

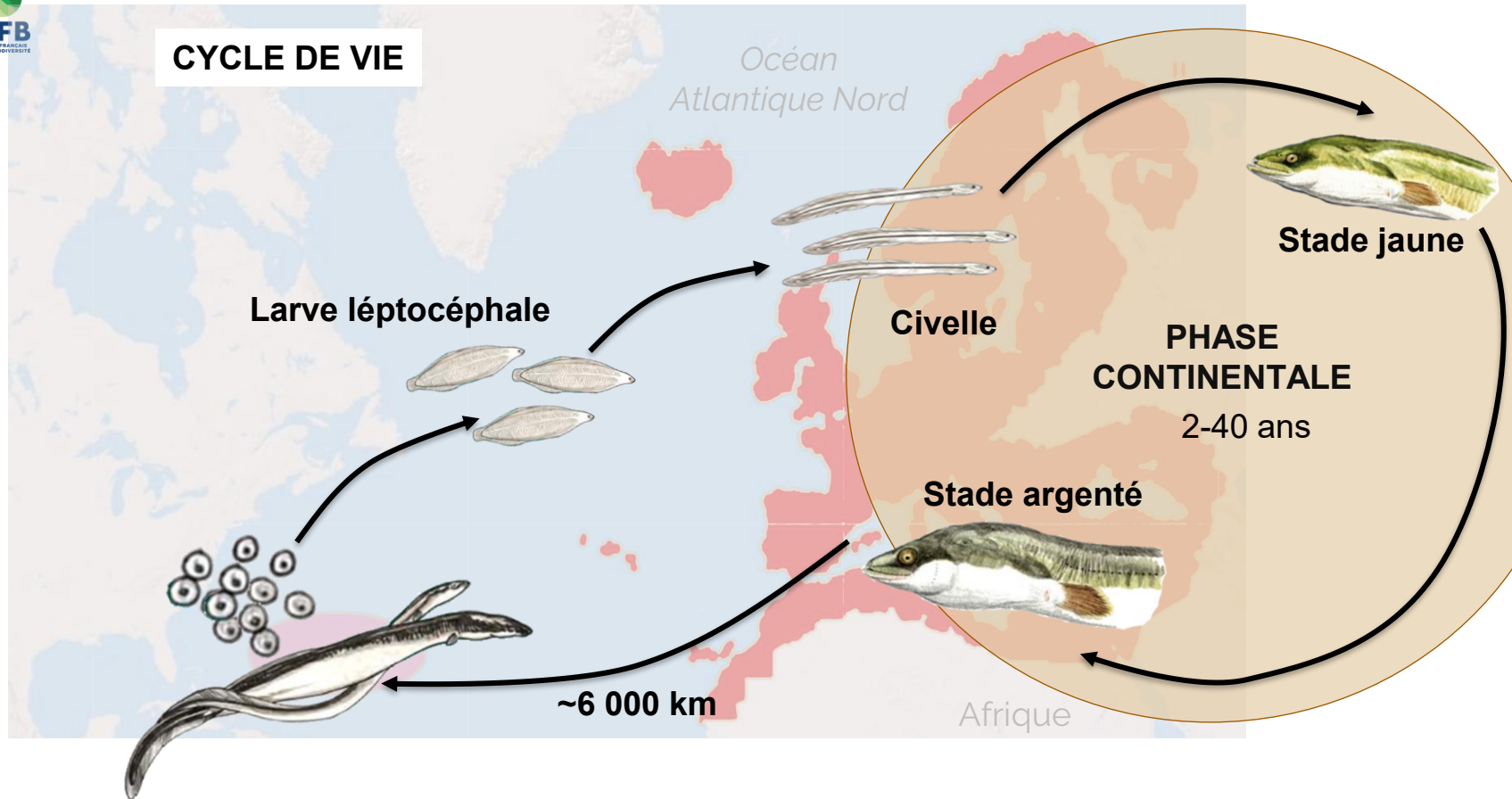


Fenêtre de migration de l'anguille européenne en lagunes & marais littoraux

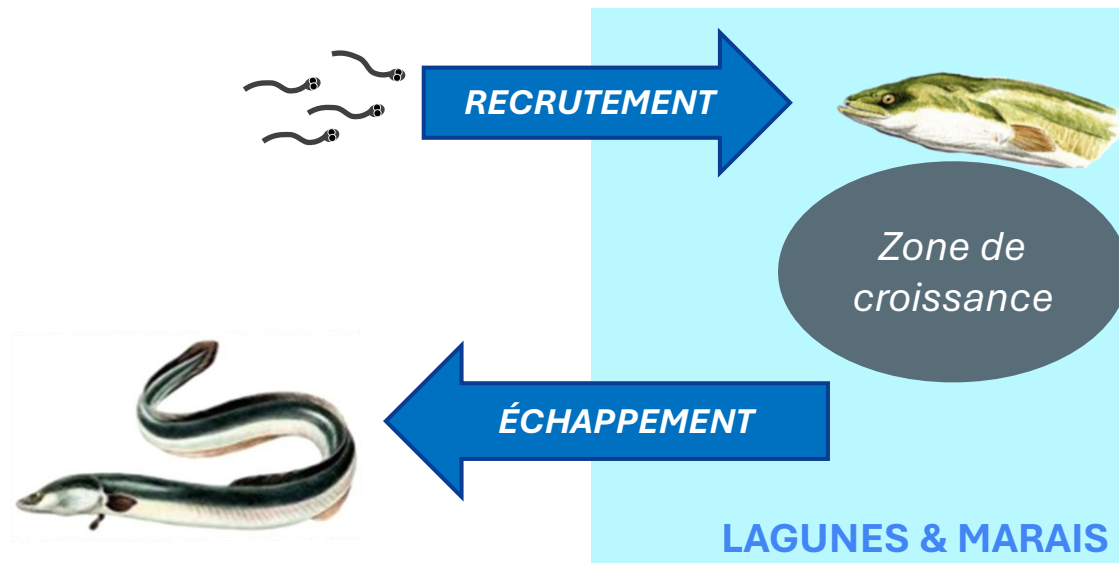
Bilan des études & Perspectives méthodologiques

- NICOLAS Delphine Tour du Valat
- AMILHAT Elsa Université de Perpignan / cefrem





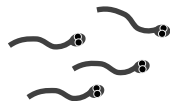
(Hoste, 2024; Pujolar et al., 2014; Righton et al., 2016; Tesch, 2003) ©carte provenant de l'UICN, illustration par C. Girard



A quoi ça sert ?



