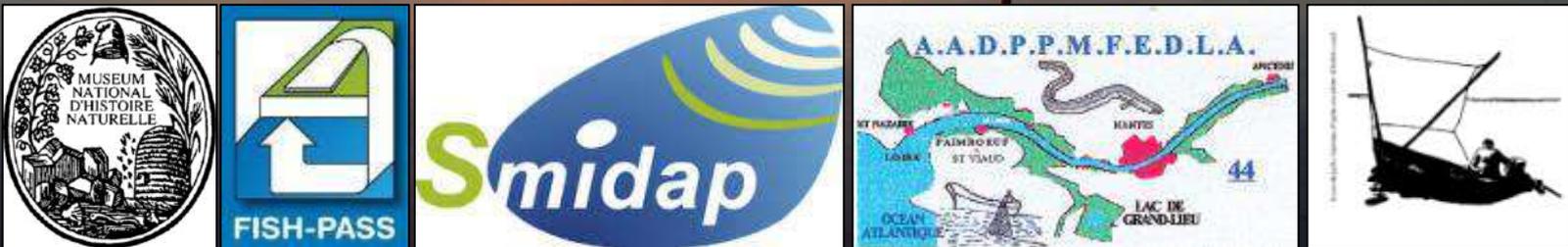


# Échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (EDAAGL) 2015-2016

Nantes – Hôtel de Région PdL

Le jeudi 12 Mai 2016



**Sommaire :**

- **Contexte** (présenté par le Museum National d'Histoire Naturelle et le SMIDAP)
- **Volet 1 : Étude de la pêche d'anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu**  
(présenté par Virgile MAZEL du bureau d'études FISH PASS)
- **Volet 2 : Évaluation du taux d'exploitation et du taux d'échappement par capture marquage recapture au PIT TAG sur le lac de Grand Lieu**  
(présenté par Fabien CHARRIER du bureau d'études FISH PASS)
- **Volet 3 : Étude de l'échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (déplacements dans le plan d'eau et leur devenir entre la sortie et la Loire)**  
(présenté par Anthony ACOU du MNHN)
- **Perspectives**

# Échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (EDAAGL) 2015-2016

- **Contexte**
- **Volet 1 : Étude de la pêche d'anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu**
- **Volet 2 : Évaluation du taux d'exploitation et du taux d'échappement par capture marquage recapture au PIT TAG sur le lac de Grand Lieu**
- **Volet 3 : Étude de l'échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (déplacements dans le plan d'eau et leur devenir entre la sortie et la Loire)**
- **Perspectives**

**Contexte :**

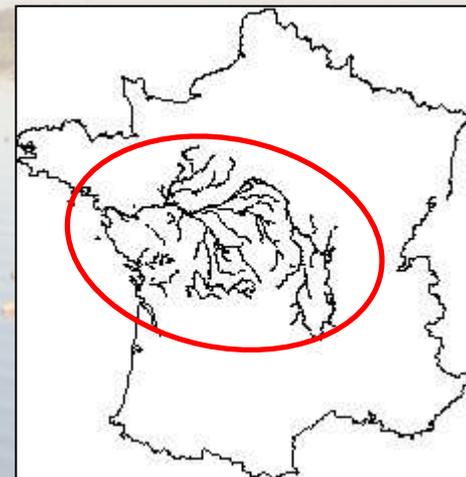
**Plan de gestion européen :**

**« réduire les sources de mortalité pour permettre l'échappement de 40% des anguilles produites par les bassins versants dans des conditions originelles »**

- quantification du flux dévalant (anguilles argentées) ?
- prélèvement de la pêche (taux d'exploitation) ?

**UGA Loire (1012 km - 110 000 km<sup>2</sup> )**

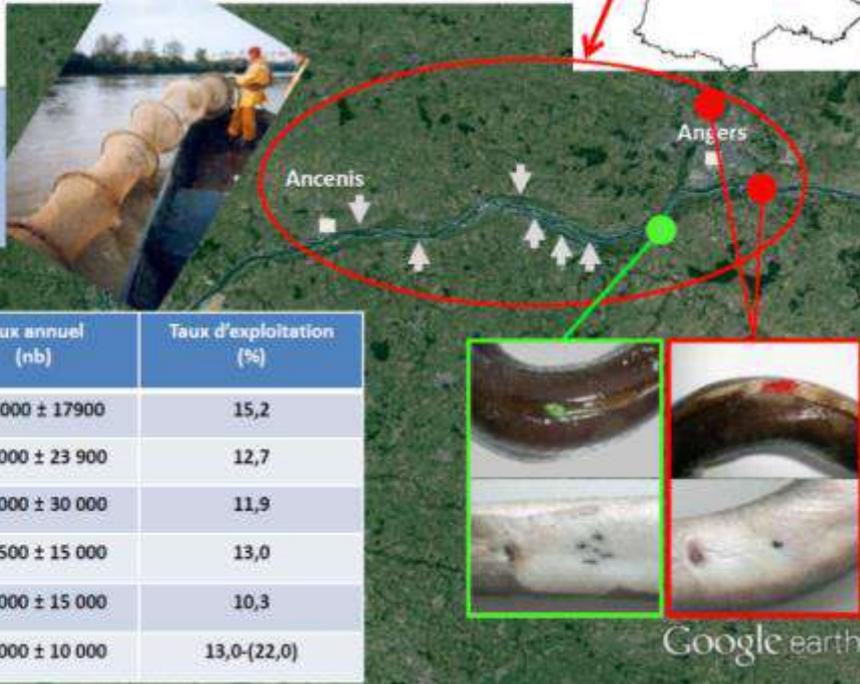
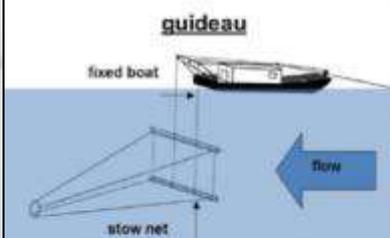
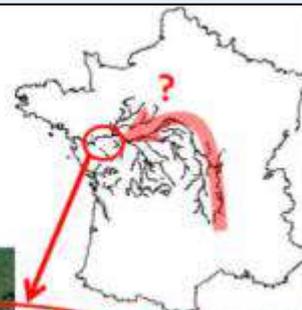
- un des plus grands fleuves d'Europe
- localisation privilégiée par rapport au Gulf Stream permet des niveaux élevés de recrutement en civelles et d'anguilles argentées quelques années plus tard
- pêche d'avalaison historique depuis 1930



**Contexte :**

**L'échappement en Loire moyenne/amont**

1) Etude CMR en association avec les pêcheurs professionnels (AIPPBLB) et l'Université de Tours



Saison	Flux annuel (nb)	Taux d'exploitation (%)
2001-02	310 000 ± 17900	15,2
2002-03	318 000 ± 23 900	12,7
2003-04	365 000 ± 30 000	11,9
2004-05	135 500 ± 15 000	13,0
2008-09	160 000 ± 15 000	10,3
2012-13	137 000 ± 10 000	13,0-(22,0)

