du Vaccarès sur le fonctionnement de cette station s'est ressentie au printemps 2023 : les différences de salinités entre la surface et le fond sont corrélées avec une diminution des portées de détection. Toutefois, cette influence négative de la stratification haline des eaux ne se vérifie pas à l'automne 2023 (Figure 42).

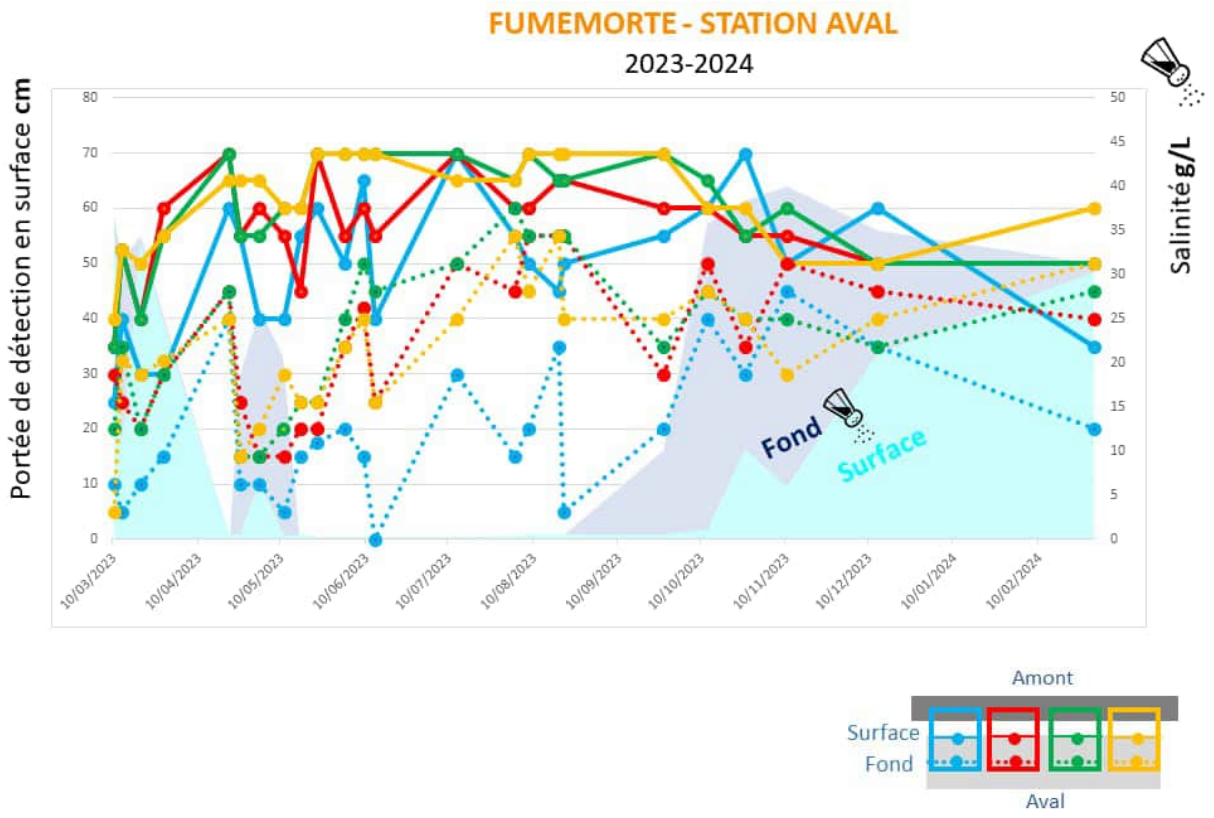


FIGURE 42 : PORTEES DE DETECTION DES QUATRE ANTENNES DE LA STATION RFID AVAL DU CANAL DU FUMEMORTE DEPUIS LE 10 MARS 2023

Le bureau d'études Scimabio Interface est intervenu au printemps 2022 pour installer les 4 stations d'écoute RFID aux Grandes Cabanes, permettant de couvrir la connexion gravitaire au Petit Rhône, les deux sorties équipées de clapets anti-retour (dénommées 'Ivrognes' et 'Pompe') et la reconnexion avec l'étang du Vaccarès (reconnexion qui n'était alors pas encore effectuée, Figure 43).

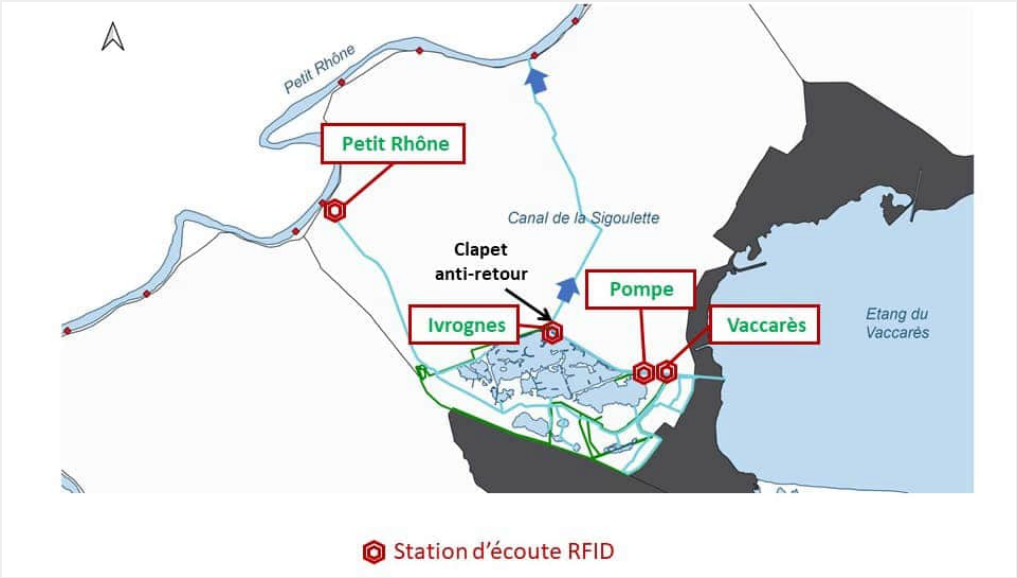


FIGURE 43 : LOCALISATION DES QUATRE STATIONS RFID AUX GRANDES CABANES

La station RFID du Petit Rhône est alimentée par le réseau électrique, accessible sur le site en raison de la présence d'une station de pompage d'irrigation (Figure 44). Cette station est équipée de deux antennes positionnées en travers du canal afin de pouvoir avoir une information sur le sens de passage des poissons.



FIGURE 44. PHOTOGRAPHIES DE LA STATION RFID DU PETIT RHONE POUR LE BASSIN DES GRANDES CABANES © C. TETREL

Les stations localisées au niveau des deux sorties munies de clapets anti-retour sont chacune constituées d'une seule antenne RFID (Figure 45). Ces deux stations fonctionnent uniquement lorsque les clapets sont ouverts. Ces stations sont chacune alimentées par deux batteries qui doivent être rechargées toutes les trois semaines. Ainsi, toutes les trois semaines, lorsque les clapets sont ouverts et que les stations RFID sont mises en route, les batteries sont échangées par des batteries rechargées. Chaque batterie pesant plus de 40 kg, c'est une manipulation pénible. Le nouveau

financement de la CNR doit nous permettre d'équiper ces deux stations avec des panneaux solaires et éviter cette tâche.



FIGURE 45 : PHOTOGRAPHIES DES STATIONS RFID IVROGNES ET POMPE AUX GRANDES CABANES © C. TETREL

La station RFID localisée sur le canal de la reconnexion avec l'étang du Vaccarès est constituée de deux antennes, pour avoir le sens de passage des poissons, et est alimentée par l'énergie solaire (avec le matériel récupéré sur le bassin du Fumemorte, Figure 46). Pendant les travaux de reconnexion, les antennes ont été démontées, puis réinstallées juste après. Le canal ayant été élargi, les antennes ont dû être réajustées.

Le suivi des portées de détection sur ces 4 stations a été régulièrement réalisé et n'a pas montré de dysfonctionnements particuliers. Ce site n'étant actuellement pas influencé par des remontées d'eaux significativement salées nous laisse présager un fonctionnement moins problématique sur du long terme que sur le canal du Fumemorte, hormis peut-être la station de la reconnexion avec l'étang du Vaccarès.



FIGURE 46 : PHOTOGRAPHIES DE LA STATION RFID DENOMMEE « VACCARES » CAR LOCALISEE SUR LA CANAL DE LA FUTURE RECONNEXION AVEC L'ETANG DU VACCARES AUX GRANDES CABANES

Echantillonnage

La capture d'anguilles est réalisée à travers des campagnes de pêche scientifique qui bénéficient d'une autorisation de la préfecture (DDTM). Les campagnes de pêche dédiées à la capture et au marquage RFID des anguilles sont réalisées entre octobre et avril, lorsque les températures de l'eau sont inférieures à 16°C pour limiter les risques d'infection, à l'aide d'engins de pêche passif ou, aux Grandes Cabanes uniquement, de la pêche électrique.

Captures au filet

Les engins de pêche passifs sont positionnés le lundi et relevés toutes les 24h jusqu'au vendredi. Dans les canaux, ce sont des verveux qui sont placés de manière à barrer transversalement leur section (Figure 47 et Figure 48). A chaque site de pose, deux verveux sont placés côte-à-côte (Figure 47) ou queue-à-queue, selon la largeur du canal, de manière à capturer la macrofaune aquatique qui se déplace depuis l'amont et depuis l'aval. Dans les marais, qui sont des milieux ouverts, ce sont des capétchades qui sont utilisées : une paradière est placée perpendiculairement à la berge depuis le bord et l'autre extrémité est fermé par un cœur de 3 verveux (Figure 47).

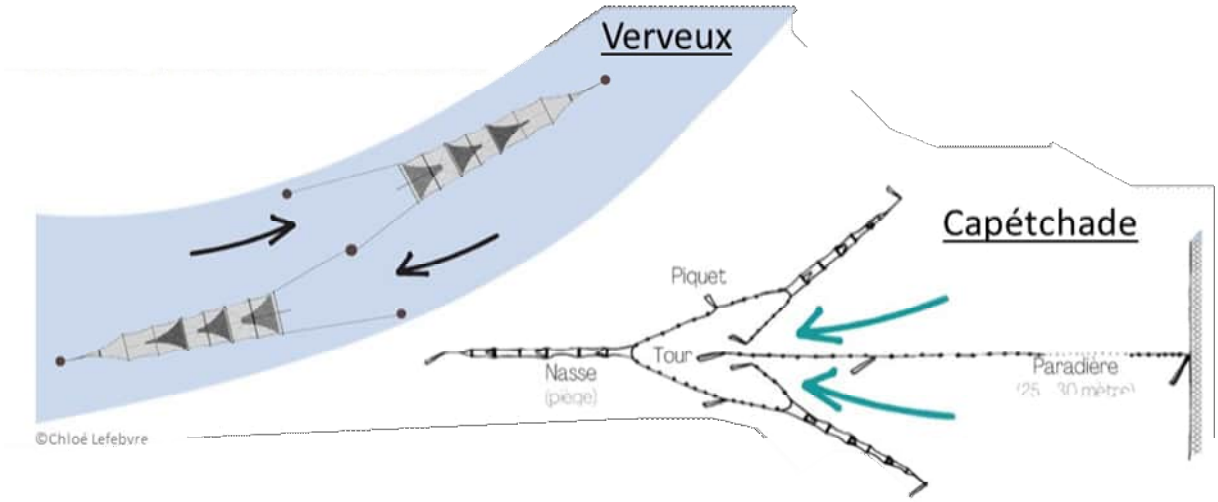


FIGURE 47 : ILLUSTRATION DES FILETS UTILISES POUR LA CAPTURE DES ANGUILLES



FIGURE 48 : EN HAUT, VERVEUX POSITIONNES EN TETE A QUEUE DANS LE CANAL DU FUMEMORTE (© D. NICOLAS). EN BAS, MISE EN PLACE D'UNE CAPETCHADE AUX GRANDES CABANES (© J.-C. BRANDES)

Dans le canal du Fumemorte, une semaine par mois toute l'année, deux stations sont équipées dans le cadre d'un suivi du peuplement piscicole réalisé sur le long terme (l'une depuis 1993 et l'autre depuis 2013, Figure 49 et Figure 50). Entre octobre et avril, davantage de stations sont équipés pendant au moins une semaine supplémentaire de manière à optimiser la capture des anguilles (Figure 49).

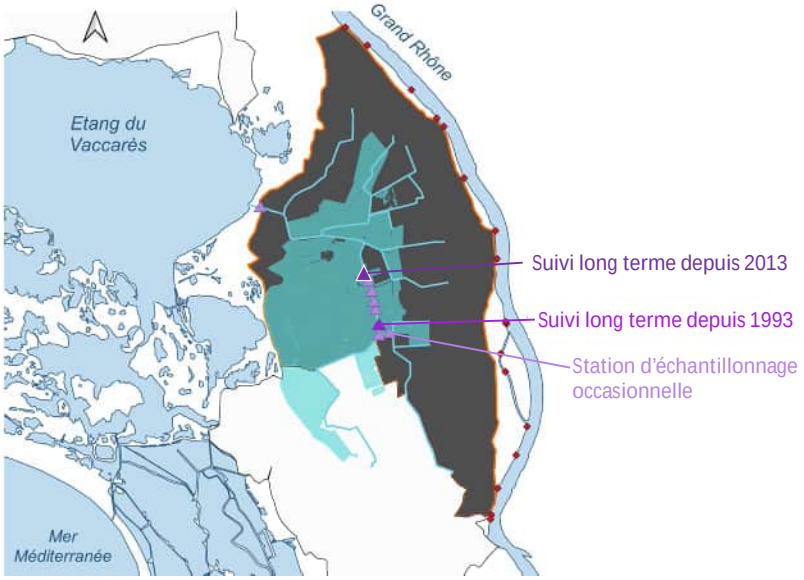


FIGURE 49 : LOCALISATION DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE POUR LE MARQUAGE RFID DES ANGUILLES DE PLUS DE 30 CM. LA ZONE TURQUOISE REPRESENTE LE DOMAINE DE LA TOUR DU VALAT.

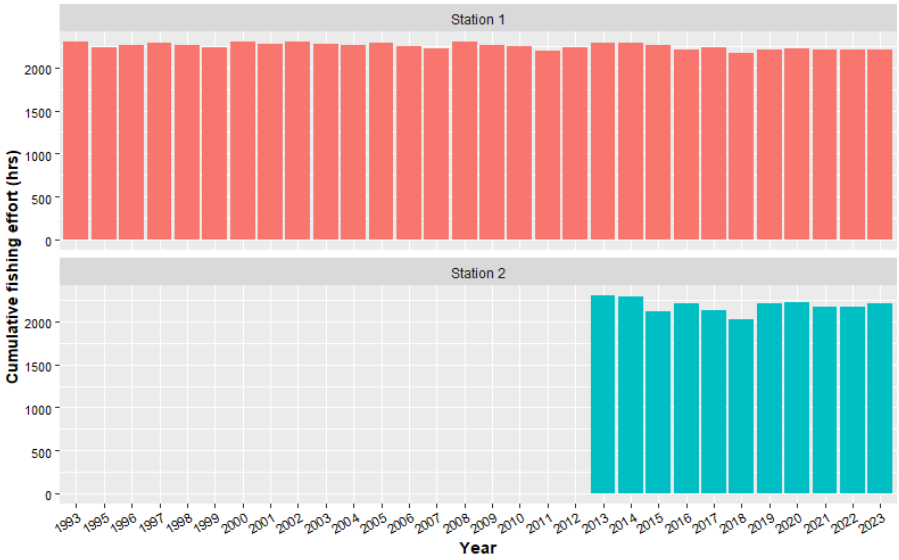


FIGURE 50 : EFFORT DE PECHE CORRESPONDANT AUX DEUX STATIONS SUIVIES SUR LE LONG TERME DEPUIS 1993 POUR LA STATION 1 ET DEPUIS 2013 POUR LA STATION 2.

Dans le bassin des Grandes Cabanes, une semaine de pêche est réalisée aux mois d'octobre, novembre, mars et avril depuis octobre 2021. Les stations « Entrée » et « Pompe » sont localisées dans le canal de la Pigeonnière, canal qui alimente le site des Grandes Cabanes en eau du Rhône. Ces deux stations sont équipées chacune de deux verveux placés queue-à-queue (Figure 51, Figure 52). Les sites « Tortue » et « Grand marais » correspondent à des marais ouverts et sont équipés d'une capétchade. Le site du Grand Marais n'a été échantillonné qu'au printemps 2022 : le site étant difficile d'accès et les captures d'anguilles y en étaient très faibles, ce site a été abandonné. De plus, ce site est une remise importante à l'automne pour la faune aviaire et aucune pêche ne peut alors être pratiqué pour éviter le dérangement. Le site de « Tortue canal » est échantillonné à l'aide

d'un seul verveux qui vise à capturer les anguilles qui chercheraient à sortir du marais de Tortue. Les sites « Bérézina Sigoulette », « Costière » et « Pompe Sigoulette » correspondent à des bras étroits du grand marais et ont été équipés seulement d'un verveux ouvert vers le marais.

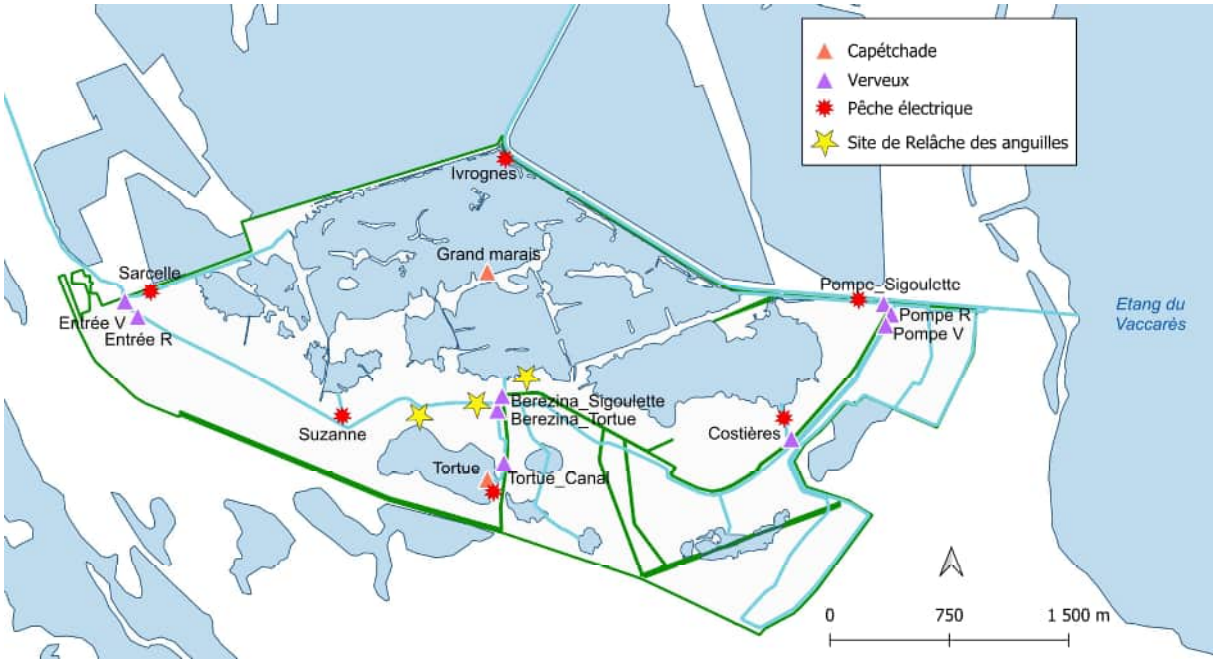


FIGURE 51 : LOCALISATION DES SITES DE CAPTURE ET DE RELACHE DES ANGUILLES EN FONCTION DE LA METHODE UTILISEE (VERVEUX, CAPETCHADE OU PECHE ELECTRIQUE)



FIGURE 52 : PHOTOGRAPHIES DE RELEVES DE FILETS ET DE PECHE ELECTRIQUE AUX GRANDES CABANES

La plupart des relèves de filets ont été validés (95.1%, Figure 53). Les quelques relèves non validés correspondent à des filets troués ou torsadés.