Contribuer à
évaluer le stock



RECRUTEMENT



Zone de
croissance

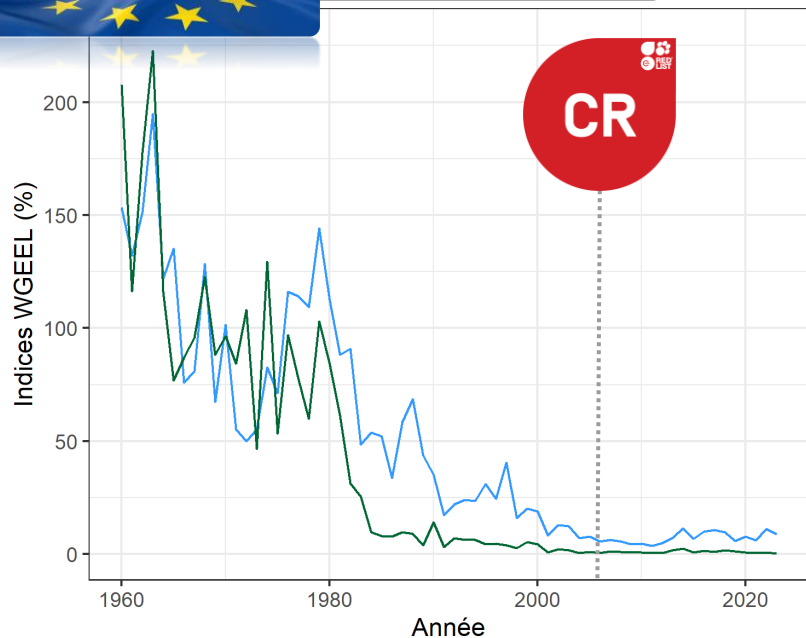


ÉCHAPPEMENT

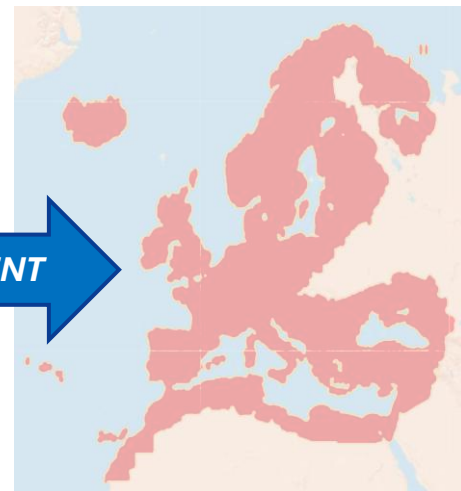
LAGUNES & MARAIS



Contribuer à
évaluer le stock



RECRUTEMENT

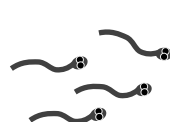
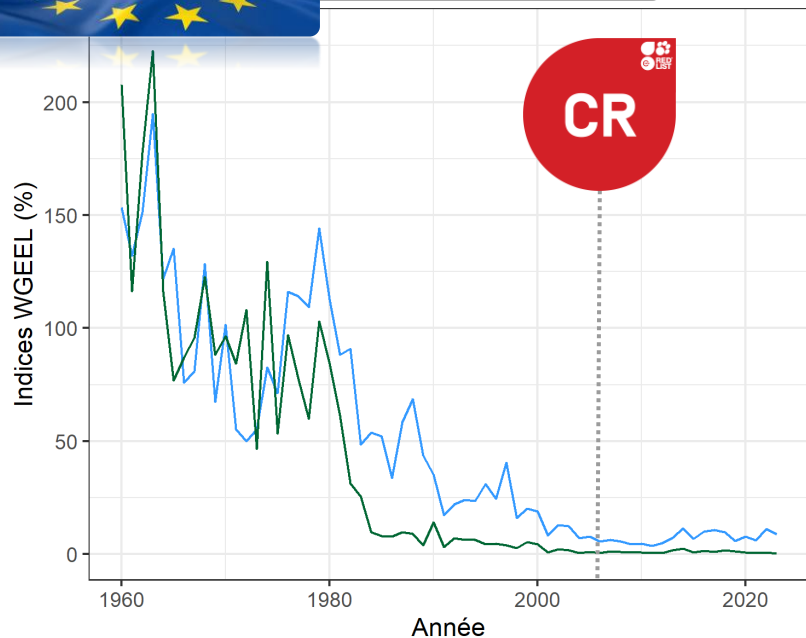


ICES, 2024)

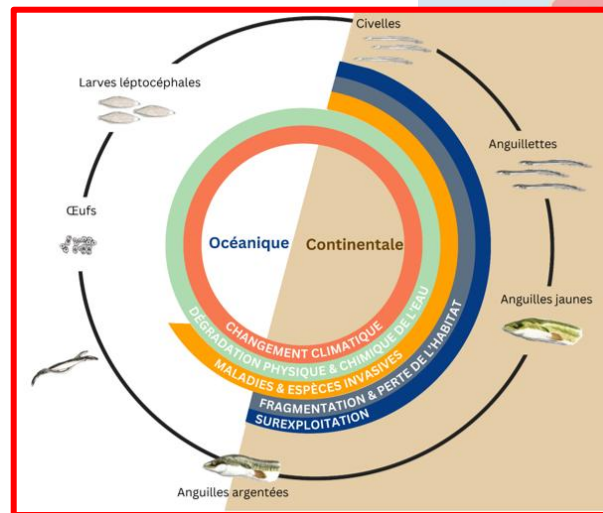
que 4 suivis
civelles en
Méditerranée !



Contribuer à
évaluer le stock



RECRUTEMENT



CHANGEMENT
CLIMATIQUE



QUALITE DE L'EAU



FRAGMENTATION DE
L'HABITAT



ESPÈCES NON
NATIVES



SUREXPLOITATION



*Zone de
croissance*

CR

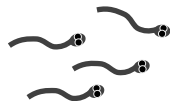
LAGUNES & MARAIS

A quoi ça sert ?

Contribuer à
évaluer le stock

Assurer un taux d'échappement vers
la mer d'au moins 40% de la
biomasse « pristine »
d'anguilles argentées

(Règlement européen, 2009)



RECRUTEMENT

Zone de
croissance



ÉCHAPPEMENT

LAGUNES & MARAIS

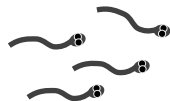
A quoi ça sert ?

PLAGEPOMI

Connaître les fenêtres
de migration

Identifier les obstacles

→ Améliorer la
continuité écologique



RECRUTEMENT

Zone de
croissance



ÉCHAPPEMENT

LAGUNES & MARAIS

Les fenêtres de migration



RECRUTEMENT

Zone de
croissance

ÉCHAPPEMENT

LAGUNES & MARAIS



**Bages-Sigean
Projet FLUX**
(Lagarde et al. 2020)

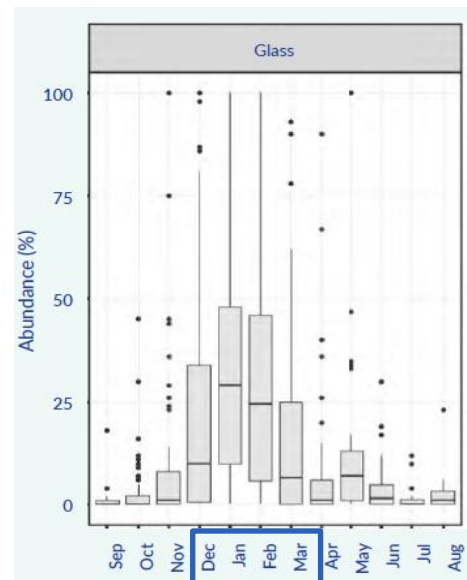


**Delta du Rhône
Dont Fourcade avec
PASSE-PIEGE**
(Lefebvre et al. 2025)



Sardaigne
(Podda et al. 2020)

Littoraux méditerranéens
(Zompola et al. 2008)



Projet CGPM
11 pays de Med.
(Ciccotti and Morello 2023)

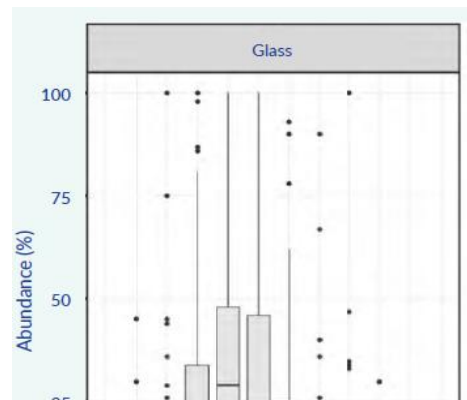


Bages-Sigean
Projet FLUX
(Lagarde et al. 2020)

UNIVERSITÉ
PERPIGNAN
VIA
DOMITIA



Delta du Rhône
(Bouchard et al. 2022)
Dont Fourcade avec
PASSE-PIEGE
(Lefebvre et al. 2025)

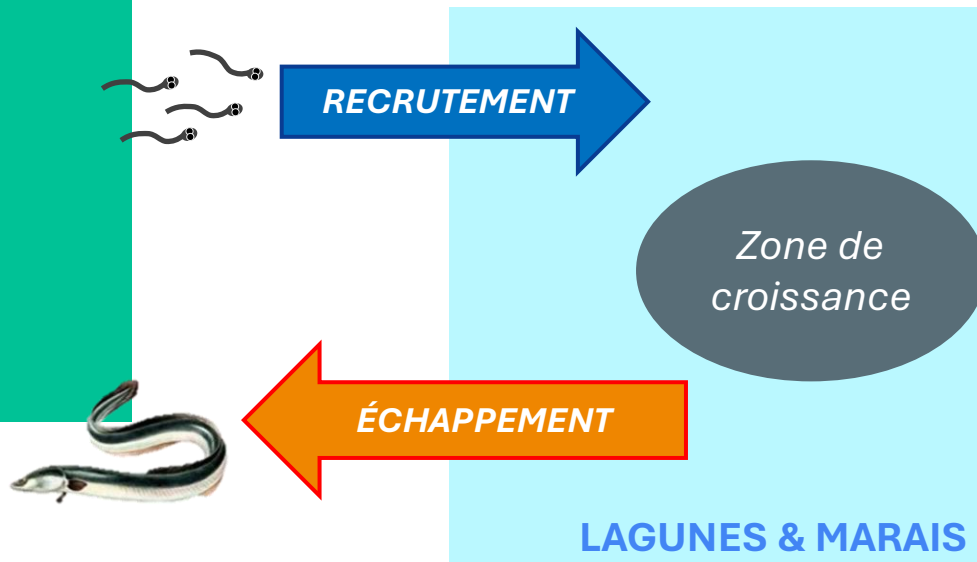


RECRUTEMENT = phénomène saisonnier en hiver (Déc-Mars)

(même si présence toute l'année)

→ Besoin de davantage de suivi sur l'ensemble de l'arc méditerranéen

Les fenêtres de migration

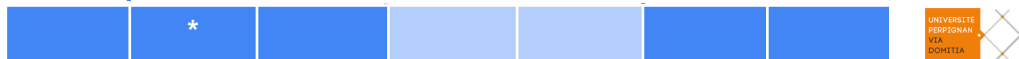




PICS

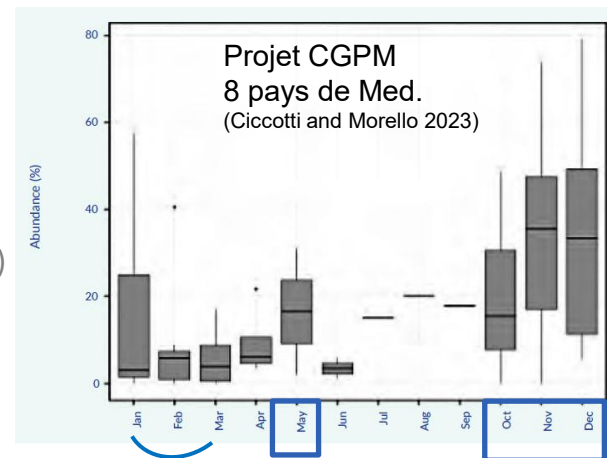


Lagune de Bages-Sigean – Projet FLUX (Lagarde et al. 2022)



Système Vaccarès / Intra-lagunaire – Projet COLAGANG (Nicolas et al. 2024)

Fumemorte & Grandes Cabanes (zones d'eau douce)



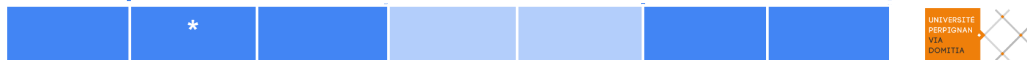
Oct.-Jan.