**Un bassin versant suivi de longue date sur la thématique de la dévalaison des anguilles argentées :**

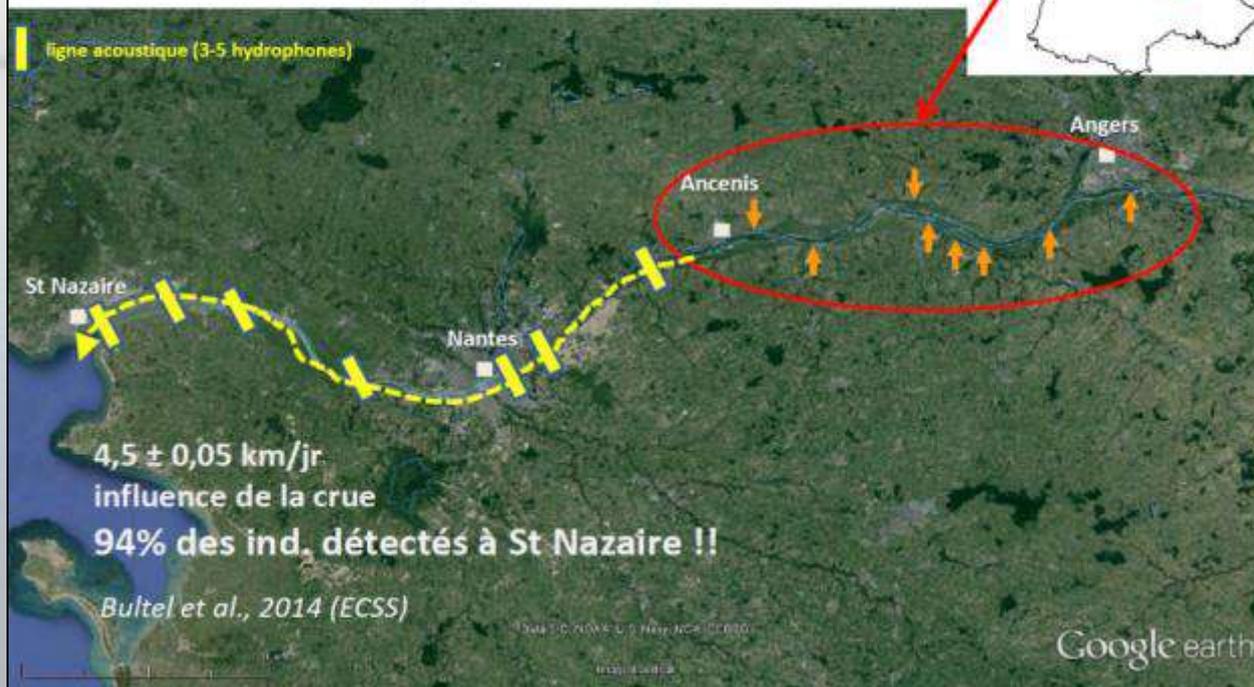
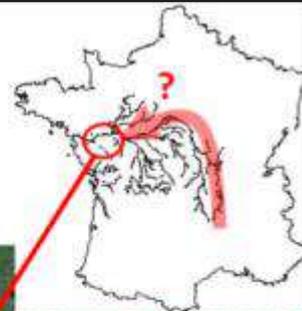
**Des données disponibles depuis 2001 sur :**

- la production d'anguilles argentées
- le taux d'exploitation par la pêche professionnelle
- le taux d'échappement (à la pêche)

**Contexte :**

**L'échappement en Loire moyenne/amont**

2) Etude acoustique sur 51 anguilles argentées  
marquage à St Florent Le Vieil (nov 2011)  
suivi acoustique jusqu'à St Nazaire (Fev 2012)



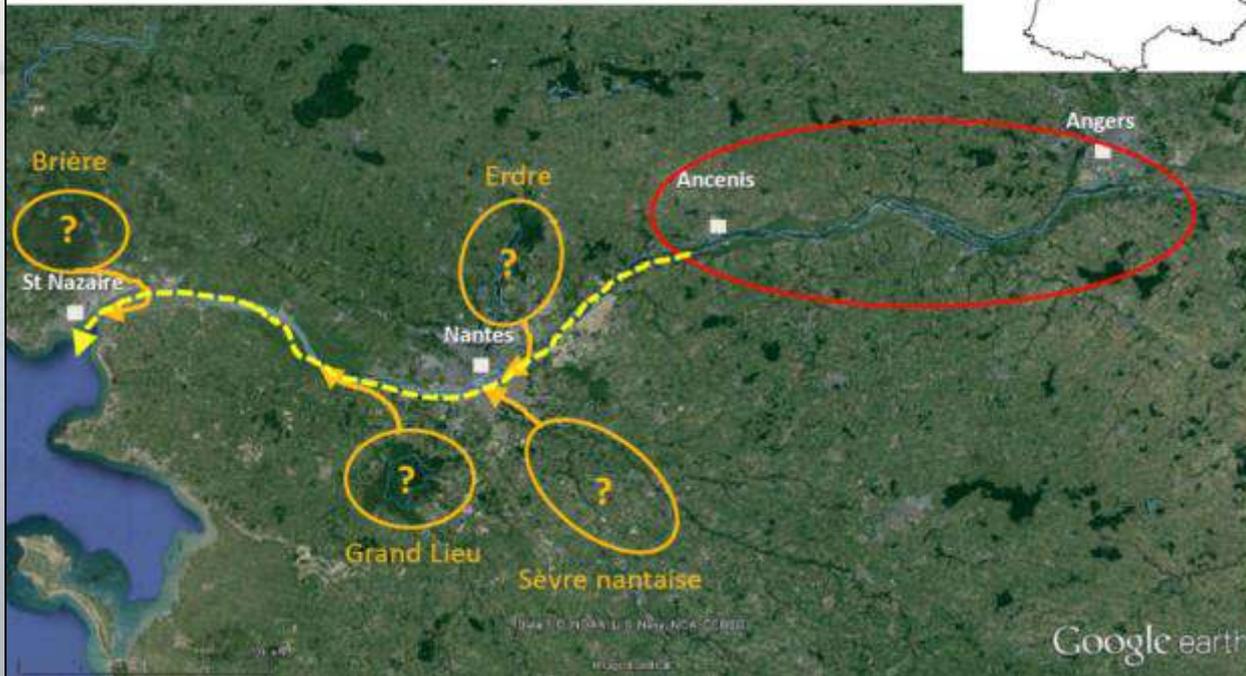
**Un bassin versant suivi de longue date sur la thématique de la dévalaison des anguilles argentées :**

**Présence d'une étude de suivi par tracking acoustique pour connaître le devenir des anguilles argentées à l'aval de la pêcherie de Loire.**

**Contexte :**

**Quid de l'échappement en Loire aval ?**

cours d'eau: Erdre, Sèvre nantaise, etc. ?  
zones humides: Brière, Grand Lieu ?  
→ fortes potentialités (production et croissance) pour l'anguille



**Un manque de données sur la Loire aval :**

4 à 5 zones (avec la Loire) sur la partie aval du fleuve dont 2 avec une pêche professionnelle active sur l'anguille argentée.

Possibilité d'utiliser les pêcheries pour accéder au niveau de production de ces zones et compléter les connaissances sur « l'hydrosystème Loire ».

**Contexte :**

**Quel est le taux d'échappement des anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu?**

- Quel est l'échappement à la pêcherie, uniquement pendant la période de pêche sur la zone où celle-ci est autorisée?
- Quel est l'échappement au niveau du lac en prenant en compte les périodes d'interdiction de pêche pendant lesquelles les anguilles peuvent s'échapper (en septembre et après le 15 janvier) et les zones où la pêche est interdite?
- Quel est le devenir des anguilles une fois dans le cours d'eau (celles-ci arrivent-elles jusqu'à la Loire)?



# Échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (EDAAGL) 2015-2016

- Contexte
- **Volet 1 : Étude de la pêche d'anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu**
- Volet 2 : Évaluation du taux d'exploitation et du taux d'échappement par capture marquage recapture au PIT TAG sur le lac de Grand Lieu
- Volet 3 : Étude de l'échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (déplacements dans le plan d'eau et leur devenir entre la sortie et la Loire)
- Perspectives

## Le bassin versant du lac de Grand Lieu :



**Un bassin versant d'une superficie de 830 Km<sup>2</sup>**

**Soit moins de 1 % (0,7%) celui de la Loire.**

**Alimenté par 2 cours d'eau :**

- la Boulogne
- l'Ognon

**Un plan d'eau :**

- le lac de Grand Lieu

## Le lac de Grand Lieu : en amont de la Loire



### Au Nord du lac de Grand Lieu

- L' Acheneau affluent de la Loire

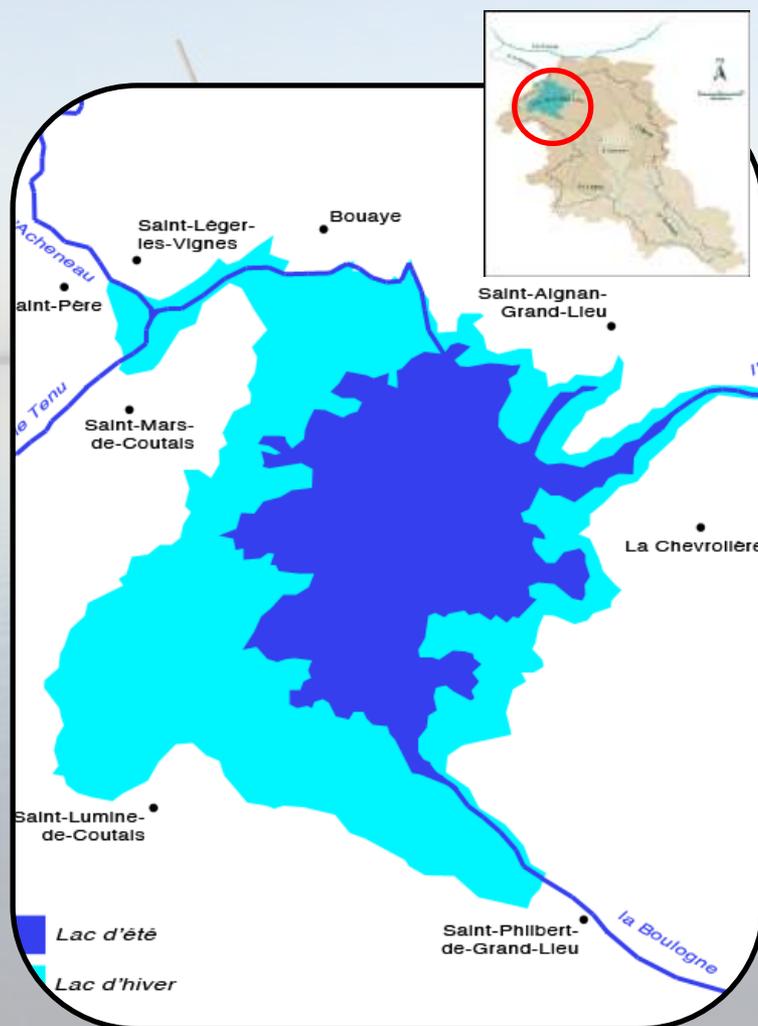
### Distance entre la sortie du Lac et la Loire

- Près de 30 Km (28,9 km)

### Canal Maritime de Basse Loire (Martinière)

Ancienne voie de navigation de 15 Km  
Comporte de nombreux ouvrages (6)

## Le lac de Grand Lieu : quelques caractéristiques



**Situé à 14 kilomètres au sud-ouest de Nantes**

**Variations des surfaces en eau**

- De 3900 à 6500 hectares

**Faible profondeur moyenne**

- Comprise en 1 et 3,50 m

**Une gestion du niveau d'eau anthropique**

## Réglementation et présentation de la pêche d'anguilles sur le lac de Grand Lieu :



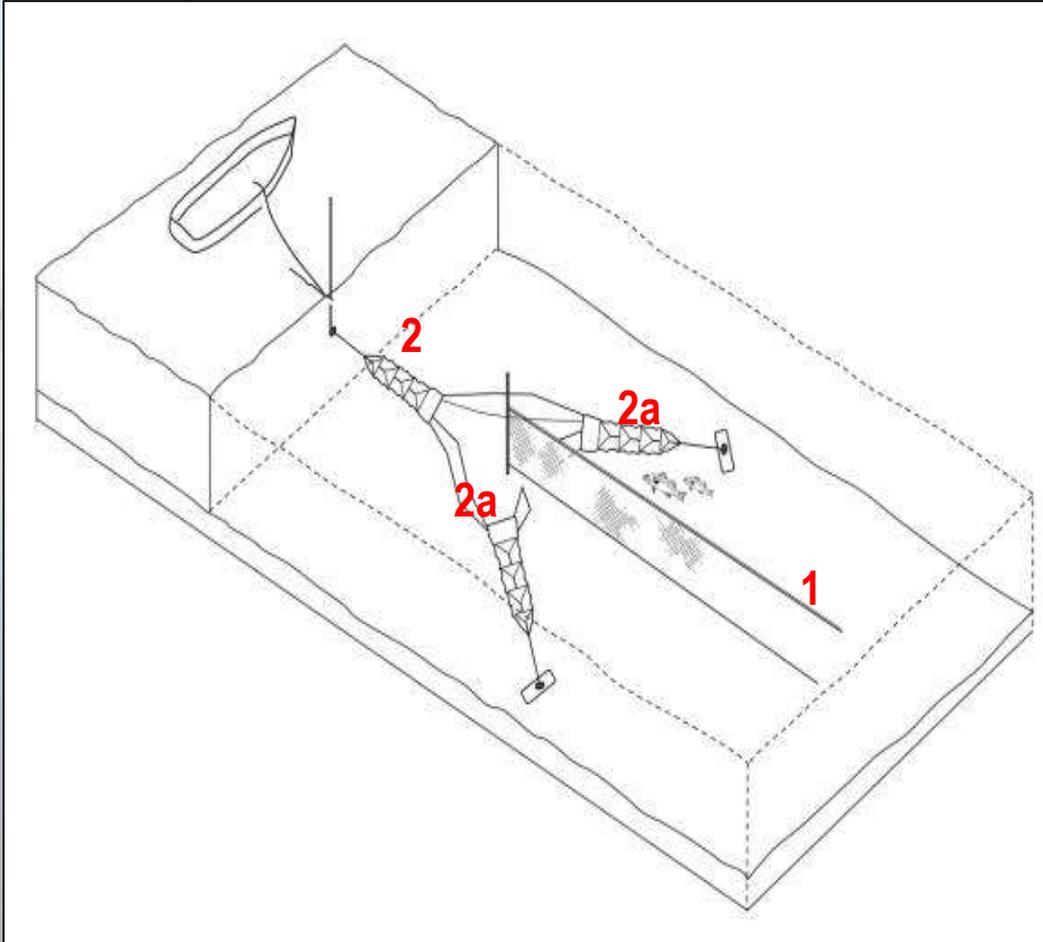
### Périodes de pêche légales :

- anguille jaune :  
du **01 Avril** au **31 Août**
- **anguille argentée :**  
du **01 Octobre** au **15 Janvier**