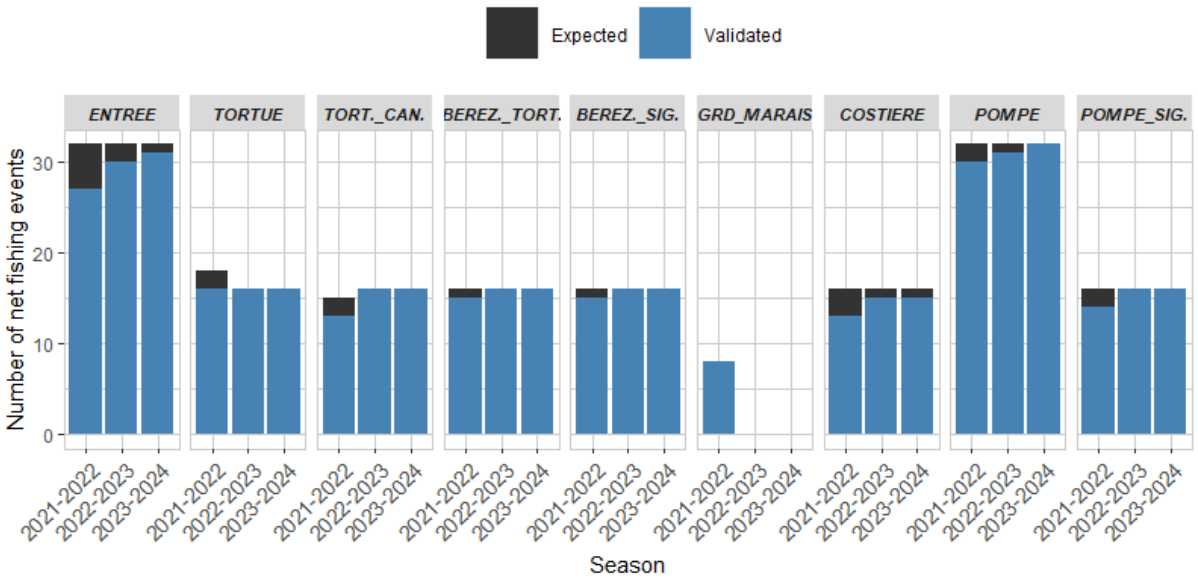


FIGURE 53 : NOMBRE DE RELEVES DE FILET PAR STATION ET ANNEE DU SUIVI EFFECTIVES PAR RAPPORT AU NOMBRE PREVU REALISEES AUX GRANDES CABANES

Captures à la pêche électrique

Uniquement aux Grandes Cabanes, lors de la journée de pose des filets (le lundi), plusieurs sites sont échantillonnés en pêche électrique par l'équipe habilitée de l'OFB Aix-en-Provence (
Figure 52 et Figure 54). La première pêche électrique a eu lieu lors de la campagne de novembre 2021. Cette première journée, le système Martin pêcheur a été testé et s'est avéré peu efficace en raison de la conductivité du milieu (0.9 à 1.2mS). A partir de mars 2022, la pêche électrique a été réalisée avec le système Héron aux stations « Sarcelle », « Suzanne », « Costière » et « Pompe Sigoulette », et s'est avéré plus efficace. En avril 2024, la pêche électrique n'a pas eu lieu en raison de l'indisponibilité de l'équipe habilitée.

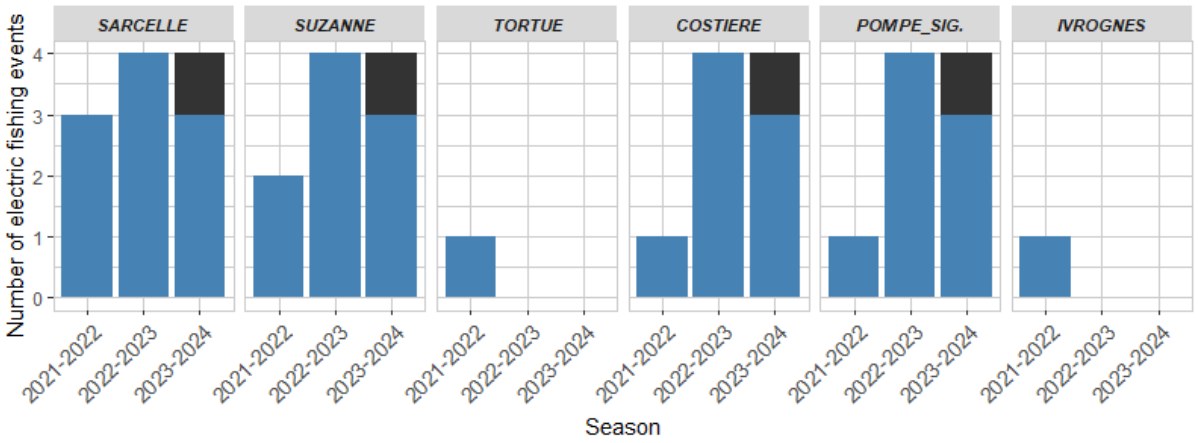


FIGURE 54 : NOMBRE DE PECHES ELECTRIQUES REALISEES PAR STATION ET ANNEE DE SUIVI

Inventaire des espèces capturées

La réalisation des campagnes de pêche est une opportunité de réaliser un inventaire des espèces aquatiques en présence. Les inventaires par site d'échantillonnage sont fournis en Annexe (Annexes 1 et 2).

Depuis janvier 2021, un total de 24 taxons de poissons actinoptérygiens ont été répertoriés dans le bassin des Grandes Cabanes et de 25 dans le canal du Fumemorte (au travers du suivi long-terme). Les mugillidés capturés étaient trop petits pour être identifiés à l'espèce et sont donc présentés qu'au niveau de la famille. Ce peuplement piscicole est dominé par les espèces d'eau douce (19 taxons – soit 79% des taxons recensés – et 16 taxons – soit 64% – respectivement dans le bassin des grandes cabanes et dans le canal du Fumemorte, Figure 55 et Figure 56). Aux deux stations d'échantillonnage Fume 1 et Fume Bon, les espèces de poissons lagunaires (notamment athérines, mais aussi gobies du genre Pomatoschistus, syngnathe, épinoche) et marines migratrices (mugilidés) sont surtout détectées durant la période de novembre à mars, en dehors de la période d'irrigation. Ces présences résultent de la connexion du canal avec l'étang du Vaccarès où les eaux sont surtout euhalines depuis 2021. Dans ce canal, huit espèces de crustacés ont également été capturées, dont 5 de crevettes, 2 de crabes et l'écrevisse de Louisiane. Le crabe vert méditerranéen, *Carcinus maenas*, n'a pas été capturé dans les Grandes Cabanes, et par contre l'écrevisse américaine, *Orconectes limosus*, qui n'est plus détecté dans le canal du Fumemorte depuis le début des années 2000, y a été régulièrement détectée.

L'anguille, espèce catadrome, est toujours présente à toutes les stations d'échantillonnage des Grandes Cabanes, tandis qu'elle n'est pas forcément capturée tous les mois aux stations du Fumemorte. Elle apparaît plus fréquente à la station du Fume Bon qu'à la station du Fume 1, surtout durant l'année 2022 où l'anguille n'a été captée qu'au mois d'avril (Figure 56).

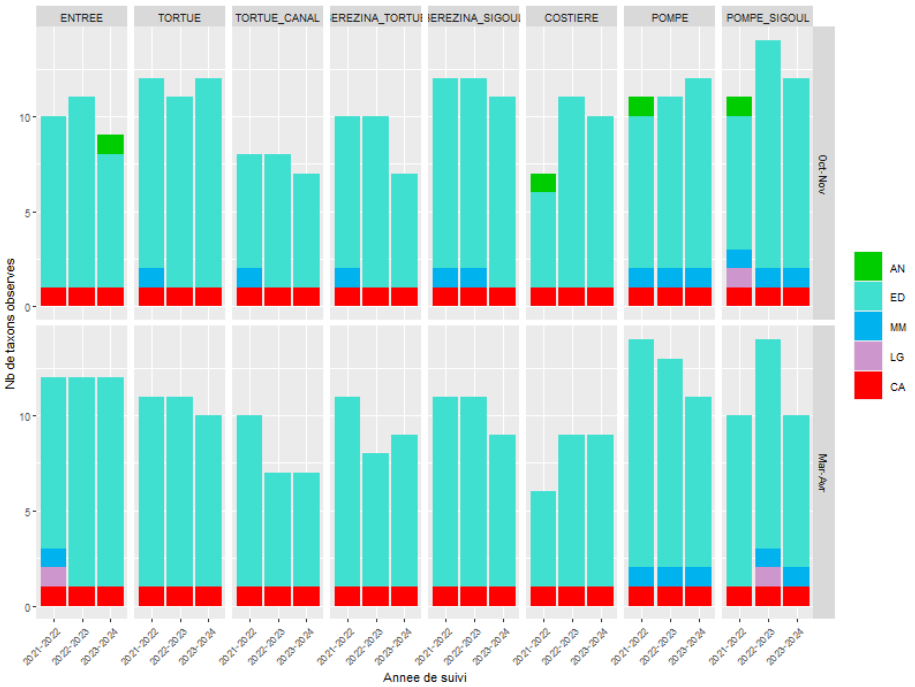


FIGURE 55 : NOMBRE DE TAXONS PISCICOLES OBSERVES PAR CAMPAGNE DE PECHE PAR SITE ECHANTILLONNE ET PAR ANNEE DE SUIVI DANS LE DOMAINE DES GRANDES CABANES. LES ESPECES SONT CATEGORISEES EN FONCTION DE LEUR UTILISATION DES HABITATS : AN = ANADROME ; ED = EAU DOUCE ; MM = MARINE MIGRATRICE ; LG = LAGUNAIRE ; CA= CATADROME

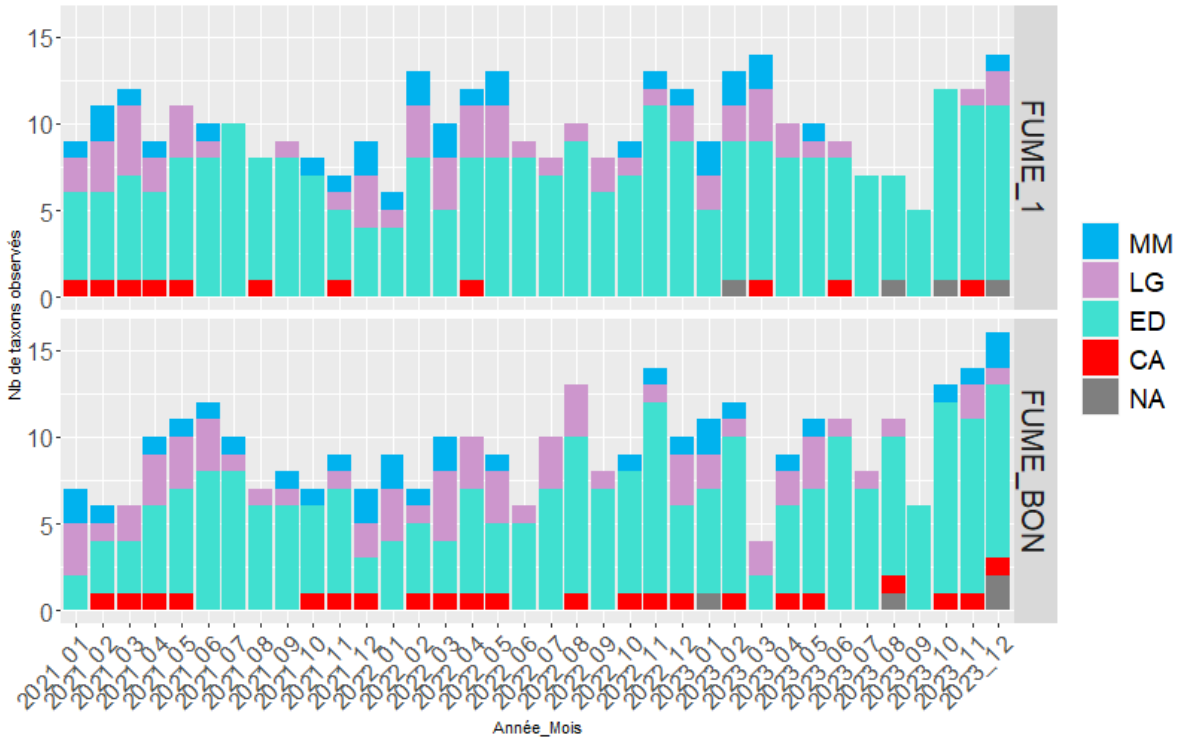


FIGURE 56 : NOMBRE DE TAXONS PISCICOLES OBSERVES PAR CAMPAGNE DE PECHE A LA STATION DE SUIVI HISTORIQUE (FUME 1) DEPUIS 2021 PAR MOIS DANS LE CANAL DU FUMEMORTE. LES ESPECES SONT CATEGORISEES EN FONCTION DE LEUR UTILISATION DES HABITATS : MM = MARINE MIGRATRICE ; LG = LAGUNAIRE ; ED = EAU DOUCE ; CA= CATADROME ; NA = ALEVINS NON IDENTIFIES.

Marquage des individus

Le marquage des individus se fait dans le cadre d'une procédure expérimentale qui est validée en amont par un comité d'éthique et autorisée par le ministère de la Recherche, et ne peut se faire que par du personnel spécifiquement qualifié. Deux procédures expérimentales ont ainsi été validées en amont (#30180 pour le bassin du Fumemorte et #32274 pour le bassin des Grandes Cabanes). Par an, jusqu'à 350 poses de marques (de 23 mm de long) étaient autorisées pour le Fumemorte, et 450 pour la première année de suivi puis 350 pour les Grandes Cabanes. En mai et octobre 2022, deux agents OFB et un agent Tour du Valat ont pu obtenir leurs diplômes en expérimentation de la faune sauvage et en chirurgie animale, dans le cadre de ce projet. Un agent supplémentaire de la Tour du Valat est formé en 2024.

Le marquage des individus avec des puces électroniques permet d'assurer, en plus du suivi télémétrique RFID, des données de CMR (Capture-Marquage-Recapture) qui sont indispensables pour étudier la dynamique d'une population et suivre l'évolution de la condition et de la croissance des individus.

Les anguilles capturées sont acheminées au stand de biométrie. Une fois anesthésiées (avec un bain à la benzocaïne), elles sont mesurées (longueur totale, longueur de la nageoire pectorale, diamètres horizontaux et verticaux des yeux,
Figure 57) et pesées. Ces mesures nous permettent de déterminer leur stade de développement : anguillette (moins de 30 cm), jaune indifférencié ("I", mâle ou femelle), jaune femelle ("FII" ou "FIII"), argenté femelle ("FIV" ou "FV") ou argenté mâle ("MII", indice eelrep, Durif et al. 2005). Le suivi des individus au stade indifférencié ou jaune permet d'étudier leur stratégie d'utilisation des systèmes adjacents aux bassins ciblés pendant leur croissance, et d'évaluer à l'échelle du bassin le taux de sédentarité. In fine, lorsque ces individus sont devenus argentés et cherchent à repartir en mer, le fait de les avoir marqués au préalable permet d'étudier la dynamique de leur dévalaison et les voies de

migration empruntées, sans les stresser par l'opération de marquage au moment où ils entament leur dévalaison.

Les individus sont également scannés avec un lecteur portatif pour vérifier s'ils n'ont pas déjà été capturés et marqués. Si un individu n'est pas marqué et qu'il a une taille comprise entre 14 et 30 cm, un petit pit-tag de 12 mm de long est placé en intramusculaire à l'aide d'un trocart. Les puces utilisées ne sont pas compatibles avec la technologie RFID, sauf à partir de 2023, uniquement dans le bassin des Grandes Cabanes. Quelques tests ont été réalisés afin d'évaluer la détection de ces petites puces par les stations d'écoute installées *in situ*. Ces puces sont beaucoup moins bien détectées que les puces de 23 mm de long, néanmoins, si l'individu nage au plus près de l'antenne, son passage peut être enregistré.



FIGURE 57 : MESURE DES YEUX LORS DE LA BIOMETRIE D'UNE ANGUILLE © K. VERBBRUGHES

Les individus qui ont une condition sanitaire satisfaisante et qui ont une taille supérieure à 30 cm sont marqués avec des puces RFID de 23 mm de long par laparotomie, ce qui nécessite une incision avec un scalpel pour atteindre la cavité abdominale. Avant d'être opérés, les individus reçoivent une injection d'un analgésique (lurocaïne) et sont immergés dans un bain anesthésiant deux fois plus concentré. Une fois la marque désinfectée et insérée, la plaie est recouverte d'un pansement hydrofuge. Les individus ainsi opérés sont ensuite placés dans un bac de réveil et gardé sous surveillance jusqu'à leur réveil. Une fois que les individus ont retrouvé une nage active, ils sont relâchés dans leur milieu à des sites spécifiques en fonction de leur site de capture (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et Figure 51). Les individus qui sont recapturés avec une puce de 12 mm et qui ont dépassé les 30 cm sont marqués à nouveau avec une puce RFID de 23 mm, ainsi il arrive que des individus soient double marqués. Ces opérations de marquage-recapture seront reconduites tous les ans jusqu'à la saison octobre 2024 – avril 2025.

Bilan des captures et du marquage

Les trois années de suivis montrent un peuplement d'anguilles toujours plus dense aux Grandes cabanes que dans le Fumemorte, et ce davantage encore la dernière saison 2023-2024 (Figure 58). Aux Grandes cabanes, d'octobre 2021 à avril 2024, un total de 4 243 anguilles ont été capturées, dont 257 en pêche électrique (soit 6% des captures, Tableau 11). Alors que dans le canal du Fumemorte, durant la même période, seulement 538 anguilles ont été capturées (Tableau 12).

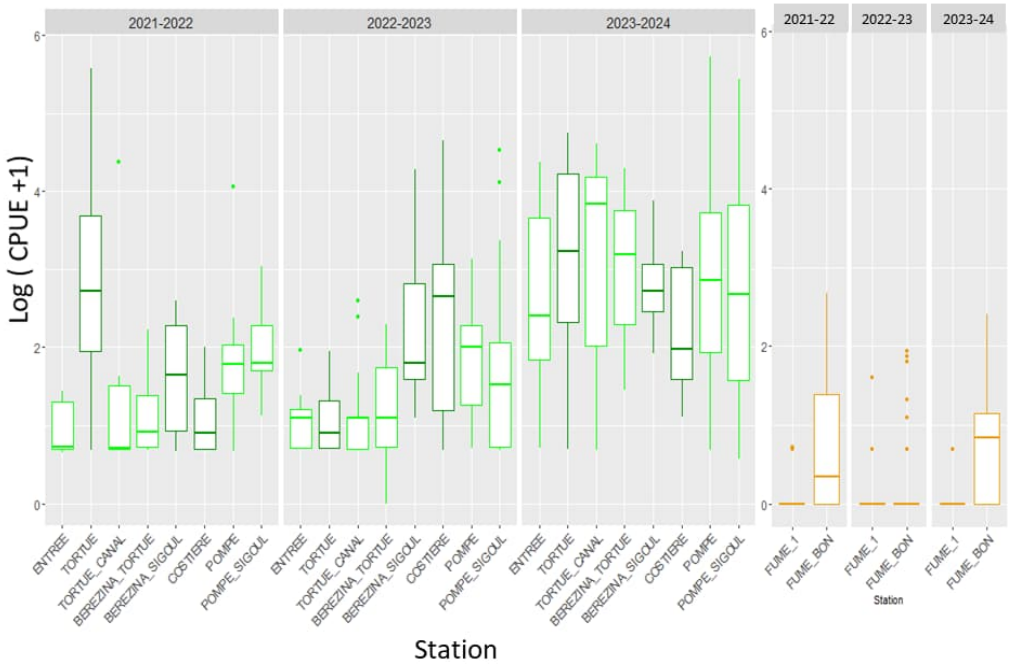


FIGURE 58 : BOXPLOTS REPRESENTANT LES CAPTURES TOTALES D'ANGUILLES EXPRIMEES EN CPUE (CAPTURE PAR UNITE D'EFFORT DE PECHE, ICI 24H) LOG-TRANSFORMEES PAR STATION D'ECHANTILLONNAGE AU FILET (VERVEUX OU, SEULEMENT POUR LA STATION TORTUE, CAPETCHADE) POUR UN EFFORT DE PECHE DE 4 JOURS CONSECUTIFS AUX MOIS D'OCTOBRE, NOVEMBRE, MARS ET AVRIL, DEPUIS OCTOBRE 2021. LES RESULTATS SONT PRESENTES PAR SAISON DE PECHE - D'OCTOBRE DE L'ANNEE N A AVRIL DE L'ANNEE N+1 – EN DISSOCIANT LES STATIONS DES GRANDES CABANES (EN VERT) DE CELLES DU FUMEMORTE (EN ORANGE).