PICS

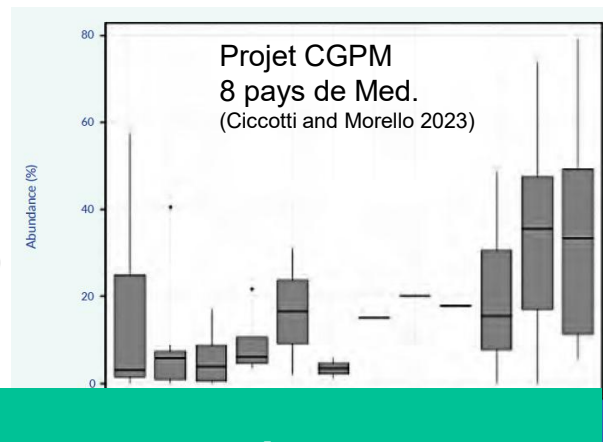


Lagune de Bages-Sigean – Projet FLUX (Lagarde et al. 2022)



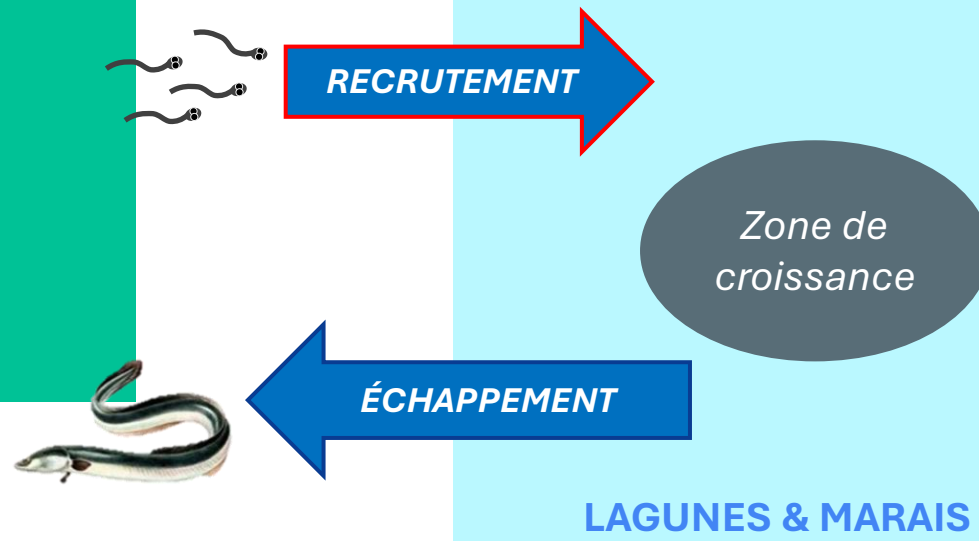
Système Vaccarès / Intra-lagunaire – Projet COLAGANG (Nicolas et al. 2024)

Fumemorte & Grandes Cabanes (zones d'eau douce)



- ECHAPPEMENT = phénomène saisonnier de l'automne au printemps.
- Il reste délicat de prédire les pics de dévalaison.
→ Besoin de davantage de suivi sur l'ensemble de l'arc méditerranéen

Les méthodes de suivi





Suivi actuels

(projet CGPM
2020-2022, Ciccotti
and Morello 2023)

Localisation des suivis civelles en cours par type d'habitat en Méditerranée



MÉTHODES DE SUIVI

CAPTURE

TRAITEMENT

INDICE

PASSE-PIÈGE À CIVELLE



ENGINS DE PÊCHE PASSIFS



FLOTTANG



Dénombrement

→ Abondance

Taille/Poids

→ Condition des individus

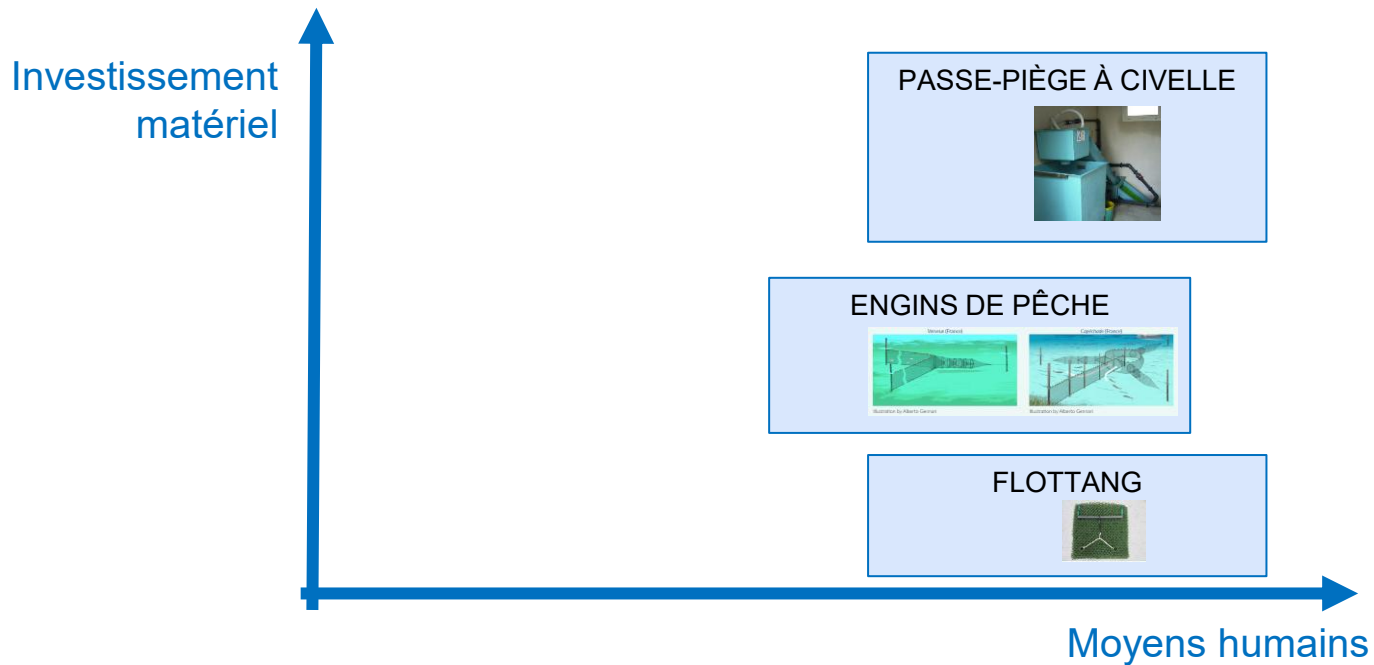
Stade pigmentaire

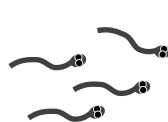
→ Précocité de l'arrivée depuis la mer

PÉRIODE DES SUIVIS : Déc. à Mars. (octobre - avril)



MÉTHODES DE SUIVI





RECRUTEMENT

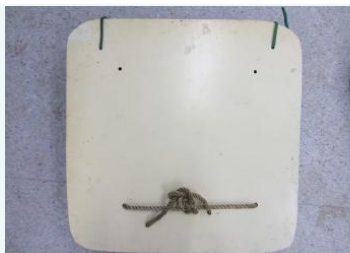
FLOTTANG

AVANTAGES

- Faible coût (environ 10 euros)
- Facile à fabriquer et à installer
- Peu d'entretien
- Costaud → tient toute la saison de recrutement
- Adapter pour capturer civelles (et <15cm)
- Facile à transporter

INCONVÉNIENTS

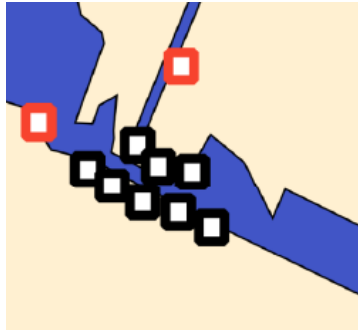
- Besoin d'effectuer les relèves à haute fréquence : quotidiennement est l'idéal car les civelles sont libres d'aller et venir
- Efficacité de capture faible (variable en fonction des sites et du substrat)
- Facile à voler