### Descriptif de la pêche:

- 7 pêcheurs professionnels
- 13 verveux / pêcheur
- Un effort de pêche maximal de 91 verveux sur le lac
- **La pêche sur le lac de Grand Lieu est une activité ancestrale; il est rapporté des traces de pêche formalisée datant de 1143 (Adam, 1997).**

## Présentation des engins de pêche utilisés sur la pêcherie de Grand Lieu : la capétchade



**Le seul engin utilisé pour la capture de l'anguille argentée sur le lac de Grand Lieu : la capétchade (nommé par la suite verveux)**

**1 : paradière ou nappe**

- Longueur variable (25 – 50 m)
- Mailles : 14 mm

**2 : poche principale**

**2a : poches de refus**

- 3 poches
- Mailles : 17/15/10 mm

## Suivi de la pêcherie :

	jours de suivis	Semaine	biométrie total	nombre de Jaunes	nombre d'argentées	nombre de jours
Partie expérimentale	14/09/2015	38	50	26	24	6 jours
	18/09/2015		50	19	31	
	21/09/2015		50	25	25	
	25/09/2015	39	50	29	21	
	28/09/2015		50	27	23	
	30/09/2015		42	26	16	
Partie suivis de la pêcherie	02/10/2015	40	44	17	27	31 jours de suivis dont 21 jours de biométrie
	05/10/2015	41				
	07/10/2015		50	22	28	
	09/10/2015		50	23	27	
	13/10/2015	42	50	19	31	
	14/10/2015		50	20	30	
	15/10/2015					
	19/10/2015	43	50	23	27	
	21/10/2015		50	23	27	
	23/10/2015					
	27/10/2015	44	48	31	17	
	28/10/2015		52	32	20	
	30/10/2015					
	02/11/2015	45	52	13	39	
	04/11/2015		50	19	31	
	06/11/2015					
	09/11/2015	46				
	12/11/2015		50	4	46	
	13/11/2015		50	15	35	
	16/11/2015	47	50	33	17	
	18/11/2015		52	13	39	
	20/11/2015					
	23/11/2015	48				
	27/11/2015		< 20	< 20	< 20	
	30/11/2015		46	13	33	
	04/12/2015	49	45	10	35	
	07/12/2015		52	35	17	
	11/12/2015		< 20	< 20	< 20	
	18/12/2015	51	55	19	36	
	06/01/2016	1	55	0	55	
	08/01/2016		49	10	39	
Nombre total d'individus passé en biométrie			1342	546	796	

**Suivi des 7 pêcheurs de Grand Lieu (matérialisé par les différentes couleurs)**

**2 à 3 sorties par semaine**

**37 jours de suivis (31 pendant la période de pêche dont 21 avec de la biométrie)**

**1342 individus passés en biométrie. La biométrie est réalisée avant le tri des anguilles par les pêcheurs. Les anguilles jaunes sont remises à l'eau après biométrie et tri par les pêcheurs.**

**Suivi de la pêche :**



**Sur le terrain :**

**Pesée des captures d'anguilles par verveux**

**Localisation spatiale des verveux**

**Lecture PIT TAG des anguilles capturées par verveux**

**Prises d'échantillons d'eau du lac :**

- turbidité
- conductivité
- pH

**Biométrie des individus issus de la pêche du jour**

## Suivi de la pêche :

Nom :	<input type="text"/>
Date relève :	<input type="text"/>
Date pose :	<input type="text"/>
Nombre de verveux relevés :	<input type="text"/>
Poches centrales :	<input type="text"/>
Poches de refus :	<input type="text"/>
Poids total de la journée	<input type="text"/>
<small>merci d'indiquer si c'est un poids estimé ou pesé, dans le cas d'un poids estimé merci d'indiquer le poids pesé à la semaine.</small>	
Estimé	<input type="checkbox"/>
Pesé	<input type="checkbox"/>
Poids semaine :	<input type="text"/>
Observations	<input type="text"/>

## Informations collectées auprès des pêcheurs :

Date de pose et de relève de l'engin

Nombre d'engins relevés

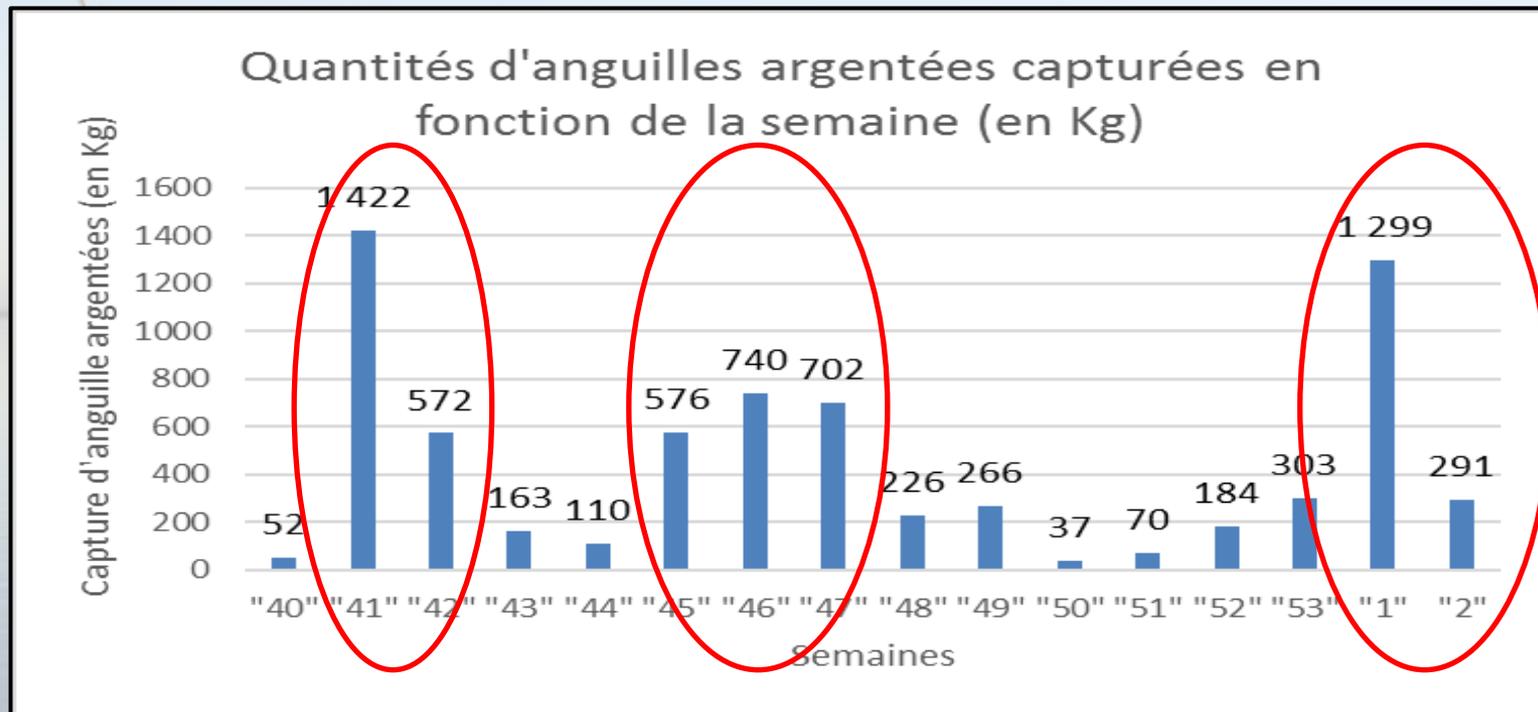
Nombre de poches relevées :