Alors que nous atteignons largement les objectifs de marquage aux Grandes Cabanes (~450 individus par an, Tableau 11), ils ne l'ont jamais été côté Fumemorte (n<300 par an, Figure 59 et Tableau 12).

En avril 2024, un nombre plus élevé d'anguilles ont été doublement marquées (n=32), avec un petit tag de 12 mm en intramusculaire et un tag de 23mm par laparotomie (Figure 59). Cette hausse de double marquage est liée au fait que nous avions choisi de ne pas marquer ces individus, déjà supérieurs à 30 cm en novembre 2023, car nous risquions d'avoir insuffisamment de tags et de quotas pour finir la saison. En mars 2024, le nombre élevé d'anguilles capturées aux Grandes Cabanes était dominé par les anguilles de petites tailles (<30 cm). La limite de marquage pour le tag de 12 mm en intramusculaire a alors été décalée à une taille minimale de 20 cm. Malgré ce choix, le stock de tags de 12 mm répondant à la technologie RFID a alors été écoulé (n=465 tags de 12 mm posés) et nous avons dû compléter avec des tags de 12 mm non RFID (+ 332 tags 12mm posés, Tableau 11).

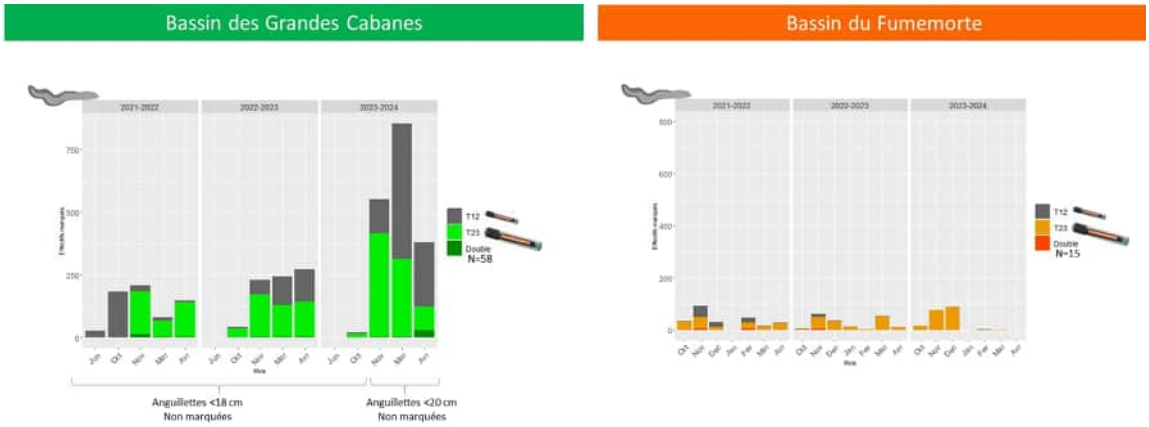


FIGURE 59 : NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES PAR MOIS AUX GRANDES CABANES ET AU FUMEMORTE AVEC DES TAGS DE 12MM (HORS PROCEDURE) ET/OU DE 23 MM.

Dans les deux bassins étudiés, la majorité des individus marqués en 23 mm correspondent à des femelles (n=1225 soit 64% des individus marqués en 23 mm pour les grandes cabanes et n=352 soit 65% pour le canal du Fumemorte). Ces individus sont majoritairement au stade jaune (respectivement 72% et 84%). Un total de 79 mâles argentés a été capturé dans le bassin des Grandes cabanes, dont 50 la dernière saison, seulement 6 dans le canal du Fumemorte.

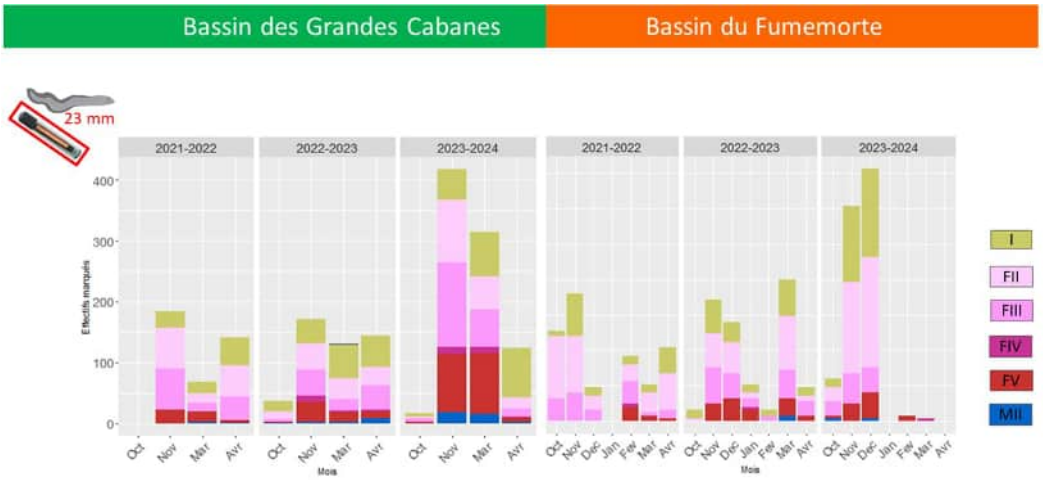


FIGURE 60 : NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES PAR MOIS AUX GRANDES CABANES ET AU FUMEMORTE EN FONCTION DU STADE DE DEVELOPPEMENT

Tableau 11 : Récapitulatif du nombre d'anguilles capturées et marquées par saison d'échantillonnage à la pêche électrique ou au filet pour le bassin des Grandes Cabanes.

Année de suivi	Saison	Type de pêche	Total captures	Nb d'individus non mesurés	Nb argentées femelles	Nb argentées mâles	Nb marqués	Nb de marques 12 mm	Nb de marques 12 mm RFID	Nb de marques 23 mm RFID	Nb de recaptures	Nb d'individus double marqués
2021-2022	Oct-Nov	Pêche électrique	4	0	1	0	4	0	0	4	0	0
		Filet	396	0	0	8	387	207	0	180	21	13
	Mar-Avr	Pêche électrique	35	0	1	0	29	4	0	25	3	0
		Filet	229	0	27	4	199	14	0	185	25	5
2022-2023	Oct-Nov	Pêche électrique	17	0	5	0	16	4	0	12	1	0
		Filet	303	0	0	6	257	60	0	197	15	3
	Mar-Avr	Pêche électrique	171	0	4	1	127	49	49	78	10	0
		Filet	527	0	43	10	389	192	192	197	46	5
2023-2024	Oct-Nov	Pêche électrique	23	0	4	0	19	4	4	15	4	0
		Filet	681	65	138	22	553	135	135	418	32	1
	Mar-Avr	Pêche électrique	7	0	3	0	3	0	0	3	4	0
		Filet	1850	0	221	28	1232	797	465	435	320	2
		TOTAL	4243	65	447	79	3215	932	845	1749	481	29

Tableau 12 : Récapitulatif du nombre d'anguilles capturées et marquées par an au filet pour le bassin du Fumemorte depuis 2018.

Année	Saison	Total captures	Nb ind. non mesurés	Nb argentées femelles	Nb argentées mâles	Nb Marques posées	Nb marques 12mm	Nb marques 23mm RFID	Nb recaptures	Nb individus double marqués	
2018	Jan-Fev	307	0	64	1	206	215	0	58	0	
2018	Mar-Avr	115	0	20	3	64	66	0	25	0	
2018	Oct-Nov-Dec	147	0	35	10	114	16	99	42	22	
2019	Jan-Fev	123	0	33	9	96	39	63	33	13	
2019	Mar-Avr	80	0	4	4	69	28	42	15	6	
2019	Oct-Nov-Dec	55	0	9	1	42	4	38	19	8	
2020	Jan-Fev	15	0	5	0	10	0	10	7	2	
2020	Mar-Avr	91	0	22	2	53	17	36	35	2	
2020	Oct-Nov-Dec	67	0	2	3	47	3	45	18	6	
2021	Jan-Fev	67	0	11	1	47	1	46	26	7	
2021	Mar-Avr	276	0	126	8	199	105	104	67	6	*Démarrage du projet COLAGANG*
2021	Oct-Nov-Dec	187	0	9	0	132	42	95	53	6	
2022	Jan-Fev	66	0	16	0	50	25	30	18	7	
2022	Mar-Avr	66	0	6	0	49	4	45	17	6	
2022	Oct-Nov-Dec	144	0	24	0	105	19	91	37	7	
2023	Jan-Fev	23	0	6	0	17	0	17	2	0	
2023	Mar-Avr	92	0	17	3	71	3	68	20	5	
2023	Oct-Nov-Dec	232	0	22	3	191	2	189	38	10	
2024	Jan-Fev	4	0	2	0	4	2	2	0	0	
2024	Mar-Avr	2	0	1	0	1	0	1	0	0	
	TOTAL	2159	0	434	48	1567	591	1021	530	113	
	TOTAL depuis l'automne 2021	816	0	103	6	620	97	538	185	41	

Détections aux stations d'écoute RFID

Dans le canal du Fumemorte, de mars 2019 à février 2024 (soit 5 saisons de dévalaison), 471 individus marqués ont été détectés à au moins une des deux stations RFID, amont ou avale (Figure 61). Un total de 436 individus marqués ont été détectés à la station amont et seulement 122 à celle de l'aval. A plusieurs reprises, et notamment pour les saisons de dévalaison 2021-2022 et 2022-2023, les antennes RFID ont eu des dysfonctionnements, se traduisant par de très faibles portées de détections. Il est alors possible que des individus marqués soient passés sans avoir été détectés. De plus, malheureusement les données n'ont pas été enregistrées à la station amont durant l'automne-hiver 2021-2022, et un filet a été placé juste en amont de notre station RFID aval au moment de fortes précipitations de l'automne 2021. Les données de cette saison 2021-2022 sont donc considérées non exploitables.

Les détections montrent une activité des anguilles surtout d'octobre à avril (Figure 61). Les détections simultanées d'un grand nombre d'individus argentés, à la fois à l'amont et à l'aval, qui pourraient refléter des départs en masse pour la migration de dévalaison ont été obtenues, notamment en mars 2020, 2021 et 2023. Habituellement les pics de dévalaison sont observés à l'automne, avec les événements de crues. Le bassin du Fumemorte n'étant pas (ou très peu) sujet à des crues automnales, surtout les 5 dernières années, la dévalaison pourrait y avoir une autre dynamique, plus étalée dans le temps. Même s'il est compliqué de qualifier de pics de dévalaison la détection de 5 à 10 individus argentés, il semblerait qu'il y est tout de même davantage de départs à la mer aussi en octobre et novembre (notamment en 2020).

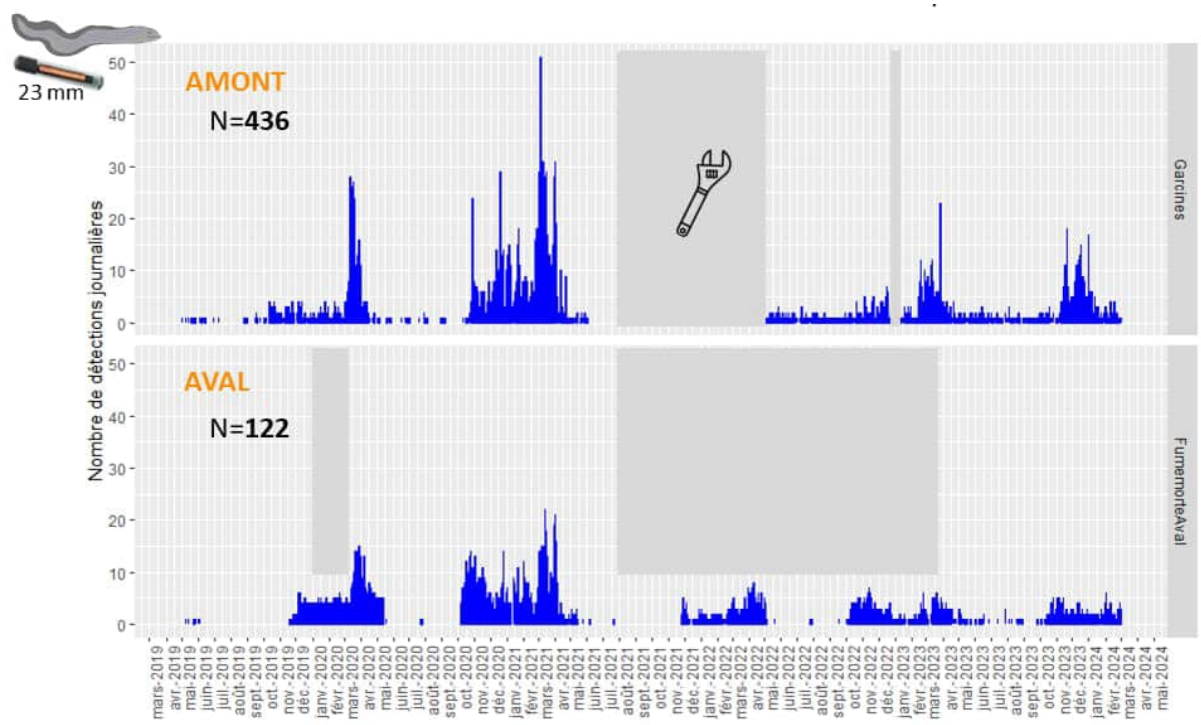


FIGURE 61 : DETECTIONS D'INDIVIDUS MARQUES AUX DEUX STATIONS AMONT ET AVAL DU CANAL DU FUMEMORTE PAR JOUR DEPUIS 2019. LES ZONES GRISEES REPRESENTENT LES PERIODES DE TEMPS OU LES INSTALLATIONS RFID ETAIENT DYSFONCTIONNELLES.

Aux grandes cabanes, pendant les deux premières années de suivis (juillet 2022 – mars 2024), il a été détecté un total de 512 individus marqués par l'ensemble des quatre stations d'écoute RFID (Figure 62). Les détections d'anguilles sont enregistrées surtout de novembre à mai.

A partir d'avril 2023, les petites marques en 12 mm utilisées aux grandes cabanes sont possibles à détecter par les antennes RFID. Néanmoins, les antennes RFID ont été confectionnées pour être performantes pour la détection des marques en 23 mm. La Figure 62 permet de vérifier que les détections de marques de 12 mm sont moins élevées que celles de 23 mm. La première année, il est possible que les marques de 12 mm correspondent uniquement à de petits individus qui ne cherchent de toute façon pas à quitter le bassin des grandes Cabanes. Mais la deuxième année, certains de ces individus ont pu s'argenter et éventuellement chercher à regagner la mer. Cette hypothèse est suggérée par la trentaine de détections enregistrées à la station du Vaccarès en mars 2024.

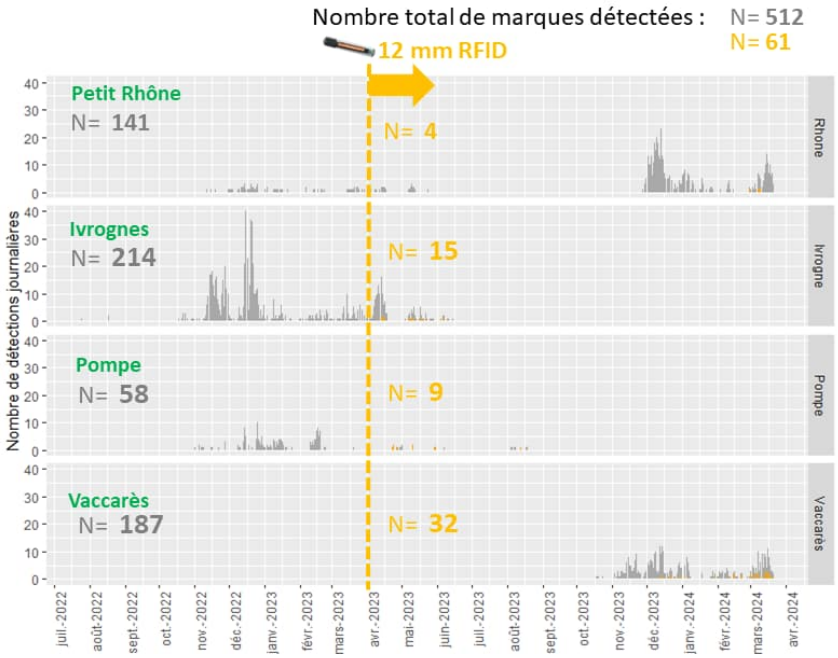


FIGURE 62 : DETECTIONS RFID AUX STATIONS DU BASSIN DES GRANDES CABANES : COMPARAISON DES DETECTIONS DES MARQUES DE 12 MM ET DE 23 MM

La première année de suivi 2022-2023, la plupart des individus sont détectés à la station 'Ivrognes' (n=214), notamment en novembre et décembre 2022 puis en avril 2023. Plusieurs anguilles sont également détectées aux stations Pompe et Petit Rhône. Cette première saison, les installations RFID avaient pour but de déterminer si les anguilles cherchaient à sortir des grandes Cabanes par le canal de la Sigoulette, bassin poldérisé, se retrouvant ainsi potentiellement bloquées dans un système fermé. Néanmoins, avec la sécheresse de l'été-automne 2022, l'étang du Vaccarès s'est retrouvé dans une situation critique avec de très faibles niveaux d'eau et une salinité dépassant les 40g/L. La SNPN a alors lancé un plan de sauvegarde pour acheminer un maximum d'eau douce dans l'étang du Vaccarès, ce qui s'est notamment traduit par l'ouverture des bassins normalement poldérisés. C'est ainsi que le canal de la Sigoulette a été reconnecté à l'étang du Vaccarès à plusieurs reprises pendant les mois de novembre et décembre 2022. Il se trouve que les pics de détections observés à cette période aux niveaux des stations Ivrognes et Pompe semblent correspondre avec les dates d'ouverture des vannes de la connexion entre la Sigoulette et le Vaccarès. Les anguilles ont-elles été capables de ressentir un appel des eaux salées du Vaccarès depuis les Grandes Cabanes ? Ou est-ce que les anguilles étaient normalement vouées à se retrouver piégées dans le bassin de la Sigoulette ? Le contexte inattendu ne permettra pas d'évaluer l'effet poldérisation.

Les travaux de reconnexion entre le bassin des Grandes Cabanes et l'étang du Vaccarès ont été réalisés entre le 25 mai et le 20 juillet 2023. Durant les travaux, les antennes de la station RFID « Vaccarès » ont été ôtées, puis réinstallées une fois le canal dragué. La première année de suivi, la

station d'écoute positionnée à cette reconnexion était en fonctionnement, mais aucune anguille n'y a été détectée, montrant que cette voie était effectivement non fonctionnelle. Suite aux travaux, dès octobre 2023, le passage d'anguilles y a été enregistré, suggérant que les anguilles sont dorénavant capables d'emprunter cette nouvelle voie pour rejoindre l'étang du Vaccarès.

Avec cette reconnexion effective en permanence, les clapets anti-retour d'Ivrognes et de Pompe n'ont jamais été ouvert et donc, pour éviter la manipulation lourde de changement de batteries, les stations n'ont pas été activés. Il est prévu d'équiper ces deux stations en panneaux solaires pour pouvoir maintenir le suivi les années à venir.

