Rapport d'activités annuel

PROJET : RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES ZONES HUMIDES

Convention n° 22043

Juillet 2025

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. Activités réalisées au 30 juin 2025 8

3.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 8
3.1.1. Site du Cassaïre 8
3.1.2. Site Petite Forêt 22
3.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées 34
3.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 36

4. Difficultés rencontrées et mesures prises pour y remédier 65

4.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 65
4.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées 65
4.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 65

5. Résumé des résultats obtenus 68

5.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 68
5.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation de *Lestes macrostigma* et autres libellules menacées 70
5.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 70

6. Objectifs pour la 5eme et dernière année d'exécution (01/07/2025 – 30/06/2026) 75

6.1. Restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt en Camargue 75
6.2. Restauration de zones humides dégradées et conservation du Leste à grands stigmas et autres libellules menacées 75
6.3. Evaluation de deux projets de restauration de continuité hydroécologique intra-lagunaire avec l'anguille européenne, espèce emblématique et menacée 76

ANNEXES 78

1. A RETENIR

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

- Troisième saison entière de fonctionnement de la pompe solaire du Cassaïre : des surfaces et niveaux d'eau à nouveau très importants.
- Poursuite de la mise en œuvre de certains suivis environnementaux du Cassaïre :
    - Odonates : *Lestes macrostigma*, espèce prioritaire du Plan national d'actions en faveur des libellules, se reproduit à nouveau avec succès.
    - Amphibiens : retour confirmé du Pélodyte ponctué comme reproducteur.
    - Reptiles : suivi poursuivi au-delà de la programmation initiale mais données non encore analysées.
    - Cistude : 3 individus capturés dans la roubine, dans le cadre du programme de capture-marquage-recapture.
    - Avifaune hivernante : nette augmentation de la diversité spécifique contactée.
    - Avifaune nicheuse : nette augmentation de la diversité spécifique contactée.
- Poursuite de la mise en œuvre du suivi de l'évolution des paysages (au sol).
- Troisième inondation hivernale de la Petite Forêt.
- Poursuite du contrôle manuel des espèces envahissantes.
- Poursuite 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 : nette augmentation de la diversité spécifique contactée.
    - Avifaune nicheuse : nette augmentation de la diversité spécifique contactée.

En complément

- Poursuite du suivi complémentaire des lagomorphes,
- Poursuite du suivi des reptiles non prévu au départ.
- Poursuite du projet d'Aire Terrestre Educative sur le Cassaïre avec le CPIE Rhône Pays d'Arles : maintien 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

- Poursuite de l'animation du groupe de travail national portant sur le suivi et la conservation de *L. macrostigma*, avec les premières rencontres nationales du groupe sur la façade atlantique.
- Conférences destinées aux gestionnaires d'espaces naturels sur l'écologie de *L. macrostigma* et poursuite de la dynamique de restauration d'habitat en sa faveur.
- Montage d'un projet de thèse visant notamment l'évaluation du succès de la restauration et de la gestion hydraulique de mares temporaires méditerranéennes utilisant *L. macrostigma* comme espèce étendard.
- Médiation entre les parties prenantes autour de la problématique du « désempoissonnement » des lacs & tourbières d'altitude débouchant sur la révision de l'APPB des lacs du col bas et la reprise d'un dialogue entre naturalistes et pêcheurs.
- Échec du montage de 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

Recrutement d'Amélie Hoste en tant que postdoctorante et d'Emilie Raynard en tant qu'alternante pour nous aider sur le terrain et à finaliser l'analyse des données.

Suivi télémétrique RFID :

- Obtention des autorisations ministérielles pour les procédures expérimentales de marquage des individus pour chacun des bassins ciblés.
- Obtention d'un avenant pour la procédure expérimentale des Grandes Cabanes durant l'été 2024, le nombre d'individus à marquer ayant été initialement sous-estimé.
- Réalisation de campagnes de terrain pour capturer et marquer des anguilles (suivis en CMR - *Capture-Marquage-Recapture* - et en télémétrie RFID) d'octobre 2021 à avril 2025 :
    - Bassin des Grandes Cabanes : 5 078 anguilles capturées et 2 244 marquées avec un transpondeur RFID de 23 mm.
    - Bassin du Fumemorte : 1277 anguilles capturées et 834 marquées avec un transpondeur RFID de 23 mm.
- Formation de 2 agents de l'OFB et d'un agent Tour du Valat (TDV) en 2022, et d'un agent TDV en 2024 en expérimentation de la faune sauvage et en chirurgie animale.
- Equipement des Grandes Cabanes avec 4 stations d'écoute RFID et renforcement des 2 stations d'écoute du canal du Fumemorte.
- Veille des distances de portée de détection des stations d'écoute avec un protocole, optimisé depuis mars 2023.
- Des premiers tests en tracking actif ont été réalisés dans les canaux et marais de la Tortue des Grandes Cabanes et dans le canal du Fumemorte, au printemps et à l'automne 2024. Très peu de détections ont été obtenues.

Suivi télémétrique acoustique :

- Obtention de l'autorisation ministérielle pour la procédure expérimentale pour marquer avec une marque acoustique 160 individus sur 2 ans : 2023-2024 et 2024-2025.
- Saison 2023-2024 :
    - Marquage de 35 anguilles femelles argentées côté Grandes Cabanes et 6 côté Fumemorte.
    - Installation et maintenance d'un réseau de 16 hydrophones.
    - Détections : 35 anguilles des Grandes Cabanes, 1 du Fumemorte
    - Recaptures par la pêche professionnelle : 9
    - Recaptures par la pêche scientifique : 5
- Saison 2024-2025 :
    - Marquage de 61 anguilles côté Grandes Cabanes (dont 27 avec capteur de prédation), et 19 côté Fumemorte (dont 13 avec capteur prédation).
    - Installation et maintenance d'un réseau de 24 hydrophones.
    - Détections : 59 anguilles des Grandes Cabanes, 19 du Fumemorte
    - Détections d'un acte de prédation : 1/40 marques prédation
    - Recaptures par la pêche professionnelle : 2
    - Recaptures par la pêche scientifique : 0

Thèse Croissance intralagunaire de l'anguille

- Soutenance avec brio de la thèse d'Amélie Hoste le 16 décembre 2024.
- Dépôt du manuscrit de thèse, publication de 2 articles scientifiques et un dernier papier est en cours de finalisation.

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.

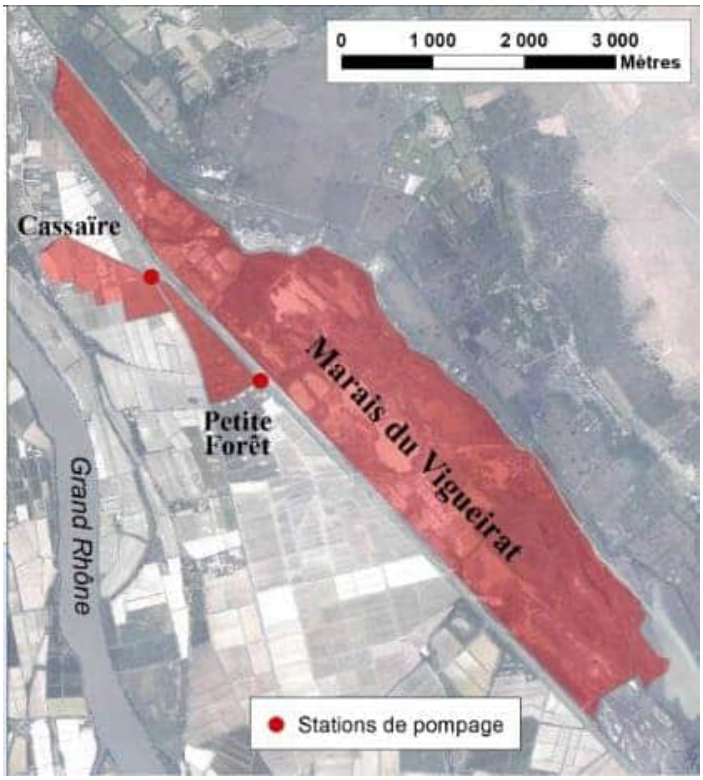


FIGURE 1. LOCALISATION DES SITES DU CASSAÏRE ET DE LA PETITE FORET

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, par conséquent, leur eau est 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 reproduit avec succès 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 en faveur des libellules 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 ce cadre, 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

Projet COLAGANG

Le **Projet COLAGANG** (2021-2025) vise à améliorer les connaissances concernant la démographie et les déplacements migratoires de deux sous-populations d'anguille camarguaises localisées en amont de l'étang du Vaccarès : dans le bassin du Fumemorte et dans le bassin des Grandes Cabanes. Tandis que le bassin du Fumemorte est connecté à l'hydrosystème du Vaccarès (milieu dit "ouvert" sur la mer), le bassin des Grandes Cabanes, est déconnecté du Vaccarès depuis plusieurs décennies (milieu dit « fermé » ou « poldérisé »). Les marais des Grandes Cabanes doivent être reconnectés à l'étang du Vaccarès en 2023.

- ***Étudier le devenir des anguilles dans les bassins poldérisés***

Ce projet constitue une première étude de l'impact des systèmes camarguais poldérisés (c'est-à-dire des bassins qui sont déconnectés de l'étang du Vaccarès : ils sont irrigués par le Rhône et les eaux de drainage sont réacheminées par pompage au Rhône) sur le devenir des anguilles. Il sera étudié si les anguilles argentées produites par le bassin des Grandes Cabanes, actuellement poldérisé, cherchent à emprunter la voie d'alimentation au Rhône pour retourner en mer, ou si elles s'échappent par le canal de la Sigoulette qui draine ce système.

- ***Evaluer un projet de reconnexion écohydrologique entre Petit Rhône et étang du Vaccarès***

Par ailleurs, cette étude vise à évaluer le succès du projet de restauration de continuité écologique innovant entre fleuve, marais endigué et masse d'eau de transition : entre le Petit Rhône, les Grandes Cabanes et l'étang du Vaccarès.

- ***Étudier la dynamique de dévalaison : période, synchronisme et facteurs environnementaux impliqués***

Enfin, ce projet a pour objectif d'identifier les périodes et les facteurs environnementaux impliqués dans le processus de dévalaison, ce qui permettra de préconiser des mesures de gestion pour optimiser le retour des anguilles argentés en direction de la mer. Disposer du même type de suivis entre deux bassins hydrographiques localisés à l'Est (Fumemorte) et l'Ouest (Grandes Cabanes) de l'étang du Vaccarès constitue une opportunité unique pour étudier la connectivité à l'intérieur d'un système lagunaire, entre canaux, marais et étangs.

Ce projet répond 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. Ce projet est intégré au Plan Rhône.

Thèse Croissance intralagunaire de l'anguille

En parallèle, la **thèse d'Amélie Hoste** (2021-2024) a visé à acquérir de nouvelles connaissances sur la phase de croissance de l'anguille européenne à l'intérieur d'un système lagunaire méditerranéen. Plus particulièrement, cette thèse a cherché à mieux comprendre l'influence de l'habitat intra-lagunaire sur la production d'anguilles argentées, à la fois en termes de quantité et de qualité. Ces travaux, organisés en trois axes, abordent les aspects démographiques, les tactiques d'utilisation des habitats et l'évaluation de l'état sanitaire, en s'appuyant sur des données récoltées sur différentes sous-populations d'anguilles camarguaises. Ces travaux se sont basés sur une variété de méthodes dont la modélisation bayésienne, la schlérochronologie, la quantification microchimique des otolithes, et des analyses écotoxicologiques et épidémiologiques.

3. ACTIVITES REALISEES AU 30 JUIN 2025

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. Après que la pompe a subi des défaillances en 2022-2023, la saison suivante d'irrigation du site de septembre 2023 à mars 2024 a pu se dérouler comme prévu, y compris sur la parcelle dite « des 15 mares » située au sud de la pompe. Pour la saison 2024-2025, l'irrigation a, à nouveau, été concluante malgré des disfonctionnements des deux pompes.

Suivis environnementaux et contrôle des espèces invasives

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 retracent l'hydrologie du site de 2021 à 2025 et démontrent l'efficacité de la pompe solaire installée en juin 2022.

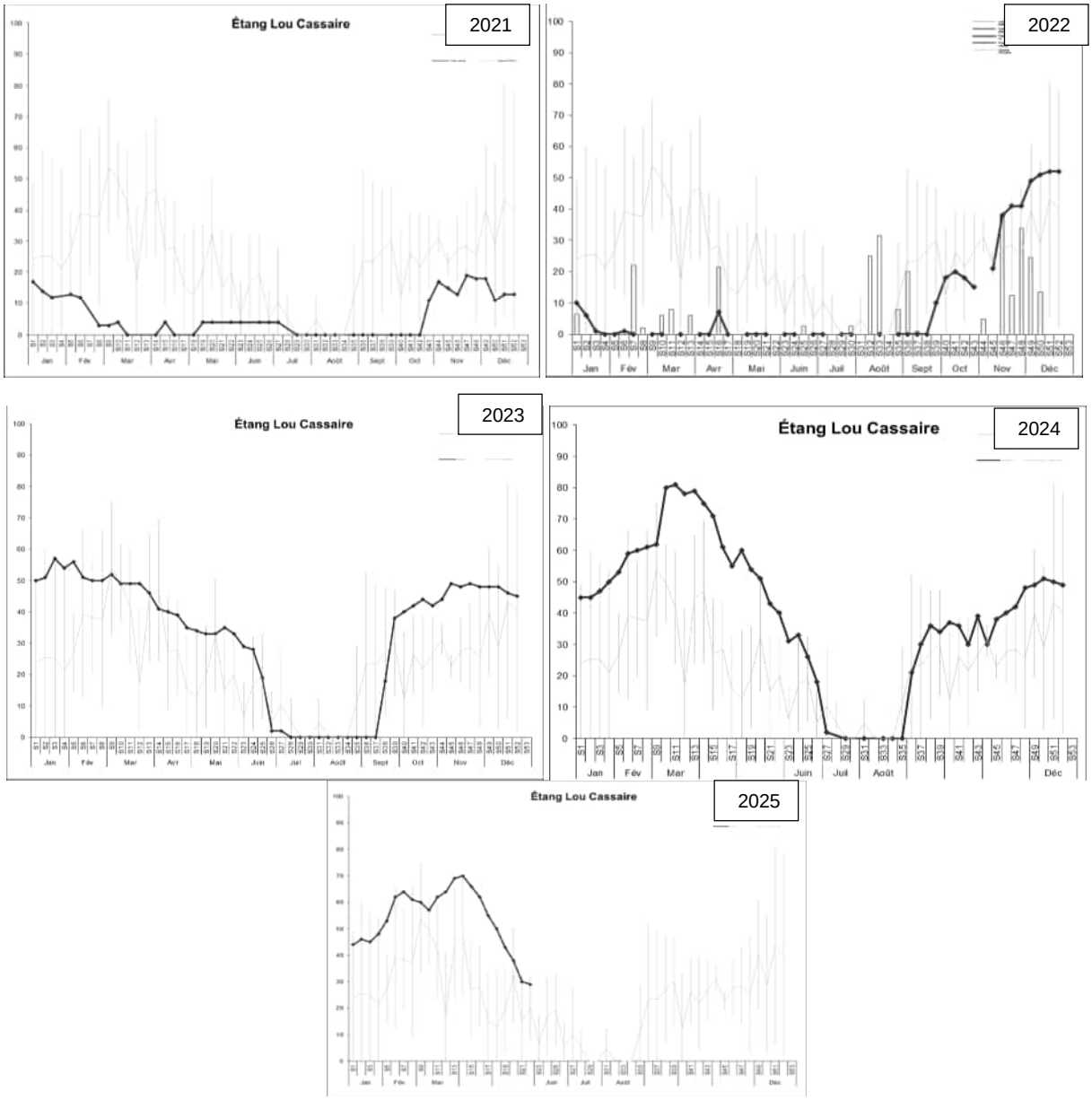


FIGURE 2. HYDROLOGIE HEBDOMADAIRE AU CASSAÏRE DE 2021 AU 1ER SEMESTRE 2025 : COURBE NOIRE = NIVEAUX D'EAU (HAUTEUR DE LA LAME D'EAU EN CM) ; COURBE GRISE ET BARRES D'ERREUR = NIVEAU MOYEN ET ECART TYPE DE 2013-2016 EN CM ; HISTOGRAMME = CUMUL DES PRECIPITATIONS EN MM.

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. L'assec total du bassin a été atteint début juillet 2024.

La remise en eau du site à l'automne 2024 a de nouveau été perturbée par des dysfonctionnements de la pompe solaire résolus par l'entreprise Gamarra Energies Renouvelables. Cependant, l'irrigation du site a été réalisée comme souhaité par le gestionnaire en accord avec la Tour du Valat : irrigation dans un premier temps de l'est de la baisse à partir du 02 septembre 2024, afin de permettre le démarrage de l'activité cynégétique au 1er octobre, puis irrigation de la partie ouest et de la partie nord

afin de garantir une longue période d'assec sur une partie du site. L'amorce de l'assec estival a été réalisée de manière à garantir le maintien d'une lame d'eau suffisante pour permettre le développement des têtards de Pelodyte ponctué contactés au mois de février 2025.

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

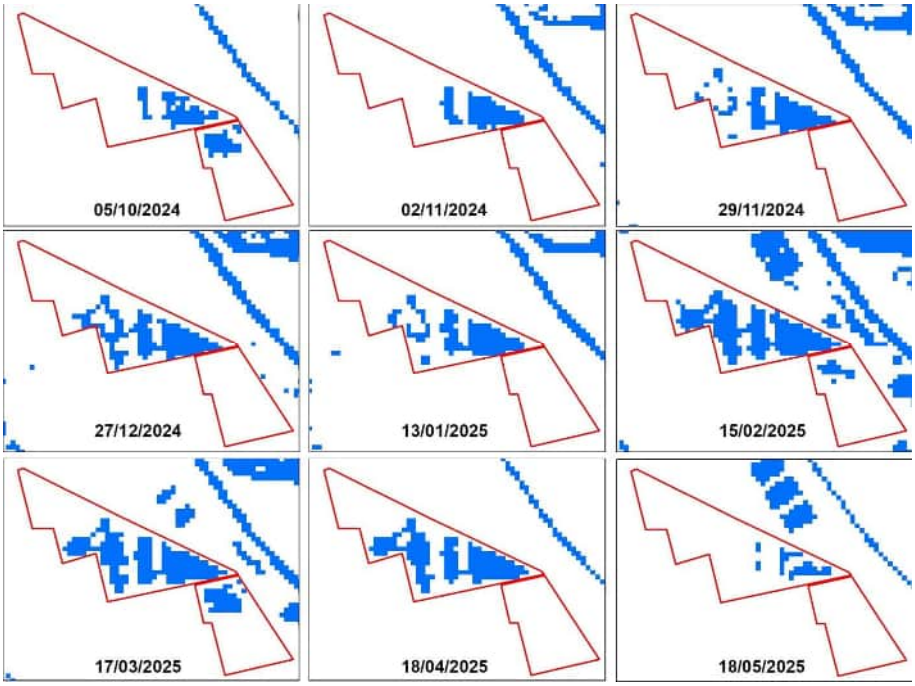


FIGURE 3. EVOLUTION MENSUELLE DES SUPERFICIES INONDEES SUR LE CASSAIRE ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 D'OCTOBRE 2024 A MAI 2025.

L'automne, l'hiver et le printemps ont encore 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. Comme l'année précédente, la décrue et la diminution régulière des surfaces inondées a été très progressive et étalée jusqu'à suffisamment tard.

b) Calcul 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 10/09/2024 au 18/05/2025 : 26 dates sur une période de 250 jours. On remarque encore l'inondation importante sur la zone nord, et une mise en eau moindre sur la zone sud, avec seulement 50 à 75 jours. La zone sud, moins prioritaire, n'a été alimentée que lors des périodes où le niveau la zone nord était déjà satisfaisant). Sur la zone nord, la partie est, proche de la pompe et plus profonde que la partie ouest, a montré une inondation plus longue : 200 à 250 jours contre 90 à 180 jours à l'ouest). Chaque année, la topographie diversifiée a 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 la Figure 4 par des durées d'inondation tout autant variées.

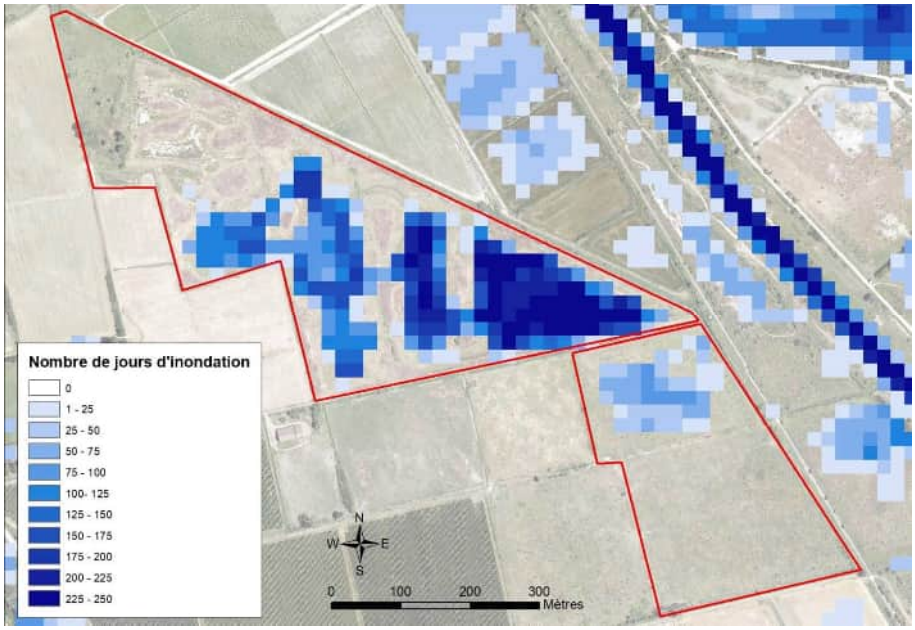


FIGURE 4. HYDROPERIODE SAISONNIERE DU CASSAÏRE ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 DU 10 SEPTEMBRE 2024 AU 18 MAI 2025 (NOMBRE DE JOURS D'INONDATION, SUR UN TOTAL DE 245 JOURS).

Suivi de la végétation

Conformément à ce qui était prévu, il n'y a pas eu de suivi supplémentaires de la végétation en 2024/25.

Suivi des Odonates

Le planning d'échantillonnage prévoyait une fin des suivis en 2024, et une sortie terrain a été réalisée le 27 septembre 2024, afin d'observer les espèces automnales en activité de ponte. Toutefois, deux autres sorties ont été faites au printemps 2025 (les 9 et 20 mai), durant la période d'émergence de *L. macrostigma*. Cette espèce, qui constitue le plus gros enjeu de conservation pour l'odonatofaune du Cassaïre, avait été observée au printemps 2024 en activité de ponte. En 2025, des adultes fraîchement émergés ont été observés dans la partie nord-ouest de la zone nord (ou marais nord), prouvant le succès de reproduction de cette espèce (Tableau 1). Selon Lambret *et al.* (2023)[1], *L. macrostigma* est favorisé par la remise en eau automnale tardive de ses habitats larvaires temporaires et un maintien des niveaux d'eau jusqu'à la période d'émergence afin d'assurer le développement de ses larves aquatiques. L'hydrologie observée dans cette partie du Cassaïre a donc permis à l'espèce d'y être à nouveau autochtone. Signalons également l'observation au printemps 2025 de *Lestes sponsa*, nouvelle espèce sur le site, souvent sympatrique de *L. macrostigma*.

[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

Tableau 1. Espèces d'odonates observées sur le Cassaïre de l'automne 2022 au printemps 2025 (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). * Au printemps 2025, seule la partie nord-ouest a été investiguée du fait de son hydrologie favorable à *Lestes macrostigma*.

Espèces	Automne 2022	Printemps 2023	Automne 2023	Printemps 2024	Automne 2024	Printemps 2025*
Lestes macrostigma				9 – A		99 – B
Lestes sponsa						9
Sympecma fusca		999 – A		9 – A, B		
Coenagrion scitulum		1				
Ischnura elegans	99 – A	999 – A, B	99 – A	999 – A,B	999 – A	999
Ischnura pumilio		1 – B		1		
Anax ephippiger	99 – A	9 – A	99 – A	1	9	
Anax imperator	1		1		9 – A	
Anax parthenope	9			0 – B	99 – A	
Aeshna mixta			1			
Crocothemis erythraea	1		9 – A	9	99 – A	9
Orthetrum cancellatum		9		1		
Sympetrum fonscolombii	999 – A	9 999 – B	999	999 – A, B	999 – A	
Sympetrum striolatum	1		9 – A	999 – B	9	999 – B

Suivi des Amphibiens

Le planning d'échantillonnage prévoyait une fin des suivis en 2024. Toutefois, deux sorties de dénombrement des amphibiens (Figure 5) ont été réalisées en 2025 afin de rechercher les espèces d'amphibiens susceptibles de se reproduire en hiver (en particulier le Pélodyte ponctué, *Pelodytes punctatus*). La première a eu lieu le 7 février (échantillonnage diurne des têtards) et la seconde le 13 février (dénombrements nocturne des males chanteurs). Les trois mares temporaires situés au nord-ouest du site et les prairies situées au sud-est n'étaient pas en eau lors de notre passage le 7 février. Mais le fonctionnement du nouveau système de pompage a encore permis d'offrir des habitats de reproduction propices aux amphibiens à partir d'octobre 2024 dans la partie irrigable du marais. Nous avons pu établir la reproduction automnale de Pélodyte ponctué grâce à la capture de deux têtards de cette espèce le 7 février. Six males chanteurs de Pélodytes ponctués ont ensuite été contactés hors transect le 13 février, accompagnés par 77 males de Rainettes méridionales (*Hyla meridionalis*) comptabilisés sur le transect nocturne (Figure 6).