Exemple - suivi recrutement civelles d'une lagune, Bages-Sigean

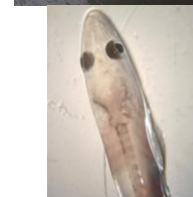
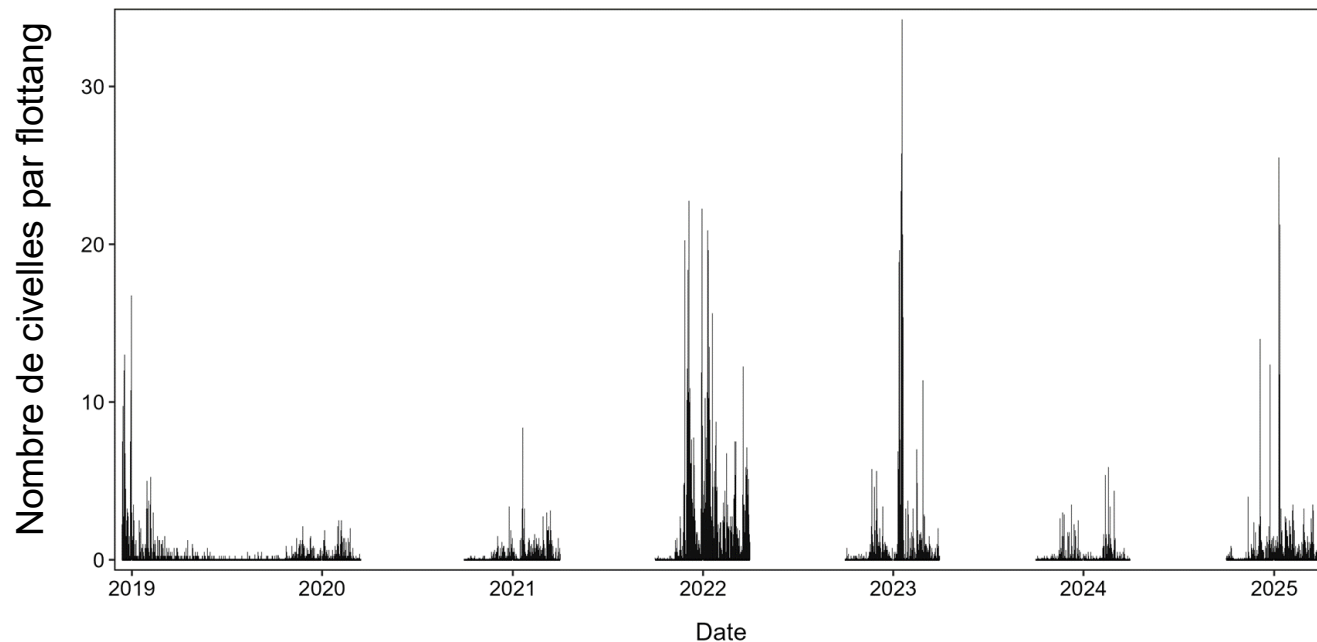


Suivi journalier entre octobre et mars



Civelles

- Nombre moyen de civelle/ flottang/ jour = **indice du recrutement**
(marquage pour avoir biomasse totale)
- Pics entre novembre et mars



Plusieurs
échantillonnages/mois
pour connaître **stades
pigmentaires** et
**paramètres
biométriques**



PASSE-PIÈGE

Eel container



Entrance way of the ramp



Drainage station where the fish pass has been installed



© MRM

AVANTAGES

- Adaptée pour un suivi long-terme
- En dehors des pics de recrutement, ne nécessite pas une visite tous les jours
- Une personne suffit, 2 pendant les pics de recrutement
- Installation et maintenance possibles par des entreprises spécialisées.

INCONVÉNIENTS

- Coût d'installation élevée et peut nécessiter des coûts d'entretien et de matériaux supplémentaires.
- Besoin d'une alimentation électrique
- Besoin d'une arrivée d'eau douce pour créer un courant d'attrait
- Doit être installé dans un endroit sécurisé pour éviter le vandalisme
- Nécessité d'une maintenance au moins une fois par an (nettoyage de la pompe, de la rampe...)

Passe-piège au niveau du pertuis de la Fourcade, Système Vaccarès



ENGINS DE PÊCHE PASSIFS

AVANTAGES

- Collaboration possible avec des pêcheurs professionnels pour conseiller sur les meilleurs sites pour installer les pièges
- Une fois les pièges installés, les civelles peuvent être récupérées par les scientifiques avec ou sans les pêcheurs (selon la facilité d'accès)

INCONVÉNIENTS

- Coût non négligeable (~800€ un verveux, ~350€ une paradière)
- Non adaptés aux zones profondes et aux forts courants
- Non adaptés à un suivi en continu
- Nécessité de maintenance (nettoyage et réparation)
- Les résultats dépendent du site, de la période et de la fréquence de l'échantillonnage
- Lourd à transporter et nécessite de la place pour le stockage

Verveux (France)

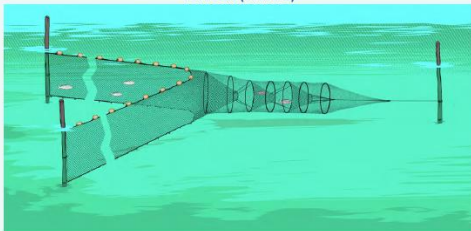


Illustration by Alberto Gennari

Capéchade (France)

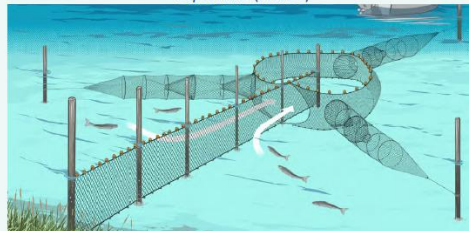


Illustration by Alberto Gennari

Bertovello (Italy)



© Chiara Leone

Monot (Spain)

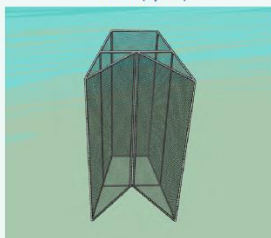


Illustration by Alberto Gennari

Busso (Spain)



© Lluís Zamora

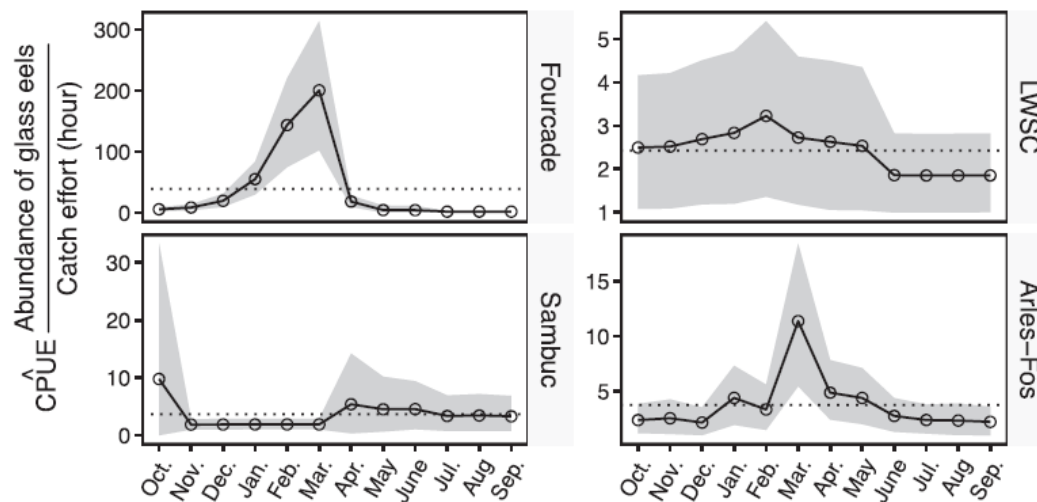
Spatio-temporal variations in glass eel recruitment at the entrance pathways of a Mediterranean delta

Colin Bouchard^{1,2,3,*}, Hilaire Drouineau⁴, Patrick Lambert⁴, Olivier Boutron² and Delphine Nicolas²



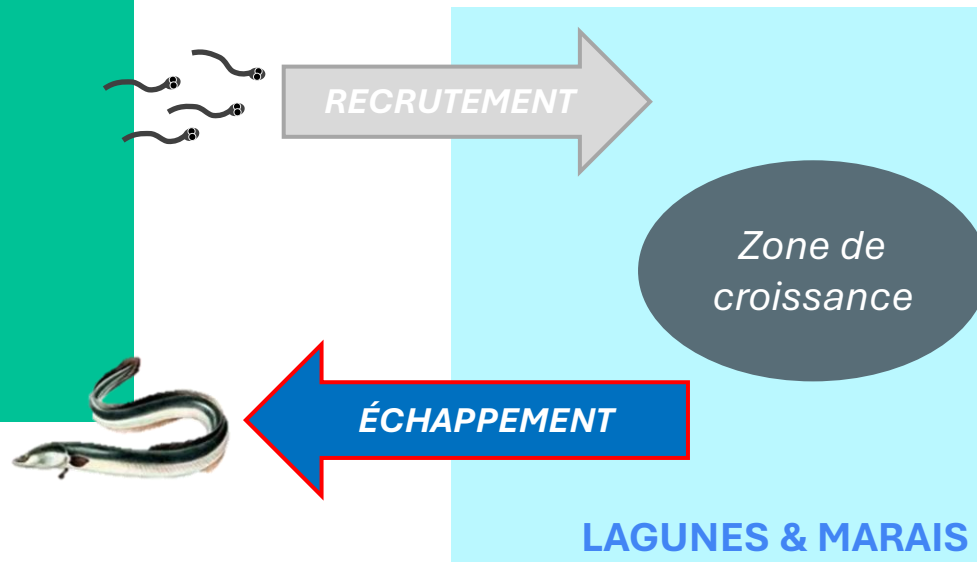
Spatio-temporal variations in glass eel recruitment at the entrance pathways of a Mediterranean delta