Cette saison 2023-2024 a été marquée par des pics de détections en Novembre-décembre et en mars à la station du Petit Rhône et à la station de la reconnexion avec le Vaccarès. En 2022-2023, détecter 7 anguilles à la station du petit Rhône, localisée à l'amont du bassin, était déjà une surprise. Ces détections montraient que certains individus remontent le canal d'alimentation en eau pour chercher à rejoindre la mer par le fleuve. Les 134 détections de la saison 2023-2024 à cette même station furent d'autant plus inattendues. Nous avons néanmoins besoin de vérifier si les anguilles argentées sont en effet capables de rejoindre le Petit Rhône via la connexion en place (qui est équipée d'une station de pompage bien que jamais mise en fonctionnement le temps de l'étude).

Pour confirmer que les pics de détection correspondent à des pics de dévalaison, il est nécessaire de coupler avec l'information stade de développement. Un travail que Cléa Leclere réalise actuellement dans le cadre de son stage M2. L'influence éventuelle de paramètres météorologiques, hydrologiques ou physico-chimiques sur les pics de détections doit également encore être recherchée.

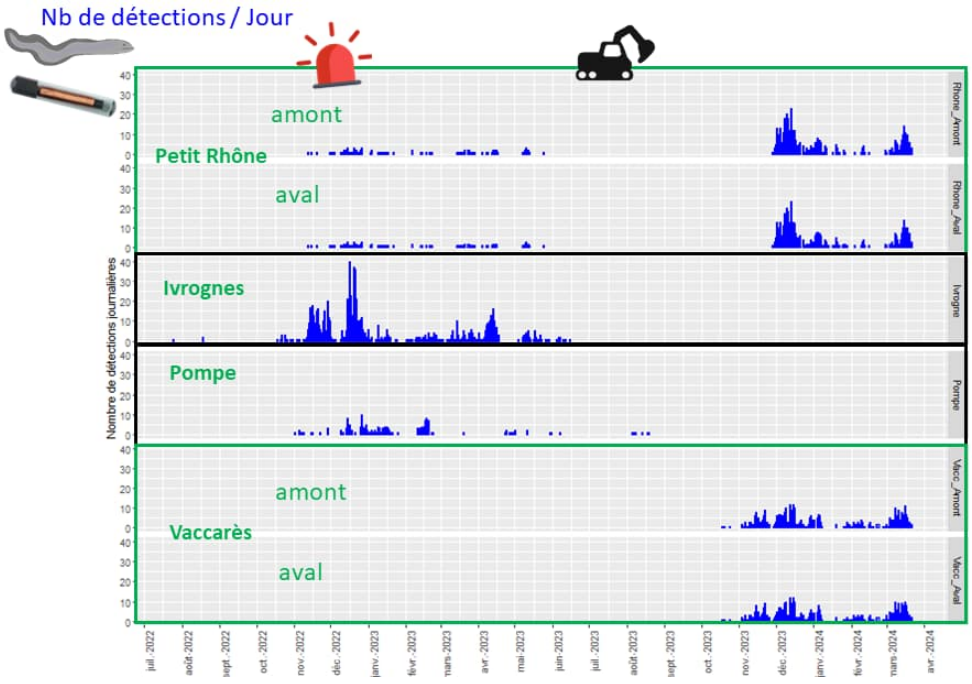


FIGURE 63 : DETECTIONS D'INDIVIDUS MARQUES AUX STATIONS LOCALISEES AU NIVEAU DES SORTIES DU BASSIN DES GRANDES CABANES. LE GYROPHARE INDIQUE LE LANCEMENT DU PLAN DE SAUVEGARDE DU VACCARES ET L'OUVERTURE A MULTIPLES REPRISES DE LA CONNEXION ENTRE LE CANAL DE LA SIGOULETTE ET L'ETANG DU VACCARES DURANT LA SAISON 2022-2023. LE TRACTOPELLE INDIQUE LA PHASE DE TRAVAUX REALISEE DURANT L'ETE 2023 POUR RECONNECTER LE BASSIN DES GRANDES CABANES DIRECTEMENT AVEC L'ETANG DU VACCARES.

Tracking actif RFID

Grâce à du matériel acquis par l'OFB, nous avons pu tester le matériel mobile pour détecter des marques au stand de biométrie, dans les captures de pêcheurs professionnels et dans le milieu (Figure 64). Deux antennes ont été spécialement conçues pour pouvoir détecter dans des rayons de quelques mètres ou de quelques centimètres. Les détections de petites marques de 12 mm au niveau des zones de relâcher nous ont confirmés que le type de marquage en dorsal introduit lors de l'utilisation des marques RFID en avril 2023 ont été perdu par de nombreux individus. Dorénavant, la semaine qui suit la semaine de pêche aux Grandes Cabanes, un passage au tracking actif sera réalisé sur les 4 zones de relâcher pour évaluer le nombre de pertes de marques de 12 mm. De plus, le marquage sera ajusté pour limiter ces pertes.

L'utilisation du matériel mobile au stand de biométrie nous a permis d'élucider les faux numéros parfois enregistrés par ce boîtier (marques rouges de la Figure 64). La soustraction d'un nombre (256461087178752) permet de retrouver le bon numéro de la marque.

Le suivi des détections dans les captures des pêcheurs professionnels devraient se mettre en place à l'automne prochain avec l'acquisition de boitiers RFID mobile supplémentaires. Nous comptons également procéder à au moins une journée de tracking actif à l'automne et au printemps dans les deux bassins ciblés.



FIGURE 64 : CIRCUIT REALISE EN PARTEGUE DANS LE MARAIS DE LA TORTUE LE 8 AVRIL 2024 POUR SUIVRE ACTIVEMENT DES EVENTUELLES ANGUILLES MARQUEES. LES POINTS JAUNES CORRESPONDENT A DES MARQUES DE 12 MM, LES POINTS ROUGES ET BLEUES A DES MARQUES DE 23 MM.

3.3.2. Suivi télémétrique acoustique (Projet COLAGANG)

Sur la saison 2023-2024, un premier suivi en télémétrie acoustique a été réalisé dans le but de suivre le retour de 80 anguilles depuis l'embouchure des deux bassins versants suivis (Grandes Cabanes et Fumemorte) jusqu'aux portes de la mer (Figure 64). Ce suivi avait pour objectif de connaître s'il existe une voie de dévalaison privilégiée par les anguilles argentées (*via* le pertuis de la Fourcade ou *via* les étangs et marais des Salins de Camargue) et de caractériser les périodes et les durées de dévalaison.

Contrairement à la technologie RFID, la télémétrie acoustique n'est pas perturbée par les variations de salinité. Pour cette raison, il semble judicieux de déployer un tel suivi pour étudier la dévalaison depuis les embouchures de nos deux bassins étudiés (Grandes Cabanes et Fumemorte) jusqu'aux portes de la mer (Fourcade et EMSC, Fig. 64). Avec l'acoustique, ce sont les transpondeurs qui émettent un signal à un pas de temps programmé. Ces transpondeurs fonctionnent sur batterie et ont donc une durée de vie limitée dans le temps. Ces transpondeurs ont également un coût beaucoup plus conséquent (de 250 à 500 € TTC en fonction des fournisseurs) en comparaison avec les marques RFID (inférieur à 3€ TTC). Par ailleurs, l'implantation est plus invasive de par la taille des transpondeurs : dans le cadre de notre étude des marques de 27.5 mm de longueur pour un diamètre de 9 mm seront utilisées. Par conséquent, uniquement des individus argentés de plus de 50 cm ont marqués. Afin d'avoir des résultats suffisamment robustes, il était prévu de marquer 40 individus par bassin, soit un total de 80 individus.

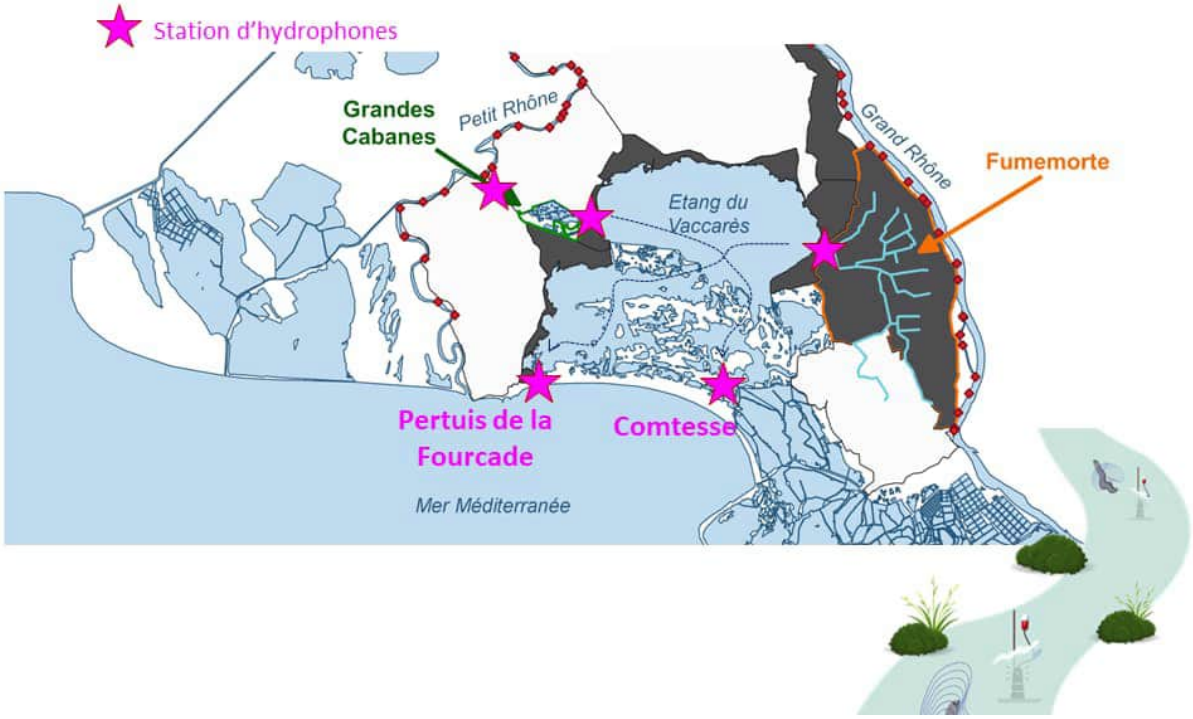


FIGURE 65. LOCALISATION DES STATIONS D'HYDROPHONES POUR LE SUIVI ACOUSTIQUE DE LA DEVALAISON DES ANGUILLES DANS LE DELTA DE CAMARGUE

Le suivi acoustique nécessite le déploiement d'un réseau d'hydrophones qui peuvent avoir des portées d'écoute sur plusieurs centaines de mètres. Les détections des hydrophones peuvent être perturbées par le bruit et la turbidité. La lagune est un milieu peu profond fortement exposé au vent, ce qui peut engendrer un brassement des masses d'eau pouvant perturber les capacités des hydrophones à détecter les marques des anguilles. Par ailleurs, la portée des hydrophones qui est conique et dirigée à la verticale est diminuée avec de faibles profondeurs. Afin de remédier à cette contrainte, plusieurs d'hydrophones doivent être positionnés à proximité les uns des autres pour optimiser la détection du passage d'un individu marqué.

Tests pour la disposition du réseau des hydrophones

En janvier et février 2023, plusieurs campagnes ont été réalisées sur les 4 sites à équiper afin de déterminer le nombre d'hydrophones à placer et la distance à laquelle les positionner. Une première campagne a été réalisée sur chacun des sites en positionnant 3 hydrophones (prêtés par l'UMR MARBEC). Un transpondeur test, émettant toutes les 10s, a été traîné à une profondeur connue à l'aide d'un kayak, équipé d'un GPS différentiel permettant de connaître la position précise en continu (Figure 66, Figure 67 et Figure 68). Ces transects ont été répétés plusieurs fois en plaçant le

transpondeur à différentes profondeurs. Le couplage des données de GPS et des enregistrements des hydrophones a permis d'estimer la portée de détection de chaque hydrophone (Figure 66 et Figure 67). Les tests ont été réalisés avec un transpondeur 'V13' (13 mm de diamètre, prêté par INRAE Aix-en-Provence). Cette marque est plus grande que celles qui seront utilisées dans notre suivi (V9), mais d'après le constructeur, comme la marque V13 utilisée était ancienne, les portées de détection obtenues devraient être assez équivalentes avec les nouvelles V9 que nous avons utilisés par la suite.



FIGURE 66. EXEMPLE DE TRANSECT REALISE EN KAYAK A L'EMBOUCHURE DU CANAL DU FUMEMORTE. LES GROS POINTS VERTS REPRESENTENT LES 3 HYDROPHONES IMMERGES. LES PETITS POINTS TURQUOISES CORRESPONDENT AUX DETECTIONS DU TRANSPONDEUR-TEST (V13) PAR L'HYDROPHONE "C", LORSQU'IL ETAIT PLACE A 50CM EN PROFONDEUR.



FIGURE 67. EXEMPLE DE TRANSECT REALISE EN KAYAK AU PERTUIS DE LA COMTESSE JUSQU'A LA CONNEXION ENTRE LES ETANGS DU TAMPAN ET DU GALABERT. LES GROS POINTS CORRESPONDENT AUX 3 HYDROPHONES IMMERGES. LES PETITS POINTS ROSES REPRESENTENT LES DETECTIONS DE L'HYDROPHONE ORANGE, LES BLEUS DE L'HYDROPHONE VERT ET LES ORANGES DE HYDROPHONE VIOLET.



FIGURE 68. PHOTOGRAPHIE DU KAYAK UTILISE POUR FAIRE LES TRANSECTS AVEC A BORD UN GPS DIFFERENTIEL ET UN TRANSPONDEUR PLACE A UNE PROFONDEUR CONNUE (EQUIPE INRAE).

Sur le site des Grandes Cabanes, la future reconnexion n'avait alors pas pu être testée car encore non effective et le canal encore non dragué. Nous avons testé l'installation des hydrophones sur la partie du canal de la Sigoulette que les anguilles des Grandes Cabanes pourraient décider d'emprunter via les clapets anti-retour 'Pompe' ou 'Ivrognes' et ce canal de la Sigoulette (Figure 69). En effet, depuis le plan de sauvegarde du Vaccarès (SNPN, 2022), ce canal est amené à être ouvert sur le Vaccarès pour apporter de l'eau douce en cas de pénurie.

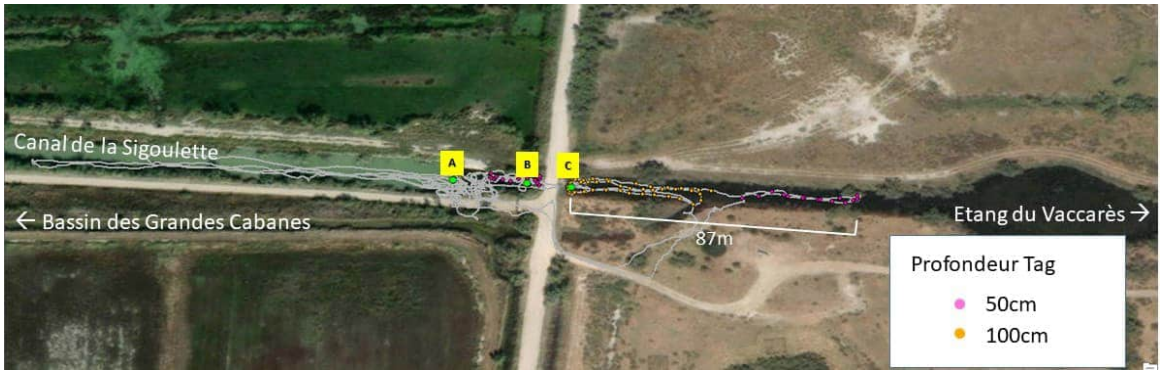
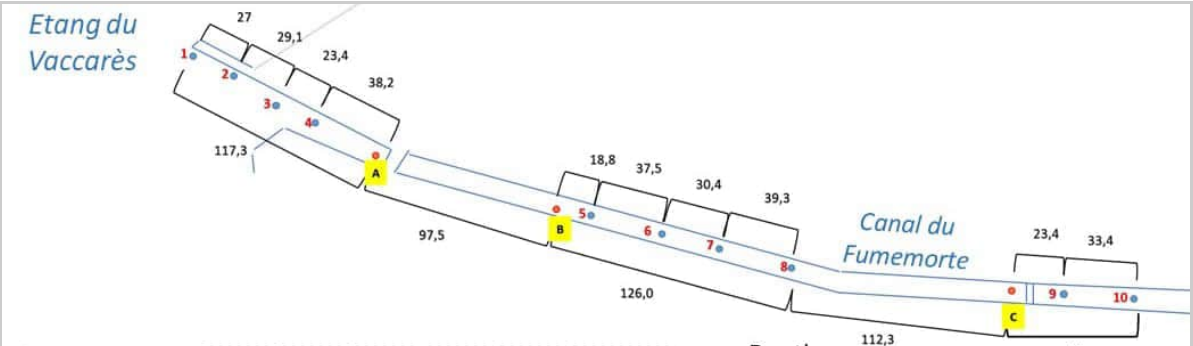


FIGURE 69. TEST KAYAK A L'EMBOUCHURE DU BASSIN DES GRANDES CABANES ET DU CANAL DE LA SIGOULETTE. LES DETECTIONS PAR L'HYDROPHONE C SONT REPRESENTEES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DE LA MARQUE.

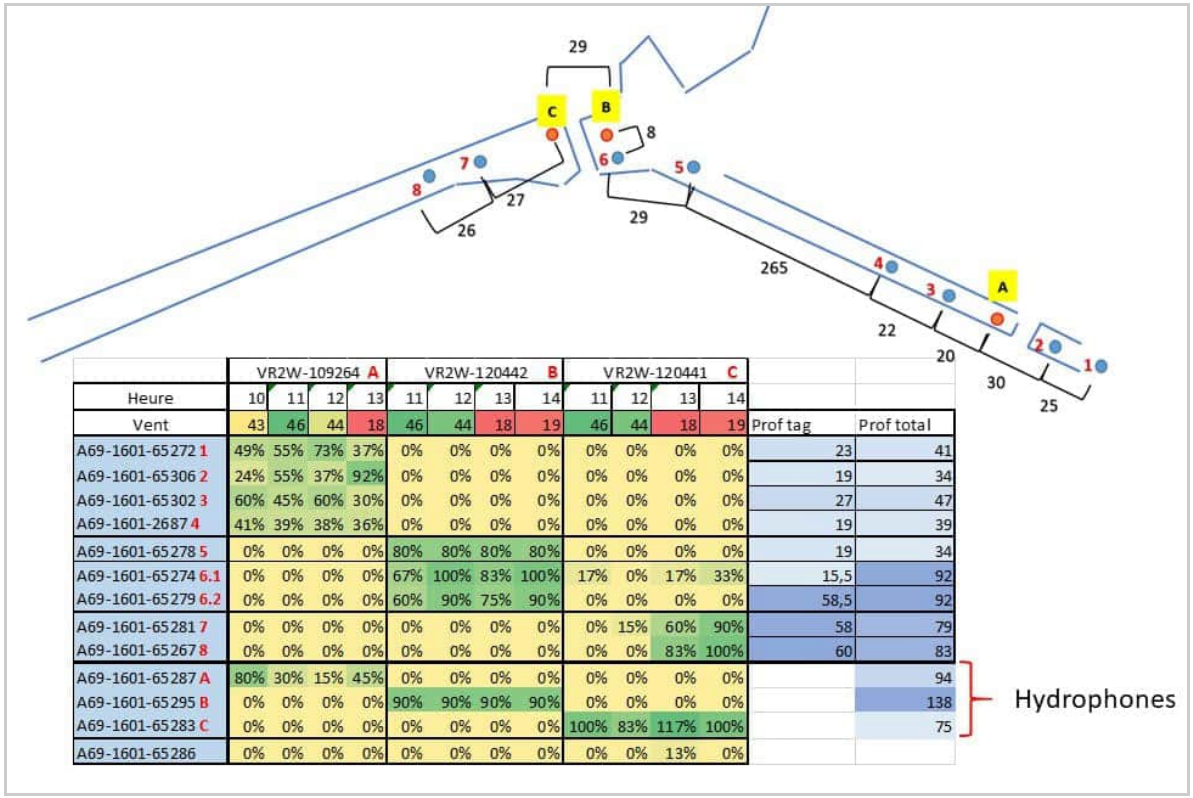
Sur chaque site, les hydrophones ont été laissés en place plusieurs jours d'affilés par conditions de grands vents (souvent du mistral, vent de Nord / Nord-Ouest) pour tester les évolutions des portées de détection (Figure 70 et Figure 71). Tous les 25m environ, un transpondeur, émettant toutes les 15 minutes environ, a été fixé sur un piquet à une profondeur connue. Une quinzaine de ces transpondeurs test (V13) nous ont été mis à disposition par INRAE Aix-en-Provence.