Figure 5. Sorties de dénombrement nocturne des chanteurs et d'échantillonnage diurne des têtards © Loïc Willm

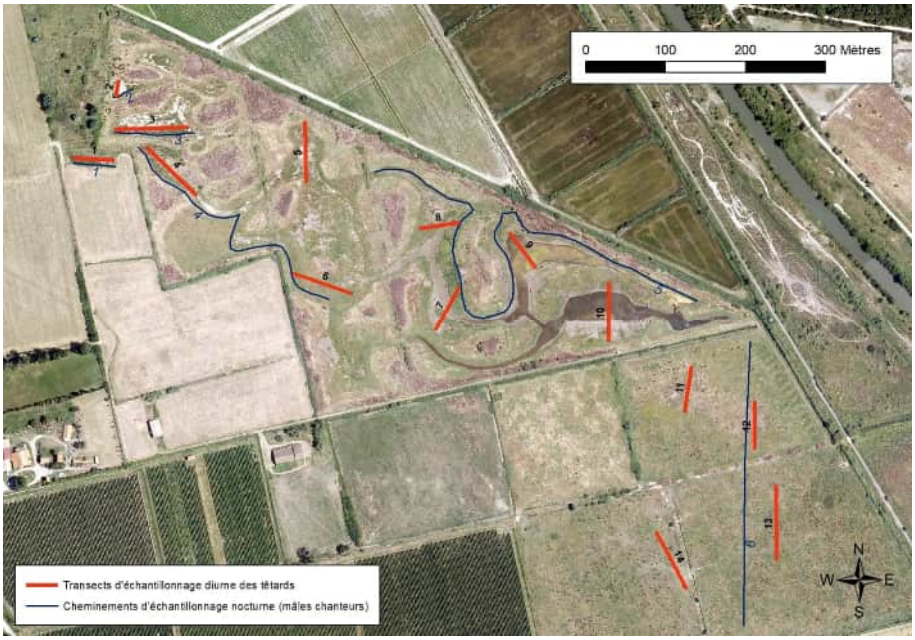


FIGURE 6. LOCALISATION DES SUIVIS DIURNES ET NOCTURNES DES AMPHIBIENS AU CASSAÏRE

Suivi de la Cistude d'Europe *Emys orbicularis*

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.

Le protocole de Capture-Marquage-Recapture 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 le marais (Figure 7). 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 et le relevé des prises est réalisé chaque matin suivant une nuit de piégeage. La campagne, démarrée le 06/05/2024 a été poursuivie pendant 27 nuits. Alors que l'effort de capture était plus important que l'année précédente, seulement trois individus ont pu être capturés dans la roubine (deux captures + une recapture d'un individu marqué en 2006 sur le Clos des Bissounenques, de l'autre côté du Canal d'Arles à Bouc ; Figure 8). Comme l'année précédente, aucun individu n'a été capturé dans le marais, ce qui pose la question de l'accessibilité de celui-ci depuis la roubine dont les berges sont hautes et abruptes.



FIGURE 7. LOCALISATION DES POINTS DE CAPTURE DANS LA CADRE DE L'ETUDE PAR CMR DE LA CISTUDE D'EUROPE SUR LE CASSAÏRE

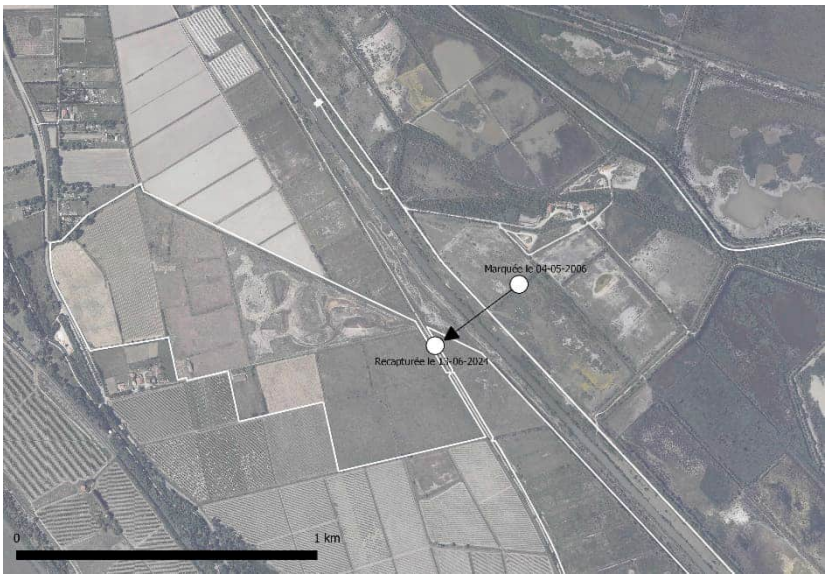


FIGURE 8. LOCALISATION DU SITE DE PREMIERE CAPTURE DE L'UNE DES CISTUDES D'EUROPE RECAPTUREES EN 2024 SUR LE CASSAÏRE

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, appellées « plaques », de préférence en caoutchouc afin de créer des points chauds pour y attirer les reptiles présents. Un lot de 12 plaques a été réparti en trois

linéaires de 150 mètres et constitués de 4 plaques (Figure 9). 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.

Le suivi a été repris en 2025 mais les données n'ont pas été traitées à la date de rédaction de ce rapport. Elles le seront pour la rédaction du rapport final en 2026.



FIGURE 9. LOCALISATION DES TRANSECTS DE SUIVI DES REPTILES SUR LE CASSAÏRE

Suivi mensuel de l'avifaune hivernante

Pour l'hiver 2024-2025, le compte mensuel des oiseaux d'eau hivernants a été réalisé, conformément au protocole appliqué sur l'ensemble de la Camargue, aux dates suivantes : 29/09/2024, 14/10/2024, 15/11/2024, 18/12/2024, 16/01/2025 et 13/02/2025 (Tableau 2). Il est notable cette année que la diversité spécifique est en nette augmentation sur le Cassaïre, qui accueille aussi bien des hérons que des laridés et des limicoles. Cependant, le nombre d'anatidés reste faible, probablement en raison des niveaux d'eau élevés. Certaines espèces relevées dans les tableaux de chasse de l'Amicale des Chasseurs de Mas-Thibert ne figurant pas dans ce tableau doivent être ajoutées à la liste des espèces hivernantes sur le site : la Sarcelle d'hiver, le Canard colvert et le Râle d'eau. Les effectifs prélevés sont très faibles

TABLEAU 2. RESULTAT DES COMPTES MENSUELS DES OISEAUX D'EAU HIVERNANTS SUR LE CASSAÏRE, HIVER 2024-2025

	20/09/24	14/10/24	15/11/24	18/12/24	16/01/25	13/02/25
Aigrette garzette		2	1			9
Grande Aigrette		1				
Héron Garde-boeuf	28		10			14
Cygne tuberculé			1	2	4	8
Poule d'eau			1			
Mouette mélanocéphale		1				
Mouette rieuse	1					
Vanneau huppé		1				
Bécassine des marais		1				
Chevalier aboyeur			1			
Chevalier culblanc		1		6	2	

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. Le protocole prévoit le suivi de quatre points d'écoute sur le Cassaïre (Figure 10). Alors que le suivi n'avait permis de contacter que 16 espèces en 2024 (25 espèces en 2023 et 17 en 2021), il a permis en 2025 (12/04/2025 et 09/05/2025) de contacter 38 espèces (Tableau 3) dont 13 nicheuses, nombre le plus important depuis le début du suivi. L'Oedicnème criard a été contacté en tant que chanteur, mais sa nidification n'a pas été attestée. Sans qu'elles y nichent, on note en 2025 la fréquentation régulière du site par différentes espèces de hérons telles de la Grande Aigrette, l'Aigrette garzette, le Héron cendré et le Bihoreau gris. D'autres espèces d'oiseaux fréquentent aussi le site comme le Grand cormoran, la Râle d'eau, la Spatule blanche, *etc*.

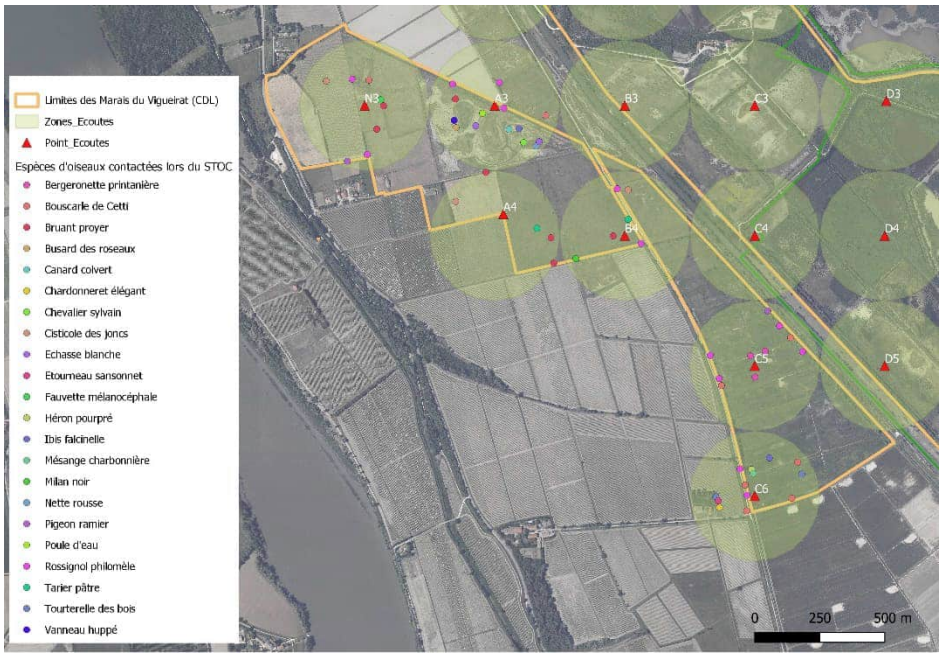


FIGURE 10. CARTOGRAPHIE DES POINTS D'ECOUTE REALISES DANS LE CADRE DU PROTOCOLE STOC-EPS SUR LE CASSAÏRE ET LA PETITE FORET EN 2024

TABLEAU 3. LISTE DES ESPECES CONTACTEES LORS DU SUIVI DES OISEAUX NICHEURS SUR LE CASSAÏRE DE 2021 A 2025

Espèces	2021	2023	2024	2025
Aigrette garzette				✓
Alouette des champs	✓			
Bihoreau gris				✓
Bouscarle de Cetti	✓	✓	✓	✓
Bruant des roseaux		✓		
Bruant Proyer	✓	✓	✓	✓
Busard des roseaux			✓	
Canard chipeau				✓
Canard colvert			✓	✓
Chardonneret élégant		✓		
Chevalier sylvain			✓	
Cisticole des joncs	✓	✓	✓	✓
Cochevis huppé	✓	✓		✓
Corneille noire				✓
Coucou geai		✓		
Coucou gris	✓			✓
Cygne tuberculé		✓		✓
Echasse blanche		✓	✓	
Etourneau sansonnet		✓		✓
Faisan de Colchide	✓	✓		✓

Espèces	2021	2023	2024	2025
Fauvette à tête noire		✓		
Fauvette mélanocéphale		✓	✓	✓
Foulque macroule				✓
Gallinule poule d'eau			✓	✓
Goéland leucophée				✓
Grand cormoran				✓
Grande Aigrette				✓
Guêpier d'Europe	✓	✓		✓
Héron cendré				✓
Héron garde-boeuf		✓		✓
Hirondelle rustique	✓			
Huppe fasciée		✓		✓
Hypolaïs polyglotte	✓	✓		✓
Ibis falcinelle		✓	✓	✓
Milan noir	✓		✓	✓
Mouette mélanocéphale				✓
Mouette rieuse		✓		✓
Nette rousse			✓	
Oedicnème criard				✓
Pie bavarde	✓	✓		✓
Pigeon ramier	✓	✓	✓	
Phragmite des joncs				✓
Râle d'eau				✓
Rollier d'Europe		✓		
Rossignol philomèle	✓	✓	✓	✓
Sterne hansel				✓
Spatule blanche				✓
Tarier des prés		✓		
Tarier pâtre	✓	✓	✓	✓
Tourterelle des bois				✓
Tourterelle turque	✓			
Vanneau huppé	✓		✓	✓

Suivi des lagomorphes

Bien que ce suivi ne soit pas prévu dans le cadre du présent projet, 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. En 2025, le suivi a été réalisé les 17, 18 et 19 février et un Lièvre *sp*. (Impossible de distinguer le Lièvre d'Europe du le Lièvre Ibérique) a été vu le 18 février.

Autres informations complémentaires sur la faune

Quelques autres observations de faune sont intéressantes à citer :

- Le Circaète Jean-Le-Blanc, *Circaetus gallicus*, fréquente très régulièrement le site pour son alimentation
- Plusieurs autres espèces de rapaces ont été observées sur le site, comme par exemple le Busard des roseaux, *Circus aeruginosus*, le Busard Saint-Martin, *Circus cyaneus*, la Buse variable, *Buteo buteo*, l'Epervier d'Europe, *Accipiter nisus*, le Faucon crécerellette, *Falco naumanni*, le Faucon hobereau, *Falco subbuteo*, le Milan noir, *Milvus migrans*, le Milan royal, *Milvus milvus* ou la Bondrée apivore, *Pernis apivorus*. Deux observations d'Aigle royal, *Aquila chrysaetos*, sont à relever : l'une en mai 2024, l'autre en mars 2025.
- Concernant les reptiles, seule la Tarente de Maurétanie, *Tarentola mauritanica*, a été observée en dehors du suivi mis en place à l'aide de plaque.
- Une ponte de Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, a été découverte à proximité de la baisse du Cassaïre le 18 juin 2025, confirmant l'intérêt du site pour l'espèce.
- La seule espèce de poissons ayant été identifiée récemment (pas de mise en place de pêche) est l'Anguille européenne, *Anguilla anguilla*.

Suivi photographique au sol des paysages

Le 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. 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 quatre fois chaque année jusqu'à la date de rédaction de ce rapport, ce qui donne 15 campagnes : 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, 30/08/2024, 03/12/2024, 27/02/2025 et 25/05/2025. Ce suivi montre l'évolution du paysage du Cassaïre depuis la mise en route de la pompe solaire. Les photographies des niveaux d'eau prises aux mois de novembre/décembre (Figure 19) et aux mois de février/mars (Figure 11) témoignent de la modification de la capacité de pompage en hiver.



FIGURE 11. LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI DU PAYSAGE SUR LE CASSAÏRE



FIGURE 12. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°1 DU CASSAÏRE AUX MOIS DE NOVEMBRE - DECEMBRE DE 2021 A 2024



FIGURE 13. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°1 DU CASSAÏRE AUX MOIS DE FEVRIER ET MARS DE 2022 A 2025

Suivi photographique des paysages en drone

Il n'y a pas eu de nouvelle campagne de vol depuis le dernier rapport d'activité. Les résultats de ce suivi ont donc déjà été rapportés.

Suivi et contrôle des espèces invasives

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

- 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. Comme en 2023, ces opérations n'ont pas été nécessaires en 2024 à la suite de l'important effort réalisé en 2022. Une prospection a mis en évidence la nécessité d'organiser une petite campagne dans le courant de l'été 2025 en raison du développement d'un nouveau petit herbier.
- 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. Un pied a été arraché sur le Cassaïre en 2024.
- 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. 14 pieds ont été arrachés en 2024.
- 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. En 2024, plusieurs campagnes avaient été organisées avec les équipes de l'ACI des Marais du Vigueirat avec une

contribution du chantier de bénévoles Les Blongios en avril 2024. En 2025, cette opération n'a pas encore été programmée.

- 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 2024. En 2025, la coupe manuelle des Tamaris a été réalisée par un chantier de bénévoles Les Blongios en avril. L'ensemble de la Baisse a été traitée avant que les niveaux d'eau ne baissent de manière à limiter les repousses.



FIGURE 14. CHANTIER DE BENEVOLES LES BLONGIOS POUR LA COUPE MANUELLE DE TAMARIS SUR LE CASSAÏRE EN AVRIL 2025 © D. LAGACHE)

Sensibilisation

Pour rappel, même si cette action n'était pas programmée, il nous paraît intéressant de relayer cet axe fort en synergie avec le projet, 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 2024-2025. Cette année, le CPIE a accueilli 117 élèves dans le cadre des Actions Educatives du Département des Bouches-du-Rhône, de projets-classe zone humide, et d'animations ponctuelles. 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 cinquième année lors de cette année scolaire 2024-2025. Suite à une modification des règles de financement par l'Office Français de la Biodiversité, il était au départ question de poursuivre la collaboration en dehors du label et d'alléger le programme. Cependant, grâce à la mobilisation d'autres ressources financières par le CPIE, le programme d'ATE a pu être réalisé et labellisé. Malgré tout, les financements OFB n'ont pas été attribués. La thématique travaillée cette année a été celle du documentaire autour de la biodiversité du Cassaïre. Un piège photo a été installé sur le site, permettant aux enfants d'utiliser les images obtenues. Ce travail sera présenté le 24 juin 2025 aux Marais du Vigueirat, en présence d'un élu de la Ville d'Arles et des parents des enfants concernés.

Valorisation et communication sur le projet

En 2024, la Tour du Valat avait publié une vidéo de visite virtuelle du marais restauré du Cassaïre[2]. Réalisée à partir d'images de survol par drone, cette vidéo permet de découvrir depuis le ciel ce projet de recréation d'un écosystème méditerranéen typique de la Camargue. En 2025, a été initié le tournage d'une nouvelle vidéo (Figure 15) cette fois centrée sur la biodiversité présente sur le site, et plus particulièrement sur les odonates. Elle mettra en valeur la manière dont la gestion optimisée de l'eau sur le marais a permis de renforcer les populations de libellule. Parmi elles, s'est reproduit avec succès *Lestes macrostigma*, espèce classée « Vulnérable » en PACA et « En danger » en France.
Par ailleurs, a été postée une actu' de la visite sur le site menée par la Tour du Valat avec les étudiant.e.s du Master « Bioingénieur Gestion des Forêts et des Espaces Naturels » de l'université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech (Figure 16 ; https://tourduvalat.org/actualites-projets/visite-gembloux-marais-du-cassaire/).



FIGURE 15. PRISE D'IMAGES D'OISEAUX D'EAU FACE A LA NOUVELLE POMPE INSTALLEE AU CASSAÏRE © P. LAMBRET

[2] https://vimeo.com/949549647?share=copy



FIGURE 16. CAPTURE D'ECRAN DU POST FAISANT SUITE A LA FORMATION DES ETUDIANTS DE GEMBLOUX.

3.1.2. Site Petite Forêt

Travaux d'ingénierie

Réfection du système hydraulique de la Petite Forêt

Après avoir réalisé en 2023 des travaux complémentaires aux travaux prévus initialement au programme, il n'a plus été nécessaire de procéder à de telles opérations en 2024/25.

Amélioration des équipements pastoraux sur La Petite Forêt

L'ensemble des équipements pastoraux prévus dans le cadre du programme ayant été mis en place, il n'a pas été nécessaire de réaliser de nouvelles installations en 2024/25.

Suivis environnementaux et contrôle des espèces invasives

Suivi hydrologique hebdomadaire

Le suivi hebdomadaire des variations de 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 et pour l'hiver 2024-2025, la mise en eau des bassins a eu lien fin novembre et a été arrêtée fin mars avant l'arrivée du troupeau (Figures 17, 18). Tout comme en 2024, la pluviométrie du début d'année 2025 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. L'arrêt des pompages a provoqué une chute brutale des niveaux d'eau et un assec total du site dès la fin avril.

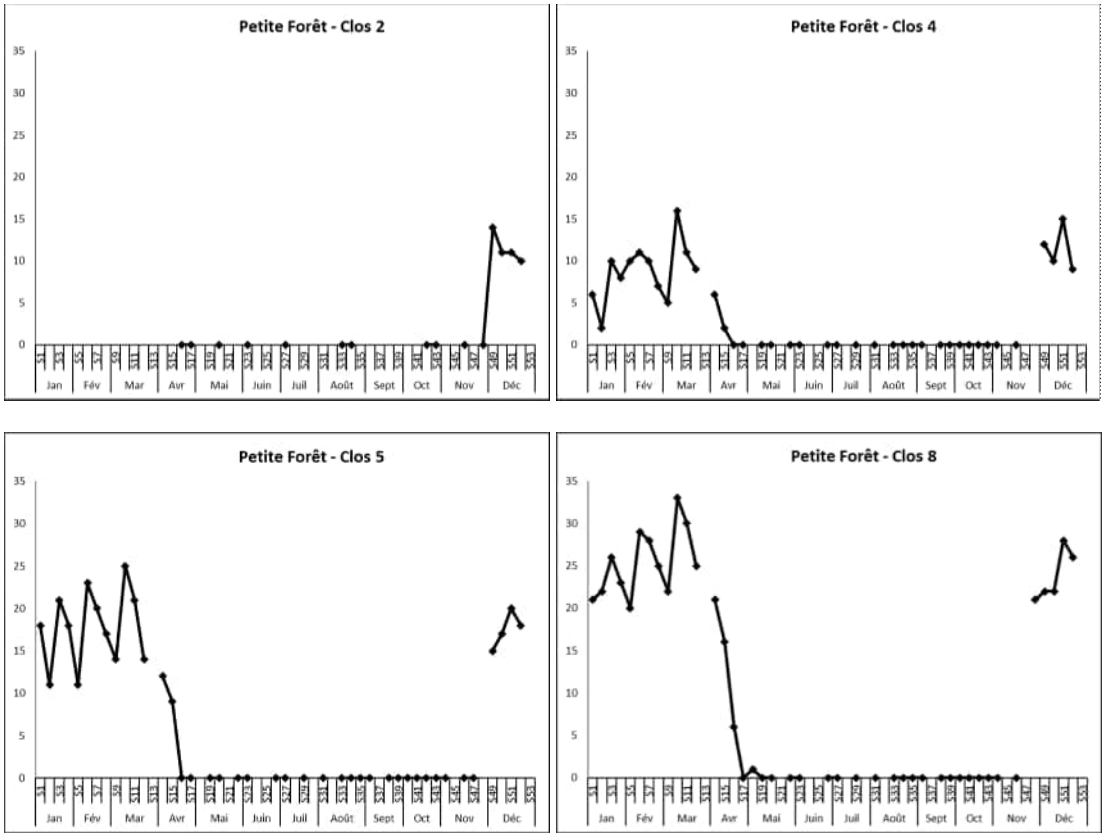
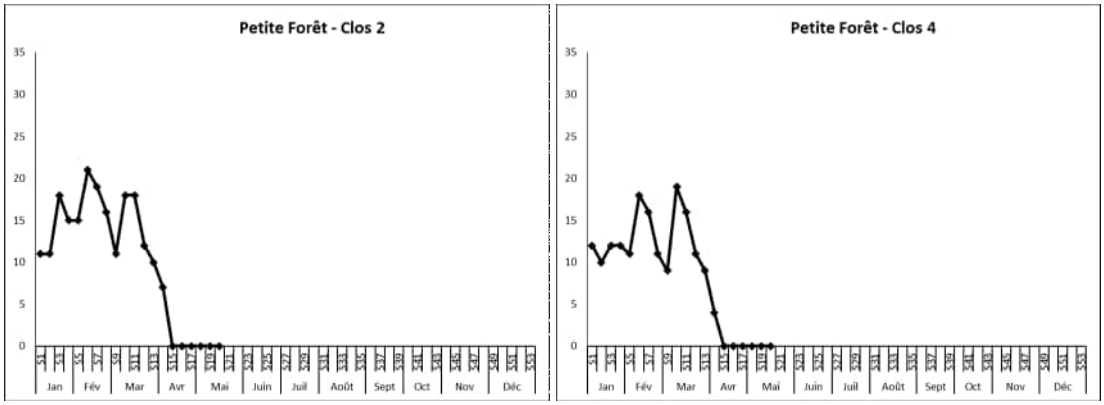


FIGURE 17. VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU SUR LA PETITE FORET EN 2024



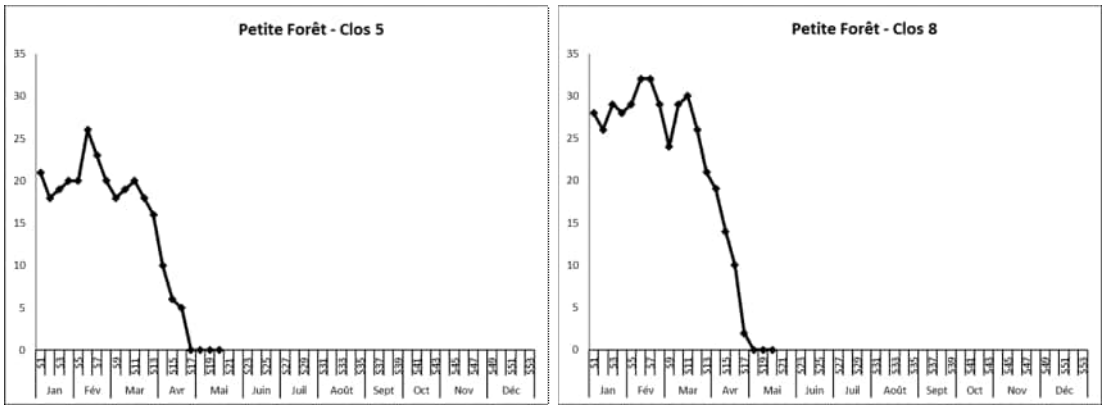


FIGURE 18. VARIATIONS DES NIVEAUX D'EAU SUR LA PETITE FORET DURANT LE 1ER SEMESTRE 2025

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 cours du temps.

a) Suivi sur dates ponctuelles

Toutes les parcelles ont été à nouveau inondées de fin novembre à mi-avril (Figure 26), afin de continuer à contrôler les reprises de Baccharis.