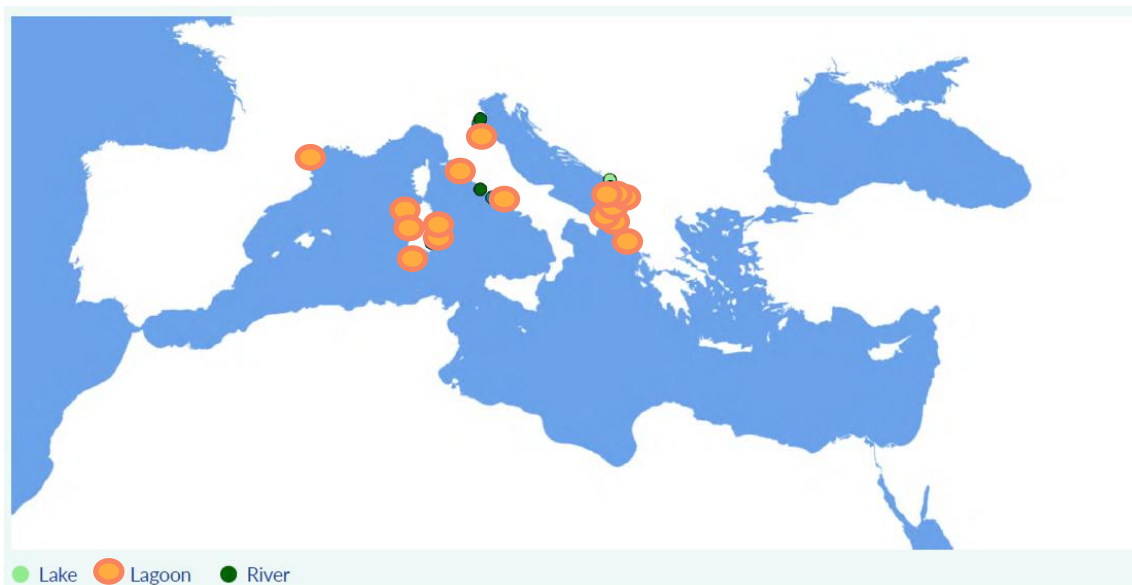
Colin Bouchard^{1,2,3,*}, Hilaire Drouineau⁴, Patrick Lambert⁴, Olivier Boutron²
and Delphine Nicolas²



→ Dynamique très contrastée en fonction de la location autour d'un même delta

Les méthodes de suivi







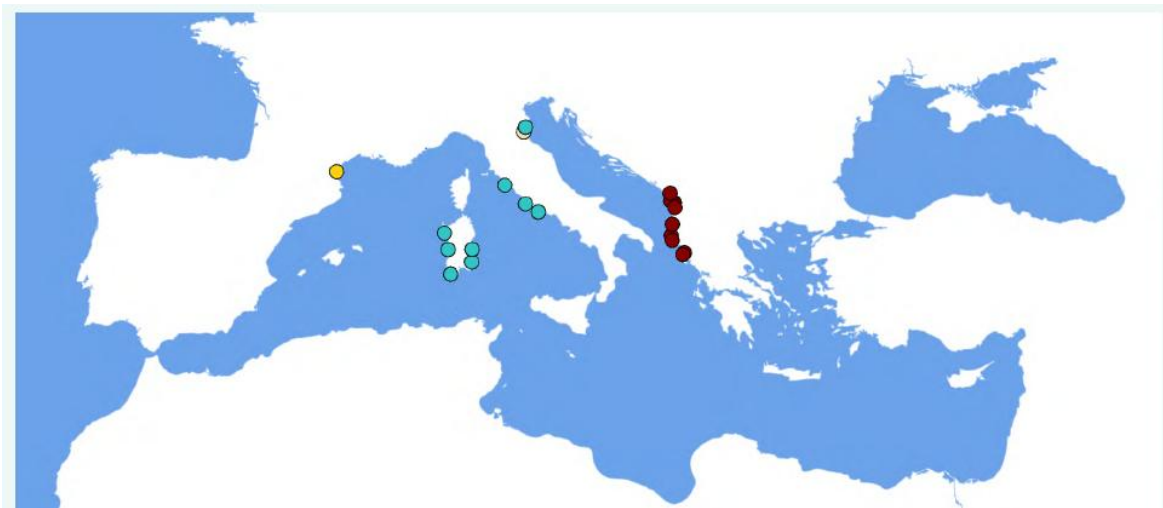


Localisation des suivis en cours par type d'habitat en Méditerranée



MÉTHODES DE SUIVI

-  FILET
-  CAMÉRA
ACOUSTIQUE
-  BARRIÈRE FIXE
-  BARRIÈRE FIXE &
FILET



Localisation des suivis civelles en cours en fonction de la méthode utilisée



ÉCHAPPEMENT

MÉTHODES DE SUIVI

CAPTURE

CAMÉRA ACOUSTIQUE




ENGINS DE PÊCHE PASSIFS



BARRIÈRE FIXE



CAPTURE-MARQUAGE-
RECAPTURE 

TÉLÉMÉTRIE RFID /
ACOUSTIQUE



A choisir en fonction de :

- La configuration des sites
- Les objectifs
- Le budget
- Les moyens humains



ÉCHAPPEMENT

MÉTHODES DE SUIVI

CAPTURE

TRAITEMENT

INDICE

CAMÉRA ACOUSTIQUE



ENGINES DE PÊCHE PASSIFS



BARRIÈRE FIXE



CAPTURE-MARQUAGE- RECAPTURE

TÉLÉMÉTRIE RFID / ACOUSTIQUE



Dénombrement

→ Abondance / Pics d'échappement

Biométrie

→ Degré d'argenture

→ Sexe

Etat sanitaire externe
(Pénil et al., 2011)

→ Condition des individus

Modèle CMR

→ Taux de survie & taux d'échappement

Détection Espace/Temps

→ Voies empruntées & identification
d'obstacles

PÉRIODE DES SUIVIS : octobre à mai



ÉCHAPPEMENT

MÉTHODES DE SUIVI

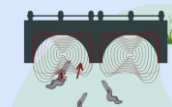
CAMÉRA ACOUSTIQUE



TÉLÉMÉTRIE ACOUSTIQUE



TÉLÉMÉTRIE RFID



BARRIÈRE FIXE



ENGINS DE PÊCHE
PASSIFS



CAPTURE-MARQUAGE-
RECAPTURE



Investissement
matériel

Moyens humains



ÉCHAPPEMENT

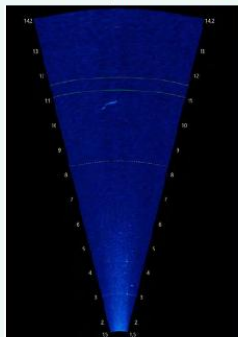
CAMÉRA ACOUSTIQUE

AVANTAGES

- Méthode non intrusive
- Fonctionne la nuit, dans l'eau turbide, 24h/24h
- Non dépendant des pêcheries
- Adapté pour un suivi long-terme en étant installé sur une structure fixe
- Les anguilles peuvent être dénombrées et mesurées (estimation du sexe ratio possible)