	Total tag			% dans 125h			Depth	
TAG/HYDROPHONE	A	B	C	A	B	C	Prof total	Prof tag (m)
A69-1601-65263 1	15	0	0	2%	0%	0%	0,9	0,20
A69-1601-65277 2	673	23	0	90%	3%	0%	1,28	0,58
A69-1601-65302 3	680	2	0	82%	0%	0%	1,8	0,80
A69-1601-65285 4	698	354	0	93%	47%	0%	1,31	0,84
A69-1601-65279 5	307	644	0	37%	77%	0%	1,82	0,35
A69-1601-65266 6	86	640	0	11%	85%	0%	1,05	0,47
A69-1601-65300 7	44	644	3	6%	86%	0%	1,07	0,42
A69-1601-65267 8	88	650	264	12%	87%	35%	1,15	0,54
A69-1601-65278 9	0	17	686	0%	2%	82%	1,12	0,35
A69-1601-65306 10	0	0	644	0%	0%	94%	1,16	0,26
A69-1601-65283 A	716	332	0	95%	44%	0%	1,56	
A69-1601-65295 B	598	709	1	72%	85%	0%	0,85	
A69-1601-65287 C	0	0	669	0%	0%	80%	1,75	

Hydrophones

FIGURE 70. CAMPAGNE DE TEST DES HYDROPHONES PAR CONDITION DE VENT FORT AU NIVEAU L'EMBOUCHURE DU CANAL DU FUMEMORTE (25-31 JANVIER 2023). LES HYDROPHONES SONT REPRESENTES EN JAUNE AVEC DES LETTRES MAJUSCULES. LES PETITS POINTS BLEUS NUMEROTES CORRESPONDENT A L'EMPLACEMENT DES PIQUETS SUR LESQUELS ONT ETE FIXES LES TRANSPONDEURS-TEST. LE TABLEAU MONTRE LES DETECTIONS DES TRANSPONDEURS-TEST PAR LES 3 HYDROPHONES EN NOMBRE ET EN POURCENTAGE SUR LA DUREE D'EXPOSITION (125H).



	VR2W-109264 A				VR2W-120442 B				VR2W-120441 C					
Heure	10	11	12	13	11	12	13	14	11	12	13	14		
Vent	43	46	44	18	46	44	18	19	46	44	18	19	Prof tag	Prof total
A69-1601-65272 1	49%	55%	73%	37%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	23	41
A69-1601-65306 2	24%	55%	37%	92%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	19	34
A69-1601-65302 3	60%	45%	60%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27	47
A69-1601-2687 4	41%	39%	38%	36%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	19	39
A69-1601-65278 5	0%	0%	0%	0%	80%	80%	80%	80%	0%	0%	0%	0%	19	34
A69-1601-65274 6.1	0%	0%	0%	0%	67%	100%	83%	100%	17%	0%	17%	33%	15,5	92
A69-1601-65279 6.2	0%	0%	0%	0%	60%	90%	75%	90%	0%	0%	0%	0%	58,5	92
A69-1601-65281 7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	60%	90%	58	79
A69-1601-65267 8	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	83%	100%	60	83
A69-1601-65287 A	80%	30%	15%	45%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		94
A69-1601-65295 B	0%	0%	0%	0%	90%	90%	90%	90%	0%	0%	0%	0%		138
A69-1601-65283 C	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	83%	117%	100%		75
A69-1601-65286	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	0%		

Hydrophones

FIGURE 71. CAMPAGNE DE TEST DES HYDROPHONES PAR CONDITION DE VENT FORT AU NIVEAU DU PERTUIS DE LA FOURCADE (24 FEVRIER 2023). LES HYDROPHONES SONT REPRESENTES EN JAUNE AVEC DES LETTRES MAJUSCULES. LES PETITS POINTS BLEUS NUMEROTES CORRESPONDENT A L'EMPLACEMENT DES PIQUETS SUR LESQUELS ONT ETE FIXES LES TRANSPONDEURS-TEST. LE TABLEAU MONTRE LES POURCENTAGES DE DETECTION DES TRANSPONDEURS-TEST PAR LES 3 HYDROPHONES ET PAR HEURE. LA VITESSE MOYENNE DU VENT FOURNIE PAR WINDGURU EST INDIQUEE. UN TRANSPONDEUR ETAIT PLACE EGALEMENT AU-DESSUS DE CHAQUE HYDROPHONE.

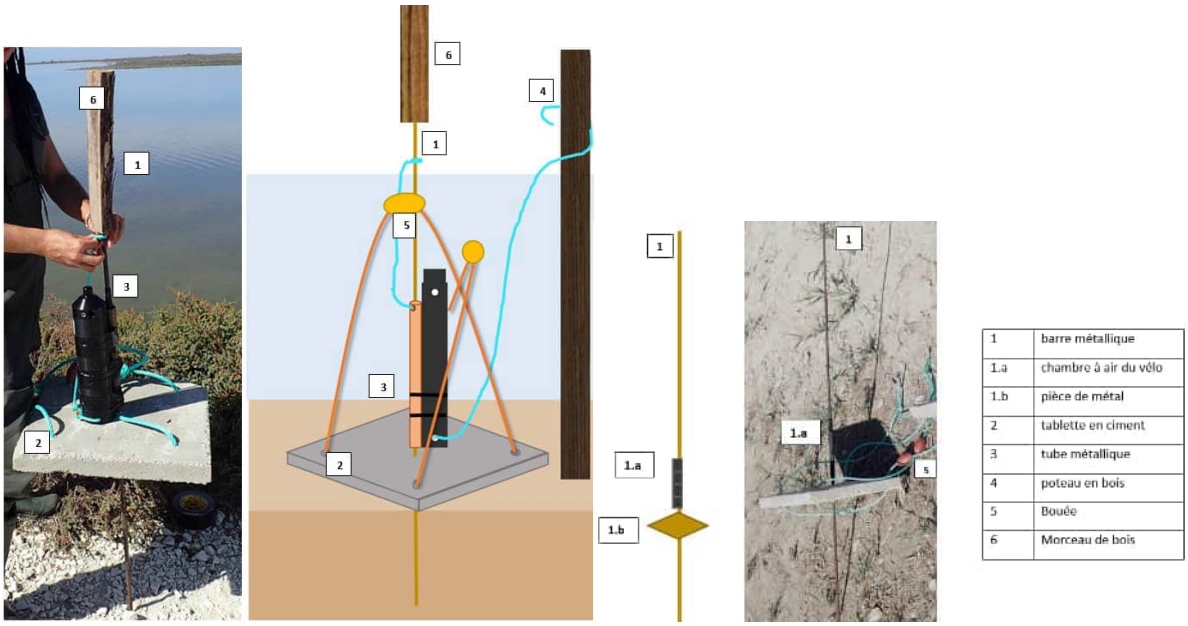
Acquisition du matériel et installation des hydrophones

A partir des résultats de ces campagnes tests, la configuration du réseau et le choix du matériel a été choisi et commandé. 16 hydrophones (Figure 72) ont été acquis en août 2023, ainsi que 80 marques V9 qui émettent toutes les 35 s en moyenne. Ces marques ont une durée de batterie de 8 mois, ce qui permet de suivre leurs déplacements au moins pour la période d'octobre à mai. De plus, 9 transpondeurs avec un délai d'émission de 30 minutes sont placés dans le réseau afin d'assurer une veille de l'état de fonctionnement du réseau des hydrophones en continu. Enfin, une marque test qui émet toutes les 10 s a été acquise afin de pouvoir faire des tests manuels après la mise en place finale du réseau. Afin d'être compatible avec le réseau du projet Connect-Med, piloté par l'UMR MARBEC, c'est du matériel VEMCO qui a été utilisé. Nous avons de plus appris que le détroit de Gibraltar a été équipé en acoustique VEMCO à l'automne 2023 pour également suivre la dévalaison des anguilles. Il y a de très faibles probabilités pour que nos anguilles marquées y parviennent, surtout pour la durée des batteries des marques utilisées, mais si c'est le cas, ce serait des résultats incroyables. Pour vérifier cette éventualité, nous devons inscrire nos marques utilisées sur un réseau international qui rassemble l'ensemble des données acoustiques (www.lifewatch.be).



FIGURE 72. HYDROPHONES VEMCO VR2W

Durant l'été 2023, des structures de fixation pour les hydrophones ont été confectionnées de manière à ce que les hydrophones (i) restent discrets dans le milieu, (ii) soient solidement ancrés à la verticale au fond de la colonne d'eau sans être enseveli par la vase, et (iii) puissent être sortis de l'eau sans avoir à relever toute la structure de fixation (Figure 73).



1	barre métallique
1.a	chambre à air du vélo
1.b	pièce de métal
2	tablette en ciment
3	tube métallique
4	poteau en bois
5	Bouée
6	Morceau de bois

FIGURE 73. STRUCTURE POUR LA FIXATION DES HYDROPHONES DANS LE MILIEU

Pour la première année de ce suivi, le réseau des hydrophones a été installé en octobre 2023 (Figure 74). De novembre 2023 à mai 2024, les hydrophones ont été relevés quasiment une fois par mois afin de télécharger les données et de les nettoyer. Ils ont été ôtés en mai-juin 2024 pour éviter qu'ils soient vandalisés durant l'été, lorsque les niveaux d'eau sont faibles. Ils seront à nouveau installés en octobre 2024 pour une nouvelle saison de suivi acoustique.



FIGURE 74. EMPLACEMENT ACTUELLEMENT ENVISAGE DES HYDROPHONES (ETOILES ROUGES) ET DES TRANSPONDEURS TESTS (SYNC-TAG) AUX 4 SITES CIBLES. LES DISTANCES DE DETECTION MINIMUM (PAR VENT FORT) SONT INDIQUEES (EN ROSE) SI ELLES ONT ETE TESTEES.

Marquage acoustique

L'autorisation ministérielle pour le triple marquage (acoustique, RFID et peinture acrylique) de 160 individus (40 par bassin par an) sur 2 années (2023-2025) a été obtenu en juillet 2023 (DAP #43678). Un stand de chirurgie, adapté à l'opération de marquage acoustique, qui demande la

réalisation de quelques points de suture, a été conçu (Figure 75). Ce stand permet d'irriguer l'individu pendant toute la durée de l'opération avec une solution anesthésiante.



FIGURE 75. MARQUAGE ACOUSTIQUE D'UNE ANGUILLE AVEC POINT DE SUTURE

Le marquage est réalisé d'octobre à février au plus tard, afin d'utiliser les marques qui ont une durée de batterie de 8 mois sur une période suffisamment longue et avant l'été (pendant lequel les hydrophones sont ôtés du système). Seules des anguilles femelles argentées migrantes de plus de 50 cm sont marquées avec une marque acoustique V9, mais également avec une marque RFID, afin de suivre leurs éventuels passages au niveau des stations d'écoute RFID. De plus, afin de donner une chance aux pêcheurs professionnels de relâcher nos anguilles marquées en cas de recapture dans leurs filets, une marque externe au niveau de la nageoire dorsale avec de la peinture acrylique est réalisée (Figure 76). Cette marque a été réalisée selon un code couleur en fonction du bassin de capture : vert uniquement pour les individus du bassin des Grandes Cabanes, et rouge magenta et vert pour les individus du canal du Fumemorte.



FIGURE 76. MARQUE A LA PEINTURE ACRYLIQUE SUR LA NAGEOIRE DORSALE : UNIQUEMENT VERTE SI L'INDIVIDU A ETE CAPTURE DANS LES GRANDES CABANES, VERTE ET ROUGE SI L'INDIVIDU A ETE CAPTURE DANS LE CANAL DU FUMEMORTE

Collaboration avec les pêcheurs professionnels

Une campagne de communication a été réalisée auprès des pêcheurs pour les sensibiliser et les encourager à nous contacter en cas d'une éventuelle recapture dans leurs filets (Figure 77). Nous avons invité les pêcheurs à un apéro-repas à la Tour du Valat en septembre 2023 et à un goûter aux Grandes Cabanes en octobre 2023 pour partager ce projet avec eux de vive voix. Malgré plusieurs inscriptions, les personnes en présentiel se sont fait finalement rares : un pêcheur pour le repas et deux pêcheurs pour le goûter. Nous avons pu tout de même bien échanger avec les cinq pêcheurs professionnels de l'étang du Vaccarès. Et les échanges ont été plus indirects avec les pêcheurs de l'étang des Impériaux. Cette collaboration s'est révélée efficace avec les deux pêcheurs professionnels avec qui nous avons le plus l'habitude de travailler. A chaque recapture, nous étions prévenus. Une personne s'est rendue sur place pour identifier l'individu à l'aide d'un lecteur portatif et celui-ci était ensuite relâché. En échange, le pêcheur avait le droit à un très joli couteau-tire-bouchon en bois de l'OFB.

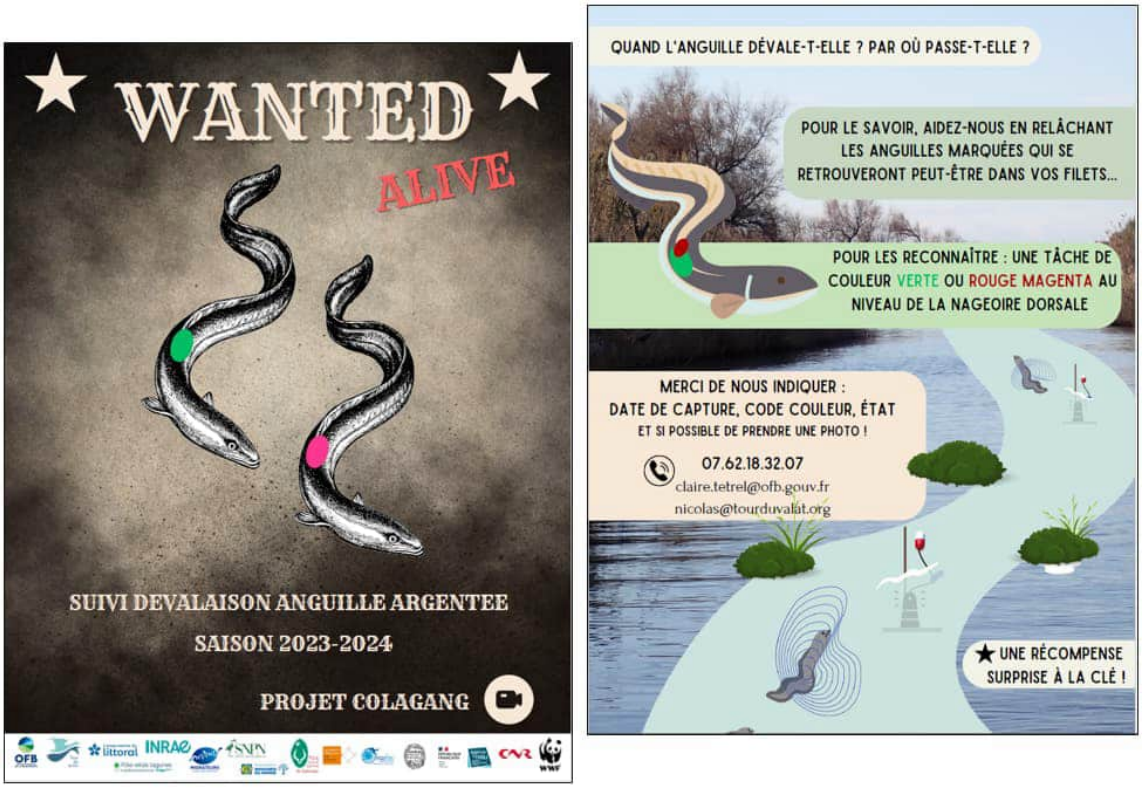


FIGURE 77. AFFICHETTE DISTRIBUEE AUX PECHEURS PROFESSIONNELS POUR LES ENCOURAGER A RECHERCHER DANS LEURS CAPTURES NOS INDIVIDUS MARQUES.

Un total de 35 anguilles femelles argentées ont été équipés avec des tags acoustiques dans le bassin des Grandes Cabanes et seulement 6 dans le canal du Fumemorte. Parmi ces individus marqués, 9 ont été recapturés et relâchés par les pêcheurs professionnels, et 5 lors de la campagne de pêche de mars 2024 aux grandes cabanes. Ces recaptures ont été l'occasion de vérifier l'état de cicatrisation du marquage acoustique et l'état de visualisation de la marque à la peinture acrylique (Figure 78). Dans l'ensemble, les cicatrisations étaient jolies. Et nous avions un retour d'expérience du MNHN d'une durée de 1 mois pour la marque externe à la peinture acrylique. Ici, nous avons pu constater que 3 mois après le marquage, les marques étaient encore très visibles. La seule anguille recapturée du canal du Fumemorte, avec du pigment rouge, était infectée au niveau de la nageoire dorsale. Nous avons donc décidé de n'utiliser que du pigment vert pour la prochaine saison.



FIGURE 78. RECAPTURES D'INDIVIDUS MARQUES POUR LE SUIVI ACOUSTIQUE PAR LES PECHEURS PROFESSIONNELS OU LORS DE LA CAMPAGNE DE PECHE SCIENTIFIQUE DE MARS 2024 AUX GRANDES CABANES. VERIFICATION DE L'ETAT DE CICATRISATION ET DE VISUALISATION DE LA MARQUE EXTERNE.

Détections acoustiques

Les 35 anguilles marquées du bassin des Grandes Cabanes ont été détectées par au moins un hydrophone. Seulement une anguille sur les 6 marquées du canal du Fumemorte a été détectée. Il s'agit de la seule anguille capturée au niveau de l'embouchure du canal du Fumemorte (Barrage à sel) et relâchée à cet endroit. Aucune des 5 anguilles relâchées à l'amont du pont des Garcines n'a été détectée.

Parmi les individus détectés, aucun ne montre de parcours tout à fait équivalent (Figure 79). Ces premiers résultats montrent que les anguilles présentent une grande plasticité et des comportements individuels très variés. De même que pour les détections RFID, de manière inattendue, 12 individus (soit 34% des individus marqués en acoustique) ont été détectés à l'amont du bassin des Grandes Cabanes, au niveau de la prise d'eau gravitaire du Petit Rhône. Nous nous attendions à enregistrer un passage unique des individus à l'une des sorties équipées avec des hydrophones puisqu'il s'agit d'individus en partance pour la mer. Or, ce fut loin d'être le cas. La plupart des individus ont été enregistrés à plusieurs reprises à des endroits identiques à des espaces de temps de quelques jours à plusieurs mois (Figure 79).

Un seul individu est parvenu au pertuis de la Comtesse, à deux reprises, en décembre 2023 puis en mars 2024, mais n'a pas pu passer (Figure 80). Il a ensuite été redétecté par les hydrophones de la sortie des Grandes Cabanes puis recapturé par un pêcheur professionnel. Le seul individu détecté au niveau du pertuis de la Fourcade est le seul individu détecté provenant du canal du Fumemorte. Il a quitté le bassin du Fumemorte en décembre 2023, il a été détecté à la reconnexion des Grandes Cabanes avec le Vaccarès en février 2024, il a été repêché par un pêcheur professionnel à proximité des Grandes Cabanes en mars 2024, et à la fin de ce mois de mars, il a été détecté au niveau de la Fourcade. Il a séjourné dans ce secteur pendant un mois et demi et il n'est pas certain qu'il ait parvenu à traverser l'ouvrage de connexion pour rejoindre la mer.