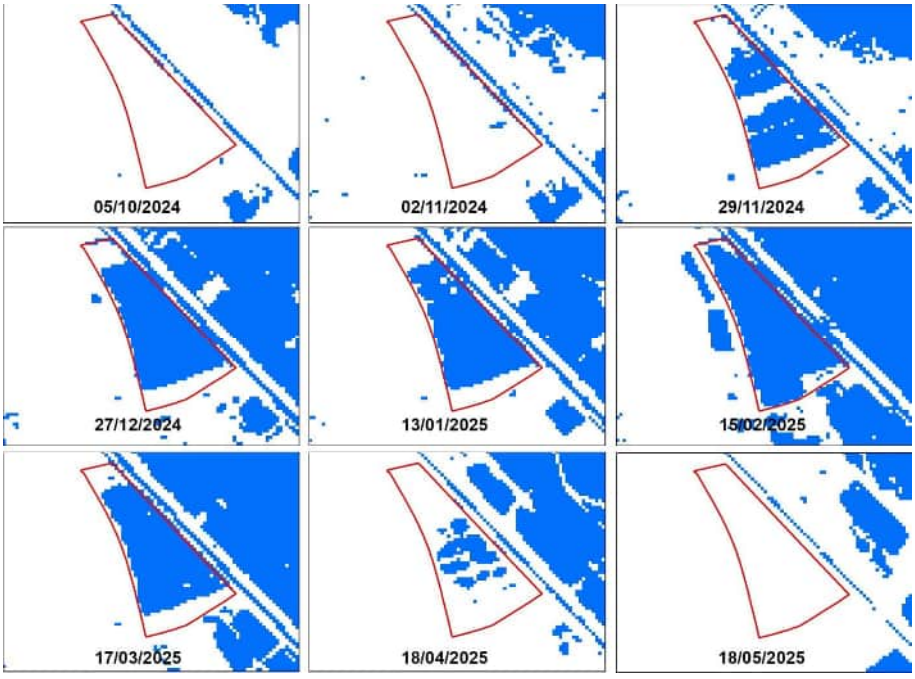


FIGURE 19. EVOLUTION MENSUELLE DES SUPERFICIES INONDEES SUR LA PETITE FORET ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 D'OCTOBRE 2024 A MAI 2025.

a) Calcul d'hydropériodes saisonnières

A partir d'une série temporelle de dates, on peut estimer des hydropériodes saisonnières (nombre de jours d'inondation/total). Les parcelles ont montré une nouvelle fois une inondation conséquente sur leur ensemble, avec 120 à 150 jours d'inondation (Figure 20).

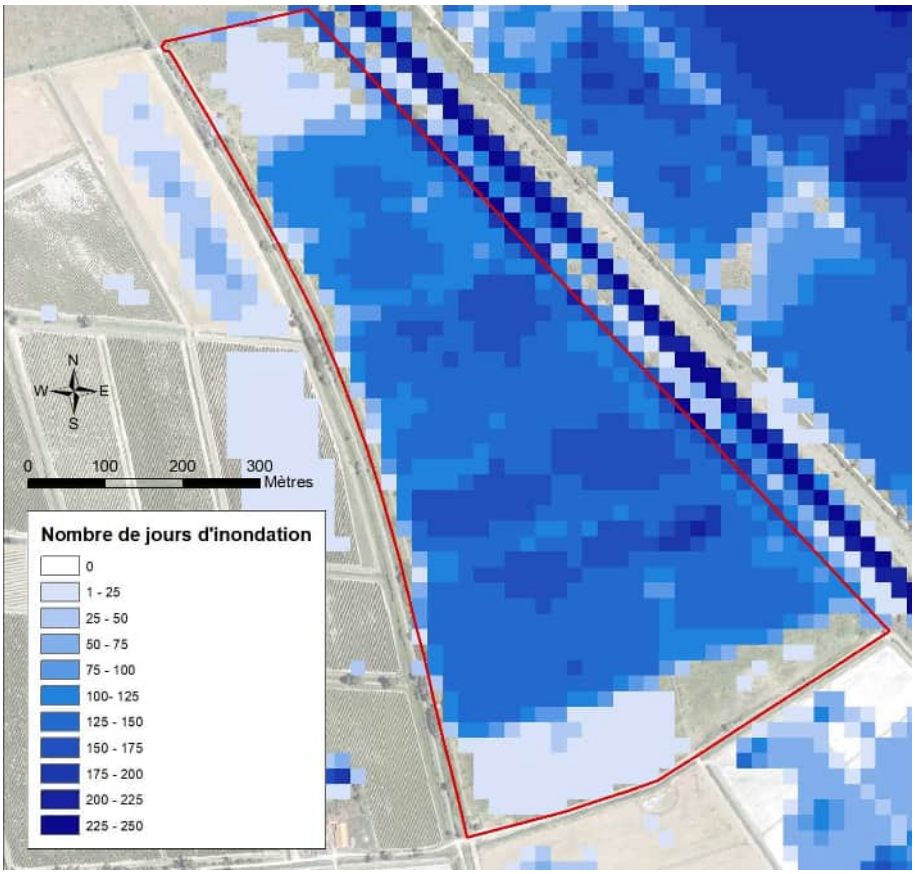


FIGURE 20. HYDROPERIODE SAISONNIERE DE LA PETITE FORET ESTIMEE PAR APPLICATION DE L'INDICE WIW SUR LES IMAGES SENTINEL-2 DU 10 SEPTEMBRE 2024 AU 18 MAI 2025 (NOMBRE DE JOURS D'INONDATION, SUR UN TOTAL DE 255 JOURS).

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 depuis. 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. De juin à décembre 2024, deux pieds d'Herbe de la Pampa et 659 pieds de Séneçon en arbre ont été arrachés manuellement par l'équipe en charge de la conservation du site et le chantier d'insertion. D'autres campagnes d'arrachage ont été réalisées en 2025, mais le bilan n'a pas encore été réalisé à la date de rédaction de ce rapport. Ces résultats montrent que la solution employée (broyeur + inondation + pâturage) fonctionne bien, mais que la vigilance et la gestion des espaces n'ayant pas été soumis à ces trois pressions doivent être constantes.

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. Le troupeau a été retiré du site entre le 14 et le 20 novembre 2024.

En 2025, le troupeau composé de 30 vaches et 22 veaux a regagné la Petite Forêt le 5 avril et y est toujours présent à la date de rédaction de ce rapport. Le renouvellement prochain de la convention pastorale sera l'occasion d'officialiser ce partenariat qui était considéré, jusqu'à présent, comme expérimental.

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 (Figure 21). Parallèlement, quatre zones contigües aux exclos et de la même superficie que ces derniers (25 m^2) ont été définies afin de pouvoir comparer la végétation protégée du pâturage et la végétation soumise à la pression de pâturage, avec une attention particulière sur le Séneçon en arbre. Dans chaque exclos (non pâturé) et chaque zone (pâturée), les types principaux de végétation et leur recouvrement ont été notés lors de chaque session de suivi. Ce suivi a été réalisé lors de trois sessions en 2024 : le 22 juin, le 8 juillet et le 23 novembre (après la sortie des vaches).



FIGURE 21. LOCALISATION DES EXCLOS DE PATURAGE SUR LA PETITE FORET



FIGURE 22. EXCLOS DE PATURAGE N°9 SUR LA PETITE FORET EN 2024

Clos n°3

Cette parcelle est située au nord de la Petite Foret (Figure 21). La topographie étant plus haute que les parcelles du sud, elle présente une végétation dominante de type prés salés méditerranéen (Saladelle sp., Jonc piquant, *etc*. ; Tableau 4) et également du Tamaris. Les vaches ne sont arrivées sur ce clos qu'à la fin de la saison. Aucun pied de Séneçon en arbre n'a été trouvé dans et en dehors de cet exclos durant le suivi alors que de petits pieds étaient présents en dedans et en dehors lors du dernier passage de 2023. Il est probable que le pâturage et l'inondation hivernale 2023/2024 aient eu un impact sur le développement des individus.

TABLEAU 4. RESULTATS DU SUIVI DE LA VEGETATION A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DE L'EXCLOS DU CLOS N°3 EN 2024

					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	02/06/2024	Exlos	100		40				20	40			Végétation de Prés salés méditerranéens
	02/06/2024	Extérieur	75		30	60				10			Végétation de Prés salés méditerranéens
2	08/07/2024	Exlos	100		15	20			35	30	0		Végétation de Prés salés méditerranéens
	08/07/2024	Extérieur	90		20	70				10			Végétation de Prés salés méditerranéens
3	23/11/2024	Exlos	100			20			30	50	0		Végétation de Prés salés méditerranéens
	23/11/2024	Extérieur	60		35	50				15	0		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* (Tableau 5). Les vaches Aubrac ont eu accès à cette parcelle en milieu de saison, à partir du 15 juillet i.e. après la deuxième session de suivi de la végétation. Contrairement à l'an dernier, des premiers individus apparaissent dès le deuxième passage et sont encore présents au dernier passage même si l'on observe un effet marqué du pâturage à l'extérieur de l'exclos, de 75 pieds le 8 juillet à 10 pieds le 23 novembre avec un impact

certain sur les individus (pas de graines) alors qu'une augmentation est notée à l'intérieur. En 2023, bien que peu de pieds aient été trouvés, de la repousse de graines avait été constatée ailleurs dans le clos. Il sera intéressant de poursuivre ce suivi sur une 3e année pour confirmer ou non cette évolution du Séneçon en arbre. On notera également la présence de Lampourde d'Italie, autre espèce envahissante qui, dans de bonnes conditions, peut rapidement coloniser ces parcelles.

TABLEAU 5. RESULTATS DU SUIVI DE LA VEGETATION A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DE L'EXCLOS DU CLOS N°5 EN 2024

					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	[illegible]	Exlos	[illegible]		[illegible]					[illegible]			
	02/06/2024	Extérieur	80		85		5			10			
2	08/07/2024	Exlos	100	1	95		4			5	2	5	Reprise de graines de Senecon en arbre et présence de Lampourde d'Italie
	08/07/2024	Extérieur	95	10	65		25				75	10	Reprise de graines de Senecon en arbre et présence de Lampourde d'Italie
3	23/11/2024	Exlos	100	1	70		2	2		25	19	15	Reprise de graines de Senecon en arbre et présence de Lampourde d'Italie
	23/11/2024	Extérieur	90	1	75					25	10	10	Reprise de graines de Senecon en arbre et présence de Lampourde d'Italie

Clos n°7

Comme pour le clos n°5, la végétation dominante observée a été le Roseau commun (Tableau 6), en raison d'une inondation printanière tardive, mais a été également notée une présence importante de Carex à l'intérieur de l'exclos, au moins en début et milieu de saison. Cette parcelle a été pâturée très tôt en saison. On observe une présence plus importante de Sénéçon en arbre dans l'exclos par rapport à l'extérieur. Contrairement à 2023, cette espèce est présente dès le premier passage à l'intérieur de l'exclos (13 pieds de 50 cm). Toutefois, on note un impact du pâturage et/ou de l'inondation hivernale puisqu'aucun pied n'était présent à l'extérieur de l'enclos contrairement à 2023 aux cours des deux dernières sessions. On notera aussi que les pieds à l'intérieur de l'enclos étaient plus haut que l'an dernier, jusqu'à 1 m en novembre contre un maximum de 20 cm de haut en novembre 2023.

TABLEAU 6. RESULTATS DU SUIVI DE LA VEGETATION A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DE L'EXCLOS DU CLOS N°7 EN 2024

				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	02/06/2024	Exlos	100	5	45		50				13	50	
	02/06/2024	Extérieur	70		90	5							
2	08/07/2024	Exlos	100	<5	40		25				10	70	
	08/07/2024	Extérieur	90	0	50						0		
3	23/11/2024	Exlos	100	10	15			5			30	100	
	23/11/2024	Extérieur	80	0	70						0		

Clos n°9

La végétation dominante de la parcelle est la Fétuque sp. ainsi que la Ronce (Tableau 7). On note aussi un peu de Roseau dans l'exclos. Ce clos a été pâturé dès le début de saison, même lors de l'état zéro. Le Séneçon en arbre est présent dès le début de saison dans et en dehors de l'enclos mais en nombre beaucoup plus important à l'intérieur de l'enceinte clôturée (112 pieds de 50 cm). A l'intérieur de l'exclos, ce nombre va d'abord augmenter (150 pieds) puis diminuer en fin de saison avec 70 individus dénombrés pour une hauteur maximum de 150 cm. Ce phénomène est peut-être dû à une compétition interspécifique liée à un espace réduit. A l'extérieur, l'impact du pâturage est remarquable sur ce clos et trois individus seulement ont été notés en dehors de l'enclos avec une hauteur maximum de 20 cm. Au contraire de l'enclos, aucune graine n'a été produite par ces individus en raison du pâturage des parties hautes de la plante par les bovins. Tous les pieds présents dans l'enclos ont été taillés à la fin de l'expérimentation.

TABLEAU 7. RESULTATS DU SUIVI DE LA VEGETATION A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DE L'EXCLOS DU CLOS N°9 EN 2024

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
Exlos	100	20	25					55	112	50	
Extérieur	90	1				15		85	3	20	
Exlos	100	35	15					50	150	100	
Extérieur	100	1				20		79	3	20	
Exlos	100	50	15					35	70	150	
Extérieur	90	<1				20		90	3	20	

Suivi des reptiles

Sur la Petite Forêt, le suivi des reptiles est réalisé dans les mêmes conditions que sur le Cassaïre. Le suivi a été repris en 2025 mais les données n'ont pas été traitées à la date de rédaction de ce rapport.

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 : 29/092024, 14/10/2024, 15/11/2024, 18/12/2024, 16/01/2025, 13/02/2025. L'absence d'oiseaux d'eau pour les mois de septembre à novembre (Tableau 8) s'explique par la mise en eau tardive de ce site. Dans la suite de la saison la faiblesse des niveaux d'eau semble plus favorable aux limicoles qu'aux anatidés et aux laridés.

TABLEAU 8. DENOMBREMENTS MENSUELS DES OISEAUX D'EAU HIVERNANTS SUR LA PETITE FORET DURANT L'HIVER 2024-2025

	20/09/24	14/10/24	15/11/24	18/12/24	16/01/25	13/02/25
Aigrette garzette					1	
Héron garde-boeuf	3					
Cygne tuberculé				2	2	2
Mouette rieuse				2		
Vanneau huppé					5	
Bécassine des marais					10	

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. Le protocole prévoit le suivi de deux points d'écoute sur la Petite Forêt (Figure 23). Entre 2023 et 2024, on note une forte diminution du nombre d'espèces avec 10 espèces contactées en 2024 contre 21 en 2023 (Tableau 9), 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. Le suivi reconduit en 2025 (les 12 avril et 9 mai) a permis de contacter 43 espèces dont 15 nicheuses, nombre le plus important depuis le début du suivi. Cette diversité spécifique, que les espèces soient nicheuses ou non, peut confirmer l'hypothèse d'une météo très défavorable en 2024. Elle montre aussi l'effet favorable de la restauration et de la gestion actuelle de ce site qui ne présentait que peu d'intérêt ornithologique au démarrage du projet.

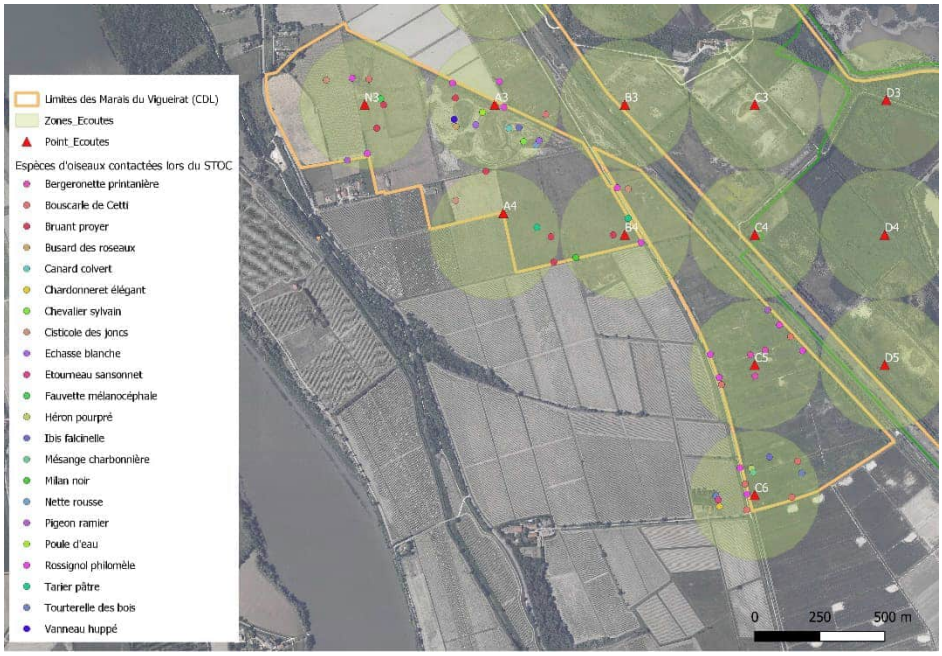


FIGURE 23. CARTOGRAPHIE DES POINTS D'ECOUTE REALISES DANS LE CADRE DU PROTOCOLE STOC-EPS SUR LE CASSAÏRE ET LA PETITE FORET EN 2024

TABLEAU 9. LISTE DES ESPECES CONTACTEES LORS DU SUIVI DES OISEAUX NICHEURS SUR LA PETITE FORET DE 2021 A 2025

Espèces	2021	2023	2024	2025
Aigrette garzette		✓		✓
Alouette des champs	✓			
Bergeronnette printanière		✓	✓	✓
Bihoreau gris				✓
Bouscarle de Cetti	✓	✓	✓	✓
Bruant proyer				✓
Canard chipeau	✓			✓
Canard colvert		✓		✓
Chardonneret élégant			✓	
Chevalier culblanc		✓		
Chevalier sylvain		✓		
Cigogne blanche				✓
Cisticole des joncs	✓	✓		✓
Couchas des tours				✓
Cochevis huppé		✓		✓
Corneille noire				✓
Coucou geai	✓			
Coucou gris	✓			✓
Crabier chevelu				✓
Cygne tuberculé				✓
Echasse blanche		✓		
Etourneau sansonnet	✓		✓	✓
Faisan de Colchide	✓	✓		✓
Fauvette à tête noire	✓	✓		
Fauvette mélanocéphale	✓	✓		✓
Foulque macroule				✓
Goéland leucophée				✓
Grand cormoran				✓
Grande aigrette				✓
Guêpier d'Europe		✓		✓
Héron cendré				✓
Héron garde-boeuf				✓
Héron pourpré			✓	
Hirondelle rustique		✓		
Huppe fasciée				✓
Hypolaïs polyglotte	✓			✓

Espèces	2021	2023	2024	2025
Ibis falcinelle		✓	✓	✓
Mésange charbonnière	✓		✓	
Milan noir				✓
Mouette mélanocéphale				✓
Mouette rieuse				✓
Oedicnème criard				✓
Phragmite des joncs				✓
Pie bavarde	✓			✓
Pigeon ramier			✓	
Pinson des arbres		✓		
Pipit spioncelle		✓		
Poule d'eau				✓
Râle d'eau				✓
Rollier d'Europe				✓
Rossignol philomèle	✓	✓	✓	✓
Rouge-queue à front blanc	✓			
Spatule blanche				✓
Sterne hansel				✓
Tadorne de Belon		✓		
Tarier pâtre	✓			✓
Tourterelle des bois	✓	✓	✓	✓
Vanneau huppé		✓		✓
Verdier d'Europe				✓

Suivi des lagomorphes

Comme sur le Cassaïre, ce suivi a été réalisé les 17, 18 et 19 février 2025 et aucun individu n'a été vu à ces dates. En revanche, deux lièvres ont été vus le 16 juin 2024 et un autre le 23 novembre de la même année, attestant de la présence du Lièvre d'Europe et/ou du Lièvre ibérique sur le site.

Autres informations complémentaires sur la faune

Quelques autres observations de faune sont intéressantes à citer :

- Un individu de Pachyure étrusque *Suncus etruscus* a été observé le 06/03/2025 sous une plaque permettant le suivi des reptiles : c'est le plus petit mammifère d'Europe.
- 1ère observation de la Couleuvre d'esculape *Zamenis longissimus* en 2024.
- Une femelle adulte de Cistude d'Europe *Emys orbicularis* a été observée sur la Petite Forêt en avril 2025.
- Concernant les oiseaux, quelques rapaces ont été observés sur la Petite Forêt comme le Faucon Hoberea, *Falco subbuteo*, la Bondrée apivor, *Pernis apivorus*, ou le Busard Saint Marti, *Circus cyaneus*. En 2025, un Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus*, a été observé.

Suivi photographique au sol des paysages

Tout comme pour le Cassaïre, le suivi photographique saisonnier des paysages a démarré le 24 novembre 2021 sur quatre points à la Petite Forêt, et a été poursuivi conformément au protocole quatre fois par an jusqu'à la date de rédaction de ce rapport, ce qui donne 15 campagnes : 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, 30/08/2024, 03/12/2024, 27/02/2025 et 25/05/2025. Ce suivi 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 (Figures 25, 26). Les photographies prises aux mois de février et mars illustrent l'inondation hivernale mise en place lors des hivers 2022-2023, 2023-2024 et 2024-2025. Les photographies prises en mai 2023, 2024 et 2025 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 2025, la pression de pâturage n'étant certainement pas assez forte dans ce clos pour maintenir seulement une strate herbacée. Ce

phénomène a été géré en 2025 grâce au passage des vaches plus précoce dans la saison que l'année précédente.

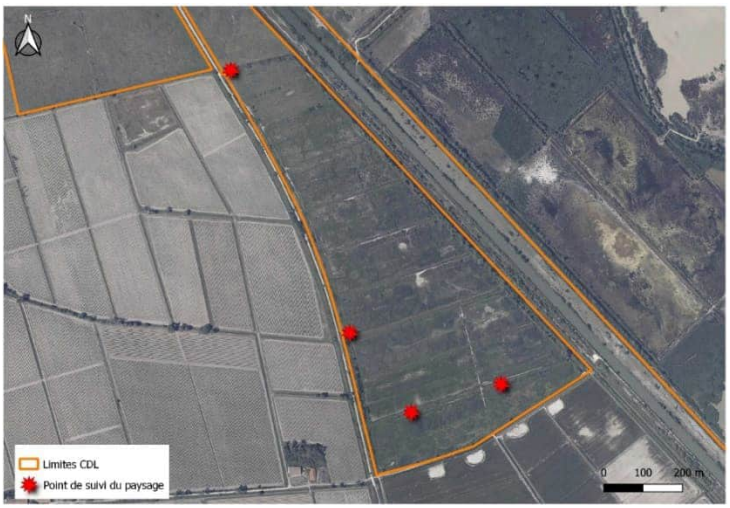


FIGURE 24. LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI DU PAYSAGE SUR LA PETITE FORET

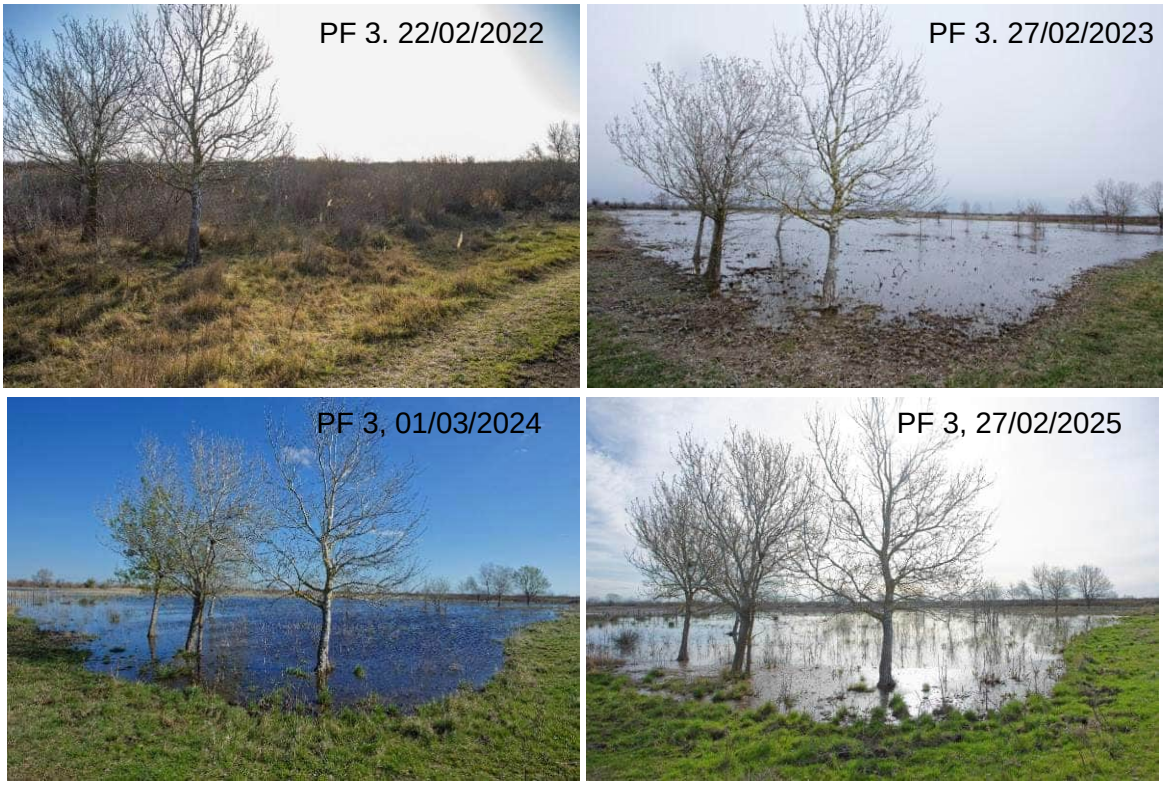


FIGURE 25. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°3 DE LA PETITE FORET AUX MOIS DE FEVRIER ET MARS DE 2022 A 2025

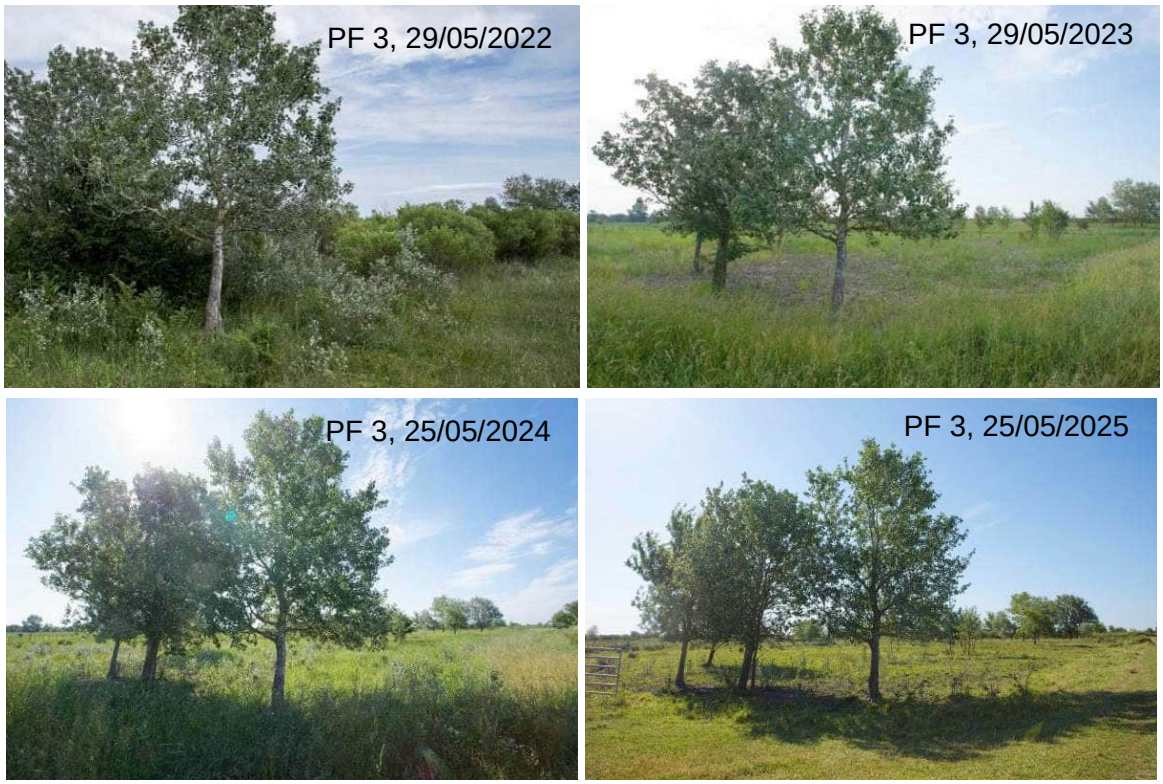


FIGURE 26. EVOLUTION DU PAYSAGE SUR LE POINT N°3 DE LA PETITE FORET AU MOIS DE MAI DE 2022 A 2025

Suivi photographique des paysages en drone

Il n'y a pas eu de nouvelle campagne de vol depuis le derniers rapport d'activité. Les résultats de ce suivi ont donc déjà été rapportés.