- Poches principales
- Poches de refus

Le poids total de la pêche du jour :

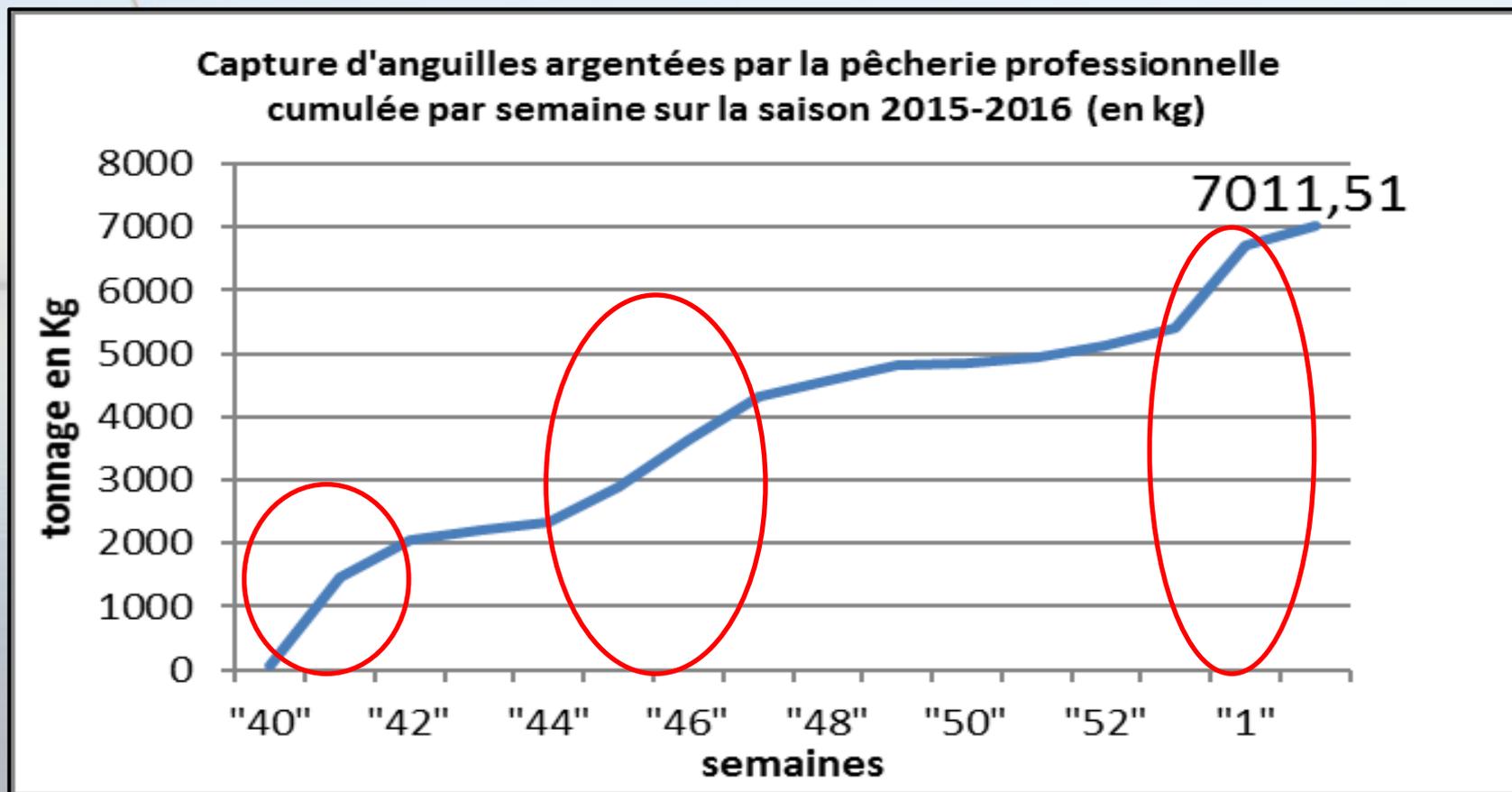
- Estimé
- Pesé

Suivi de la pêche :



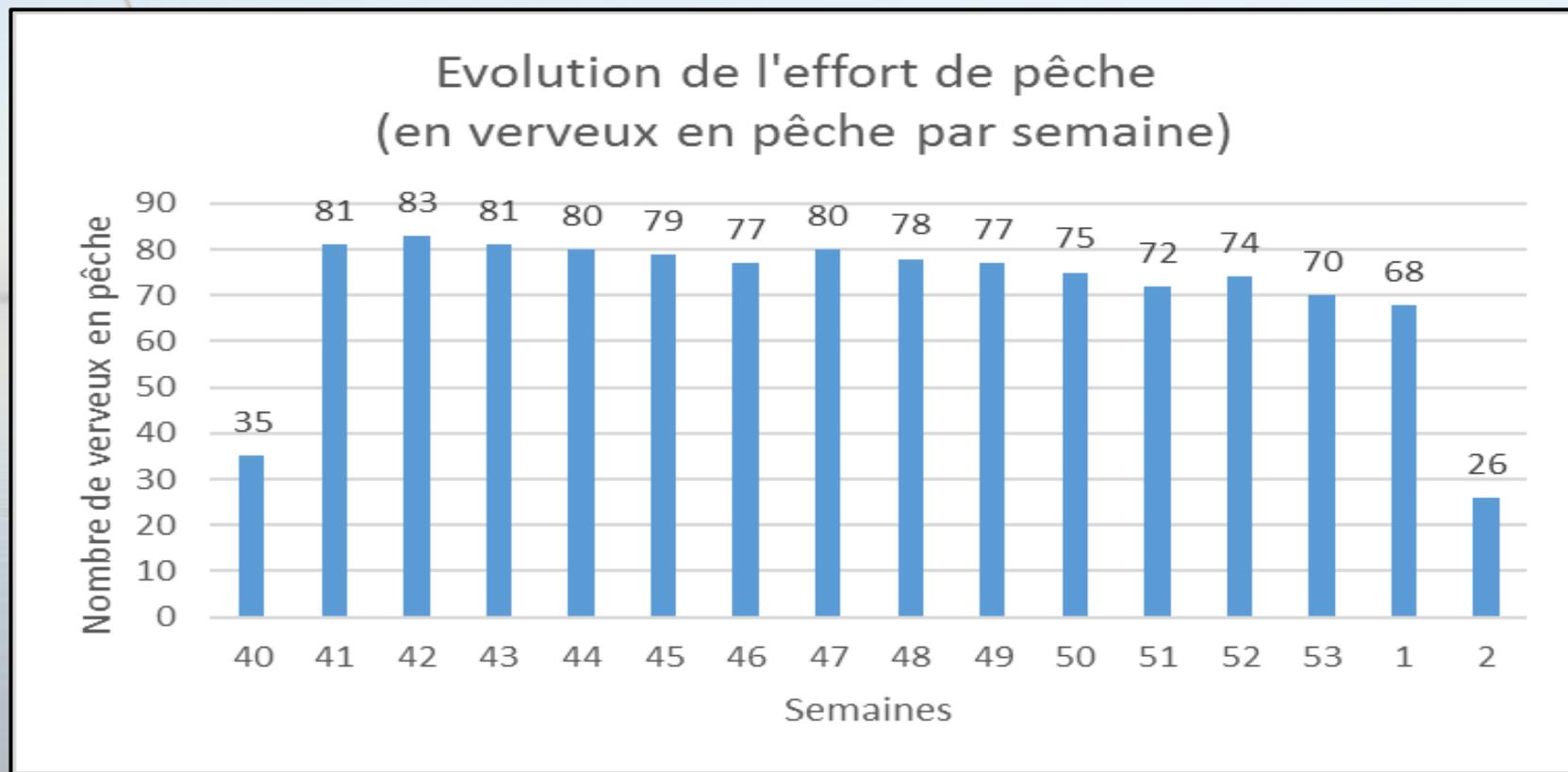
**Les captures par semaine varient de 37 à 1422 kg avec un premier pic essentiellement constitué de mâles (la première semaine complète de pêche en octobre), un deuxième pic avec mâles et femelles, et un troisième avec des femelles (la première semaine de janvier).**