Ces détections acoustiques ainsi que le taux élevé de recapture par pêche (sachant l'immensité du système Vaccarès) montrent que les individus ont tourné dans le système du Vaccarès sans trouver d'issue : clairement les conditions hydrologiques et physico-chimiques de la saison 2023-2024 n'était pas favorable au retour en mer des individus argentés.

En effet, en raison de la très forte sécheresse, les pertuis de la Comtesse et de la Fourcade sont restés fermés durant toute la saison de dévalaison de l'été 2023 à avril 2024, pour empêcher les eaux marines de rentrer dans le système et d'accentuer sa salinisation. A partir de mars-avril 2024, suite à des évènements pluvieux et à du fort mistral (vent de secteur nord), il y a eu néanmoins quelques ouvertures. Par ailleurs, les niveaux d'eau étaient tellement bas que l'étang du Vaccarès était déconnecté des étangs inférieurs à plusieurs endroits pendant plusieurs périodes, empêchant les anguilles de parvenir au pertuis de la Fourcade. De plus, les fenêtres de temps où il y a pu avoir connexion, les anguilles devaient traverser des étendues d'eaux hypersalines (>40g/L). Ces résultats soulignent le cruel déficit d'apports d'eau douce du système lagunaire du Vaccarès, malgré le plan de sauvegarde lancé à l'automne 2022, et montrent le besoin urgent de reconnecter ce delta à son fleuve pour favoriser le retour en mer des anguilles.

Cette situation peut également expliquer pourquoi les anguilles ont cherché une sortie via le petit Rhône pour repartir en mer. Toutefois, des anguilles ont été détectés sur de longues périodes à ce niveau-là. Nous voudrions pour la prochaine saison vérifier si les anguilles arrivent effectivement à emprunter cette voie pour rejoindre le Petit Rhône, en ajoutant un à deux hydrophones côté Petit Rhône. Il est possible que des embâcles empêchent leur passage.

Nous nous interrogeons également sur l'éventuelle prédation du silure glane qui pourrait se positionner à un tel endroit entonnoir. La question de la prédation du silure se pose également pour les 5 anguilles argentées du canal du Fumemorte qui n'ont jamais été redétectées. C'est pourquoi pour la prochaine saison de suivi acoustique, nous avons décidé d'acquérir des marques prédation. Ces marques changent de numéros si elles passent dans l'estomac acide d'un prédateur. Il est donc nécessaire d'équiper nos bassins avec davantage d'hydrophones pour surveiller si les individus sont effectivement prédatés ou non. Avec le budget alloué, nous avons commandé 1 nouveau hydrophone, 41 marques prédation et nous utiliserons les 39 marques classiques qu'ils nous restent de l'année passée.



FIGURE 79. EXEMPLES DE PARCOURS ENREGISTRES PAR LES HYDROPHONES POUR 6 INDIVIDUS DIFFERENTS EN FONCTION DU TEMPS ET DE LA LOCALISATION. LA CARTE DU DESSUS INDIQUE LA LOCALITE DES HYDROPHONES ET LE CODE COULEUR ASSOCIE.

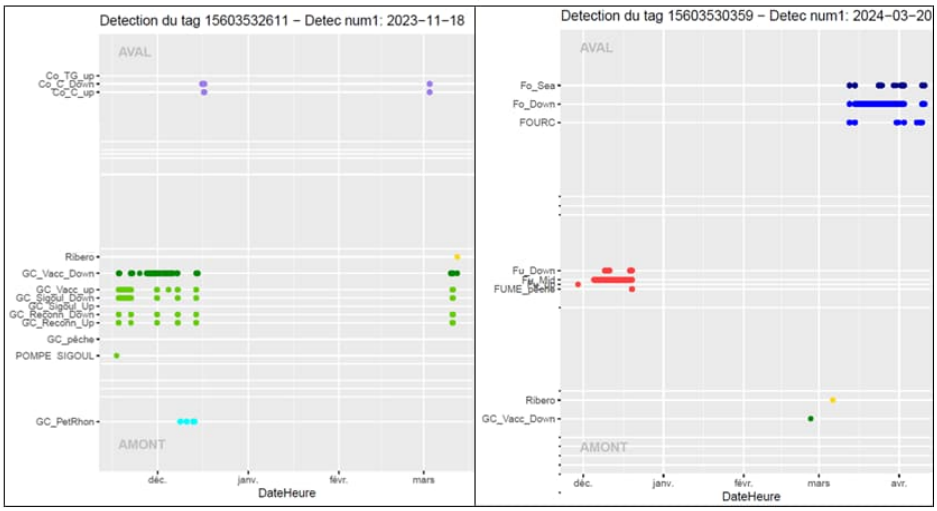


FIGURE 80. PARCOURS DES DEUX INDIVIDUS DETECTES PAR LES HYDROPHONES AUX PORTES DE LA MER EN FONCTION DU TEMPS ET DE LA LOCALISATION. VOIR FIGURE PRECEDENTE POUR LA LOCALISATION ET LE CODE COULEUR DES HYDROPHONES.

Ces résultats montrent que les suivis mis en place permettent de mettre en lumière les mouvements migratoires de l'anguille et les obstacles rencontrés. Ils confirment la grande plasticité des anguilles et le besoin de suivre un nombre significatif d'individus sur plusieurs années, dans des contextes météorologiques et hydrologiques contrastés, pour être en mesure de bien évaluer les dynamiques de dévalaison, de déterminer les voies de migration privilégiées et de préconiser des travaux de reconnexion au Rhône et des mesures de gestion des ouvrages de connexion. Il est à noter qu'une suite du projet actuel est déjà prévue. En effet, avec d'autres partenaires, dès 2026, un projet de suivi de dévalaison des anguilles à l'échelle du delta se prépare. Les deux portes de la mer, Fourcade et Comtesse, seront également équipées d'antennes RFID. Ainsi, il sera possible de suivre tous les individus marqués aux grandes cabanes et dans le canal du Fumemorte jusqu'aux portes de la mer.

3.3.3. Condition de croissance des anguilles en milieu intra-lagunaire (Projet Thèse Amélie Hoste) :

Amélie a profité pleinement de son expérience de doctorante pour se former : Elle a suivi un module de modélisation bayésienne (*Bayesian capture-recapture inference with hidden Markov models,* 12h en ligne, mai 2021*)*, une formation aux *Bonnes pratiques pour une recherche reproductible en écologie numérique* organisé par le Cesab-FRB et le GDR EcoStat à Montpellier (38h, décembre 2022) et aux *méthodes quantitatives pour les dynamiques de population* (14h en ligne, juin 2023). Elle a par ailleurs suivi les enseignements de base imposés par son école doctorale (*éthique et intégrité scientifique de la recherche, rédiger une publication scientifique*). Lors de la conférence Euring en avril 2023, elle a participé aux groupes de travail relatifs aux *modèles intégrés en écologie des populations* et à la *modélisation de la distribution des espèces*.
Par ailleurs, Amélie a participé aux Doctoriales de la Biodiversité 2023 Biosena à Biarritz (26h, mars 2023). Cette semaine avait pour objectif d'initier une rencontre entre jeunes chercheurs, le réseau académique régional et le monde professionnel et les familiariser avec la recherche-action. Amélie y a présenté ses travaux avec un poster intitulé *Croissance de l'anguille européenne en milieu lagunaire méditerranéen*. Pour consolider ses connaissances sur les méthodes bayésiennes acquises durant ses deux premières années de thèse, Amélie a participation à une école d'été intitulé « Valencia International Bayesian Analysis Summer School », à Valence (Espagne).

Le premier comité de thèse a eu lieu en octobre 2022, le deuxième en septembre 2023, et la soutenance est prévue pour décembre 2024.

La thèse d'Amélie a démarré avec plusieurs mois intenses de terrain et de travail de laboratoire pour capturer et disséquer des anguilles et préparer des échantillons pour diverses analyses. Amélie s'est ensuite focalisée sur le traitement des données de CMR du canal du Fumemorte acquises depuis 2001.

Les modèles de CMR estimant la survie et la détection des anguilles en fonction de l'année, de la saison et du stade de développement ont été finalisés (Figure 81). Les résultats de cette étude montrent l'importance de considérer les variations des paramètres de détection, de survie et de transition en fonction du temps (année ou saison) et du stade de développement. Parmi ses résultats clés, nous pouvons retenir que, par année, la probabilité de détection est toujours plus élevée pour les anguilles argentées que pour les anguilles jaunes ou indifférenciées (Figure 82). Les taux de survie des stades jaunes et indifférenciés sont en revanche plus élevées que pour le stade argenté. Ce résultat pourrait traduire le comportement des anguilles argentées, en effet une fois argentées, les anguilles cherchent à sortir du système pour retourner en mer : étant plus mobiles, elles ont plus de probabilité d'être capturées dans nos filets (capture de pêche passive). Dans ce modèle, la migration permanente des individus est confondue avec la mort, ainsi on étudie plutôt la survie relative que la survie absolue des anguilles.

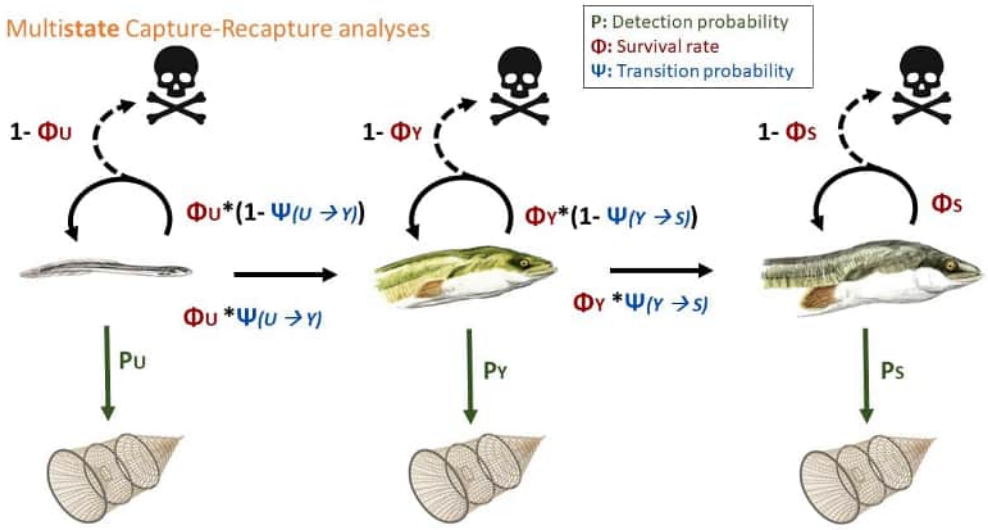


FIGURE 81. ILLUSTRATION DU MODELE DE CMR DEVELOPPE POUR ESTIMER LES PARAMETRES DE DETECTION, DE SURVIE ET DE TRANSITION POUR LA SOUS-POPULATION D'ANGUILLES DU CANAL DU FUMEMORTE EN FONCTION DU STADE DE DEVELOPPEMENT

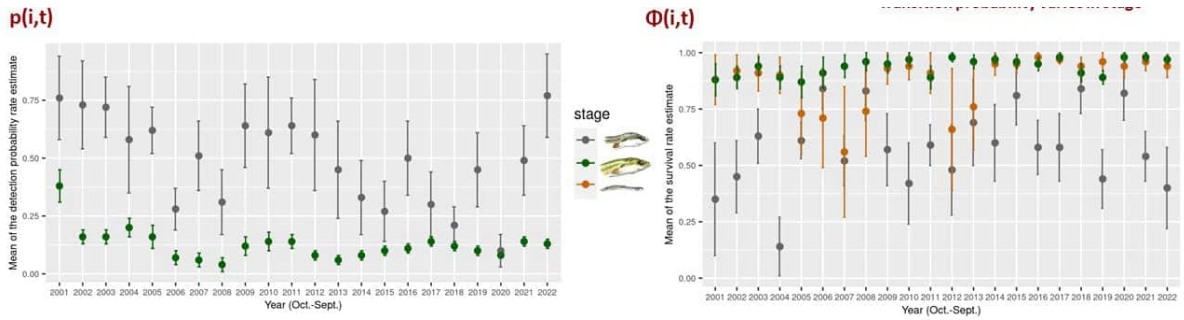


FIGURE 82. ESTIMATIONS DES PARAMETRES DE DETECTION ET DE SURVIE EN FONCTION DU STADE DE DEVELOPPEMENT PAR ANNEE A L'AIDE DES MODELES DE CMR, POUR LA SOUS-POPULATION DU CANAL DU FUMEMORTE

A partir des paramètres de détection et de survie calculés, des estimations d'abondance par stade au cours du temps ont pu être réalisées (Figure 83). Que ce soit en considérant les données de l'ensemble des 17 stations d'échantillonnage disponibles (effort de pêche variable dans le temps) ou seulement celles de la station de suivi sur le long terme (effort de pêche constant dans le temps), les résultats montrent un fort déclin des anguilles indifférenciées et jaunes dès 2001 et une production d'anguilles argentées qui oscille dans le temps sans tendance particulière, positive ou négative.

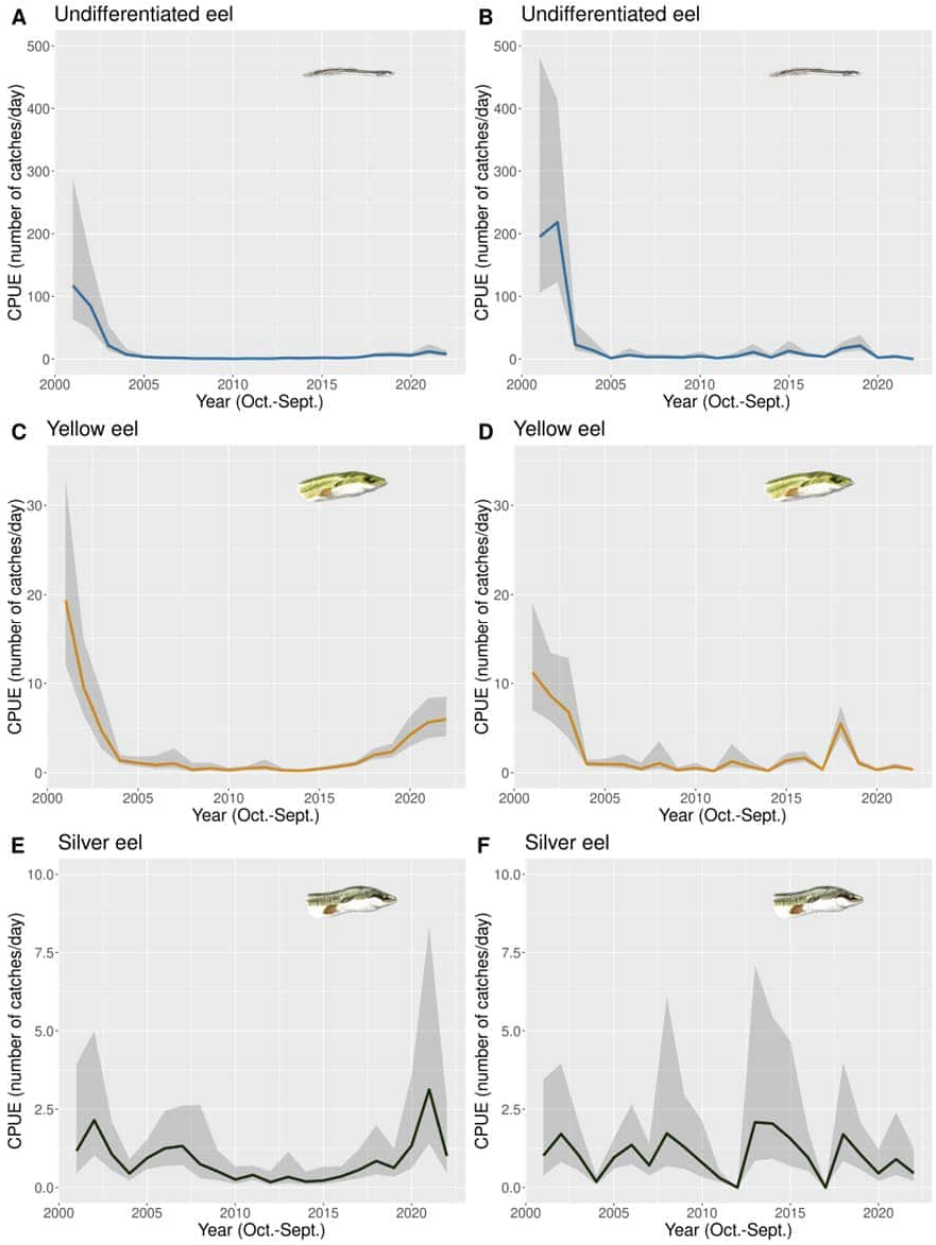


FIGURE 83. ESTIMATION DU NOMBRE D'INDIVIDUS CAPTURES POUR 24H DE PECHE (CPUE) PAR STADE (INDIFFERENCIE, JAUNE FEMELLE OU ARGENTEE FEMELLE) AU COURS DU TEMPS (LA LIGNE CONTINUE CORRESPOND A LA MEDIANE DES CPUE ET LA ZONE GRISEE A L'INTERVALLE DE CREDIBILITE DE 95%. (A, C, E) TOUTES LES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE SONT UTILISEES (EFFORT DE PECHE VARIABLE AU COURS DU TEMPS). (B, D, F) UNIQUEMENT LA STATION D'ECHANTILLONNAGE HISTORIQUE EST UTILISEE (EFFORT DE PECHE CONSTANT)

Ce travail a fait l'objet d'une publication qui est acceptée avec modification (en cours de resoumission) dans la revue *Journal of Fish Biology*. Amélie a également vulgarisé ce travail à l'occasion de plusieurs évènements :

- lors des Sciences Pluri'elles, une rencontre grand public organisé par le CPIE d'Arles ("*Conservation de l'espèce : Le cas de l'anguille européenne", novembre 2021*, présentation de 10 minutes et 6 tables rondes de 10 min) ;
- lors du congrès de son école doctorale en mai 2023, avec une présentation orale qui a été récompensée par un prix ("*Estimation of life-history traits of an European eel stock in a Mediterranean drainage channel through long-term capture-mark-recapture monitoring"*)
- lors de la conférence internationale Euring en avril 2023, avec un poster intitulé *"Estimation of life-history traits of an European eel stock in a mediterranean drainage channel through long-term capture-mark-recapture monitoring"*

Amélie a également travaillé sur des modèles CMR pour tester le degré de territorialité des anguilles recapturées (Figure 84). Ses modèles confirment qu'au cours de leur croissance qui dure plusieurs années (jusqu'à plus de 10 ans dans le canal du Fumemorte), la plupart des anguilles sont territoriales. En effet, elles ont une plus forte probabilité d'être recapturées au même site que leur site de capture initiale plutôt qu'aux autres sites de pêche (Fig. 105).

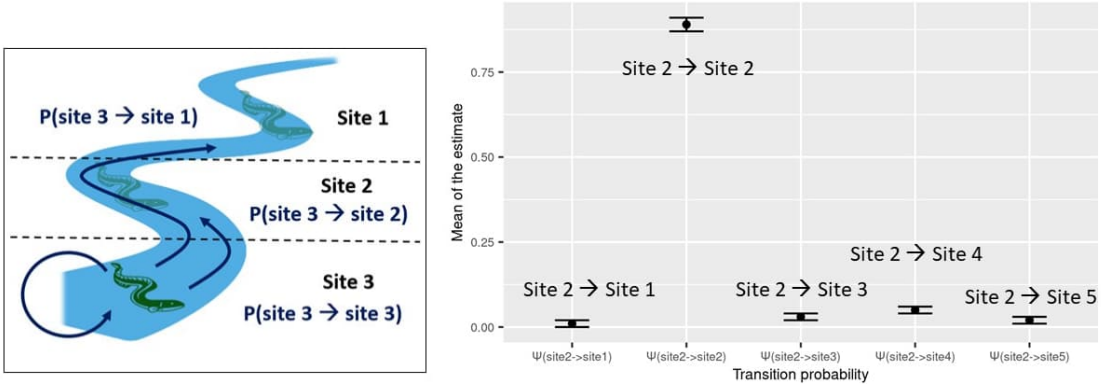


FIGURE 84. ILLUSTRATION DU MODELE DE CMR POUR TESTER LE DEGRE DE TERRITORIALITE DES ANGUILLES (A GAUCHE) ET EXEMPLE DE RESULTAT OBTENU POUR LE SITE 2, UNE ZONE DE CAPTURE DU CANAL DU FUMEMORTE DE QUELQUES DIZAINES DE METRES.