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

La dynamique de restauration d'habitat en faveur de *L. macrostigma* a été maintenue. Cela s'est concrétisé par la réalisation en 2024 de travaux sur le site « Olive » des Grandes Cabanes du Vaccarès qui ont permis la mise en place d'une gestion hydraulique favorable à l'espèce, débouchant sur l'émergence de centaines d'adultes de *L. macrostigma* en 2025. La Tour du Valat a pu réaliser des études préliminaires aux travaux sur deux sites des Étangs et Marais des Salins de Camargue et le projet suit son cours comme prévu (financement Fondation Crédit Mutuel).

L'animation nationale du groupe de travail *L. macrostigma* a été poursuivie. Elle s'est traduite par la tenue des premières rencontres nationales du groupe à Noirmoutier les 18 et 19 octobre 2024. Ces rencontres ont réuni 25 personnes essentiellement impliquées sur les sites à *L. macrostigma* de la façade atlantique (Vendée & Charente-Maritime) : gestionnaires & association (LPO, CEN, Gretia), communautés de communes, département, saliniers… Des visites de terrain ont donné lieu à des discussions fructueuses. Plusieurs présentations ont été données en salle, dont celle faisant suite à la soutenance de thèse sur l'écologie de l'espèce : « Conservation de *Lestes macrostigma* : de la science à la gestion/restauration ». Celle-ci a également été donnée pour les acteurs de la façade méditerranéenne le 6 mars 2025 (Figure 27). Les prochaines rencontres nationales auront lieu les 5 et 6 novembre 2025, cette fois en Camargue. Le protocole national de suivi et d'évaluation de l'état de

conservation des populations de l'espèce est toujours en discussion (et n'a donc toujours pas été validé), en raison de divergences de points de vue quant aux possibilités d'intégrer ce protocole spécifique dans des protocoles de suivi plurispécifiques déjà existant (Suivi temporel des libellules de Vigie Nature, application 15-min counts, principalement). Il a donc été décidé de demander aux acteurs de terrain d'utiliser la saison 2025 afin d'effectuer différents tests et ainsi de pouvoir décider des outils à utiliser pour le suivi de cette espèce particulière. Les discussions reprendront en septembre 2025.

En 2025, nous avons pu modéliser la dynamique de *L. macrostigma* en Camargue, en explorant les liens spatiaux et temporels entre les populations, ainsi que le rôle des conditions hydrologiques. Cette problématique a été adressée dans le cadre d'un stage de Master 2. Ce travail a permis d'identifier les sites clés pour la conservation de *L. macrostigma* en Camargue (dont la RNR de la TdV) et d'identifier la gestion de l'eau comme un facteur déterminant, notamment dans le cadre des changements climatiques. Ce travail, une fois terminé, devrait constituer le premier chapitre d'une thèse actuellement en cours de montage (2026-28). Les deux chapitres suivant consisteront à : (1) déterminer si la création (restauration) de mares temporaires, en utilisant *L. macrostigma* comme étendard, et si la gestion hydraulique de mares temporaires ciblant *L. macrostigma*, sont des actions suffisantes pour voir s'exprimer une biodiversité (plantes et leurs virus, insectes aquatiques, amphibiens) comparable à celle de mares de référence abritant *L. macrostigma*. ; (2) prédire à l'échelle nationale quels seront les besoins et les possibilités de restauration, de création et de gestion hydraulique afin d'assurer la conservation de *L. macrostigma* dans le cadre des changements globaux, notamment climatiques.

Fabien Mazzocco, réalisateur de L'appel des libellules[3], est venu les 22 & 23 mai à la Tour du Valat afin de tourner des images sur *L. macrostigma* qui ont servi à la réalisation d'un des cinq court-métrages de promotion du PNA en faveur des libellules, visible ici : https://www.youtube.com/watch?v=SFC8TL9Zb1A.

L'utilisation de *Somatochlora alpestris* & *S. arctica* comme espèces étendards pour la restauration de zones humides d'altitude (en utilisant notamment le « désempoissonnement ») à contribuer à la révision de l'APPB des lacs du col bas (Alpes-de-Haute-Provence) lors d'une séance réunissant divers protagonistes et usagers et présidée par le sous-préfet de Barcelonnette. Le dialogue étant renoué entre fédération de pêche et naturaliste, le Groupe de travail dédié va pouvoir se décliner au niveau régional.

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



FIGURE 27. PRESENTATION LE 6 MARS 2025 A LA TOUR DU VALAT DE LA CONFERENCE « CONSERVATION DE LESTES MACROSTIGMA : DE LA SCIENCE A LA GESTION/RESTAURATION ».

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

Projet COLAGANG

Le projet COLAGANG a débuté en octobre 2021. Son état d'avancement est présenté en 2 parties : (i) le suivi télémétrique RFID, et (ii) le suivi télémétrique acoustique des déplacements d'anguilles à l'intérieur du système lagunaire du Vaccarès.

Suivi télémétrique RFID

Les six stations RFID fixes installées ou renforcées dans le cadre du projet COLAGANG (Figure 28) sont régulièrement vérifiés leur état de fonctionnement.

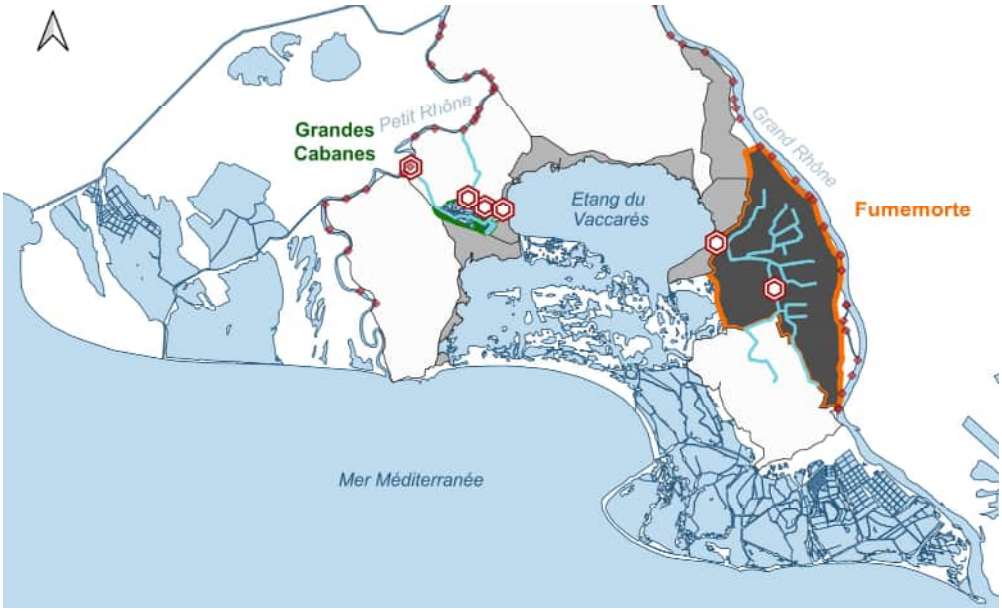


FIGURE 28 : LOCALISATION DES STATIONS RFID FIXES POUR LE BASSIN DES GRANDES CABANES ET LE BASSIN DU FUMEMORTE.

VEILLE DE L'ETAT DE FONCTIONNEMENT

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 à un pas de temps fixé. 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 (Figure 29).

L'étude des marker-tags permet d'informer sur le fonctionnement des antennes en continu dans le temps. Les marker-tags sont configurés afin d'émettre un signal toutes les 30 minutes. Si une antenne fonctionne correctement, elle doit détecter 48 détections de son marker-tag par jour. Pour chaque antenne possédant un marker-tag, une analyse standardisée du nombre de détections attendues sur le nombre de détections observées a permis d'identifier les périodes où l'antenne présente un dysfonctionnement. Les antennes installées dans le canal du Fumemorte sont toutes munies d'un marker-tag. En revanche, dans le domaine des Grandes Cabanes Sud du Vaccarès, une antenne de la station Petit Rhône, configurée en double rideaux, n'est pas été munie de marker-tag.

Le test dit de « la perche » permet d'estimer la portée de détection de chaque antenne (Figure 29). 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. Ce test permet d'obtenir une information spatiale qui est complémentaire à l'étude des marker-tags afin d'étudier le fonctionnement des stations. Nécessitant une intervention manuelle, ce test a été réalisé de manière intermittente. Cependant, depuis 2022, pour les stations du bassin du Fumemorte, globalement le test est effectué de manière hebdomadaire. Sur le site des Grandes Cabanes Sud, les tests de portée de détection des stations d'Ivrognes et de Pompe n'ont pas été réalisés et ceux des stations de Vaccarès et Petit Rhône ont été réalisés de manière éparse, par manque de moyen humain et en raison de problèmes d'accessibilité (niveau d'eau trop important).



FIGURE 29. MESURE DE LA PORTEE DE DETECTION AU NIVEAU DE LA STATION AVALE DU CANAL DU FUMEMORTE

La probabilité de détection d'une anguille par une antenne dépend d'un grand nombre de facteurs (par exemple, l'orientation de l'anguille au moment du passage, son positionnement dans la colonne d'eau, des interférences avec des éléments métalliques, etc.). Par antenne, les détections des marker-tags et les distances de portée de détection n'étaient pas corrélées, ni à la détection des anguilles (test de corrélation de Pearson réalisé pour chaque antenne, $r<0.7$, Figure 30).

Un dysfonctionnement du marker-tag a été identifiée pour la station du Vaccarès durant le printemps 2025. Ce marker-tag a donc été retiré afin de limiter les interférences entre les détections des anguilles et celles du marker-tag.

À la suite du protocole de mars 2023, des différences entre les portées de détection réalisées en surface et sur le fond ont été mises en évidence. Afin de comprendre les variations de ces portées en fonction de variables environnementales telles que la salinité, une réflexion a été engagée pour

adapter ce protocole. Au lieu de réaliser des tests manuels, des marker-tags pourraient être installés à une distance et hauteur connue des antennes. En effet, la détection de ce marker-tag permettrait d'identifier les potentiels dysfonctionnements des antennes au cours du temps en incluant une information spatiale. L'étude des variables environnementales telles que le niveau d'eau ou la salinité du milieu connu pour influencer la technologie RFID permettrait de mieux comprendre le fonctionnement des antennes.

Bien que la portée de détection n'informe pas sur la probabilité de détection de l'anguille au moment du franchissement de la station RFID, elle nous renseigne sur le fonctionnement des antennes et permet ainsi d'apporter des éléments de compréhension sur l'étude des déplacements des anguilles au cours du temps. En particulier, lorsque la détection des anguilles est faible à une période donnée et que la portée de détection est également faible, cela renforce l'idée d'une mauvaise détection des anguilles causée par un dysfonctionnement de l'antenne.

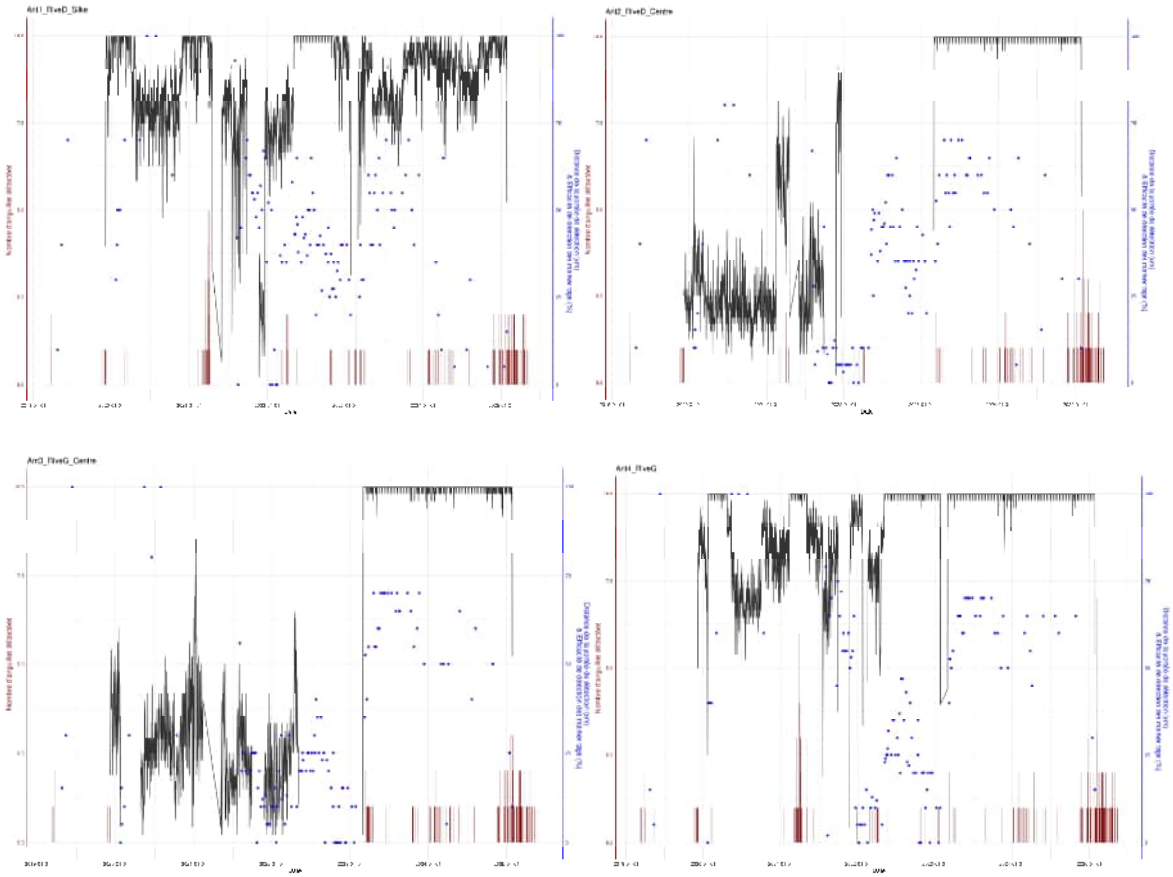


FIGURE 30. NOMBRE D'ANGUILLES DETECTEES (EN ROUGE) ET EFFICACITE DE DETECTION DES MARKER TAGS (EN NOIR), ET PORTEE DE DETECTION OBTENUE MANUELLEMENT (EN BLEU) AU COURS DU TEMPS POUR LES 4 ANTENNES DE LA STATION RFID DU FUMEMORTE AVAL DEPUIS 2019

ECHANTILLONNAGE

La capture d'anguilles est réalisée à travers des campagnes de pêche scientifique qui bénéficient d'autorisations 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 mais aussi, 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 31). A chaque site de pose, deux verveux sont placés côte-à-côte (Figure 31) 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 fermée par un cœur de 3 verveux (Figure 31).

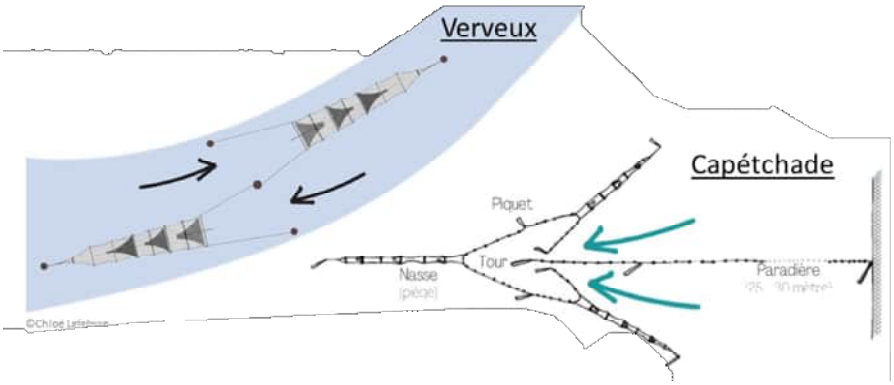


FIGURE 31 : ILLUSTRATION DES FILETS UTILISES POUR LA CAPTURE DES ANGUILLES

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 32 et Figure 33). Entre octobre et avril, davantage de stations sont équipés pendant au moins une semaine supplémentaire de manière à optimiser la capture des anguilles (Figure 32).

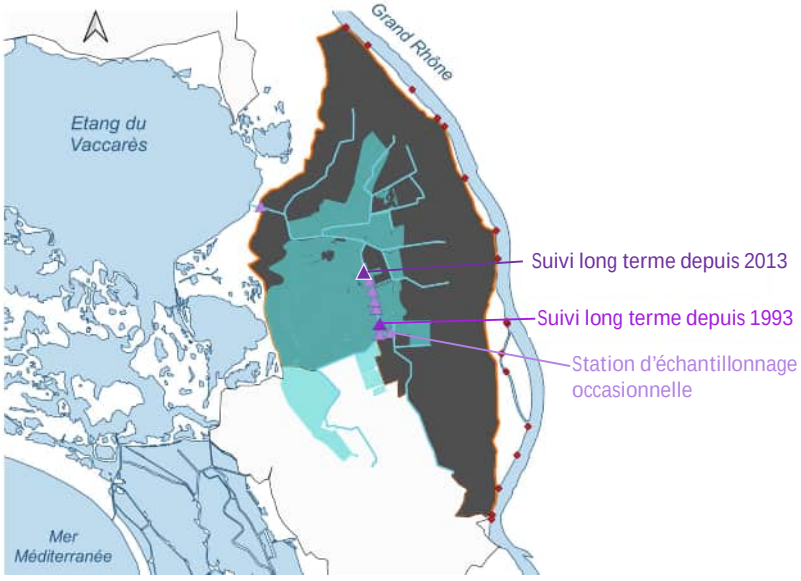


FIGURE 32 : LOCALISATION DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE POUR LE MARQUAGE RFID DES ANGUILLES DE PLUS DE 30 CM. LA ZONE TURQUOISE REPRESENTE LE DOMAINE DE LA TOUR DU VALAT.

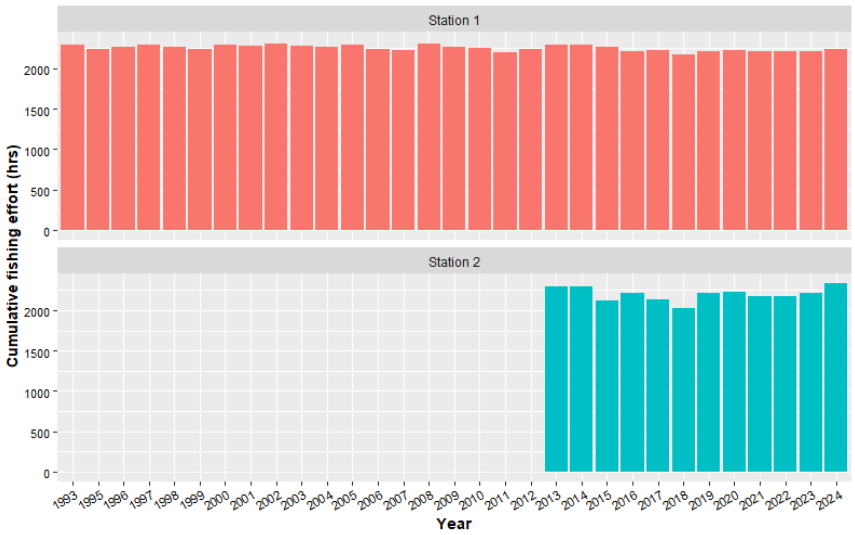


FIGURE 33 : EFFORT DE PECHE CORRESPONDANT AUX DEUX STATIONS SUIVIES SUR LE LONG TERME DEPUIS 1993 POUR LA STATION 1 ET DEPUIS 2013 POUR LA STATION 2.

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 34). 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 pratiquée pour éviter le dérangement. Les sites de « Tortue canal » et de « Berezina Tortue » sont échantillonnés 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 » et « Pompe Sigoulette » correspondent à des bras étroits du grand marais et ont été équipés seulement d'un verveux ouvert vers le marais, tout comme le site « Costières » du marais de Costières.

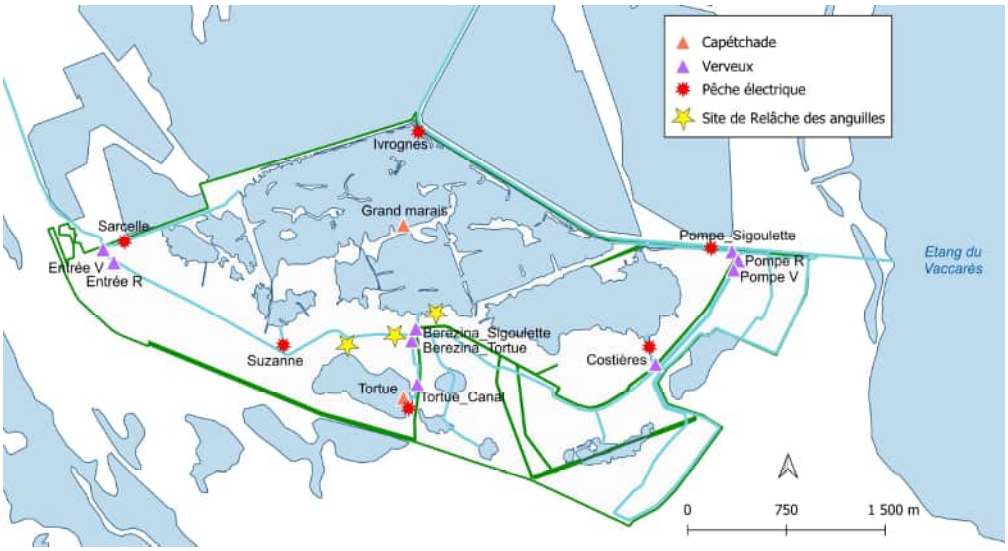


FIGURE 34 : LOCALISATION DES SITES DE CAPTURE ET DE RELACHE DES ANGUILLES EN FONCTION DE LA METHODE UTILISEE (VERVEUX, CAPETCHADE OU PECHE ELECTRIQUE)

La plupart des relevés de filets ont été validés (96.5%, Figure 35). Les quelques relèves non validées correspondent à des filets troués ou torsadés.