Suivi de la pêche :



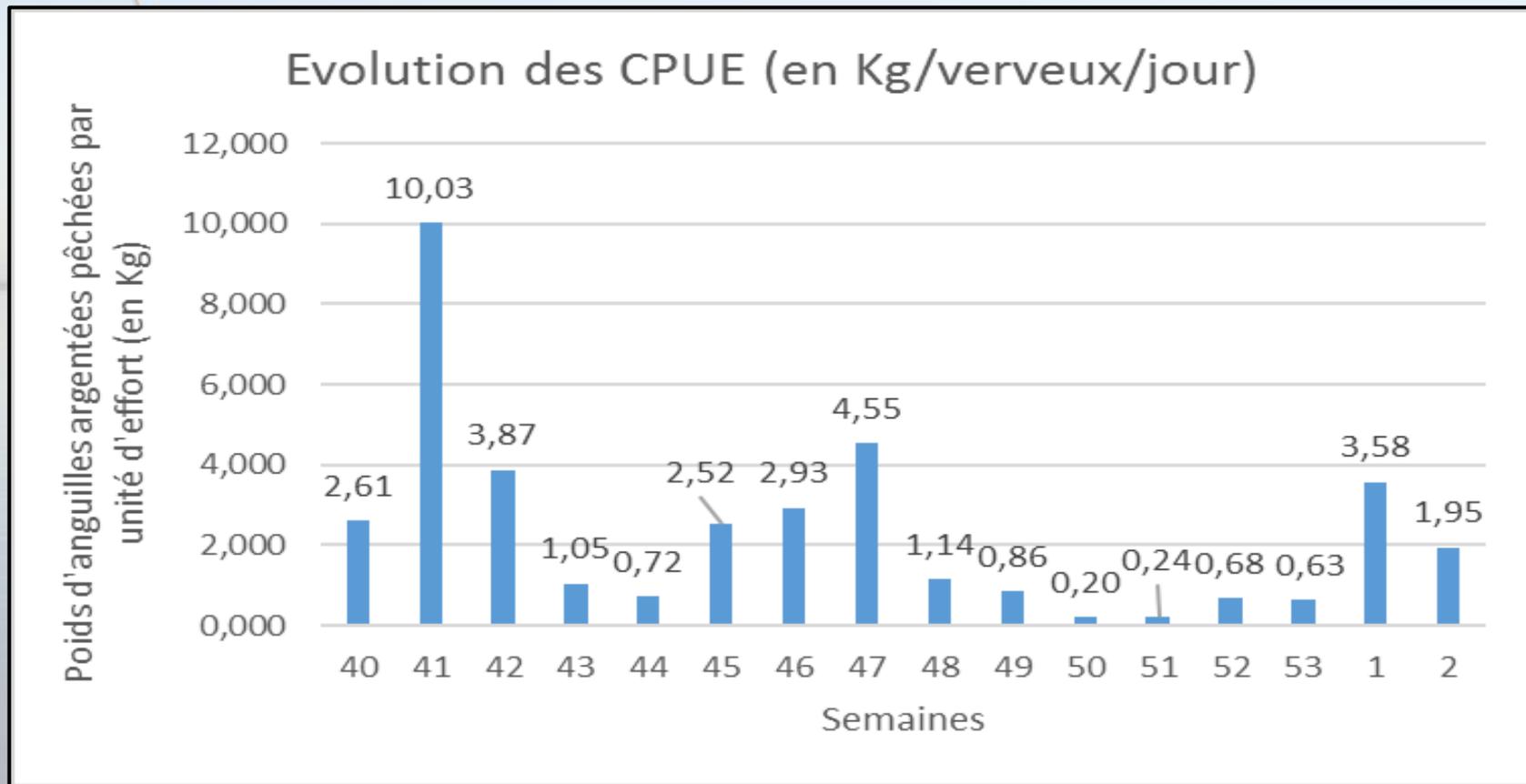
**Le total pêché est de 7012 kg avec 3 périodes de plus forte activité.**

Suivi de la pêche :



**L'effort de pêche varie de 26 (68 si on ne prend pas en compte les semaines incomplètes) à 83 engins au cours de la saison.**

Suivi de la pêcherie :



**Les CPUE varient de 200 gr à 10 kg au cours de la saison.**

**Biométrie des individus capturés par la pêche à la perche : caractérisation des individus**

Taille (mm)

Classes de tailles  
(Age)

Nombre d'individus  
Capturés (M et F)

Poids (g)

Relation taille-poids  
Indice de condition

Sex-ratio  
(répartition M et F)

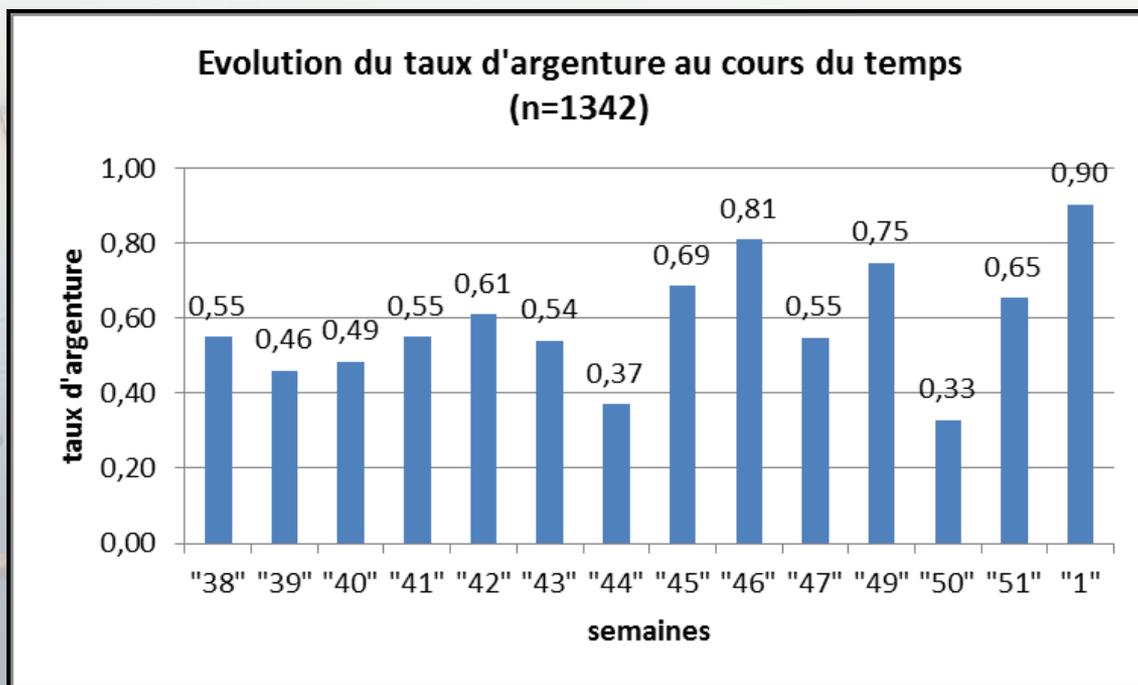
Stade (J ou Ag)