En 2022, le stage de Master 2 de Hugo Vey Payre, co-encadré par la Tour du Valat, l'OFB et le CEFREM / Perpignan Université, a permis de déterminer l'âge et les taux de croissance par otolithométrie d'individus échantillonnés dans la cadre de la thèse d'Amélie. Une des hypothèses testées par Hugo était de savoir si les anguilles argentées étaient plus âgées dans les systèmes dits poldérisés (donc fermés) comme dans le bassin des Grandes Cabanes et dans le canal de la Sigoulette que dans les systèmes dits ouverts comme le canal du Fumemorte ou l'étang du Vaccarès (Capelière). Nos résultats ne soutiennent pas cette hypothèse, en effet la différence d'âge entre systèmes fermés ou ouverts n'a pas été démontrée (Figure 85). L'âge des anguilles du Fumemorte est significativement plus élevé que celui des individus capturés au site des Grandes Cabanes, alors que nous avions supposé le contraire en se basant sur l'hypothèse que le bassin des Grandes Cabanes étant un milieu avec de faible salinité la croissance des anguilles serait plus lente car il a été montré que cette dernière est généralement plus lente en milieu d'eau douce. Il est possible que les anguilles du site des Grandes Cabanes cherchent à sortir du système via le canal de la Sigoulette, où cette fois elles se retrouveraient (au moins jusqu'à l'automne 2022) piégées, sans autre issue de sortie. Cela pourrait expliquer pourquoi les anguilles argentées femelles capturées au sein du canal de la Sigoulette sont significativement plus âgés que celles du site des Grandes Cabanes. Débuté en 2021, les premiers résultats des suivis par télémétrie RFID et acoustique du projet COLAGANG ont révélé que les anguilles peuvent chercher à sortir par le canal qui vient du Petit Rhône et qui alimente gravitairement en eau douce les Grandes Cabanes. Ces

résultats informent donc que si cette connexion, bien qu'équipée par une station de pompage, s'avère fonctionnelle pour le passage des anguilles argentées, finalement les anguilles de ces milieux dit « poldérisés » auraient une potentielle voie de sortie.

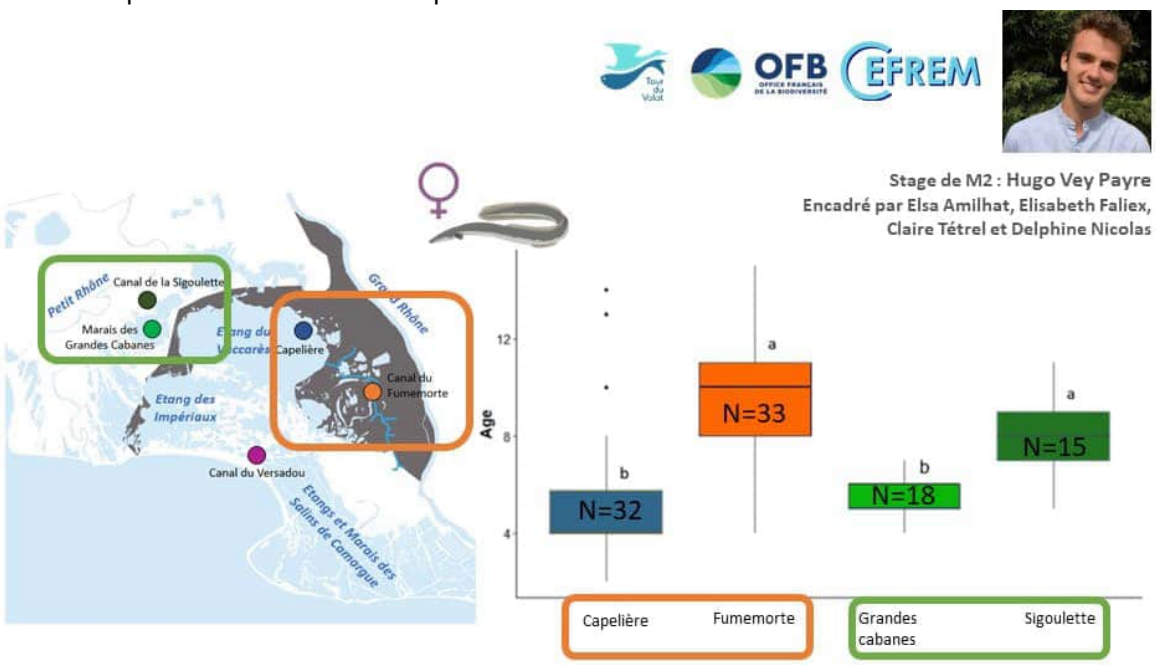


FIGURE 85. LECTURES D'AGE PAR OTOLITHOMETRIE D'ANGUILLES ARGENTEES FEMELLES PRELEVEES DANS 4 SITES : DEUX SITES DITS POLDERISES (GRANDES CABANES ET SIGOULETTE) ET DEUX SITES COMPRIS DANS L'HYDROSYSTEME DU VACCARES (CAPELIERE ET FUMEMORTE)

En 2023, Juliette Siréjol a réalisé son stage de Master 2 en partenariat avec l'INRAE de St Pée sur Nivelle. Elle a étudié les tactiques d'utilisation des habitats chez l'anguilles via l'analyse de la microchimie des otolithes (dans la continuité du stage d'Hugo). Cette méthode vise à mieux connaître l'histoire de vie des individus échantillonnés, et notamment de comprendre la diversité des habitats utilisés au cours de la croissance (à partir de la phase continentale de l'anguille).Les 216 otolithes ont été préparés (placés en résine, découpés sur leur face transversale à l'aide d'une scie à fil diamanté puis poncés à la main) et passés au spectromètre de masse (grâce à un laser, cet instrument permet de réaliser des transects sur les otolithes et donc de quantifier la composition de certains éléments traces). De nombreuses études ont montré les différentes tactiques de colonisation des anguilles en milieu continental, afin de se focaliser sur leur comportement durant leur croissance, on s'est intéressé aux 4 dernières années de vie des individus ont été étudiés. La Camargue est un milieu complexe avec un fort mélange des masses d'eau entre les habitats (i.e., lagunes, canaux, marais…), ce qui limite les contrastes des signatures chimiques entre les différents milieux potentiellement exploités par les anguilles. Sachant le contexte hydrodynamique du milieu (i.e., deux unités hydrauliques isolés avec les milieux poldérisés et ceux connectés à la mer), nous avons décidé d'analyser d'une part les anguilles provenant du Vaccarès et du Fumemorte et de l'autre celles des milieux dits poldérisés (i.e., Grandes Cabanes et Sigoulette). La discrimination des habitats se base sur l'étude des concentrations du ratio *Strontium:Calcium* et *Barium:Calcium* via une approche bayésienne utilisant les chaines de Markov. Cette étude a mis en évidence une grande diversité des comportements des anguilles au cours de leur croissance. Amélie est en train de finaliser ces résultats qui feront l'objet d'une publication.

En mars et avril 2024, Amélie a séjourné deux mois à l'Université de Perpignan pour travailler en étroite collaboration avec l'équipe de CEFREM et finaliser l'analyse de la condition des anguilles du point de vue écotoxicologiques (métaux lourds, polluants organiques persistants) et épidémiologiques (focus sur un parasite, *A. crassus*). Les résultats principaux montrent que les anguilles capturées du site des Grandes Cabanes sont significativement moins contaminées que les

anguilles capturés dans l'étang du Vaccarès et dans le canal du Fumemorte, mais elles semblent davantage parasitées. Une publication de ces résultats est en cours de préparation, et ces résultats seront également présentés au second symposium international des anguilles organisé à Liverpool en juillet 2024 sous la forme d'un poster (Figure 86).

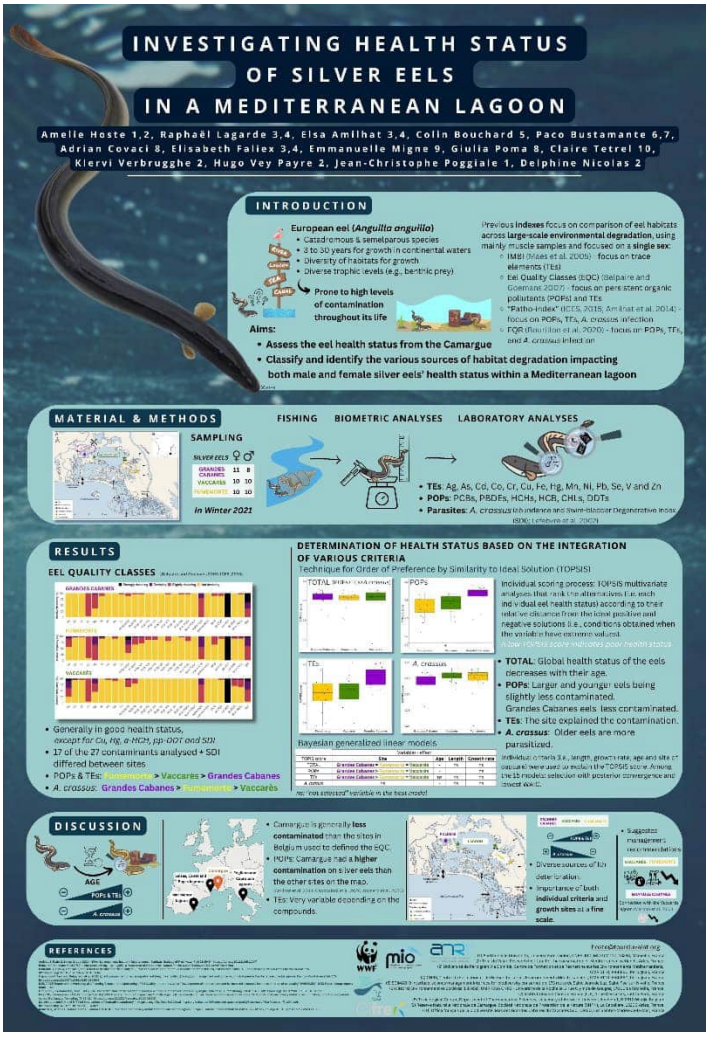


FIGURE 86 : POSTER RELATIF A L'ETUDE DE L'ETAT SANITAIRE DES ANGUILLES ARGENTEES QUI ONT REALISES LEUR CROISSANCE DANS DIFFERENTS HABITATS A L INTERIEUR DU DELTA DE CAMARGUE

4. DIFFICULTES RENCONTREES ET MESURES PRISES POUR Y REMEDIER

4.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue

Aucune difficulté notable n'est à rapporter pour la période allant de juin 2023 à juin 2024.

4.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées

Les opérations de restauration mentionnées plus haut sont légitimées par le Plan National d'Actions en faveur des libellules menacées et sa déclinaison régionale ; cette légitimité doit être un catalyseur de levée de financements pour la réalisation de ces opérations. Par ailleurs, l'animation de cette déclinaison par la Tour du Valat, constitue un élément moteur de la dynamique de déploiement de ses actions. Bien que cette animation régionale soit effective, certaines des actions prioritaires étant d'ores et déjà dans leur phase opérationnelle, notre capacité d'investissement dans cette animation a souffert durant l'année écoulée de l'obligation de restitution de plusieurs dossiers connexes. Ainsi, le second semestre 2023 a été principalement consacré à la finalisation de la rédaction de la déclinaison régionale en vue de son examen par le CSRPN, qui a ainsi été décalé de fin 2023 à début 2024. Le premier semestre 2024 à quant à lui été essentiellement dédié à la finalisation d'une thèse sur l'écologie de *Lestes macrostigma*, travail socle des opérations de restauration d'habitat engagées aujourd'hui en faveur de l'espèce. Libéré de ces obligations, l'investissement dans l'animation de la déclinaison régionale sera substantiellement augmenté durant le second semestre 2024.

4.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée

Télémétrie RFID :

Comme déjà évoqué dans la partie résultats, l'étude de faisabilité pour équiper l'embouchure du bassin du Fumemorte avec un deuxième rideau d'antennes RFID n'a pas été concluante. A cette station, il reste un seul rideau d'antennes, ce qui ne permet pas de connaître le sens de passage des poissons. Néanmoins, Scimabio Interface a retravaillé sur la configuration des antennes en place, en diminuant leur taille, de façon à optimiser leur fonctionnement.

Que ce soit aux stations amont et aval, l'influence de la stratification haline des eaux sur la portée des champs électromagnétiques a pu être mise en évidence avec le nouveau protocole de test des portées de détection (mesures des distances de portée et de la salinité en surface et sur le fond), qui sera désormais mis en œuvre pour mieux estimer les probabilités de détection.

En raison du plan de sauvegarde du Vaccarès, le canal de la Sigoulette peut être reconnecté à l'étang du Vaccarès, comme ce fut le cas pendant la période novembre-décembre 2022. Dans ce cas, le bassin de la Sigoulette ne peut plus être considéré comme système poldérisé (fermé) et il ne sera pas possible d'évaluer le devenir en milieu poldérisé des anguilles marquées du bassin des Grandes Cabanes. Nous avons demandé au gestionnaire de l'ouvrage de connexion du canal de la Sigoulette de tester si les ouvertures ont une incidence sur les détections RFID aux stations de Pompe et Ivrognes.

Le financement de la CNR arrivant tardivement, nous avons pris du retard sur le volet de tracking actif. Nous avons malgré tout pu effectuer des premiers tests avec deux équipements mobiles acquis par l'OFB dès ce printemps 2024. Le matériel (2 équipements RFID mobiles supplémentaires) sera acquis cet été et nous prévoyons de réaliser plusieurs journées de tracking actif dans les bassins ciblés durant la saison 2024-2025. Ces campagnes permettront d'étudier l'utilisation de l'habitat par les individus marqués et d'observer si au fil du temps les individus restent dans la même zone.

La première action consisterait à équiper les deux pêcheurs professionnels à proximité des deux bassins versants ciblés (Fumemorte et Grandes Cabanes) avec une antenne RFID afin de contrôler

si des individus marqués se retrouvent dans leur filet. Cette action est une opportunité de sensibiliser les pêcheurs, de les impliquer dans un programme scientifique et de les inciter à contribuer au futur projet qui aura vocation à évaluer l'échappement des anguilles à l'échelle du delta. Dans ce projet, la participation des pêcheurs sera indispensable pour capturer les individus à marquer dans l'ensemble de l'hydrosystème du Vaccarès, et leur collaboration sera nécessaire pour évaluer combien d'individus marqués sont sortis du système par la pêche professionnelle. Afin de mettre au point un dispositif RFID qui soit le moins contraignant possible pour le pêcheur, nous avons réfléchi avec le pôle écohydraulique de Toulouse (OFB) à la mise en place d'une sorte de rampe qui pourrait être utilisée au moment où le pêcheur transfère ses captures au mareyeur. Ce système ne s'avère pas pratique pour les pêcheurs et, avec les moyens actuels, nous avons conclu qu'il sera nécessaire qu'un agent se déplace systématiquement sur site pour vérifier manuellement les éventuelles recaptures dans les filets. Nous allons tenter de suivre au mieux la prochaine saison de pêche à l'anguille argentée qui se déroulera du 15 octobre 2024 au 31 mars 2025.

Afin d'éviter la manipulation de changement des trois batteries très lourdes (~40kg par batterie) toutes les 3 semaines pour les stations RFID Ivrognes et Pompe des Grandes Cabanes, nous prévoyons d'équiper ces sites avec de nouveaux panneaux solaires grâce au nouveau financement CNR. Pour le moment cette installation n'est pas prévue avant l'automne 2024 en raison de l'indisponibilité du bureau d'études Scimabio Interface.

Le financement de la CNR a permis d'acquérir un débitmètre pour pouvoir suivre le débit de la reconnexion avec l'étang de Vaccarès seulement en avril 2024. Cette donnée arrive tardivement pour étudier son influence sur la dévalaison des anguilles durant la saison 2023-2024, mais elle sera au moins disponible pour la saison prochaine. Malheureusement le débitmètre du canal du Fumemorte est en panne et nous espérons qu'il sera rapidement réparé car, à nouveau, il s'agit d'un paramètre important qui peut influencer la dévalaison de l'anguille.

Télémétrie acoustique :

En mars 2024, suite à un gros coup de mer, nous avons perdu la trace d'un hydrophone placé dans l'étang du Tampan. Cet hydrophone est toujours activement recherché. Un autre hydrophone du canal du Fumemorte a sans doute été couché et doit être prochainement récupéré.

L'utilisation du canal d'alimentation des Grandes Cabanes en eau du Petit Rhône par les anguilles argentées a été inattendue et nous souhaitons vérifier si la connexion entre ce canal et le Petit Rhône est réellement effective en équipant le Petit Rhône d'un à deux hydrophones pour la prochaine saison. Néanmoins, équiper un fleuve demande davantage d'équipements. Nous étudions actuellement la question de la faisabilité.

Nous n'avions pas anticipé l'éventuelle prédation des grosses anguilles argentées marquées en acoustique par le silure glane. C'est ce que nous chercherons à vérifier lors de la prochaine saison en utilisant des marques prédation et en densifiant dans la mesure de nos moyens le réseau des hydrophones à l'intérieur des deux bassins ciblés. Pour cette densification du réseau, nous avons obtenu le prêt de 5 hydrophones supplémentaires de la part d'INRAE Aix-en-Provence.

Les conditions environnementales atypiques de la saison 2023-2024 ne nous ont par permis de répondre à la question : quelle voie de dévalaison les anguilles privilégient-elles pour rejoindre la mer ? Mais nous avons pu avoir des résultats très intéressants concernant la diversité des comportements des anguilles et ce fut l'occasion d'avoir des premiers échanges collaboratifs avec les pêcheurs professionnels. Nous espérons que la prochaine saison sera davantage favorable à la dévalaison des anguilles. Et la nécessité de mettre une collaboration efficace avec les pêcheurs de l'étang des Impériaux deviendra alors primordial et un nouveau challenge.

Croissance de l'anguille

Le projet initial de la thèse d'Amélie était imposant et Amélie a fait jusqu'ici un travail remarquable pour avancer au mieux. Tout le travail initialement prévu ne pourra pas être honoré, ce qui n'enlèvera rien à la qualité du travail d'Amélie. Une de ces parties incluait l'analyse de la dynamique de dévalaison à partir des données RFID sur le bassin du Fumemorte. Le financement d'un postdoctorat obtenu auprès de la CNR dans le cadre du projet COLAGANG permettra d'y remédier.

Afin de favoriser au mieux les échanges avec différentes équipes de recherche et de bénéficier d'un co-encadrement de qualité, Amélie séjourne une fois par an à l'INRAE de St Pée sur Nivelle, auprès de Colin Bouchard et Françoise Daverat, et au laboratoire du M.I.O. sur le campus de Luminy à Aix-Marseille Université, auprès de son directeur de thèse, Jean-Christophe Poggiale.