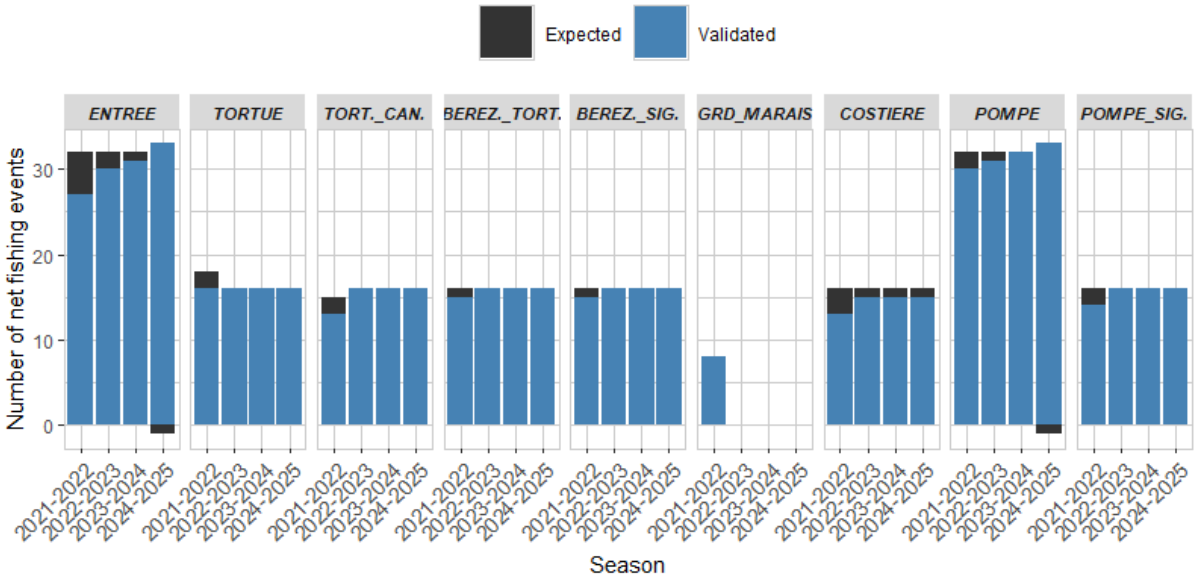


FIGURE 35 : NOMBRE DE RELEVES DE FILET PAR STATION ET ANNEE DU SUIVI EFFECTIVES PAR RAPPORT AU NOMBRE PREVU REALISEES AUX GRANDES CABANES

CAPTURES A LA PECHE ELECTRIQUE

Uniquement aux Grandes Cabanes, lors de la journée de pose des filets (le lundi), plusieurs sites sont échantillonnés en pêche électrique par des agents habilités de l'OFB du service régional connaissance Sud-PACA et du service départemental des Bouches-du-Rhône (Figure 36). 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 OFB habilitée.

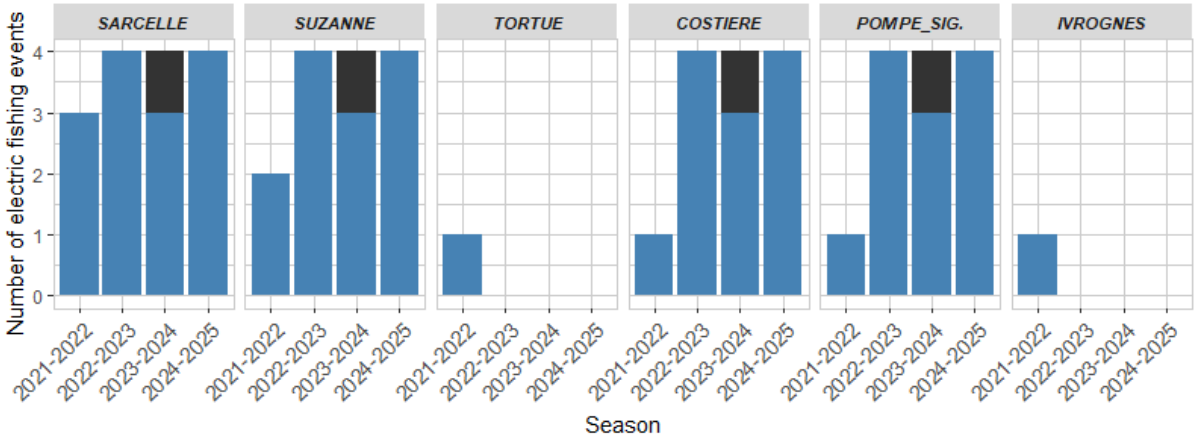


FIGURE 36 : NOMBRE DE PECHES ELECTRIQUES REALISEES PAR STATION ET ANNEE DE SUIVI

INVENTAIRE DES ESPECES CAPTUREES

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.

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). Pour éviter les erreurs d'identification, les mugilidés et les brèmes capturés sont 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 37 et Figure 38). 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 davantage inventoriées au printemps (mars-avril), au début 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, neuf espèces de crustacés ont également été capturées, dont 6 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 en revanche 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, notamment sur la station de Berezina Sigoulette.

L'anguille, espèce catadrome, a toujours été capturée aux stations d'échantillonnage des Grandes Cabanes, mais tous les mois à la station du Fume 1 dans le canal du Fumemorte. L'alose feinte méditerranéenne (*Alosa agone*), espèce anadrome, a été ponctuellement détectée dans les deux bassins, uniquement à l'automne (octobre-novembre, Figure 37).

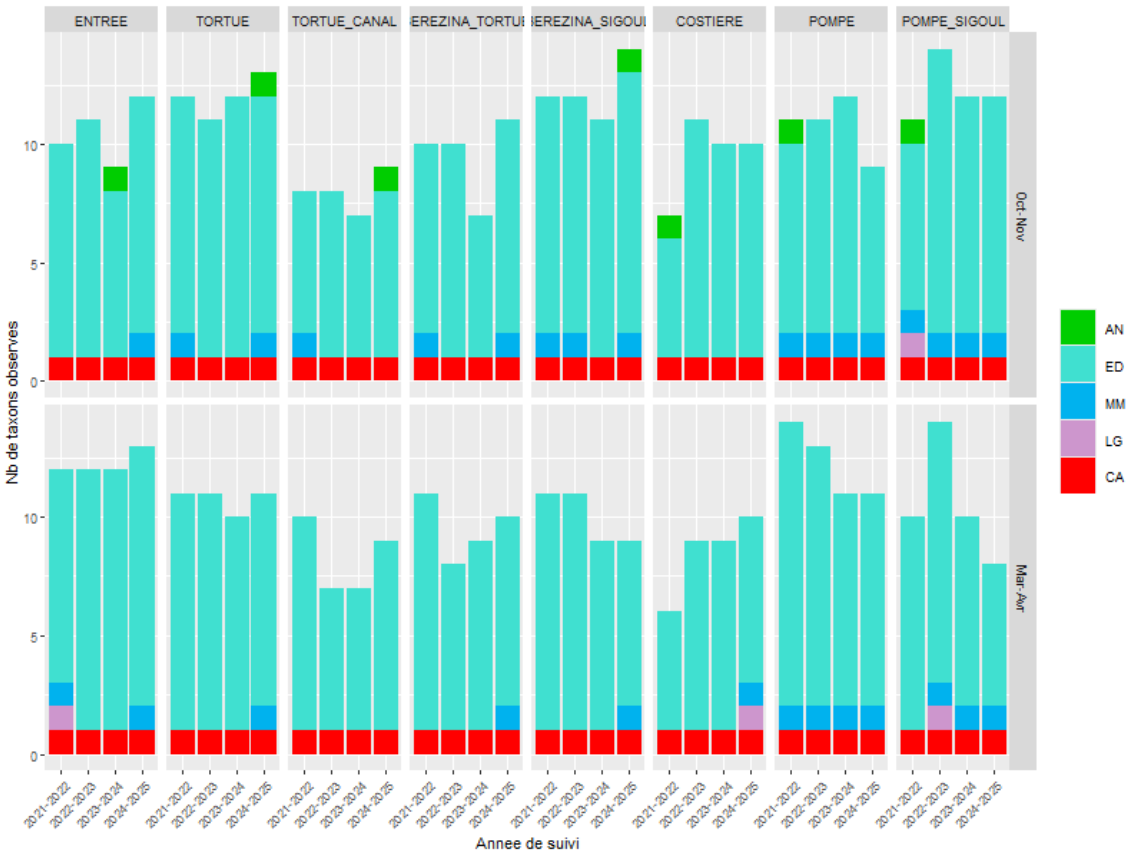


FIGURE 37 : NOMBRE DE TAXONS PISCICOLES OBSERVES PAR CAMPAGNE DE PECHE PAR SITE ECHANTILLONNE ET PAR SAISON ET ANNEE DE SUIVI DANS LE DOMAINE DES GRANDES CABANES. LES ESPECES SONT CATEGORISEES EN FONCTION DE LEUR UTILISATION DES HABITATS : AN = ANADROME ; ED = EAU DOUCE ; MM = MARINE MIGRATRICE ; LG = LAGUNAIRE ; CA= CATADROME

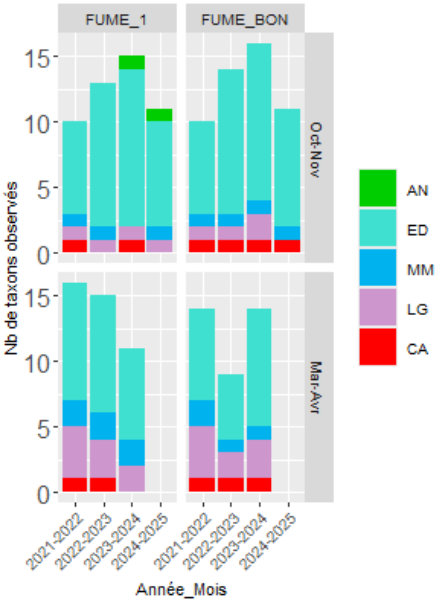


FIGURE 38 : NOMBRE DE TAXONS PISCICOLES OBSERVES PAR CAMPAGNE DE PECHE AUX STATIONS DE SUIVI LONG-TERME (FUME 1 ET FUME BON) ET PAR SAISON ET ANNEE DE SUIVI DEPUIS OCTOBRE 2021 DANS LE CANAL DU FUMEMORTE. LES ESPECES SONT CATEGORISEES EN FONCTION DE LEUR UTILISATION DES HABITATS : MM = MARINE MIGRATRICE ; LG = LAGUNAIRE ; ED = EAU DOUCE ; CA= CATADROME ; NA = ALEVINS NON IDENTIFIES. LES DONNEES DE MARS ET AVRIL 2025 N'ONT PAS ENCORE ETE SAISIES

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 être mise en œuvre 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. Un avenant a été obtenu pendant l'été 2024, afin d'augmenter le nombre d'animaux utilisés à 800 par an aux Grandes Cabanes, le quota d'individus à marquer ayant été presqu'atteint au printemps 2024.

Dans le cadre de ce projet, 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. Un agent supplémentaire de la Tour du Valat a été formé en 2024.

Le marquage des individus avec des puces électroniques permet d'assurer, en plus du suivi des déplacements par télémétrie 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) 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.

Les individus qui ont une condition sanitaire satisfaisante et qui ont une taille supérieure à 30 cm (Figure 39) 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 (Figure 32 et Figure 34). 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.

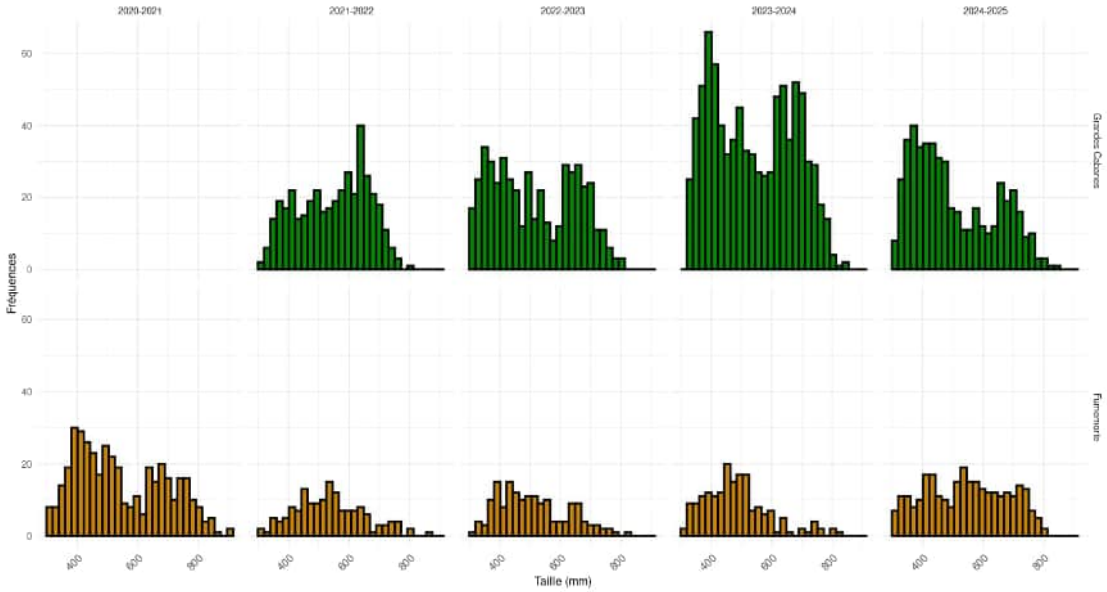


FIGURE 39 : SPECTRE DE TAILLE DES INDIVIDUS MARQUES AVEC UN TRANSPONDEUR RFID DE 23MM DE LONG PAR ANNEE DE SUIVI ET PAR BASSIN

BILAN DES CAPTURES ET DU MARQUAGE

Les quatre années de suivis montrent un peuplement d'anguilles toujours plus dense aux Grandes cabanes que dans le Fumemorte, et ce davantage encore la saison 2023-2024 (Figure 40). Aux Grandes cabanes, d'octobre 2021 à avril 2024, 5 078 anguilles ont été capturées, dont 271 en pêche électrique (soit 5.3% des captures, Tableau 10). Alors que dans le canal du Fumemorte, durant la même période, seulement 985 anguilles ont été capturées (Tableau 11).

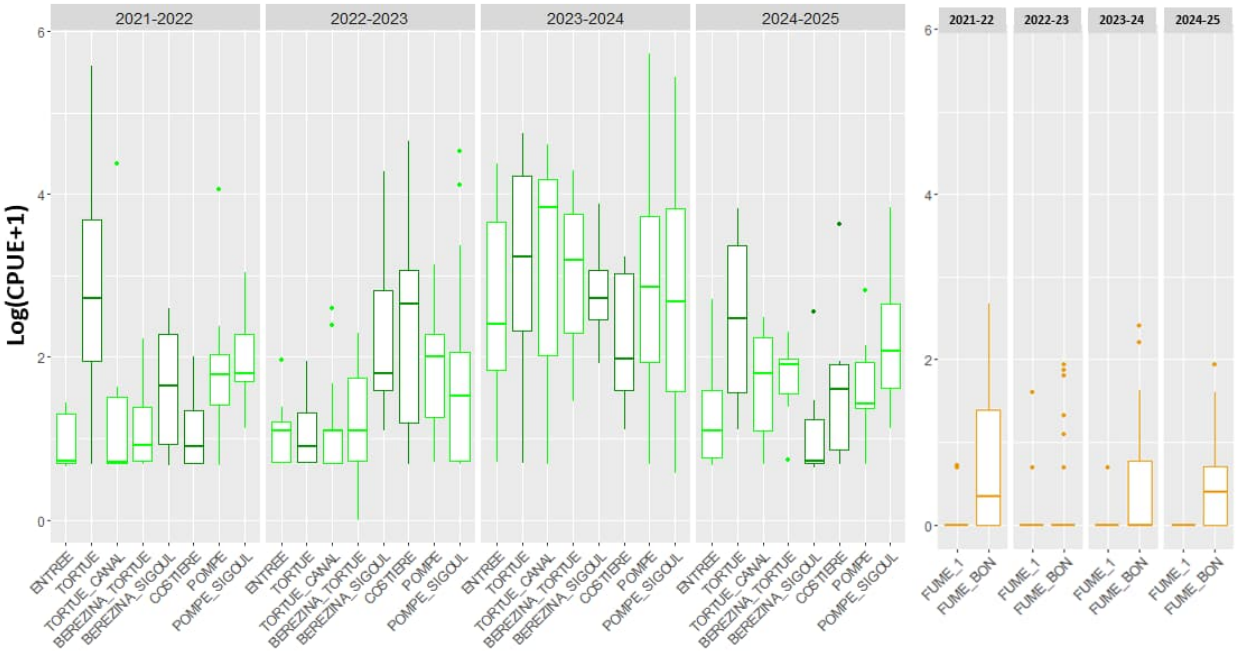


FIGURE 40 : BOXPLOTS REPRESENTANT LES CAPTURES TOTALES D'ANGUILLES EXPRIMEES EN CPUE (CAPTURE PAR UNITE D'EFFORT DE PECHE, ICI 24H) LOG-TRANSFORMEES PAR STATION D'ECHANTILLONNAGE AU FILET (VERVEUX OU, SEULEMENT POUR LA STATION TORTUE, CAPETCHADE) POUR UN EFFORT DE PECHE DE 4 JOURS CONSECUTIFS AUX MOIS 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, Figure 41 et Tableau 10), ils ne l'ont jamais été côté Fumemorte (n<300 par an, Figure 41 et Tableau 11).

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 41). 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 10). Le stock a ensuite été renouvelé.



FIGURE 41 : NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES PAR MOIS AUX GRANDES CABANES ET AU FUMEMORTE AVEC DES TAGS DE 12MM (T12) ET/OU DE 23 MM, AUX GRANDES CABANES ET DANS LE CANAL DU FUMEMORTE.

Dans les deux bassins étudiés, la majorité des individus marqués en 23 mm correspondent à des femelles (n=1516 soit 67.5% des individus marqués en 23 mm pour les grandes cabanes et n=915 soit 74.4% pour le canal du Fumemorte). Ces individus sont majoritairement au stade jaune (respectivement 72% et 76.3%). Un total de 102 mâles argentés a été capturé dans le bassin des Grandes cabanes, dont 50 la saison 2023-2024. Et seulement 17 mâles ont été marqués dans le canal du Fumemorte.

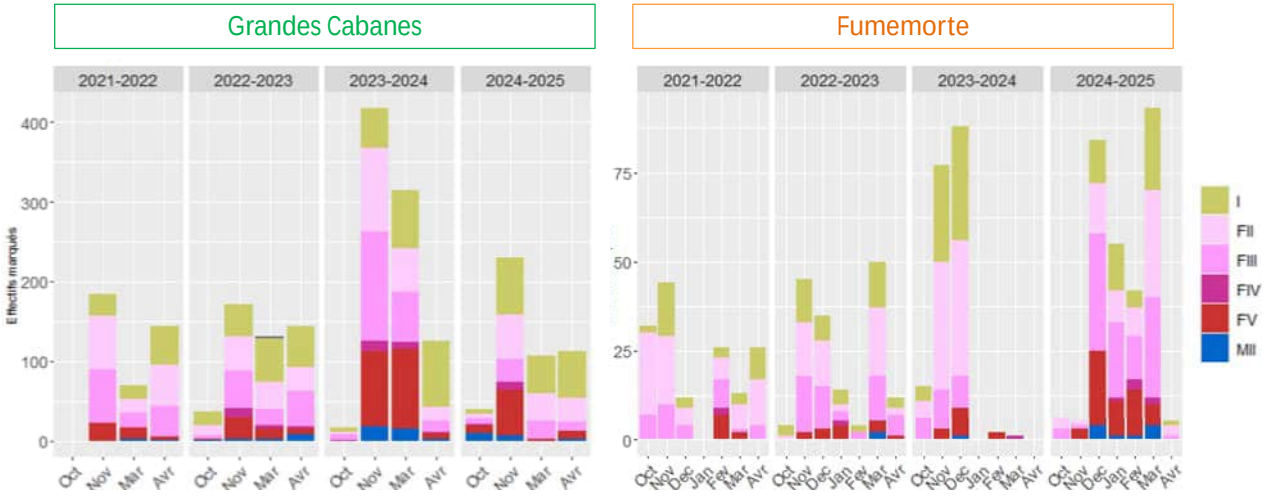


FIGURE 42 : NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES PAR MOIS AUX GRANDES CABANES ET AU FUMEMORTE EN FONCTION DU STADE DE DEVELOPPEMENT

TABLEAU 10 : RECAPITULATIF DU NOMBRE D'ANGUILLES CAPTUREES ET MARQUEES PAR SAISON D'ECHANTILLONNAGE A LA PECHE ELECTRIQUE 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	0	0	4	0	0	4	0	0
		Filet	396	0	47	8	387	207	0	180	21	13
	Mar-Avr	Pêche électrique	35	0	0	0	29	4	0	25	3	0
		Filet	229	0	28	4	203	14	0	189	25	9
2022-2023	Oct-Nov	Pêche électrique	17	0	4	0	16	4	0	12	1	0
		Filet	303	0	38	6	257	60	0	197	15	3
	Mar-Avr	Pêche électrique	171	0	1	1	127	49	49	78	10	0
		Filet	527	0	34	10	390	193	193	197	46	5
2023-2024	Oct-Nov	Pêche électrique	23	0	2	0	19	4	4	15	4	0
		Filet	688	65	137	22	555	136	136	419	32	2
	Mar-Avr	Pêche électrique	7	0	1	0	3	0	0	3	4	0
		Filet	1850	0	216	28	1233	797	465	436	320	33
2024-2025	Oct-Nov	Pêche électrique	3	0	0	0	3	1	1	2	0	0
		Filet	471	26	96	20	333	66	65	267	54	15
	Mar-Avr	Pêche électrique	11	0	0	0	22	3	1	19	5	1
		Filet	343	6	15	3	282	81	71	201	44	9
		TOTAL	5078	97	619	102	3863	1619	985	2244	584	90

TABLEAU 11 : RECAPITULATIF DU NOMBRE D'ANGUILLES CAPTUREES ET MARQUEES 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	205	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	34	9	96	39	63	33	13	
2019	Mar-Avr	80	0	4	4	70	28	43	15	7	
2019	Oct-Nov-Dec	56	0	9	1	44	4	40	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	105	67	6	*Démarrage du projet COLAGANG*
2021	Oct-Nov-Dec	187	0	9	0	131	42	94	54	6	
2022	Jan-Fev	70	0	17	0	51	25	34	19	8	
2022	Mar-Avr	66	0	5	0	49	4	45	17	6	
2022	Oct-Nov-Dec	144	0	9	0	105	19	91	37	7	
2023	Jan-Fev	24	0	5	0	18	0	18	2	0	
2023	Mar-Avr	92	0	6	3	71	3	68	20	5	
2023	Oct-Nov-Dec	232	0	14	1	190	2	188	39	9	
2024	Jan-Fev	4	0	2	0	4	2	2	0	0	
2024	Mar-Avr	2	0	1	0	1	0	1	0	0	
2024	Oct-Nov-Dec	130	0	23	3	100	4	96	20	4	
2025	Jan-Fev	150	0	32	1	115	18	97	31	1	
2025	Mar-Avr	176	0	13	4	128	28	100	47	1	
TOTAL		2621	0	468	54	1912	641	1321	631	120	
TOTAL depuis aut. 2021		1277	0	136	12	963	147	834	286	47	

DETECTIONS AUX STATIONS D'ECOUTE RFID

Dans le canal du Fumemorte, de mars 2019 à avril 2025 (soit 6 saisons de dévalaison), 562 individus marqués ont été détectés à au moins une des deux stations RFID, amont ou avale (Figure 44). Un total de 505 individus marqués a été détecté à la station amont et seulement 162 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 la saison 2021-2022 sont donc considérées non exploitables.

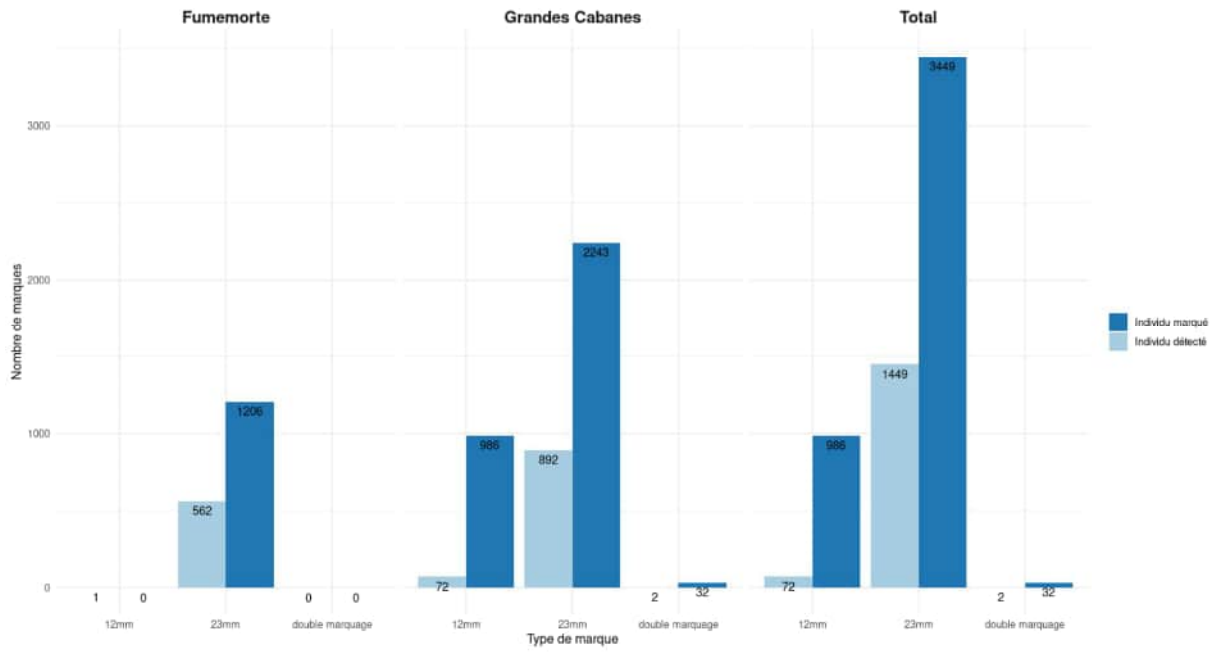


FIGURE 43 : NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES ET DETECTES EN FONCTION DU TYPE DE MARQUE RFID (12MM, 23MM OU DOUBLE MARQUEE)

Les détections montrent une activité des anguilles surtout d'octobre à avril (Figure 44). 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).