ARIS Explorer 1800 acoustic camera

Image of an eel recorded by the ARIS acoustic camera



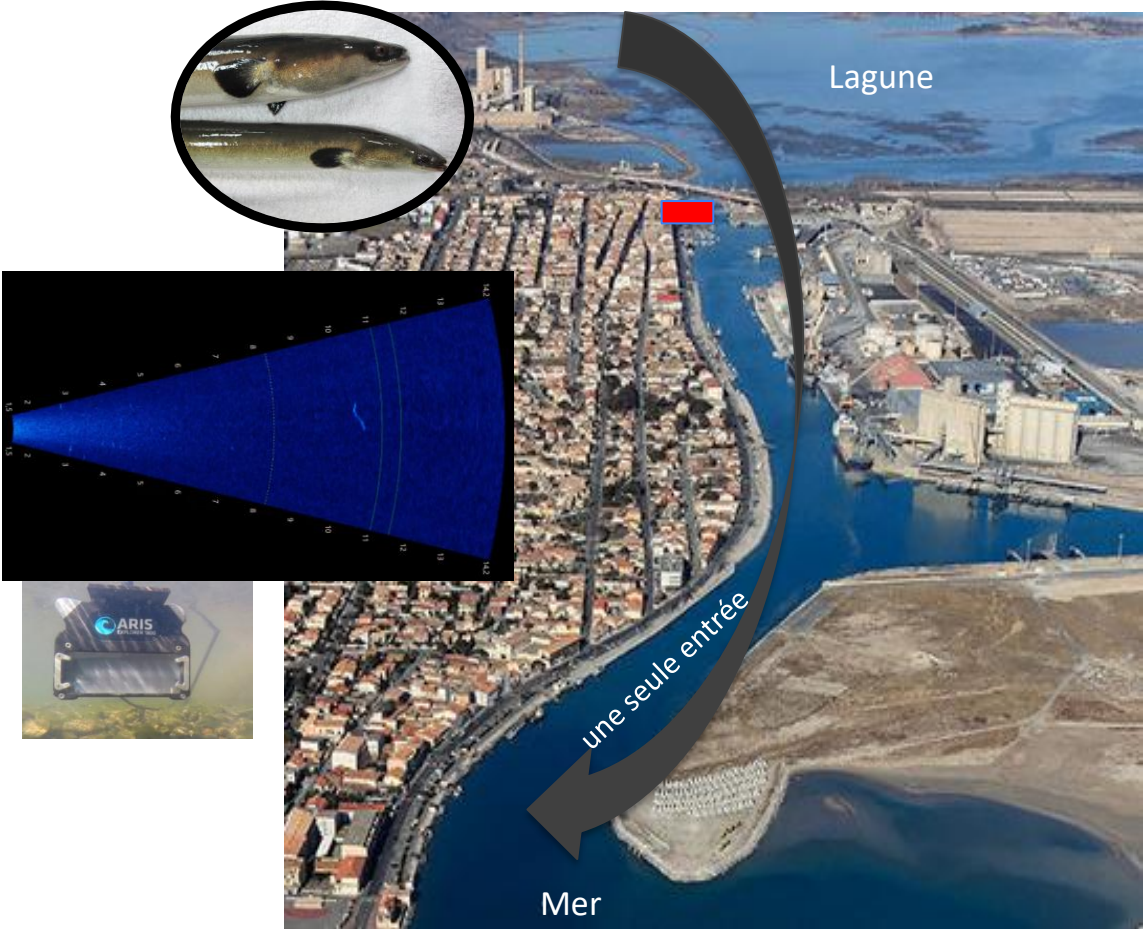
© Sound Metrics

© Sound Metrics

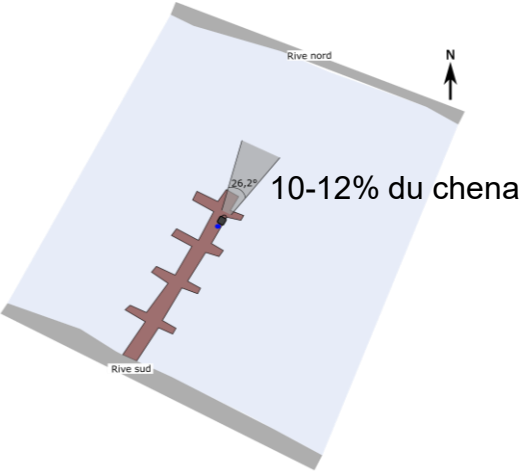
INCONVÉNIENTS

- Coût initial élevé (~80 000€)
- Nécessite une alimentation électrique
- Nettoyage une fois par mois au moins
- Champ de vision limité
- Génère de large quantités de données
- Très chronophage pour le visionnage et l'analyse des vidéos (6h d'enregistrement = 6h de travail)
- Impossible de déterminer le degré d'argenture
- Des analyses supplémentaires sont nécessaires pour évaluer le nombre d'individus migrants et estimer le nombre d'anguilles jaunes ou argentées

Exemple - suivi échappement des argentées d'une lagune, Bages-Sigean



Largeur du chenal : 53 m

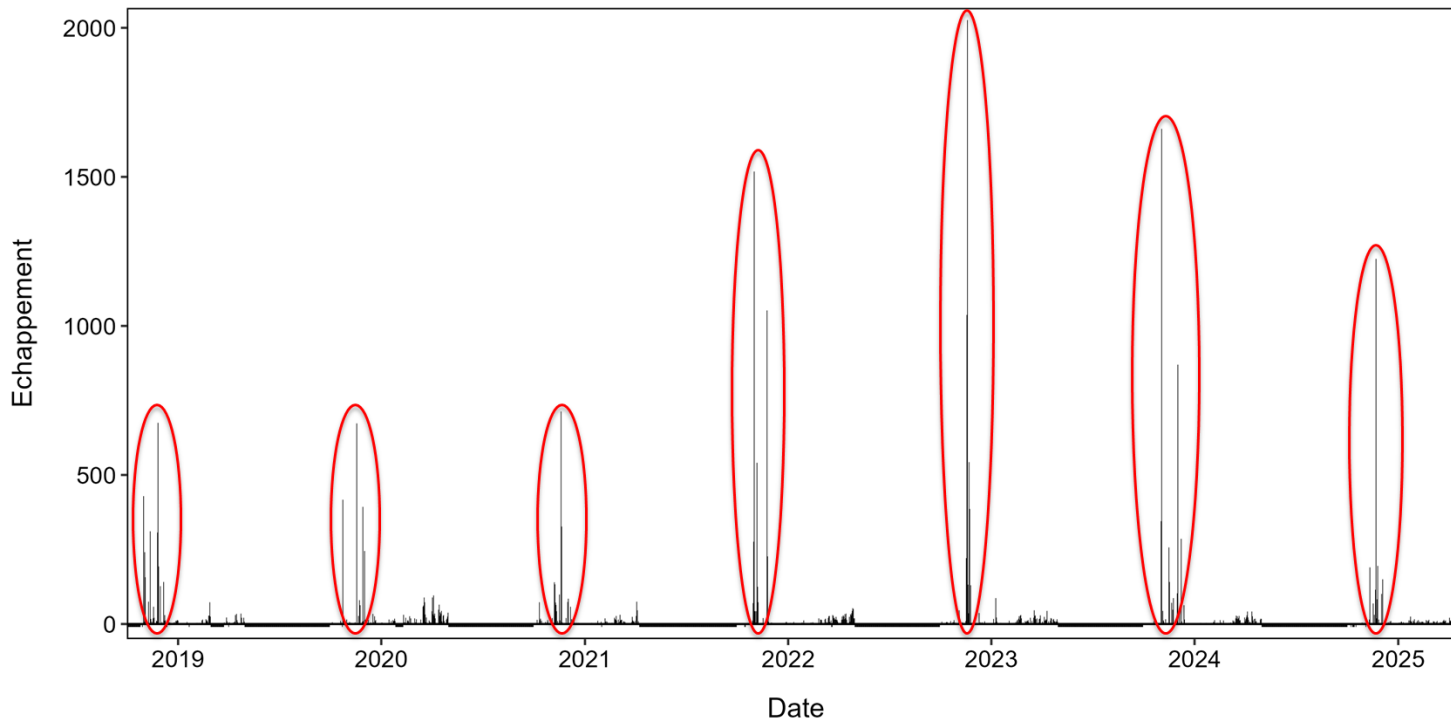


Enregistre en continu
mais analyse que :
18h à minuit

➤ Nombre d'anguilles dévalant vers la mer par jour comptées à la caméra = **indice de dévalaison**



➤ Pics d' octobre à décembre ○





ÉCHAPPEMENT

BARRIERE FIXE

N'EXISTE PAS EN FRANCE !

Shkodra Lake (with barrier set up in the Buna River) in Albania



© Edmond Hala

Brutint Lagoon, Albania



© Edmond Hala

Fixed barriers on Sardinia Island, Italy



© Chiara Leone

Fixed barriers on Sardinia Island, Italy



© Chiara Leone

AVANTAGES

- Une barrière à l'unique exutoire d'une lagune permet d'obtenir l'abondance totale des individus qui s'échappent du système
- Structure permanente

INCONVÉNIENTS

- Les petits individus peuvent passer à travers (mâles)
- Le suivi dépend de l'activité des pêcheurs professionnels



ÉCHAPPEMENT

ENGINS DE PÊCHE PASSIFS

AVANTAGES

- Collaboration possible avec des pêcheurs professionnels pour mettre à disposition du matériel et conseiller sur les meilleurs sites pour installer les pièges
- Une fois les pièges installés, les anguilles peuvent être récupérées par les scientifiques avec ou sans les pêcheurs (selon la facilité d'accès)

INCONVÉNIENTS

- Coût non négligeable (~800€ un verveux, ~350€ une paradière)
- Non adaptés aux zones profondes et aux forts courants
- Non adaptés à un suivi en continu / **risque de manquer les pics de migration**
- Nécessité de maintenance (nettoyage et réparation)
- Les résultats dépendent du site, de la période et de la fréquence de l'échantillonnage
- Lourd à transporter et nécessite de la place pour le stockage

Verveux (France)

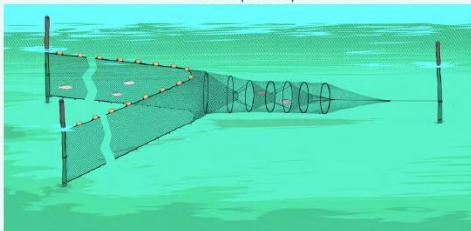


Illustration by Alberto Gennari

Capéchade (France)



Illustration by Alberto Gennari

Bertovello (Italy)



© Chiara Leone

Monot (Spain)

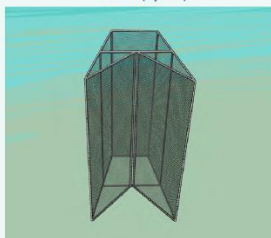


Illustration by Alberto Gennari

Busso (Spain)



© Lluís Zamora



CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE



AVANTAGES

- Très peu coûteux en fonction du type de la marque
- Estimation de la taille de la population
- Caractérisations biométriques de la population