Taux d'argenture  
(répartition J et Ag)

## Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus

Stade (J ou Ag)

Taux d'argenture  
(répartition J et Ag)



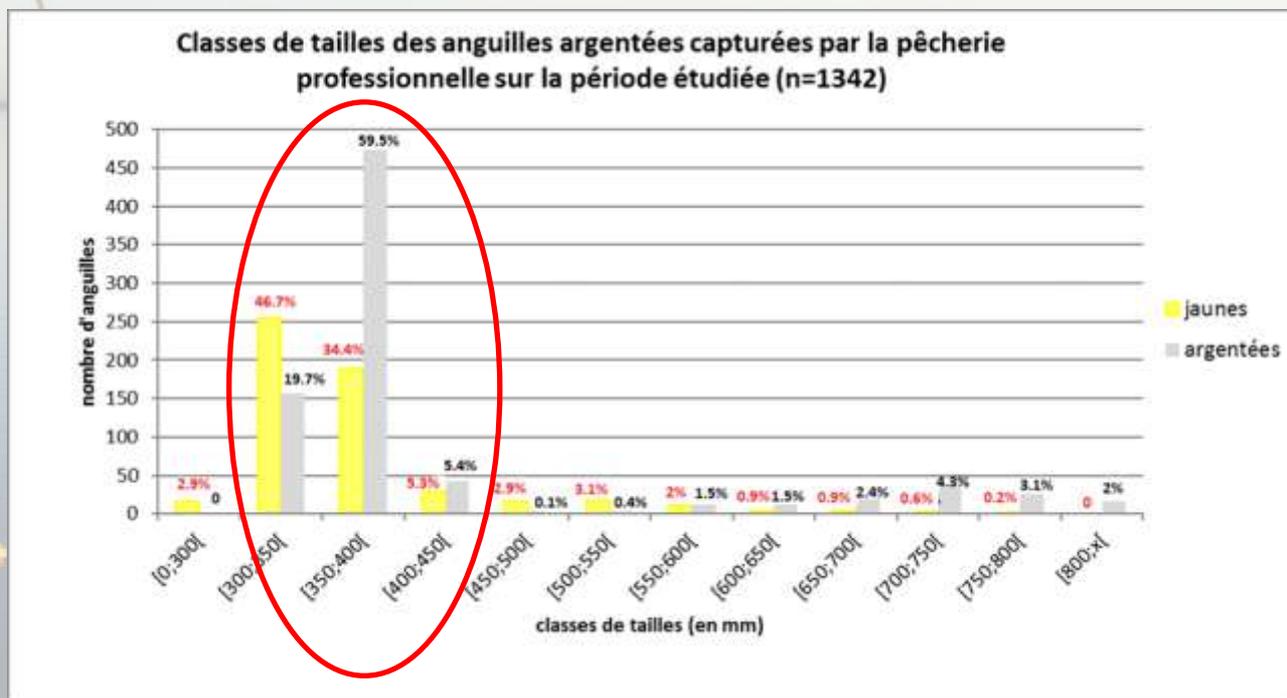
**Le taux d'argenture dans les captures (avant tri) varie de 33 à 90% (60% d'argentées en moyenne) en fonction de la semaine.**

## Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus

Stade (J ou Ag)

Taille (mm)

Classes de tailles  
(Age)



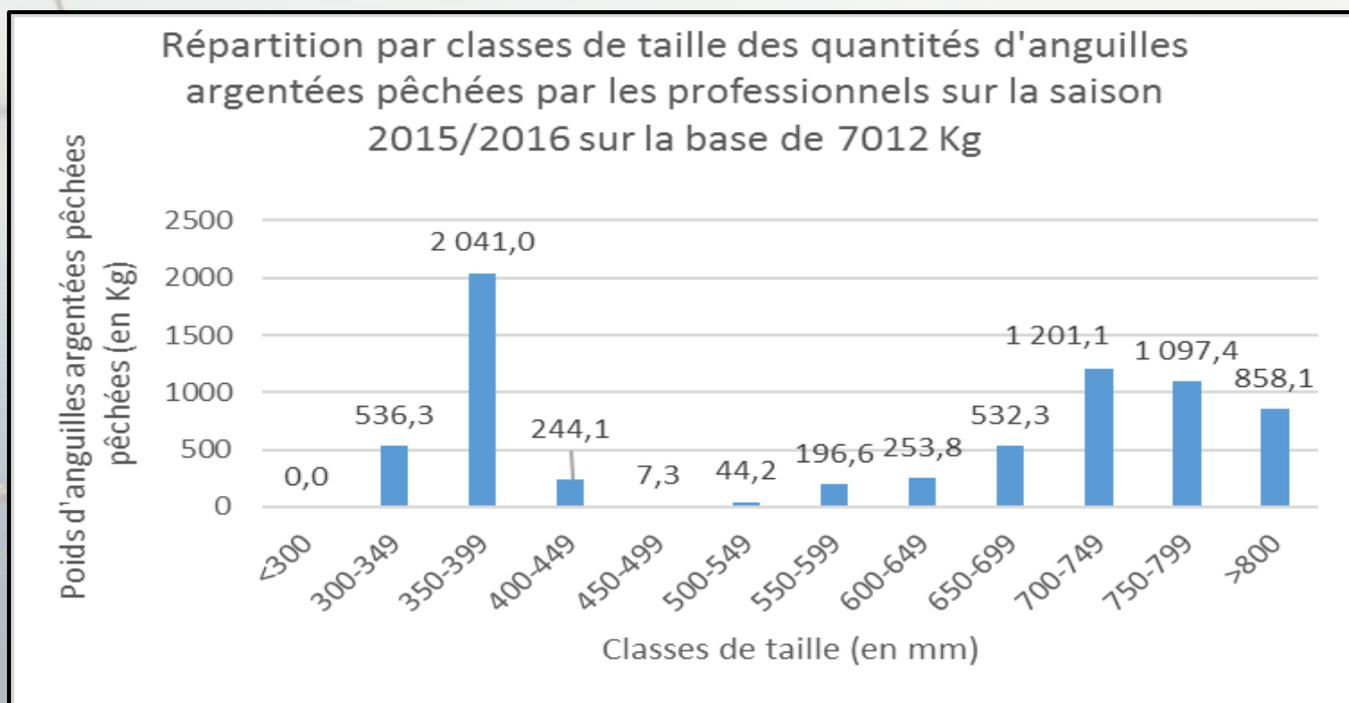
**85 % des individus argentés appartiennent à la classe de taille 300-450 mm (des mâles)  
Les données sont issues des échantillonnages avant tri par les pêcheurs.**

## Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus

Taille (mm)

Stade (J ou Ag)

Classes de tailles  
(Age)