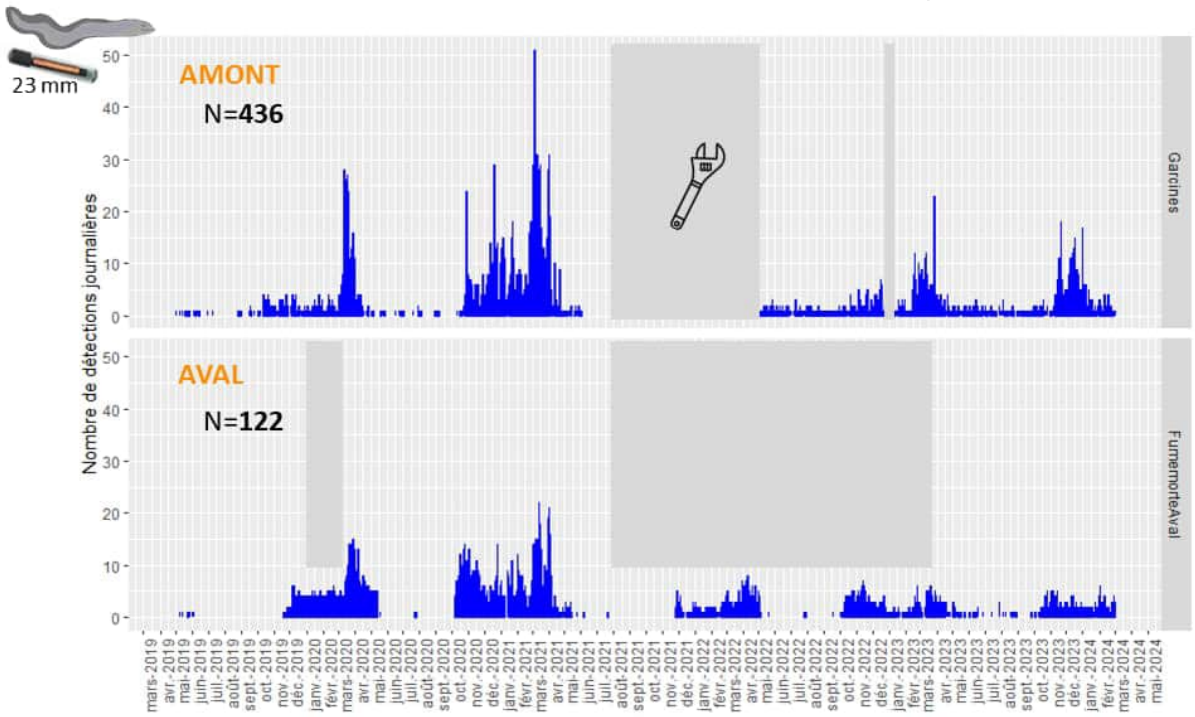


FIGURE 44 : DETECTIONS D'INDIVIDUS MARQUES AUX DEUX STATIONS AMONT ET AVAL DU CANAL DU FUMEMORTE PAR JOUR DEPUIS 2019. LES ZONES GRISEES REPRESENTENT LES PERIODES DE TEMPS OU LES INSTALLATIONS RFID ETAIENT DYSFONCTIONNELLES.

Aux grandes cabanes, pendant les deux premières années de suivis (juillet 2022 – mars 2024), il a été détecté un total de 892 individus marqués par l'ensemble des quatre stations d'écoute RFID (Figure 43). 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 détectables par les antennes RFID. Néanmoins, les antennes RFID ont été confectionnées pour être performantes pour la détection des marques en 23 mm. Seulement 72 individus marqués en 12mm ont été détectés au moins une fois sur les 985 marqués.

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. À la suite des 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 martelières d'Ivrognes et de Pompe sont restées principalement fermées, pour éviter la manipulation lourde de changement de batteries, et donc les stations n'ont pas été activées. Ceci jusqu'à leur autonomisation énergétique par l'installation de panneaux photovoltaïques le 31 juillet 2024.

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. L'influence éventuelle de paramètres météorologiques, hydrologiques ou physico-chimiques sur les pics de détections doit également encore être recherchée.

Les détections RFID de la dernière saison sont en cours d'analyse.

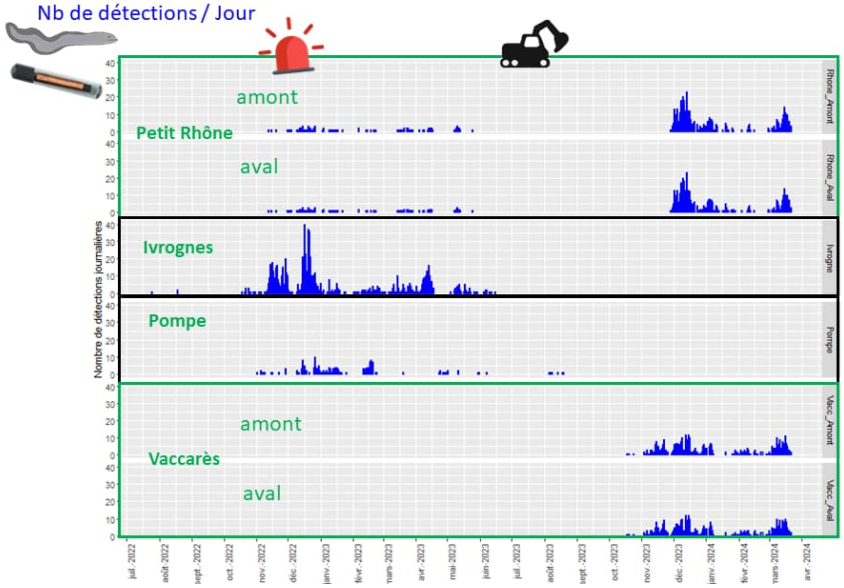


FIGURE 45 : DETECTIONS D'INDIVIDUS MARQUES AUX STATIONS LOCALISEES AU NIVEAU DES SORTIES DU BASSIN DES GRANDES CABANES. LE GYROPHARE INDIQUE LE LANCEMENT DU PLAN DE SAUVEGARDE DU

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.

Suivi télémétrique acoustique

Pour les saisons 2023-2024 et 2024-2025, un suivi en télémétrie acoustique a été réalisé dans le but de suivre le retour d'anguilles femelles argentées des deux bassins versants (Grandes Cabanes et Fumemorte) jusqu'aux portes de la mer (Figure 46). 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 semblait judicieux de déployer un tel suivi pour étudier la dévalaison à l'intérieur du delta de Camargue. Le suivi acoustique a nécessité le déploiement d'un réseau d'hydrophones pour couvrir la prise d'eau au Petit Rhône et l'embouchure du bassin des Grandes Cabanes, l'embouchure du canal du Fumemorte, le pertuis de la Fourcade et le pertuis de la Comtesse (Figure 46). La première année (2023-2024), 16 hydrophones ont été déployés, et 24 la deuxième année (2024-2025).

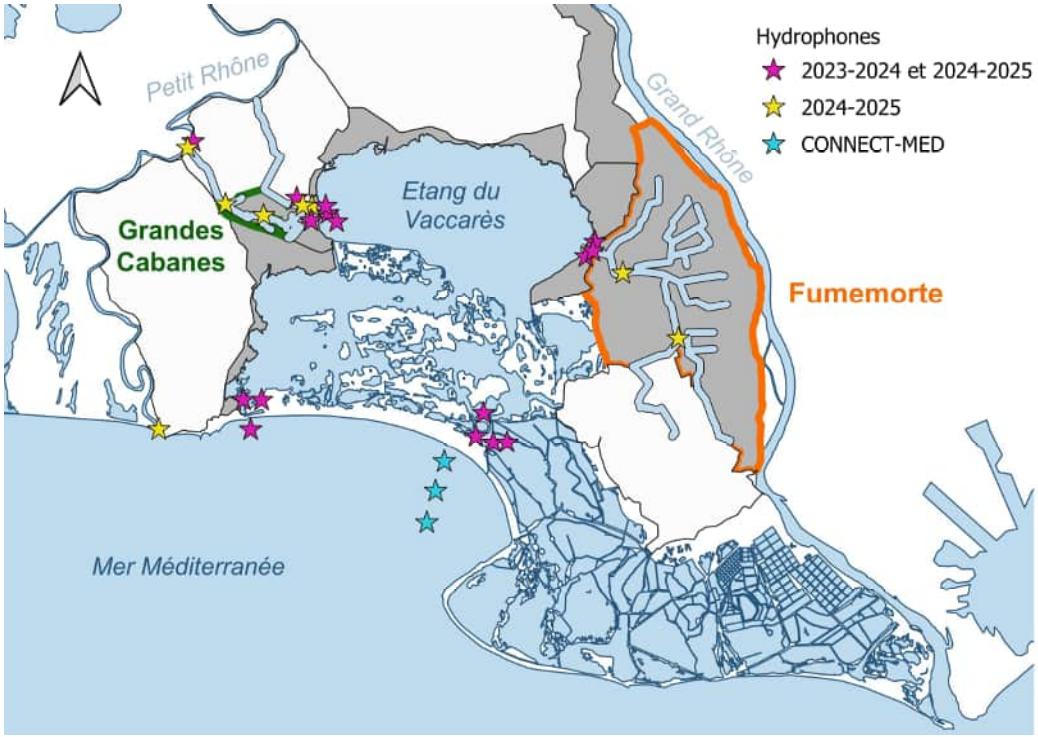


FIGURE 46. LOCALISATION DES STATIONS D'HYDROPHONES POUR LES DEUX ANNEES DE SUIVI ACOUSTIQUE DE LA DEVALAISON DES ANGUILLES DANS LE DELTA DE CAMARGUE. LES HYDROPHONES DU PROJET CONNECT-MED (HORS COLAGANG) SONT EGALEMENT INDIQUES.

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 brassage 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 la faible hauteur d'eau. Afin de remédier à cette contrainte, plusieurs hydrophones doivent être positionnés à

proximité les uns des autres pour optimiser la détection du passage d'un individu marqué aux points de passage ciblés. En janvier et février 2023, plusieurs campagnes ont été réalisées sur les 4 principaux sites à équiper afin de déterminer le nombre d'hydrophones et la distance à laquelle les positionner.

Pour la première année de ce suivi, le réseau des hydrophones a été installé en octobre 2023 (Figure 46). 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.

Pour la deuxième année de suivi, les hydrophones ont été à nouveau installés à partir de septembre 2024. Un hydrophone supplémentaire a été acquis et 5 hydrophones de plus ont été prêté par INRAE Aix-en-Provence, afin de densifier le réseau à l'intérieur des deux bassins ciblés et d'équiper le Petit Rhône avec deux hydrophones. Comme en 2023, en 2025, les tests de portée de détection ont été réitéré pour chaque hydrophone afin de vérifier l'efficacité de notre réseau (Figure 47). Les portées de détection sont très dépendantes de la configuration et de la profondeur des secteurs équipés. A l'aval du Petit Rhône, le tag test placé à une profondeur de 1.5m a été détecté jusqu'à 380m de l'hydrophone. Tandis qu'au niveau du pertuis de la Fourcade, les hydrophones ont une portée de détections de seulement 15 à 35m.

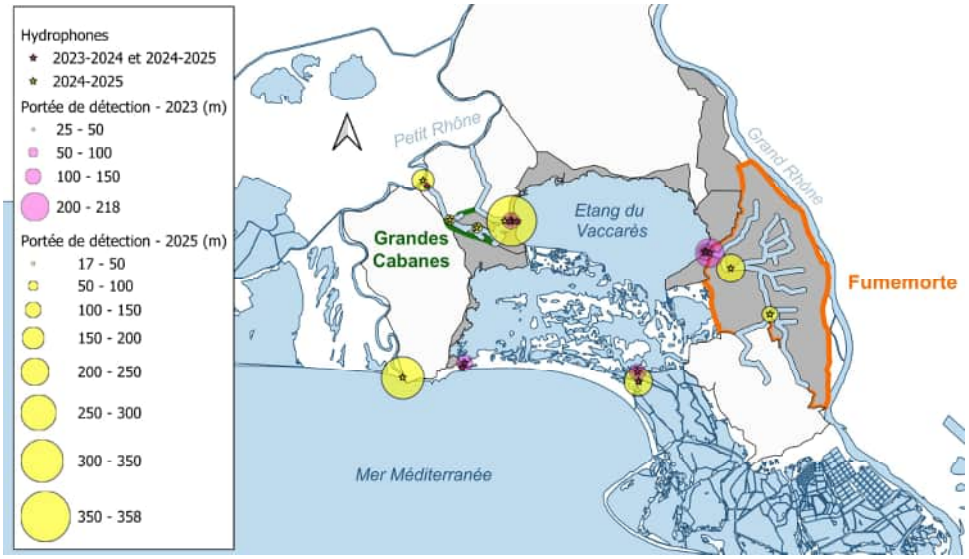


FIGURE 47 : CARTE REPRESENTANT LES PORTEES DE DETECTION PAR HYDROPHONE OBTENUES LORS DES CAMPAGNES TESTS REALISEES EN 2023 (MARQUE V13) ET EN 2025 (MARQUE V9)

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 obtenue en juillet 2023 (DAP #43678). Un stand de chirurgie, adapté à l'opération de marquage acoustique, qui demande la réalisation de points de suture, a été conçu (Figure 48). Ce stand permet d'irriguer l'individu pendant toute la durée de l'opération avec une solution anesthésiante.



FIGURE 48. 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 les 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 49). La première année, 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 49. MARQUE A LA PEINTURE ACRYLIQUE SUR LA NAGEOIRE DORSALE POUR LA SAISON 2023-2024 : 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

Lors des deux saisons de marquage, uniquement des anguilles femelles argentées de plus de 60 cm ont été marqués (Figure 50).

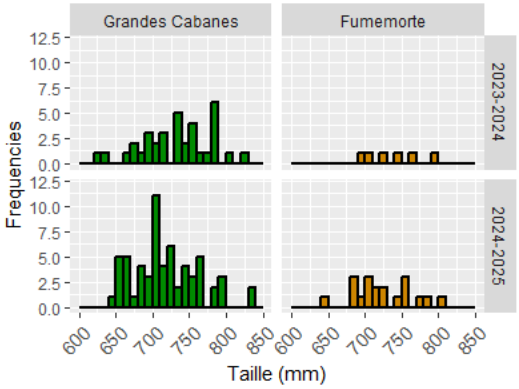


FIGURE 50 : SPECTRE DE TAILLE DES INDIVIDUS MARQUEES EN ACOUSTIQUE PAR BASSIN ET PAR ANNEE DE SUIVI

COLLABORATION AVEC LES PECHEURS 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 51). 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 afin qu'une personne puisse se rendre sur place pour identifier l'individu à l'aide d'un lecteur portatif et celui-ci était ensuite relâché. En remerciements, le pêcheur était récompensé d'un cadeau OFB.

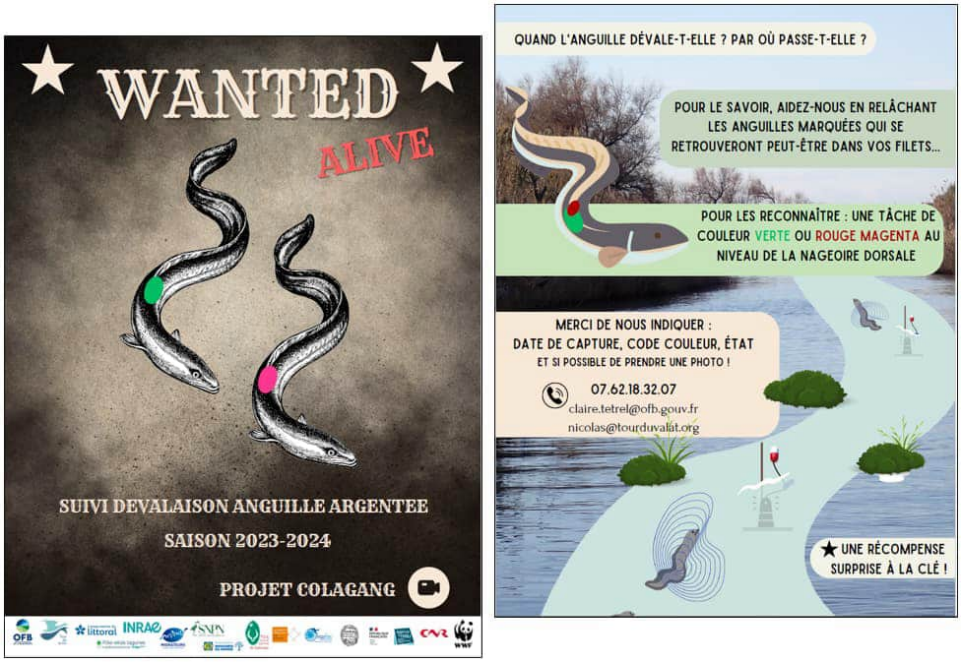


FIGURE 51. AFFICHETTE DISTRIBUEE AUX PECHEURS PROFESSIONNELS POUR LES ENCOURAGER A RECHERCHER DANS LEURS CAPTURES NOS INDIVIDUS MARQUES.

Sur l'automne-hiver 2023-2024, 35 anguilles femelles argentées ont été équipés avec des tags acoustiques dans le bassin des Grandes Cabanes et 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 scientifique de mars 2024 aux grandes cabanes (Tableau 12). 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 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Dans l'ensemble, les incisions étaient bien cicatrisées. 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 saison 2024-2025.

Pour la saison 2024-2025, nous avons à nouveau convié les pêcheurs à un goûter pour leur présenter les résultats de la première année et les inciter à nouveau à vérifier leurs captures et à nous contacter si une anguille acoustique se retrouve dans leurs filets. Seul un pêcheur des Impériaux s'est présenté. Il s'était alors engagé à informer et distribuer nos affiches aux autres pêcheurs des Impériaux. Pour la saison 2023-2024, les niveaux d'eau étaient tellement bas et la salinité tellement haute que les pêcheurs des Impériaux n'ont pas pu travailler. En revanche, les conditions de pêche étaient à nouveau favorables pour la saison 2024-2025. Nous avons échangé individuellement avec les deux pêcheurs professionnels aux embouchures de nos bassins pour les prévenir de cette nouvelle saison de suivi acoustique.

Malgré un plus grand nombre d'individus marqués (61 aux grandes Cabanes et 19 dans le canal du Fumemorte), seulement deux recaptures ont été réalisées. L'une d'entre elle a été recapturée lors d'une session de marquage RFID par l'association MRM, qui équipait des anguilles du pêcheur localisé à proximité du bassin des Grandes Cabanes. Sans l'intervention de l'association MRM, cette anguille serait sans doute passé inaperçue. Le peu de recaptures de cette année nous interroge sur l'efficacité de notre marquage acrylique. A l'avenir, une solution doit être identifiée pour y remédier.

Cette année, le mareyeur Eurogeal, l'un des 5 principaux mareyeurs opérant en Camargue, a été équipé par une antenne RFID par l'association MRM, dans le but de tester ce dispositif. Cette antenne a été mise en fonctionnement au moins durant la période de novembre 2024 à janvier 2025. Ce suivi a permis de détecter 12 individus provenant des Grandes Cabanes et un individu du canal du Fumemorte. Parmi les 12 individus capturés des Grandes Cabanes, deux individus étaient marqués en acoustique. Cela confirme bien qu'il y a eu des recaptures acoustiques par les pêcheurs professionnels qui sont passés inaperçues.

DETECTIONS ACOUSTIQUES

Le tableau ci-dessous récapitule le nombre d'anguilles détectées par secteur en fonction de leur origine (c'est-à-dire le bassin où elles ont été marquées) et de leur nature.

TABLEAU 12 : RECAPITULATIF DU NOMBRE D'ANGUILLES MARQUEES PAR BASSIN ET PAR ANNEE DE SUIVI, AINSI QUE DU NOMBRE D'INDIVIDUS MARQUES DETECTEES AU MOINS UNE FOIS PAR L'UN DES HYDROPHONES, GLOBALEMENT OU PAR SECTEUR

Année de suivi	2023-2024		2024-2025	
Bassin d'origine	FUM	GC	FUM	GC
Nb d'individus marqués en acoustique	6	35	19	61
Nb de recaptures par pêche pro.	2	7	1	0
Nb de recaptures par pêche scientifiq.	0	5	0	0
Nb de marques détectés au moins une fois par 1 hydrophone	1	35	20	59
Nb de marques détectés au moins une fois dans les Grandes Cabanes	0	12	0	52
Nb de marques détectés au moins une fois à l'aval des Grandes Cabanes	1	27	3	32
Nb de marques détectés au moins une fois à l'amont du Fumemorte	0	0	20	0
Nb de marques détectés au moins une fois à l'aval du Fumemorte	1	3	10	2
Nb de marques détectés au moins une fois à la Comtesse/Galabert	0	1	1	0
Nb de marques détectés au moins une fois à la Fourcade	1	0	0	0
Nb de marques détectés au moins une fois à l'amont du Petit Rhône	-	-	0	25
Nb de marques détectés au moins une fois à l'aval du Petit Rhône	-	-	0	15
Nb de marques équipés d'un capteur prédation	-	-	14	26
Nb de marques prédation détectée au moins une fois	-	-	14	25
Nb de marques détectées prédatée	-	-	0	1

La première année, la totalité des 35 anguilles marquées du bassin des Grandes Cabanes ont été détectées par au moins un hydrophone. Et 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. Parmi les 5 autres, toutes relâchées à l'amont du pont des Garcines, une anguille a été recapturée par le pêcheur professionnel localisé à l'aval du Fumemorte, dans l'étang du Vaccarès, sans avoir été détectée par les hydrophones. Cela interroge sur l'état de fonctionnement de cette marque. Les 4 autres anguilles restantes n'avaient alors pas été détectées. Néanmoins, l'une d'elle, marquée en décembre 2023, a encore émis et été détectée le 10 octobre 2024 par l'hydrophone placé en amont du canal (Relongues). C'est pourquoi une détection supplémentaire par rapport au nombre d'individus marqués est détectés au Fumemorte pour la saison 2024-2025.

La deuxième année, le réseau d'hydrophones ayant été densifié à l'intérieur des bassins ciblés, tous les individus marqués du Fumemorte ont été détectés au moins une fois. Deux marques acoustiques aux Grandes Cabanes n'ont en revanche jamais été détectées. Nous aurions dû vérifier avec un hydrophone en supplément ou un appareil de suivi acoustique mobile (que nous n'avons pas) si ces marques étaient bien fonctionnelles. A l'avenir, ce protocole sera amélioré.

Parmi les individus détectés, aucun ne montre de parcours tout à fait équivalent (Figure 52, Figure 53 et Figure 54). 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, sur la saison 2023-2024, 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 (Figure 53). 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 aux points de sortie sur des périodes de quelques heures à plusieurs jours et à plusieurs reprises. Le fait que des anguilles se soient présentées sur des fenêtres de temps relativement longues et/ou à plusieurs reprises au niveau de la prise gravitaire du Petit Rhône nous a interrogé sur la capacité des anguilles à franchir cette connexion. Afin de vérifier ce point, 2 hydrophones supplémentaires ont été installés dans le Petit Rhône pour la saison 2024-2025. Nous avons pu observer que 25 anguilles se sont présentées au niveau de la prise gravitaire (Figure 54). Parmi elles, 14 ont dévalé par le Petit Rhône, puisqu'elles ont été détectées à la fois par l'hydrophone localisé dans le Petit Rhône à la sortie des Grandes Cabanes et par l'hydrophone situé à proximité de l'embouchure du Petit Rhône. Ce résultat révèle ainsi cette voie de dévalaison pour les anguilles du bassin des Grandes Cabanes, qui était, au départ, non soupçonnée. Une anguille a été détectée à l'embouchure des Grandes Cabanes sans avoir été détectée à l'amont du Petit Rhône (n°15603550222). Cinq anguilles ont été par la suite détectées au cœur et/ou à l'aval des Grandes Cabanes. Trois anguilles n'ont pas été détectées ailleurs par la suite. Soit les anguilles séjournent encore dans le Petit Rhône, soit elles ont été prélevées, soit elles sont passées mais n'ont pas été détectées par l'hydrophone aval du Petit Rhône.

En 2023-2024, un seul individu, provenant des Grandes Cabanes, est parvenu au pertuis de la Comtesse, à deux reprises, en décembre 2023 puis en mars 2024 (Figure 53). Cet individu n'a vraisemblablement pas franchi l'ouvrage puisqu'il a ensuite été détecté par les hydrophones de la sortie des Grandes Cabanes et recapturé par le pêcheur professionnel à proximité des Grandes Cabanes. Cette saison-là, 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 est possible qu'il soit parvenu à traverser l'ouvrage de connexion pour rejoindre la mer en profitant d'une des rares ouvertures.

Ces rares détections acoustiques au niveau des portes de la mer (Comtesse et Fourcade), ainsi que le taux élevé de recapture par pêche (sachant l'immensité du système Vaccarès) révèlent la difficulté des individus pour trouver une issue. Ces indices montrent que les anguilles ont tourné dans le système du Vaccarès en vain. Ces résultats soutiennent le fait que les conditions hydrologiques et physico-chimiques de la saison 2023-2024 n'ont pas été favorables 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, à la suite d'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 lors de cette saison et montrent le besoin crucial de reconnecter ce delta à son fleuve pour favoriser le retour en mer des anguilles.