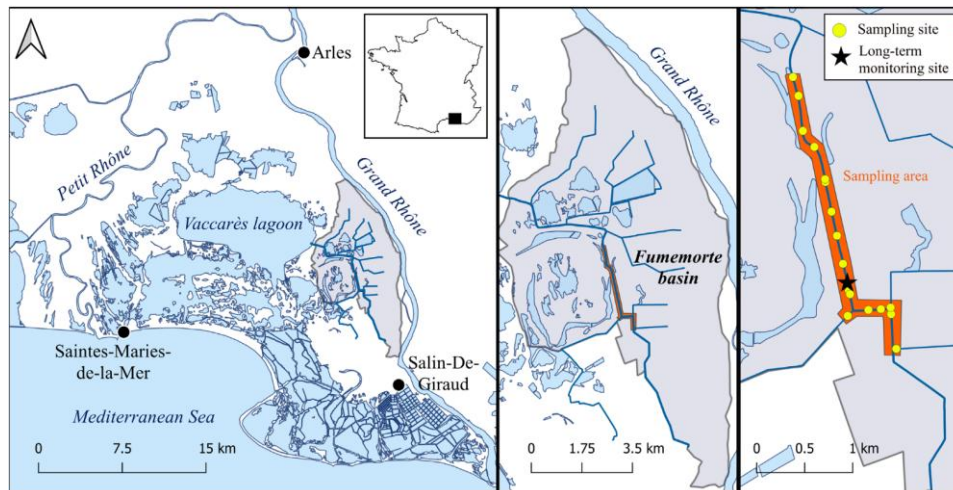
INCONVÉNIENTS

- La récolte des données dépend des pêcheries, car les pêcheurs doivent être informés de la présence d'individus marqués et doivent communiquer sur le nombre d'individus marqués qu'ils capturent
- Biais liés à la période et aux conditions de pêche
- Un grand nombre d'individus doivent être marqués
- Adapté à un suivi long terme uniquement sur des sites de petite taille

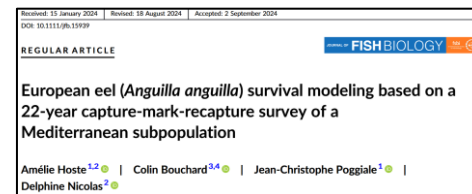


CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

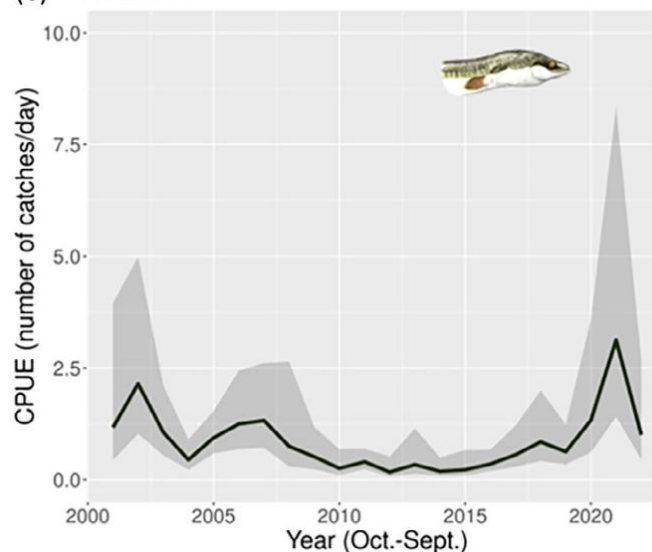
Suivi en CMR sur le canal du Fumemorte depuis 2001



Modèle CMR à partir de 4679 individus
dont 4159 recapturés seulement une fois



(e) Silver eel

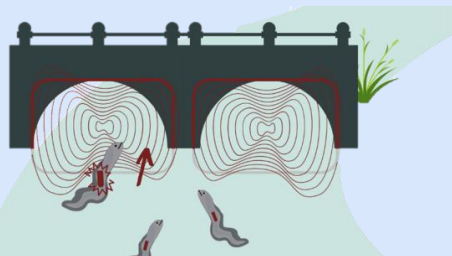




ÉCHAPPEMENT

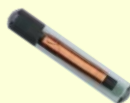
TÉLÉMÉTRIE RFID & ACOUSTIQUE

TÉLÉMÉTRIE RFID



MARQUE

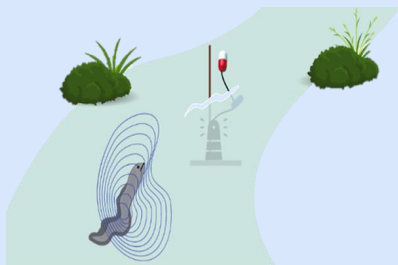
- Coût très faible (<3€)
- Durée de vie illimitée



STATION D'ÉCOUTE

- Coût initial important (~10 000€)
- Technologie sensible aux perturbations électromagnétiques et aux variations des conditions du milieu (conductivité, niveau d'eau, vent...)
- Besoin d'une veille régulière du fonctionnement
- Besoin d'une alimentation électrique ou de panneaux solaires
- Non adapté aux sites trop larges et profonds

TÉLÉMÉTRIE ACOUSTIQUE



- Coût très élevé (250 à 700€)
- Durée de vie limitée, dépendante de la taille de la marque et du paramétrage (2 mois à 3 ans)



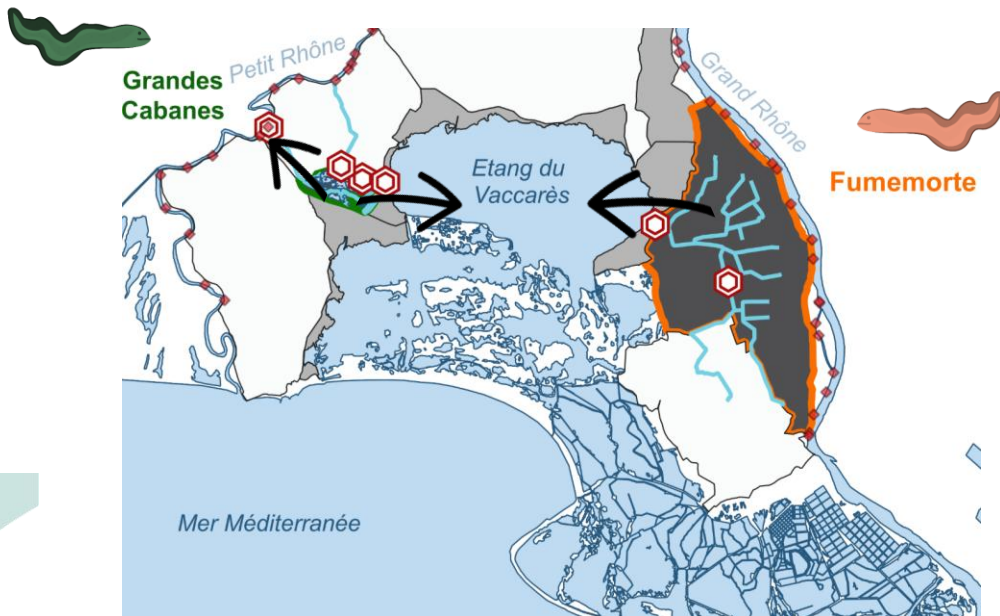
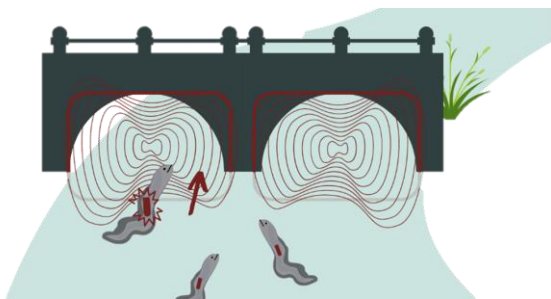
- Coût initial important (~2000 à 3000€ 1 hydrophone)
- Technologie sensible au bruit
- Besoin d'une relève au minimum tous les 3 mois
- S'adapte facilement à la configuration des sites
- Technologie non sensible aux variations des conditions du milieu
- Plus adapté pour les sites profonds et larges.
- Autonome sur batterie pendant une année



TÉLÉMÉTRIE RFID

Projet COLAGANG

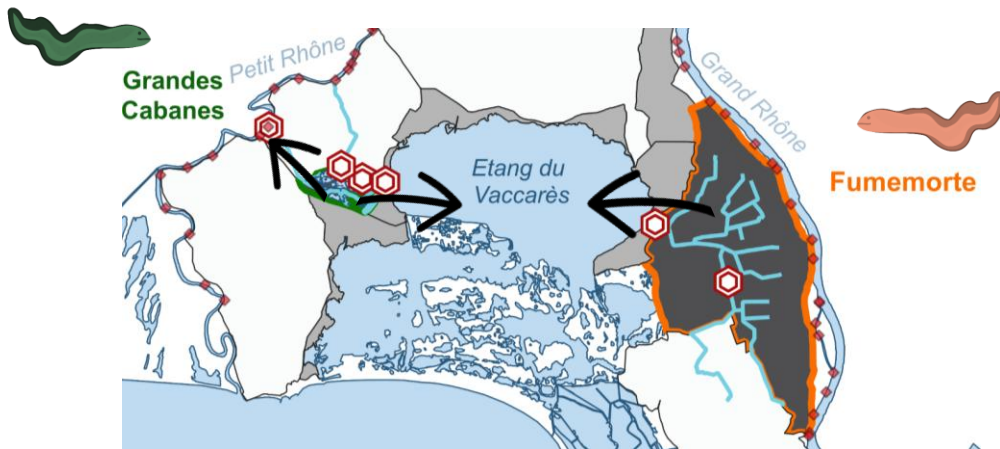
QUAND ?





TÉLÉMÉTRIE RFID

Projet COLAGANG



QUAND ?