5. RESUME DES RESULTATS OBTENUS

5.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue

Site du Cassaire

Objectifs	Résultats
Etude de faisabilité, planification des travaux pompe	Réalisé dans les temps
Construction du support des panneaux solaires	Réalisé en mai 2022 (délais de livraison des matériaux)
Installation de la pompe	Réalisé en mai-juin 2022, coût plus important (délais de livraison et coût des matériaux) Travaux de réparation janvier 2024 (arrêt de la pompe solaire par appel d'air)
Sécurisation des lignes électriques	Réalisé en août 2023
Suivi hydrologique	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi des superficies et niveaux d'eaux par télédétection	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi de la flore	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024 (suivi supplémentaire initial en 2020)
Suivi odonates	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi amphibien	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi cistude	Réalisé comme prévu en 2023 et 2024
Suivi avifaune hivernante	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi avifaune nicheuse	Réalisé comme prévu en avril-mai 2023 et en

	avril 2024
Surveillance / contrôle des espèces envahissantes	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi des photographique des paysages (sol)	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi drone	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Chantiers collectifs	Réalisé (équipe gestion, chantier d'insertion, services civiques volontaires, bénévoles, stagiaires)
Suivi des reptiles	Réalisé (non prévu au départ)
Education à l'environnement	Réalisé (non prévu au départ)
Valorisation et communication	Réalisé et dépassé (une grande partie des actions et outils non prévus au départ)

Site de la Petite Forêt

Objectifs	Résultats
Etude pédologique	Non réalisée (perte de contact avec prestataire)
Etude topographique	Réalisée en septembre 2022 (non prévue au départ)
Arrachage et broyage Herbe de la Pampa	Réalisé comme prévu en août – septembre 2022
Arrachage et broyage Baccharis	Réalisé comme prévue en août – septembre 2022
Réfection du système hydraulique	Réalisé comme prévu en septembre – octobre 2022
Installation de règles de mesure des niveaux d'eau	Réalisé début 2023
Construction ou renforcement de clôtures	Réalisé au 1er semestre 2023
Construction d'exclos expérimentaux	Réalisé en avril 2023 (en avance)
Mise à jour de la convention pastorale	Travail prévu avec le Conservatoire du littoral, officialisé en attendant par un courrier
Suivi hydrologique	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi avifaune hivernante	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024

Suivi avifaune nicheuse	Réalisé comme prévu en avril-mai 2023 et en avril 2024
Suivi des effets de l'action pastorale sur la végétation (indicateurs succès expérimentation)	Réalisé en 2023
Suivi des photographique des paysages (sol)	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024
Suivi drone	Réalisé comme prévu en 2021 et 2024 (réalisé également en 2022 et 2023 alors que non prévu)

5.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation de *Lestes macrostigma* et autres libellules menacées

Objectifs	Résultats
Approbation par le CSRPN de la déclinaison PACA du PNA libellules	Approuvé à l'unanimité en mai 2024
Thèse sur l'écologie de *Lestes macrostigma* en vue de sa conservation	Soutenue avec succès en juin 2024
Restauration d'habitat en faveur de *L. macrostigma*	Poursuivi, en cours. Effet levier du financement WWF France pour obtention du financement Fondation Crédit Mutuel pour la restauration de mares temporaires sur les anciens salins de Camargue.
Protocole national de suivi et d'évaluation de l'état de conservation des populations	En cours de publication
Travail à l'échelle nationale sur le « désempoissonnement » des lacs & tourbières d'altitude en utilisant *Somatochlora alpestris* & *S. arctica* comme étendards	Première réunion tenue le 20 février 2024
Restauration de l'hydrosystème cravin en faveur de *Sympetrum depressiusculum*	Montage d'un projet

5.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée

Objectifs	Résultats
Projet COLAGANG	
Suivi des paramètres physico-chimiques et hydrologiques	Relevés manuels (Température, conductivité) réalisées chaque jour de relève de pêche. 3 nouvelles CTD (température, conductivité et niveau d'eau) installées dans le bassin des Grandes cabanes 1 débitmètre installé à la sortie des grandes cabanes en avril 2024
Capturer suffisamment d'anguille dans le canal du Fumemorte et le bassin des Grandes Cabanes (suivi CMR)	Dans le bassin des Grandes cabanes, à l'aide de verveux et pêche électrique : un total de 4243 anguilles capturées dont 3215 marquées (2021-2024) Dans le canal du Fumemorte, à l'aide de verveux: un total de 816 anguilles capturés dont 620 marquées (2021-2024)
Formation de personnel à l'expérimentation animale et à la chirurgie des poissons	Validé en 2022 pour un agent Tour du Valat et 2 agents OFB. Un agent TDV en cours de formation en 2024.
Marquage RFID des anguilles	Dans le bassin des Grandes cabanes : n=1749. Avenant soumis pour augmenter le nombre d'individus autorisés à marquer. Dans le canal du Fumemorte: n= 538
Renforcement des dispositifs RFID du canal du Fumemorte	Réparation de la station amont et re-configuration de la station aval. Les deux stations ont désormais un fonctionnement satisfaisant qu'il faut néanmoins surveiller de près. La double antenne à l'aval n'est pas permise au vu de la configuration du site.
Veiller au bon fonctionnement des antennes RFID	Veille mise en place avec une visite hebdomadaire et un protocole améliorée depuis mars 2023
Détections RFID	Au total 471 détections dans le canal du Fumemorte depuis 2019 et 512 dans le bassin des Grandes Cabanes. Exploration des données dans le cadre du stage M2 de Cléa Leclere.
Equiper les pêcheurs avec un dispositif RFID pour lire les éventuelles	Dispositif à tester et acquisition de matériel en cours (réception prévue en août 2024).

captures marquées	
Réalisation de campagnes de tracking actif en RFID	Premiers tests réalisés en avril 2024. Acquisition de matériel en cours (réception prévue en août 2024). Campagnes prévues pour l'automne 2024.
Choix et acquisition du matériel pour le lancement du suivi acoustique à partir de septembre 2023	Matériel commandé pour la saison 2024-2025 (marques prédation et 1 hydrophone supplémentaire commandés). 2 hydrophones déjà prêté par Perpignan Université + 5 hydrophones qui seront prêtés par INRAE Aix-en-Provence. 18 structures de fixation des hydrophones déjà réalisés et 5 nouvelles à fabriquer. Trouver un moyen de vérifier si la connexion des grandes cabanes avec le petit Rhône peut être empruntée par les anguilles argentées.
Marquage acoustique	Procédure expérimentale validée par le comité d'éthique et autorisée par le ministère de la recherche. Élaboration d'un stand de chirurgie avec alimentation du poisson en solution anesthésiante en continu Pendant la première saison suivie (octobre 2023-mai 2024) : 35 anguilles argentées femelles équipées aux Grandes Cabanes, 6 dans le canal du Fumemorte
Détections acoustiques	36/41 anguilles marquées ont été détectés par les hydrophones dont une seule du canal du Fumemorte. Obtention du financement pour un suivi acoustique octobre 2024-mai 2025.
Projet Croissance de l'anguille - Thèse Amélie Hoste	
Modélisation des données CMR du suivi du canal du Fumemorte depuis 2001	Formations acquises et modélisation CMR finalisé. Un article accepté avec modifications. 1 poster et 2 présentations orales
Exploitation des otolithes des 216 anguilles disséquées	Réalisation du stage M2 d'Hugo Vey Payre qui a permis de déterminer l'âge et les taux de croissance Réalisation du stage M2 de Juliette Siréjol pour l'analyse microchimique des otolithes. Finalisation des résultats en cours et préparation d'une publication
Acquisition des données relatives à la condition des individus	Résultats écotoxicologiques (métaux lourds et polluants organiques persistants) Résultats cancérologiques Résultats parasitaires par le

	CEFREM/Perpignan Université réceptionnés. Analyse des données écotoxicologiques et épidémiologiques réalisées. Rédaction d'un article en cours et valorisation via un poster dans un colloque international.

6. OBJECTIFS POUR LA 4EME ANNEE D'EXECUTION (01/07/2024 – 30/06/2025)

6.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue

Il est important de préciser à ce stade que le chronogramme de la convention liée à ce projet ne définit des actions à mettre en œuvre sur le terrain que jusqu'au 31 décembre 2024 et que passée cette date seules des actions de reporting sont prévues afin de synthétiser et remonter les derniers résultats obtenus sur cette période. Cela signifie donc qu'une partie des actions identifiées dans celui-ci vont être menées à bien jusqu'à la fin de l'année et que le dernier rapport et COPIL prévus pour juin 2025 feront le bilan de l'ensemble depuis le début du projet jusqu'à la fin des actions menées sur le terrain, fin décembre 2024. A la date de rédaction de ce rapport, l'ensemble des travaux et installations prévus dans le cadre de ce programme ont été réalisés sur les deux sites du Cassaïre et de la Petite Forêt. La fin du programme consistera donc en la réalisation des actions nécessaires de suivis scientifiques, d'élimination systématique des espèces exotiques invasives ainsi que de la gestion hydraulique et pastorale des deux sites. Le projet d'Aire Terrestre Educative sur le Cassaïre mené par le CPIE Rhône Pays d'Arles avec l'école Marinette Carletti de Mas-Thibert ne sera pas reconduit tel quel pour l'année scolaire 2024-2025 pour des raisons de financement, mais l'accueil privilégié de la classe engagée dans le projet sera maintenu.

En perspective de cette fin de projet, il semble opportun de pouvoir réunir l'ensemble des partenaires afin de définir les modalités de gestion les plus adaptées pour les deux sites sur la base des nombreuses connaissances acquises ces dernières années et en prenant en compte les moyens du gestionnaire.

Pour le gestionnaire, envisager une suite du projet serait aussi opportun, notamment pour la Petite Forêt, sur laquelle la mise en place de suivis scientifiques plus poussés permettant d'étudier précisément son évolution permettrait de tirer les enseignements des actions de restauration mises en œuvre. Sur le Cassaïre, il serait pertinent de poursuivre les suivis scientifiques, en adaptant peut-être leur fréquence, afin de continuer à observer l'évolution du site sur le long terme.

6.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées

D'ici la fin de l'année 2024, la déclinaison régionale du PNA en faveur des libellules menacées sera promulguée. Un accent fort sera mis sur la communication et l'animation de la déclinaison afin de donner de l'envergure au déploiement de celle-ci sur le terrain. Ainsi, entrerons-nous en 2025 dans une phase pleinement opérationnelle du PNA, avec pour but l'amélioration de l'état de conservation des populations de libellules et la restauration des zones humides de PACA.

6.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée

Projet COLAGANG

- Suivi télémétrique RFID : continuer la veille du fonctionnement des stations d'écoute et les campagnes de capture-marquage-recapture des anguilles. Une demande d'avenant pour la procédure expérimentale a été soumise au comité d'éthique pour augmenter le nombre d'individus à marquer et ainsi pouvoir continuer le marquage aux Grandes Cabanes. Tester l'influence de paramètres environnementaux sur l'activité de dévalaison. Equiper en panneaux solaires Ivrognes et Pompe.

- Tracking actif RFID : Mettre en place un suivi des détections dans les captures des pêcheurs professionnels avec l'acquisition de boitiers RFID mobile supplémentaires. Procéder à au moins une journée de tracking actif à l'automne et au printemps dans les deux bassins ciblés.

- Suivi acoustique : première période de dévalaison suivie en télémétrie acoustique en 2023-2024. Récupération des 17 hydrophones posés. A l'heure actuelle, un hydrophone est toujours recherché. Prévoir pour la prochaine saison, la densification du réseau des hydrophones à l'intérieur des bassins étudiés afin d'étudier l'éventuelle pression de prédation du silure. Organiser une restitution des résultats pour les pêcheurs professionnels avant le démarrage de la nouvelle saison. Déclarer les hydrophones et les marques acoustiques utilisées sur le réseau international de *lifewatch*.

- Postdoctorant à recruter pour l'année 2025. Modèle CMR, analyse et comparaison des données RFID et acoustique sur l'ensemble des deux bassins. Tester l'influence de paramètres environnementaux sur les détections. Valorisation des données.

- Ecrire le rapport final

- Réaliser une vidéo de restitution des principaux résultats

- Préparer une suite à ce projet dans le cadre d'un projet à l'échelle du delta qui sera multi partenariale (MRM, TDV, OFB, SNPN, pêcheurs professionnels) et pluriannuel et qui démarrerait en 2026. Dans le cadre de ce projet, les pertuis de la Fourcade et de la Comtesse, les 2 portes du delta à la mer, seraient également équipés avec dans antennes RFID. Des anguilles capturées dans l'étang du Vaccarès et éventuellement dans l'étang des Impériaux par les pêcheurs professionnels seront marqués avec des marques RFID. L'équipe COLAGANG (OFB / TDV) maintiendrait ses suivis sur les bassins Fumemorte et Grandes Cabanes et s'occuperait de déployer chaque année le suivi en télémétrie acoustique avec le marquage d'anguilles provenant de différents habitats du delta et en densifiant le réseau des hydrophones.

Projet croissance de l'anguille (Thèse Amélie Hoste)

- Finaliser l'article sur la condition des anguilles argentées et l'article sur l'utilisation des habitats au cours de leur croissance via microchimie des otolithes

- Participer à la 2ème conférence internationale des anguilles en juillet 2024

- Réaliser un modèle de dynamique de population qui permettra de lier tous les résultats des différents axes de la thèse

- Rédiger le manuscrit de thèse et soutenir avant fin 2024.

ANNEXES

Annexe 1. Liste des espèces inventoriées par station d'échantillonnage dans le bassin des Grandes cabanes depuis l'automne 2021. Pour le groupe écologique : ED = espèce d'eau douce ; LG = lagunaire ; MM = marine migratrice ; MO = marine occasionnelle ; CA = catadrome ; LGM = espèce lagunaire et marine. Case grisée = présence ; case blanche = non détecté.

Subphilum	Classe	Groupe taxonomique	Nom français	Nom scientifique	Groupe écologique	BEREZ._SIGOUL.	BEREZ._TORT.	COSTIERE	ENTREE	POMPE	POMPE_SIGOUL	SARCELLE	SUZANNE
Crustacea	Malacostraca	CARIDINE	Caridine	*Atyaephyra desmaresti*	ED	■	■	■	■		■		■
		CRABE DE VASE AMERICAIN	Crabe de vase américain	*Rhithropanopeus harrisii*	LG								
		CREVETTE_GRISE_tot	Crevette grise	*Crangon crangon*	EM	■							
		ECREVISSE AMERICAINE	Ecrevisse américaine	*Orconectes limosus*	NA	■			■	■	■		
		ECREVISSE DE LOUISIANE	Ecrevisse de Louisiane	*Procambarus clarkii*	ED	■	■	■	■	■	■	■	■
		GAMMARE	Gammare	Gammaridae	LG		■						■
		Palaemonidae_tot	Palaemonidae	Palaemonidae	NA	■	■	■		■			
Vertebrata	Actinopterygii	ABLETTE	Ablette	*Alburnus alburnus*	ED	■	■	■	■	■	■	■	■
		ALOSE FEINTE	Alose feinte du Rhône	*Alosa fallax rhodanensis*	AN			■	■	■	■	■	■
		ANGUILLE	Anguille d'Europe	*Anguilla anguilla*	CA	■	■	■	■	■	■	■	■
		ATHERINIDAE_tot	Joêl	*Atherina boyeri*	LG				■		■		
		BLENNIE FLUVIATILE	Blennie fluviatile	*Salaria fluviatilis*	ED	■							
		BOUVIERE	Bouvière	*Rhodeus amarus*	ED				■				
		BREME_tot	Brème bordelière	*Blicca bjoerkna*	ED			■	■		■	■	
		BREME_tot	Brème d'eau douce	*Abramis brama*	ED	■				■		■	
		BREME_tot	Brèmes NI	*Breme spp*	ED	■	■	■	■	■	■	■	■
		CARASSIN COMMUN	Carassin commun	*Carassius carassius*	ED	■	■	■	■	■	■	■	■

CARPE_tot	Carpe commune	*Cyprinus carpio*	ED	
CHEVAINE	Chevaine	*Squalius cephalus*	ED	
GAMBUSIE	Gambusie	*Gambusia affinis*	ED	
GARDON	Gardon	*Rutilus rutilus*	ED	
GOUJON ASIATIQUE	Pseudorasbora	*Pseudorasbora parva*	ED	
GOUJON	Goujon	*Gobio gobio*	ED	
GREMILLE	Grémille	*Gymnocephalus cernuus*	ED	
MUGE_tot	Mugilidés	Mugilidae	MM	
PERCHE COMMUNE	Perche commune	*Perca fluviatilis*	ED	
PERCHE SOLEIL	Perche soleil	*Lepomis gibbosus*	ED	
POISSON CHAT	Poisson-chat	*Ameiurus melas*	ED	
ROTENGLE	Rotengle	*Scardinius erythrophthalmus*	ED	
SANDRE	Sandre	*Sander lucioperca*	ED	
SILURE GLANE	Silure glane	*Silurus glanis*	ED	
SYNGNATHE_tot	Syngnathe de lagune	*Syngnathus abaster*	LG	

Annexe 2. Liste des espèces inventoriées par station d'échantillonnage dans le canal du Fumemorte depuis 2021, dans le cadre du suivi long-terme (une semaine par mois). Pour le groupe écologique : ED = espèce d'eau douce ; LG = lagunaire ; MM = marine migratrice ; MO = marine occasionnelle ; CA = catadrome ; LGM = espèce lagunaire et marine. Case grisée = présence ; case blanche = non détecté.

Subphilum	Classe	Groupe taxonomique	Nom français	Nom scientifique	Groupe écologique	FUME_1	FUME_BON
Crustacea	Malacostraca	CARIDINE	Caridine	*Atyaephyra desmaresti*	ED		
		CRABE VERT DE MEDITERRANEE	Crabe vert de Méditerranée	*Carcinus aestuarii*	LGM		
		CRABE DE VASE AMERICAIN	Crabe de vase américain	*Rhithropanopeus harrisii*	ED		
		CREVETTE BOUQUET	Crevette bouquet	Palaemon serratus	MO		
		CREVETTE BOUQUET BALTE	Crevette bouquet balte	*Palaemon adspersus*	LG		
		CREVETTE DES MARAIS	Crevette des marais	*Palaemonetes sp*	LG		
		CREVETTE GRISE	Crevette grise	*Crangon crangon*	LGM		
		CREVETTE ROSE	Crevette rose	*Palaemon elegans*	LGM		
		ECREVISSE DE LOUISIANE	Ecrevisse de Louisiane	*Procambarus clarkii*	ED		
Vertebrata	Actinopterygii	ABLETTE	Ablette	*Alburnus alburnus*	ED		
		ANGUILLE	Anguille d'Europe	*Anguilla anguilla*	CA		
		ATHERINIDAE	Joêl	*Atherina boyeri*	LG		
		BLENNIE PAON	Blennie-paon	*Salaria pavo*	LG		
		BOUVIERE	Bouvière	*Rhodeus amarus*	ED		
		BREMES	Brème bordelière	*Blicca bjoerkna*	ED		
		BREMES	Brème d'eau douce	*Abramis brama*	ED		
		BREMES	Brèmes NI	*Abramis brama, Blicca bjoerkna*	ED		
		CARASSIN COMMUN	Carassin commun	*Carassius carassius*	ED		
		CARPE COMMUNE	Carpe commune	*Cyprinus carpio*	ED		
		EPINOCHE	Epinoche à trois épines	*Gasterosteus aculeatus*	LG		
		GAMBUSIE	Gambusie	*Gambusia affinis*	ED		
		GARDON	Gardon	*Rutilus rutilus*	ED		
		GOBIE NOIR	Gobie noir	*Gobius niger*	LG		
		GOBIES	Gobidés	*Pomatoschistus sp (microps)*	LG		

GOBIES	Gobie buhotte	*Pomatoschistus minutus*	MM	
GOUJON	Goujon	*Gobio gobio*	ED	
GOUJON ASIATIQUE	Pseudorasbora	*Pseudorasbora parva*	ED	
GREMILLE	Grémille	*Gymnocephalus cernuus*	ED	
MUGES	Mugilidés	*Mugilidae*	MM	
PERCHE SOLEIL	Perche soleil	*Lepomis gibbosus*	ED	
POISSON CHAT	Poisson-chat	*Ameiurus melas*	ED	
ROTENGLE	Rotengle	*Scardinius erythrophthalmus*	ED	
SANDRE	Sandre	*Sander lucioperca*	ED	
SILURE GLANE	Silure glane	*Silurus glanis*	ED	
SYNGNATHE GORGE CLAIRE	Syngnathe de lagune	*Syngnathus abaster*	LG	