Lors de la saison 2024-2025, les conditions hydroclimatiques ont été au contraire très humides, avec des hauteurs d'eau qui n'avaient pas été atteints depuis plusieurs années. Nous nous attendions donc à des conditions de dévalaison plus favorables. Cependant, hormis les 15 anguilles qui ont rejoint la mer via le Petit Rhône, une seule anguille, provenant du Fumemorte, s'est engagée dans les étangs et marais des salins de Camargue après avoir franchi l'ouvrage de la Comtesse et celui du Tampan/Galabert, le 29 mars 2025 (n°15603550429, Figure 52). Aucune anguille acoustique n'a été détectée à la Fourcade.

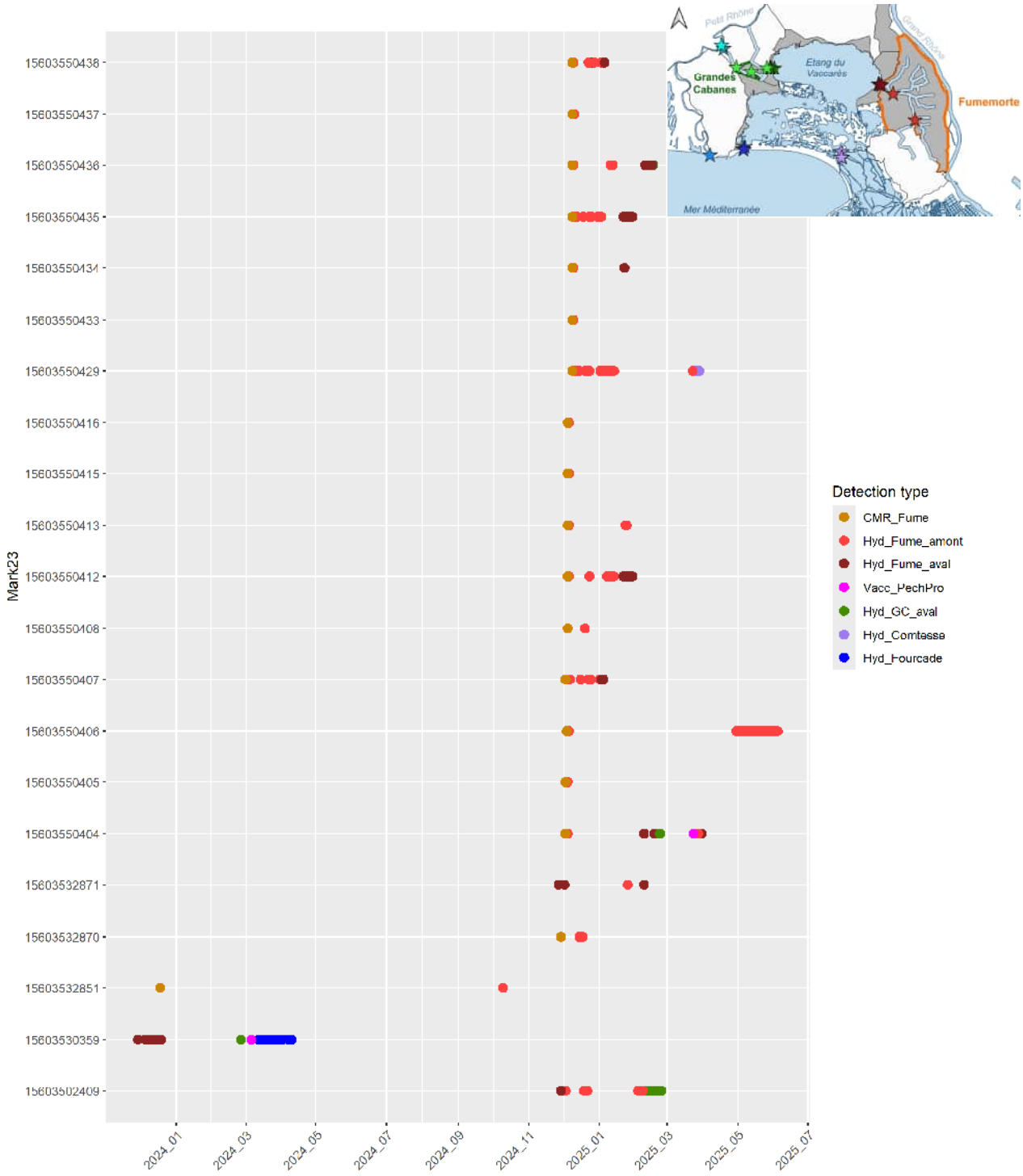


FIGURE 52. DETECTIONS AU COURS DU TEMPS DES INDIVIDUS MARQUES EN ACOUSTIQUE DANS LE CANAL DU FUMEMORTE ET DETECTE AU MOINS UNE FOIS PAR UN HYDROPHONE, POUR LES DEUX SAISONS DE SUIVIS, 2023-2024 ET 2024-2025. CHAQUE LIGNE CORRESPOND A UN INDIVIDU. LA COULEUR DES POINTS INDIQUE LA LOCALISATION APPROXIMATIVE DES INDIVIDUS AU MOMENT DE LEUR DETECTION, SOIT PAR PECHE (CMR, VACC_PECHPRO), SOIT PAR LES HYDROPHONES (HYD)

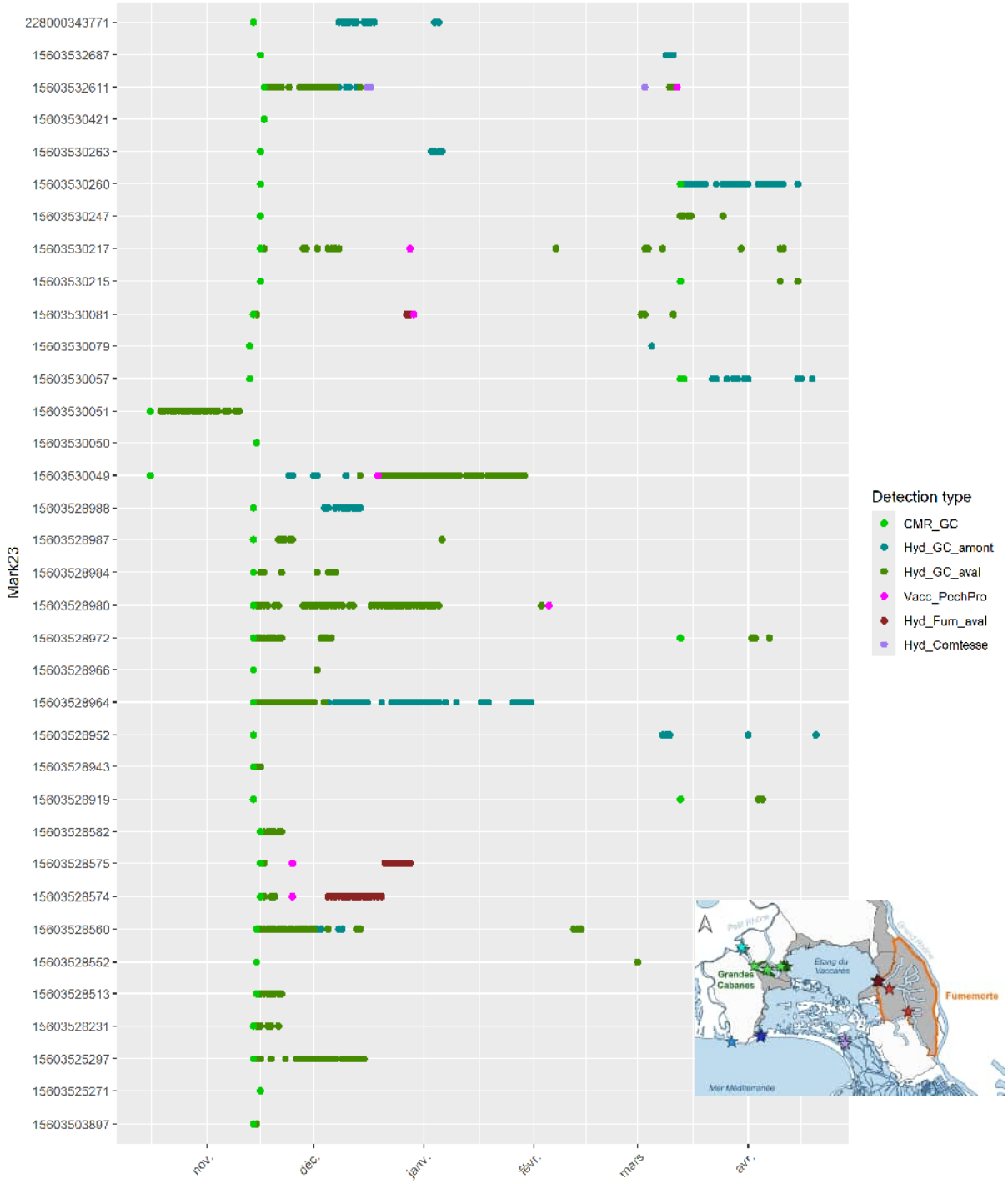


FIGURE 53. DETECTIONS AU COURS DU TEMPS DES INDIVIDUS MARQUES EN ACOUSTIQUE DANS LE BASSIN DES GRANDES CABANES ET DETECTE AU MOINS UNE FOIS PAR UN HYDROPHONE, POUR LA SAISON 2023-2024. CHAQUE LIGNE CORRESPOND A UN INDIVIDU. LA COULEUR DES POINTS INDIQUE LA LOCALISATION APPROXIMATIVE DES INDIVIDUS AU MOMENT DE LEUR DETECTION, SOIT PAR PECHE (CMR, VACC_PECHPRO), SOIT PAR LES HYDROPHONES (HYD).

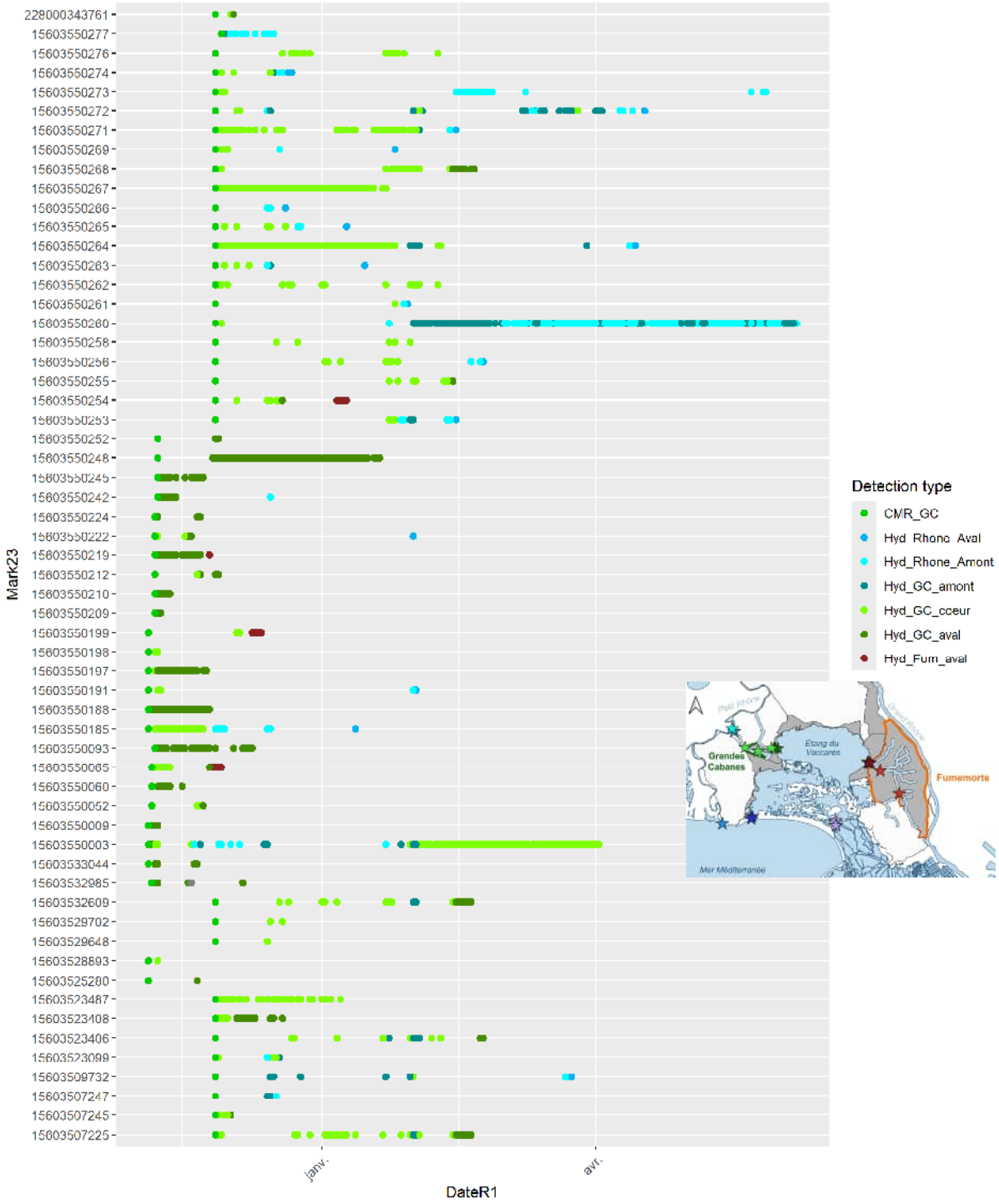


FIGURE 54. DETECTIONS AU COURS DU TEMPS DES INDIVIDUS MARQUES EN ACOUSTIQUE DANS LE BASSIN DES GRANDES CABANES ET DETECTE AU MOINS UNE FOIS PAR UN HYDROPHONE, POUR LA SAISON 2024-2025. CHAQUE LIGNE CORRESPOND A UN INDIVIDU. LA COULEUR DES POINTS INDIQUE LA LOCALISATION APPROXIMATIVE DES INDIVIDUS AU MOMENT DE LEUR DETECTION, SOIT PAR PECHE (CMR), SOIT PAR LES HYDROPHONES (HYD).

Ces résultats mettent en lumière les différents mouvements migratoires de l'anguille au sein de l'hydrosystème 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, un projet de suivi de dévalaison des anguilles à l'échelle du delta se prépare pour 2026. 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.

DETECTIONS ACOUSTIQUES D'UN ACTE DE PREDATION

À la suite de la première saison de suivi acoustique, nous nous sommes également interrogés sur l'éventuelle prédation du silure glane. Cette prédation pourrait notamment expliquer les longues périodes de détection observées par exemple dans le canal du Petit Rhône (n°15603530260 ou n° 15603528964, Figure 53). La question de la prédation du silure se pose également pour les 4 anguilles argentées du canal du Fumemorte qui n'ont jamais été redétectées. C'est pourquoi pour la saison 2024-2025, nous avons décidé d'utiliser des marques « prédation » afin de constater un éventuel acte de prédation. Cette marque acoustique intègre un capteur de digestion : si l'individu est prédaté, une membrane du capteur est dégradée par l'acidité de l'estomac. Le capteur enregistre alors l'acte de prédation et si la marque est détectée par un hydrophone, l'information de la durée depuis l'acte de prédation est transmise. Afin de détecter de tels évènements, il a ainsi été nécessaire d'équiper nos bassins avec davantage d'hydrophones. Avec le budget alloué, nous avons commandé 1 nouvel hydrophone et INRAE Aix-en-Provence nous a prêté 5 hydrophones supplémentaires.

En 2024, 40 individus (27 des Grandes Cabanes et 19 du canal du Fumemorte) ont donc été équipé avec des marques acoustiques de prédation. Sur les 40 individus marqués ainsi, 39 ont été détectés au moins une fois par un hydrophone. Un seul individu, marqué aux Grandes Cabanes le 5 novembre 2024 (83.2cm pour 1.2kg, stade FIV), a été enregistré avec un acte de prédation. Cet individu est observé jusqu'à l'aval des Grandes Cabanes début novembre (Figure 55). Fin novembre jusqu'à fin janvier, l'individu séjourne tout à l'amont du bassin des Grandes Cabanes, à la prise alimentaire au Petit Rhône. Tout début février, il se déplace jusqu'à la zone de l'hydrophone de Pompe, où il restera jusque début avril. L'acte de prédation aurait eu lieu le 30 mars 2025 vers 3h du matin. L'individu a-t-il été prédaté mort ou vivant ? La question reste en suspens. Nous devons affiner les analyses des détections acoustiques pour avoir davantage d'indices.

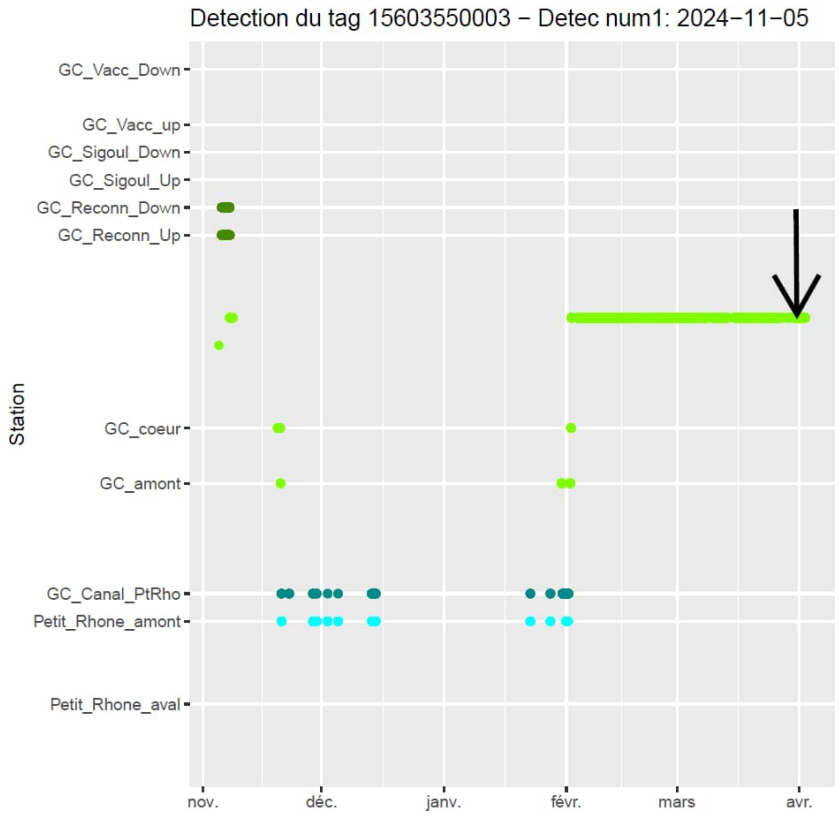


FIGURE 55 : PARCOURS DE L'INDIVIDU DETECTE PAR LES HYDROPHONES AUX GRANDES CABANES ET SIGNALE PREDATE LE 30 MARS 2025 (FLECHE NOIRE).

Ce résultat ne permet pas de mettre en évidence un impact par prédation du silure sur les individus supérieurs à 60 cm. Il serait néanmoins intéressant de considérer cet impact sur les anguilles de plus petite taille.

Thèse Croissance intralagunaire de l'anguille

Cette thèse avait pour objectif l'acquisition de nouvelles connaissances sur la phase de croissance de l'anguille européenne à l'intérieur d'un système lagunaire méditerranéen. Plus particulièrement, ce travail cherchait à mieux comprendre l'influence de l'habitat intra-lagunaire sur la production d'anguilles argentées, à la fois en termes de quantité et de qualité. Ces travaux, organisés en trois axes ont abordé les aspects démographiques, les tactiques d'utilisation des habitats et l'évaluation de l'état sanitaire, en s'appuyant sur des données récoltées sur différentes sous-populations d'anguilles en Camargue et plusieurs méthodologies appropriées.

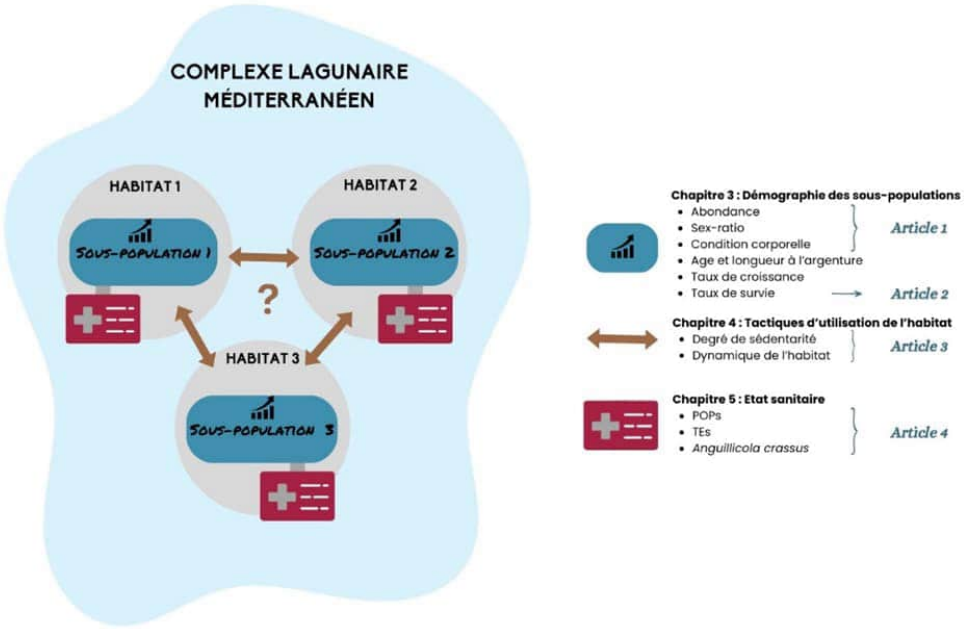
Le premier axe a eu pour but de caractériser la structure démographique, via l'étude de l'abondance, et les traits d'histoire de vie de plusieurs sous-populations d'anguilles européennes au sein d'un complexe lagunaire méditerranéen, pour notamment appréhender de potentielles variations à fine échelle spatiale des traits d'histoire tel que le taux de survie selon les stades de vie des anguilles (indifférencié, jaune, argenté) au sein d'une sous-population. Ce travail a abouti à la publication d'un article scientifique mettant en évidence, globalement, des taux de survie élevés et des taux de détection faibles pour les stades femelle jaune et indifférencié. En revanche, les anguilles femelles argentées présentaient des taux de survie plus faibles et des taux de capture plus élevées. Ces différences de taux de survie et de taux de détection pourraient s'expliquer par des variations de comportement en fonction du stade de vie (Daverat and Tomás, 2006; Panfili *et al.*, 2012). De plus, l'analyse des données de plus de 20 ans de suivi de CMR, mené au sein d'un complexe lagunaire méditerranéen, a permis d'étudier les variations saisonnières et interannuelles des taux de survie et de détection des différents stades de vie de l'anguille. Sachant que l'âge moyen des femelles à

l'argenture est d'une dizaine d'année, le suivi reflète seulement deux générations d'anguilles femelles, ce qui expliquerait le faible nombre d'individus marqués ayant subi un changement de stade de vie (c.-à-d., passant d'indifférencié à jaune ou de jaune à argenté). Cela montre l'intérêt d'acquérir des données long-terme et donc de poursuivre ce type de suivi, avec un effort de pêche suffisant et régulier, afin de mieux comprendre les dynamiques de sous-populations au cours du temps.

Après avoir caractérisé ces sous-populations, le second axe a cherché à identifier les tactiques d'utilisation des habitats par les anguilles au cours de sa croissance. Les résultats de l'étude ont montré une grande variété de tactiques d'utilisation des habitats. Afin de considérer les mêmes variations environnementales au sein d'un même habitat au cours du temps, l'analyse s'est focalisée sur les quatre dernières années de vie des individus pour étudier la même période (2017-2020) pour tous les individus. Durant ces quatre années étudiées, la majorité des anguilles (68 %) sont restées dans un même milieu caractérisé par des conditions soit oligohalines (49 %), soit mésohalines (11 %) soit polyhalines à euhalines (8 %). Ces résultats confirment le comportement préférentiellement sédentaire de l'anguille (Correia et al., 2021; Daverat and Tomás, 2006; Panfili et al., 2012). Environ 30 % des individus ont opté pour un comportement nomade, se déplaçant entre au moins deux de ces différents environnements. Parmi ces nomades, plus de 40 % ont expérimenté les trois habitats, passant plus de temps dans le milieu oligohalin.

L'objectif du dernier axe a été d'évaluer l'état sanitaire des anguilles argentées selon leur milieu de croissance, en se concentrant sur l'analyse des polluants organiques persistants (POPs), d'éléments traces (TEs) et de l'infection par le parasite *Anguillicola crassus* (*A. crassus*). L'étude a révélé différentes sources de dégradation de l'état sanitaire de l'anguille en fonction de son milieu de croissance. En particulier, l'analyse de l'état sanitaire de l'anguille a révélé une contamination importante de POPs et TEs dans l'étang du Vaccarès et le canal du Fumemorte, probablement due aux pollutions liées à l'agriculture. En revanche, les anguilles du site des Grandes Cabanes ont montré des niveaux de contamination significativement plus faibles que dans les deux autres sites. Ce site bénéficie d'un approvisionnement direct en eau du Petit Rhône, sans subir de pression anthropique notable sur son bassin, ce qui le rend moins exposé à la pollution. Cependant, l'état sanitaire de l'anguille dépend également des caractéristiques biométriques individuelles. Par exemple, les petites anguilles plus âgées présentent des concentrations plus élevées en POPs. De plus, le degré d'infestation parasitaire par A. crassus augmente avec l'âge. Finalement, l'état sanitaire global des anguilles se détériore avec l'âge et ne présente pas de variation significative entre les différents sites. En d'autres termes, pour un site donné, plus une anguille est âgée, plus sa concentration en POPs et TEs est élevée et plus son degré de parasitaire par A. crassus est important. Notre étude a quantifié plus de 50 contaminants, mais elle ne fournit qu'un aperçu limité de l'état sanitaire des anguilles, car de nombreux polluants n'ont pas été pris en compte. La concentration élevée de DDTs, un pesticide interdit en France depuis les années 70, souligne l'importance de continuer la surveillance des substances prohibées. Par ailleurs, le contexte local de l'étude doit être considéré dans le choix des contaminants à analyser, car certains produits interdits peuvent faire l'objet de dérogations, comme l'utilisation du benzobicyclon en Camargue, qui est pourtant reconnu comme toxique pour la vie aquatique (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2021).