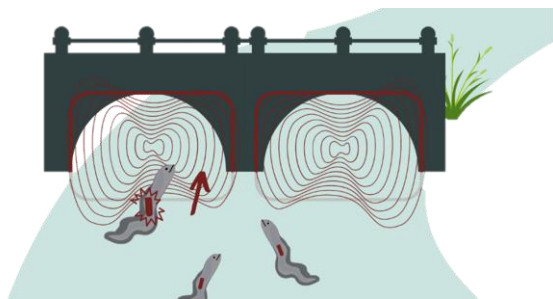
N= 2244

N= 834



3 seasons

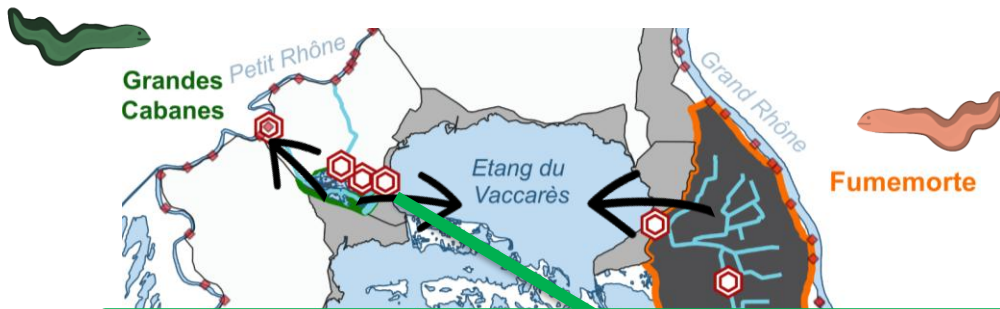
2022-2023
2023-2024
2024-2025



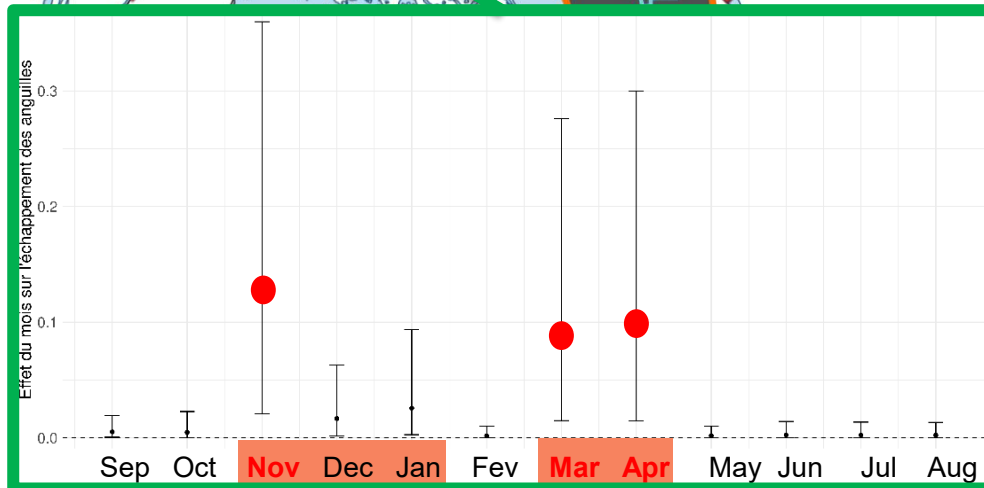
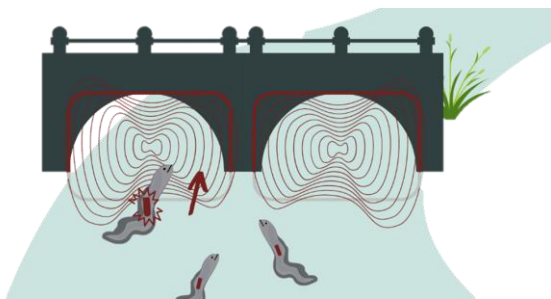


TÉLÉMÉTRIE RFID

Projet COLAGANG



QUAND ?





ÉCHAPPEMENT

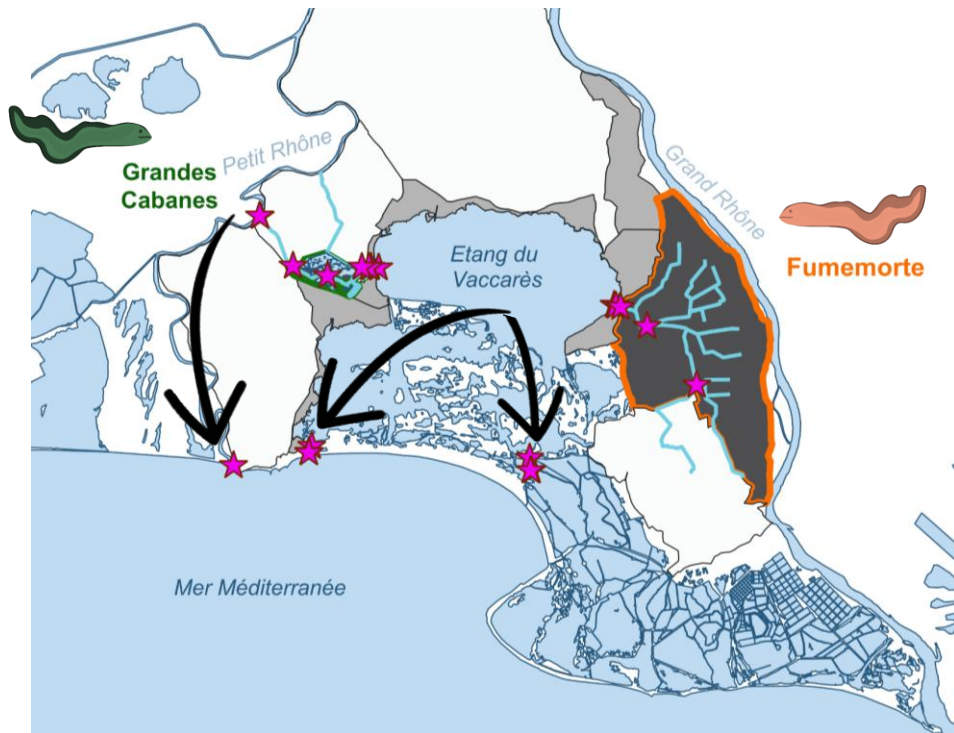
TÉLÉMÉTRIE ACOUSTIQUE

Projet COLAGANG

PAR OÙ?



Hydrophone
VEMCO 69 kHz





TÉLÉMÉTRIE ACOUSTIQUE

Projet COLAGANG

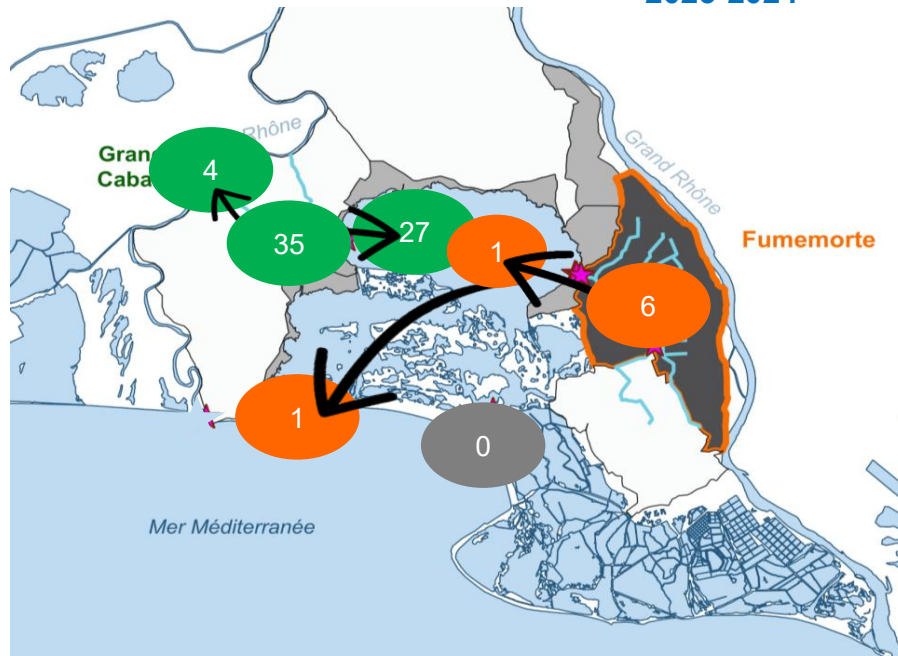
PAR OÙ?



Hydrophone
VEMCO 69 KHZ



2023-2024



CONCLUSION

Migration **localement influencée par des facteurs environnementaux** (température, débit, vent, attrait d'eau douce, etc.) qu'il convient de considérer pour ajuster au mieux la gestion des ouvrages au passage des civelles ou anguilles argentées.

Davantage de suivis dans le temps et l'espace permettra de mieux évaluer le stock d'anguilles et de mieux appréhender les facteurs qui influencent les pics de migration, notamment dans les lagunes & marais littoraux



RECRUTEMENT

Zone de
croissance

ÉCHAPPEMENT

LAGUNES & MARAIS



***Merci pour votre
attention...***



***Ne pas hésiter à contacter le pôle relais
lagune qui vous mettra en contact avec
les personnes qui réalisent déjà des
suivis ou qui pourront vous aider à
choisir un protocole adapté à vos
contraintes***



Cofinancé par l'Union européenne. Les points de vue et les opinions exprimés sont toutefois ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de CINEA. Ni l'Union européenne ni l'autorité chargée de l'octroi de la subvention ne peuvent en être tenues pour responsables.