Enfin, la discussion générale de la thèse a abordé la complémentarité et les limites des différentes méthodes utilisées. Les résultats de cette thèse ont d'abord été situés par rapport aux connaissances existantes en Camargue, puis élargis à l'ensemble des lagunes méditerranéennes. Enfin, la discussion a évoqué la manière dont ces résultats peuvent être intégrés pour créer des scénarios adaptés à chaque type de milieu de croissance.



SCHEMA REPRESENTANT LE PLAN DE LA THESE

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 à décembre 2024.

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

Les financements demandés par le Syndicat Mixte du Bassin de l'Or pour la création de mares temporaires sur des terrains communaux des Marais de Saint-Nazaire-de-Pézan (Occitanie) n'ont pas abouti. Par ailleurs, le montage du projet de restauration de l'hydrosystème cravin en faveur de *Sympetrum depressiusculum* a été avorté faute, finalement, de possibilité d'investissement du SYMCRAU (Syndicat Mixte de gestion des nappes de la Crau), porteur identifié de l'action. Nous ne sommes pas encore parvenus à identifier des solutions pour contourner ces écueils.

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

Projet COLAGANG

Télémétrie RFID

Deux demi-journées de tracking actif aux grandes cabanes et une demi-journée au Fumemorte ont été réalisés en octobre 2024. Très peu de détections ont été effectués aux Grandes Cabanes et aucune dans le canal du Fumemorte. Le tracking actif dans nos systèmes ne s'avère pas suffisamment efficace pour suivre la répartition et l'utilisation de l'habitat des individus marqués. A l'avenir, si le choix est de persévérer, il faudra étudier si un matériel plus puissant peut être déployé ou une autre méthodologie envisagée.

Nous avions prévu d'équiper les deux pêcheurs professionnels basés à proximité des deux bassins versants ciblés (Fumemorte et Grandes Cabanes) avec une antenne RFID afin de contrôler systématiquement les éventuelles recaptures dans leur filet. Cette action était 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 veiller aux éventuelles recaptures, notamment d'anguilles équipées en acoustique. Afin de mettre au point un dispositif RFID qui soit le moins contraignant possible pour les pêcheurs, nous avons réfléchi avec le pôle écohydraulique de Toulouse (OFB) à la mise en place d'un dispositif (par exemple une rampe qui aurait pu être utilisée au moment où le pêcheur transfère ses captures au mareyeur). Nous avons conclu que la manière la plus optimale de vérifier les éventuelles recaptures est l'intervention d'un agent scientifique, au moins une fois par semaine pendant toute la période d'ouverture de la pêche. Néanmoins, ce besoin n'avait pas été identifié au début du projet et a été très partiellement réalisé. Si c'est un objectif identifié important pour le prochain projet, il faudra prévoir du personnel entièrement dédié à cette mission.

Afin d'éviter la manipulation de changement des trois batteries très lourdes (~60kg par batterie) toutes les 3 semaines pour les stations RFID Ivrognes et Pompe des Grandes Cabanes, nous avons pu équiper ces sites avec de nouveaux panneaux solaires grâce au financement CNR, en novembre 2024.

Le financement de la CNR (2024) a permis d'acquérir un débitmètre pour pouvoir suivre le débit de la reconnexion avec l'étang de Vaccarès installé 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.

Les suivis de Capture-Marquage-Recapture (CMR) permettent de caractériser les sous-populations de l'anguille européenne du bassin du Fumemorte et celui des Grandes Cabanes au cours du temps. Grâce à ce type de suivi, il est possible d'étudier de nombreux paramètres démographiques indispensables afin de déterminer l'état de conservation des sous-populations. Par exemple, le suivi de CMR permet d'obtenir une estimation fiable de l'abondance de la sous-population à partir du nombre d'individus capturés, marqués, puis recapturés. De plus, en comparant les mesures prises au moment de la capture et lors de la recapture (taille, poids), il est possible de suivre la croissance des individus. De même, les taux de recapture permettent d'estimer la survie et donc d'évaluer l'impact des pressions environnementales (pollution, prédation, pêche) au sein du site. Le suivi de CMR permet également d'étudier les déplacements des anguilles, que ce soit grâce aux recaptures réalisées par les filets ou lors de leur détection par les stations RFID.

L'analyse de plus de 20 ans de données de CMR dans le bassin du Fumemorte a mis en évidence l'importance de maintenir ce suivi pour étudier l'évolution de cette sous-population. L'âge moyen d'une anguille argentée femelle est de 10 ans dans ce site, il est donc nécessaire de continuer d'acquérir des données afin d'étudier plusieurs générations d'anguilles. Dans le cas du bassin des Grandes Cabanes, ce suivi débuté en 2021 est encore trop court pour pouvoir appliquer des outils de modélisation de données CMR. Le suivi doit absolument être poursuivi sur un minimum de 5 annése supplémentaires pour envisager l'étude de la dynamique de cette sous-population (l'âge moyen d'une anguille argentée femelle est de 6 ans au sein de ce système).

Télémétrie acoustique

En mars 2024, à la suite d'un gros coup de mer, nous avons perdu la trace d'un hydrophone placé dans l'étang du Tampan. Cet hydrophone a été retrouvé durant l'été 2024, en partie ensablé. Un nouveau coup de mer cet hiver 2025 a vu ce même hydrophone et la structure en bois à laquelle il était attaché se faire embarquer. Grâce à ce point d'attache, l'hydrophone a néanmoins été facilement retrouvé. Mais il n'a plus ensuite été remis en place.

L'équipement du Petit Rhône avec 2 nouveaux hydrophones s'est révélé délicat, notamment pour trouver des structures accessibles auxquelles attachées nos hydrophones sans moyen de navigation (hormis un kayak). Nous avons réussi à équiper un poteau au niveau de l'entrée gravitaire des Grandes Cabanes, côté Petit Rhône. Nous avons eu l'accord par la Compagnie du Tiki pour accéder à leur ponton, tout à l'aval du Petit Rhône. Une structure spécifique a été conçue pour y fixer un hydrophone. La relève de cet hydrophone est toutefois difficile, notamment lorsqu'il y a de la houle. Y accéder avec une embarcation légère, type zodiac, s'avère plus pratique. Nous avons pu bénéficier de l'intervention du Parc Naturel Régional de Camargue pour y effectuer les tests de détection avec leur zodiac. Et la dernière relève s'est faite avec le prêt généreux du bateau d'un collègue.

Nous avons pu constater qu'au moins une marque sur les 6 jamais détectées avait circulé dans le système sans être détectée. A l'avenir, nous nous équiperons d'un hydrophone supplémentaire ou d'un appareil de suivi acoustique mobile afin de vérifier l'état de fonctionnement des marques avant leur installation.

Le fait que les anguilles acoustiques aient été détectées sortir du bassin des Grandes Cabanes et du canal du Fumemorte, mais ne soient pas quasiment pas parvenues jusqu'à la Comtesse ou la Fourcade nous interroge sur le devenir de ces anguilles. Pendant la saison 2023-2024, nous avons pu mettre en évidence la difficulté des anguilles à sortir du système en raison des conditions d'assecs, d'hypersalinité et de fermeture d'ouvrages. Les anguilles qui cherchaient en vain une sortie ont été significativement capturées par la pêche professionnelle. Bien que les conditions 2024-2025 s'annonçaient bien plus favorables et que le nombre d'individus marquées était plus élevé, les anguilles ne sont jamais parvenues jusqu'au pertuis de la Fourcade. Pourtant, très peu de recaptures par la pêche professionnelle n'ont été rapportées. Ce constat nous interroge sur l'efficacité de notre marquage acrylique et sur notre collaboration effective avec les pêcheurs. A l'avenir, un marquage externe plus lisible doit être identifié pour faciliter leur détection par les pêcheurs. De plus, des mesures pour favoriser davantage la collaboration avec les pêcheurs professionnels doivent être mises en place.

Thèse Croissance intralagunaire de l'anguille

Cette thèse pluridisciplinaire a nécessité l'apprentissage de nombreuses méthodes par A. Hoste. Grâce à l'aide de collaborateurs dans différents instituts (CEFREM - Université de Perpignan, UMR ECOBIOP - INRAE de Saint-Pée sur Nivelle…), la doctorante est parvenue à travailler sur des problématiques nécessitantes des compétences variées (par ex., démographie, otolithométrie,

microchimie des otolithes ou encore écotoxicologie) afin d'étudier la croissance de l'anguille européenne en milieu lagunaire méditerranéen.

L'étude de la base de données historique avec des données récoltées depuis 1993 a nécessité un important travail de préparation des données afin de pouvoir les analyser.

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 mais aussi en 2025 (hors programme)
Suivi des superficies et niveaux d'eaux par télédétection	Réalisé comme prévu en 2022, 2023, 2024 et 2025
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 mais aussi en 2025 (hors programme).
Suivi amphibien	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024 mais aussi en 2025 (hors programme).
Suivi cistude	Réalisé comme prévu en 2023 et 2024
Suivi avifaune hivernante	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024 mais aussi en 2025 (hors programme)
Suivi avifaune nicheuse	Réalisé comme prévu en avril-mai 2023, en avril 2024 mais aussi au printemps 2025 (hors programme)

Surveillance / contrôle des espèces envahissantes	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024 mais aussi en 2025 (hors programme)
Suivi des photographique des paysages (sol)	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024 mais aussi en 2025 (hors programme)
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 mais aussi en 2025 (hors programme)
Suivi avifaune hivernante	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024 mais aussi en 2025 (hors programme)

Suivi avifaune nicheuse	Réalisé comme prévu en avril-mai 2023, en avril 2024 mais aussi au printemps 2025 (hors programme)
Suivi des effets de l'action pastorale sur la végétation (indicateurs succès expérimentation)	Réalisé en 2023 et 2024
Suivi des photographique des paysages (sol)	Réalisé comme prévu en 2022, 2023 et 2024 mais aussi en 2025 (hors programme)
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 fixé en 2021	Résultats
Décrire les actions prioritaires de la déclinaison PACA du PNA en faveur des libellules afin d'atteindre les objectifs de restauration fixés.	Atteint en 2024.
Coordonner l'identification de sites de à restaurer en faveur de *Lestes macrostigma* et les autres libellules menacées ; catalyser le montage des projets de restauration et la recherche de financements afin de les mener à bien.	Fait en 2024/25 ; à poursuivre.
Former les acteurs 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.	Fait en 2024/25 ; à poursuivre.
Réaliser et valoriser un bilan de ces opérations à l'issue du PNA.	Prévu pour 2030.

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	
Étudier le devenir des anguilles dans les bassins poldérisés	L'analyse des otolithes de anguilles argentées femelles n'a pas permis de mettre

	en évidence un éventuel piégeage des anguilles dans le système des Grandes Cabanes (stage M2 d'Hugo Vey Payre, 2022). La reconnexion du canal de drainage de la Sigoulette dès la première saison de suivi de la dévalaison par télémétrie RFID, du fait de la mise en œuvre du plan de sauvegarde de l'étang du Vaccarès, n'a pas permis d'étudier le passage des anguilles des Grandes Cabanes dans un système clos. Dès le début du projet, un nombre de détections significatif a été enregistré à la station RFID du Petit Rhône suggérant que des anguilles des Grandes Cabanes ont remonté le canal d'alimentation pour chercher à rejoindre la mer via le Petit Rhône. Pour la dernière saison de dévalaison (2024-2025), les deux hydrophones installés dans le Petit Rhône confirment que 15 anguilles argentées femelles équipées en acoustique ont dévalé via le Petit Rhône. Par conséquent, il n'est plus possible de considérer que le site des Grandes Cabanes soit un système clos pour les anguilles, même avant les travaux de reconnexion.
Evaluer un projet de reconnexion écohydrologique entre Petit Rhône et étang du Vaccarès	L'année précédant les travaux de reconnexion, aucune anguille n'a été détectée par télémétrie RFID à proximité de la reconnexion. 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.
Étudier la dynamique de dévalaison : période, synchronisme et facteurs environnementaux impliqués	Les détections enregistrées par les hydrophones montrent une forte variabilité du comportement migratoire des anguilles marquées. - Saison 2023-2024 : De nombreuses anguilles qui se présentent à plusieurs reprises à différents exutoires du bassin des Grandes Cabanes. Une seule anguille qui se

	présente au pertuis de la Comtesse sans pouvoir passée. Une seule au pertuis de la Fourcade qui reste bloquée de mars à avril 2024. Un taux élevé de recaptures d'individus marqués, que ce soit par la pêche professionnelle ou scientifique. Toutes ces détections et recaptures mettent bien en évidence que les conditions n'ont pas été favorables à l'échappement des anguilles, notamment dû aux faibles niveaux d'eau et aux zones hypersalines entre l'étang du Vaccarès et les étangs inférieurs. - Saison 2024-2025 : la voie de dévalaison des anguilles des Grandes Cabanes via la Petit Rhône est confirmée, ayant été empruntée de manière avérée par 14 individus. Des conditions beaucoup plus humides qui auraient dû favorisées l'échappement des anguilles dans le Vaccarès. Cependant, aucune anguille ne s'est présentée au pertuis de la Fourcade, et une seule semble avoir réussi à passer le pertuis de la Comtesse.
Projet Croissance de l'anguille - Thèse Amélie Hoste	
Réalisation de la soutenance de thèse	16 décembre 2024. <u>Jury :</u> Caroline DURIF (Rapportrice) Senior Research scientist, Institute of Marine Research, Norway Etienne PREVOST (Rapporteur) Directeur de Recherche, INRAE, UMR ECOBIOP, St Pée sur Nivelle Anthony ACOU (Examinateur) Ingénieur de Recherche, OFB, UAR PatriNat et Pole MIAME, Dinard et Rennes Audrey DARNAUDE (Examinatrice) Chargée de Recherche, CNRS, UMR Marbec, Montpellier Hervé CAPRA (Président du jury) Directeur de Recherche, INRAE, UMR RiverLy, Lyon Jean-Christophe POGGIALE (Directeur de thèse) Professeur, Aix-Marseille Université,

	ECOMAD, Marseille Delphine NICOLAS (Co-encadrante de thèse) Chargée de Recherche, Tour du Valat, Arles Colin BOUCHARD (Membre invité) Chef de projets scientifiques, SCIMABIO Interface, St Pée sur Nivelle
Dépôt du manuscrit de thèse	Mis en ligne le : 24 mars 2025 https://tourduvalat.org/publications/these-de-doctorat-i-croissance-de-languille-europeenne-en-milieu-lagunaire-mediterraneen/ Résumé des résultats : Les travaux multidisciplinaires de cette thèse ont montré l'existence de sous-populations distinctes en termes d'abondance, de sex-ratio et de traits d'histoire de vie, avec une forte variabilité entre et au sein des sites étudiés. L'étang du Vaccarès, une lagune mésohaline à euhaline, semble offrir les meilleures conditions pour la production d'anguilles argentées, en bonne condition corporelle, un taux de croissance élevé, un âge à l'argenture précoce et une abondance significative en faveur des mâles. En revanche, les anguilles du canal d'eau douce du Fumemorte montrent les taux de croissance et les abondances les plus faibles avec un sex-ratio en faveur des femelles, mais des taux de survie élevés. La diversité des habitats dans le complexe lagunaire de Camargue apparaît essentielle pour maintenir la variabilité des traits d'histoire de vie de l'anguille. Certains habitats propices à la croissance de l'anguille sont fortement pollués, entraînant une contamination des individus, et souligne l'urgence d'améliorer la qualité de l'eau. Les connaissances acquises offrent une base de référence pour envisager des actions visant à améliorer la production d'anguilles en bonne condition corporelle et sanitaire, tout en tenant compte des spécificités des types d'habitat.
Publication 1	Hoste, A., Bouchard, C., Poggiale, J., & Nicolas, D. (2024). European eel *(Anguilla anguilla*) survival modeling based on a 22-year

	capture-mark-recapture survey of a Mediterranean subpopulation. **Journal of Fish Biology**, jfb.15939. https://doi.org/10.1111/jfb.15939
Publication 2	Hoste A., Lagarde R., Amilhat E., Bouchard C., Bustamante P., Covaci A., Faliex E., Migne E., Poma G., Tetrel C., Verbrugghe K., Vey-Payre H., Nicolas D. (2025). Investigating the health status of European silver eels in the Camargue, a French Mediterranean lagoon complex. **Environmental Science and Pollution Research**, 32, 4181-4198. https://doi.org/10.1007/s11356-024-35815-0
Publication 3	Hoste A., Daverat F., Siréjol J., Barbotin G., Brion E., Danhiez F., Pécheyran C., Poggiale J.-C., Nicolas D. (*en préparation*) Living in a complex and challenging Mediterranean lagoon: retrospective analysis of habitat use and stressful experiences of European eels (*Anguilla anguilla*). **PCI Ecology**

6. OBJECTIFS POUR LA 5EME ET DERNIERE ANNEE D'EXECUTION (01/07/2025 – 30/06/2026)

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

Le projet de restauration des sites du Cassaïre et de la Petite Forêt, financé grâce au WWF, a pris fin en décembre 2024. Cependant, le gestionnaire des Marais du Vigueirat a poursuivi l'ensemble des opérations en 2025, sur fonds propres. Il souhaite trouver de nouveaux financements pour poursuivre les suivis sur le Cassaïre (remplacer les suivis annuels par des suivis réguliers tous les 3 à 5 ans) afin de continuer à mesurer l'efficacité du programme de restauration sur du moyen terme, à minima.

Sur la Petite Forêt, le travail réalisé dans le cadre de ce programme a permis de gérer la colonisation du site par les espèces exotiques envahissantes. Les résultats obtenus sont très satisfaisants mais montrent qu'une gestion permanente doit être appliquée au risque de perdre le bénéfice des efforts réalisés. Il sera donc nécessaire de maintenir une pression de pâturage importante, mais aussi de continuer à organiser des chantiers de régulation des individus de Séneçon en arbre qui ne sont pas atteints par les vaches. Il sera donc nécessaire de trouver des financements pour ces opérations. Afin de poursuivre le projet de restauration du site, plusieurs opérations sont à envisager :

- Installation d'une pompe solaire pour que le gestionnaire puisse être autonome (la pompe utilisée actuellement est une pompe électrique appartenant à une exploitation agricole voisine). Cela permettra aussi une réduction importante des coûts de fonctionnement pour la gestion de ce site, qui ne peuvent pas être facilement assumés par le gestionnaire sans financement spécifique.
- Travaux d'ingénierie pour « reprofiler » le sol de la Petite Forêt, comme cela avait été fait sur le Cassaïre, afin de permettre une irrégularité des hauteurs de niveaux d'eau. Ce type d'opération nécessite des études préalables poussées (étude des sols, étude de la topographie, *etc*.) qu'il sera nécessaire de faire réaliser par un prestataire ou un partenaire spécialisé.
- Mise en place de suivis floristiques pour évaluer l'évolution de la composition floristique et des habitats du site. Le gestionnaire n'étant pas compétent dans ce domaine, il sera nécessaire de faire appel à un prestataire ou à un partenaire spécialisé.

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

En 2025-26, la Tour du Valat poursuivra son action de ressource/conseil pour la mise en œuvre de la déclinaison régionale du PNA en faveur des libellules. Nous co-organiserons avec la DREAL un copil de la déclinaison régionale du PNA libellules. Nous co-organiserons également, avec l'Opie, les prochaines rencontres nationales du groupe de travail sur *L. macrostigma*.

L'expérience ayant montré que l'animation et l'incitation ne sont parfois pas suffisantes pour que des opérations de restauration se réalisent, cependant que d'autres se réalisent sans l'intervention directe de ces animations et incitation, la Tour du Valat poursuivra la realisation d'actions propres. Nous comptons notamment :

- Modéliser la dynamique de *L. macrostigma* en Camargue en utilisant des données issues de suivis et de sciences citoyennes sur les 15 dernières années. Les liens spatiaux et

temporels entre les populations, ainsi que le rôle des conditions hydrologiques, seront explorés.

- Monter un projet d'évaluation du succès évaluation du succès de la restauration et de la gestion hydraulique de mares temporaires méditerranéennes.

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. Modélisation des données : identifier les périodes de dévalaison et les paramètres environnementaux favorisant l'activité de dévalaison.

- Suivi acoustique : Déclarer les hydrophones et les marques acoustiques utilisées sur le réseau international de *lifewatch*/ETN. Recherche d'éventuelles recaptures de nos individus par d'autres hydrophones dans la Méditerranée (par exemple via le réseau Connect-Med ou la barrière acoustique au Gibraltar). Détermination des voies de dévalaison et des probabilités de les emprunter, si possible en fonction des variables environnementales disponibles.

- Ecrire le rapport final et organiser une réunion de restitution aux acteurs du territoire

- Réaliser une vidéo de restitution des principaux résultats

- Préparer une suite à ce projet avec une extension à l'échelle du delta. Ce nouveau projet sera multi partenariale (MRM, TDV, OFB, SNPN, CRPMEM, pêcheurs professionnels) et pluriannuel et est souhaité démarrer en 2026.

- Cet automne, l'Association MRM a déjà équipé le chenal de la Comtesse avec deux antennes RFID. En 2025, MRM a prévu de réaliser une étude de faisabilité pour l'installation d'un nouveau dispositif RFID dans le chenal en amont du pertuis de la Fourcade. Ainsi, en 2026, l'ensemble des sorties du système Vaccarès seront équipées d'une station d'écoute RFID. Dans ce contexte, il sera possible de suivre l'échappement des sous-populations d'anguilles associées aux milieux d'eau douce, telles que le bassin des Grandes Cabanes ou du Canal du Fumemorte, mais également celles grandissant dans les eaux saumâtres à marines de l'étang du Vaccarès (et potentiellement des Impérieux).
  Dans le cadre de ce nouveau projet, l'équipe COLAGANG (OFB / TDV) maintiendrait ses suivis dans les bassins du Fumemorte et des Grandes Cabanes. Ce projet permettrait ainsi de répondre aux objectifs relatifs à la dynamique de dévalaison tout en perdurant les suivis en CMR. De plus, notre équipe s'occuperait de déployer chaque année le suivi en télémétrie acoustique, avec le marquage d'anguilles provenant des différents habitats du delta. Une densification du réseau des hydrophones sera alors envisagée.
  En fonction des financements mobilisés, une action pourra cibler davantage l'effet de la prédation du silure glane, en équipant un plus grand nombre d'individus de plus petites tailles (avec des marques prédation V9 et V7).
  De plus, les acteurs et gestionnaires s'inquiètent de l'arrivée de l'invasif crabe bleu en Camargue. La mise en place du réseau d'hydrophones pour suivre la dévalaison de l'anguille pourrait être utilisé pour suivre, dans le même temps, les déplacements du crabe bleu dans le système Vaccarès. Ce suivi permettrait de connaître les périodes de migration des femelles (quand elles entrent ou sortent du système) et d'identifier d'éventuelles zones de concentration des mâles (aux niveaux des arrivées d'eau douce). Cette connaissance permettrait d'aider les

gestionnaires pour la mise en place de mesures de gestion (barrière sélective, opération de pêche coup de poings, etc.). Ainsi, les moyens pour l'acquisition et l'entretien des hydrophones pourraient être mutualisés pour répondre à deux questions clés très différentes, mais toutes deux en lien étroit avec la connectivité écologique.

Thèse Croissance intralagunaire de l'anguille

Les objectifs ont été atteints, en particulier avec la publication de 2 articles scientifiques et la rédaction du manuscrit de thèse. Il reste néanmoins un dernier article à publier.

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	BEREZINA_SIGOUL	BEREZINA_TORTUE	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 méditerranéenne	*Alosa agone*	AN	■		■	■	■	■	■	■
		ANGUILLE	Anguille européenne	*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	CRABE VERT DE MEDITERRANEE	Crabe vert de Méditerranée	*Carcinus aestuarii*	EM		
		CARIDINE	Caridine	*Atyaephyra desmaresti*	ED		
		CRABE DE VASE AMERICAIN	Crabe de vase américain	*Rhithropanopeus harrisii*	ED		
		CREVETTE BOUQUET BALTE	Crevette bouquet balte	*Palaemon adspersus*	LG		
		CREVETTE BOUQUET	Crevette bouquet	*Palaemon serratus*	MO		
		CREVETTE DES MARAIS	Crevette des marais	*Palaemonetes sp*	LG		
		CREVETTE GRISE	Crevette grise	*Crangon crangon*	EM		
		CREVETTE ROSE	Crevette rose	*Palaemon elegans*	ME		
		ECREVISSE DE LOUISIANE	Ecrevisse de Louisiane	*Procambarus clarkii*	ED		
Vertebrata	Actinopterygii	ABLETTE	Ablette	*Alburnus alburnus*	ED		
		ALOSE FEINTE	Alose feinte méditerranéenne	*Alosa agone*	AN		
		ANCHOIS	Anchois	*Engraulis encrasicolus*	MM		
		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	Brèmes NI	*Abramis brama, Blicca bjoerkna*	ED		
		BREMES	Brème bordelière	*Blicca bjoerkna*	ED		
		BREMES	Brème d'eau douce	*Abramis brama*	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*	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