**2821 kg de mâles (85% en nombre) qui représentent seulement 40% du tonnage**

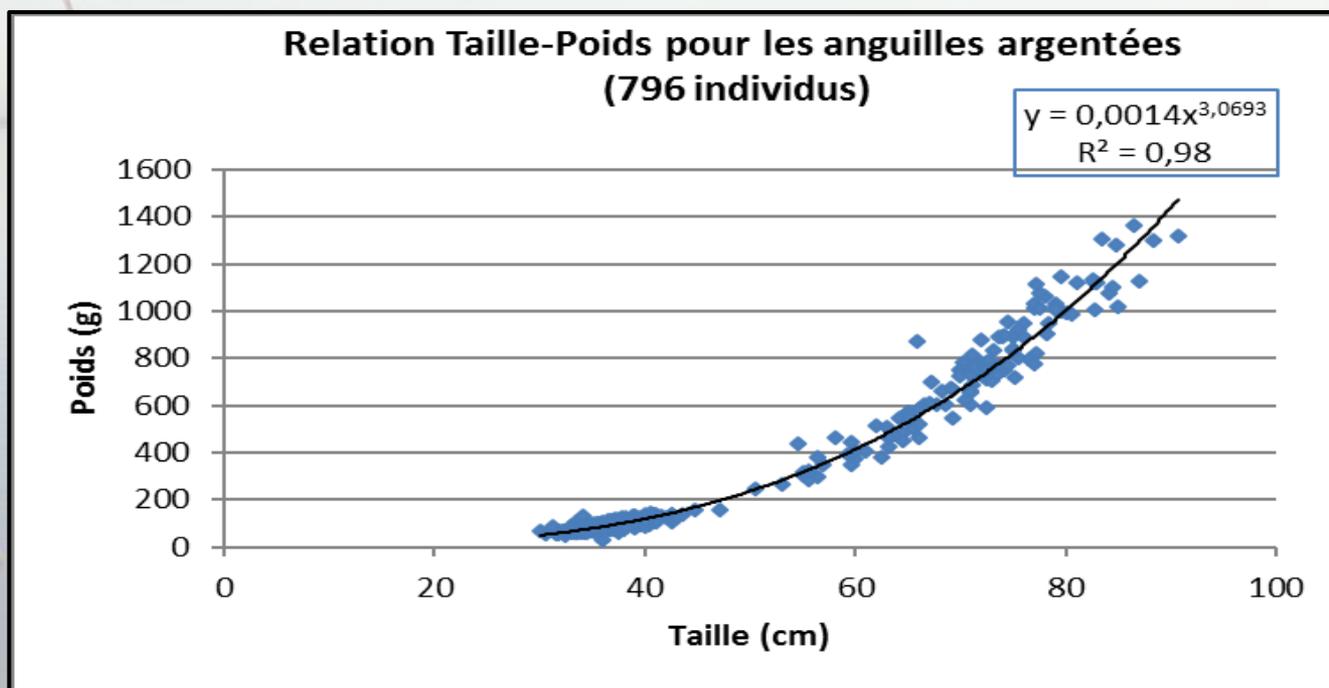
**Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus**

Taille (mm)

Poids (g)

Stade (J ou Ag)

Relation taille-poids  
Indice de condition

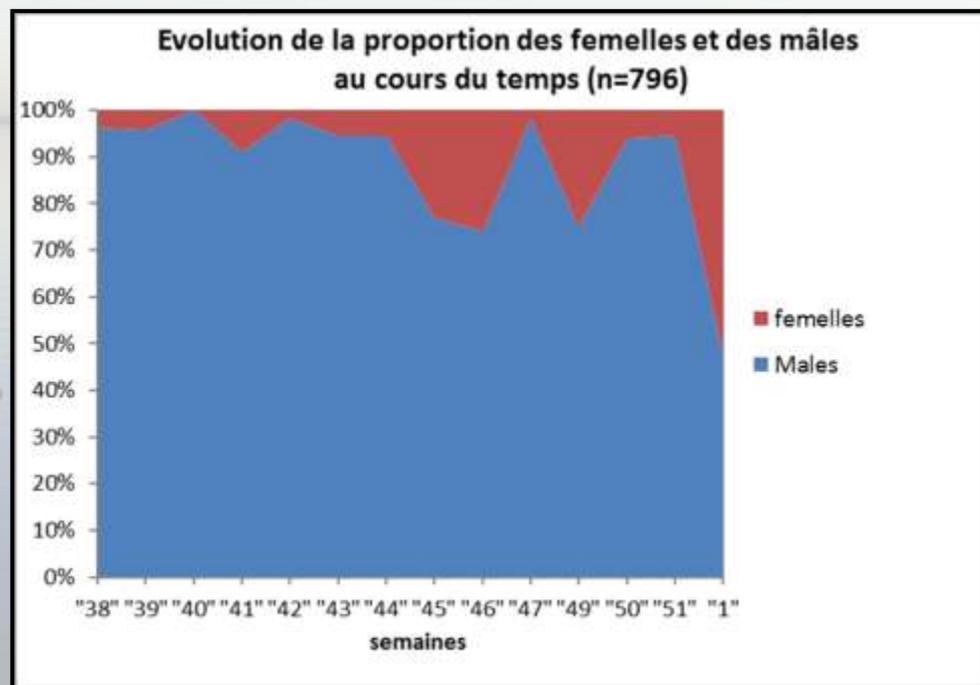


## Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus

Taille (mm)

Stade (J ou Ag)

Sex-ratio  
(répartition M et F)



**85% de mâles sur la durée de la saison**

## Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus

Taille (mm)

Stade (J ou Ag)

Nombre d'individus  
Capturés (M et F)

Synthèse des captures par la pêche sur le Lac de Grand Lieu pour la saison de pêche à l'anguille argentée 2015-2016										
Semaine (Num)	Poids TOT PECHE (g)	Poids moy MALES (g)	Poids moy FEMELLES (g)	% MALES (g)	% FEMELLES (g)	Poids MALES PECHE (g)	Poids FEMELLES PECHE (g)	NB MALES PECHE	NB FEMELLES PECHE	NB TOT PECHE
38	0	98,70	571,50	0,82	0,18	0	0	0	0	0
39	0	93,27	802,00	0,72	0,28	0	0	0	0	0
40	51843	90,86	0,00	1,00	0,00	51843	0	571	0	571
41	1422036	100,18	604,40	0,62	0,38	886935	535101	8853	885	9739
42	572222	73,72	505,00	0,91	0,09	523135	49086	7097	97	7194
43	162975	86,73	420,33	0,78	0,22	126819	36156	1462	86	1548
44	109875	82,80	524,50	0,73	0,27	80673	29202	974	56	1030
45	575644	89,67	695,38	0,30	0,70	174553	401091	1947	577	2523
46	739536	91,60	682,29	0,28	0,72	205029	534508	2238	783	3022
47	701642	84,33	515,00	0,90	0,10	631519	70123	7489	136	7625
48	226324	85,28	636,67	0,59	0,41	134306	92019	1575	145	1719
49	265804	86,29	643,82	0,29	0,71	76229	189576	883	294	1178
50	37472	76,06	707,00	0,63	0,37	23702	13770	312	19	331
51	69878	83,06	432,50	0,77	0,23	53493	16385	644	38	682
52	183633	86,35	854,86	0,43	0,57	78142	105490	905	123	1028
53	302549	86,35	854,86	0,43	0,57	128746	173804	1491	203	1694
1	1298892	88,84	872,10	0,09	0,91	111125	1187767	1251	1362	2613
2	291183	88,84	872,10	0,09	0,91	24912	266271	280	305	586
TOTAL	7011509					3311161	3700348	37972	5111	43083

Sur la saison, le nombre de mâles capturés est de 37972, le nombre de femelles 5111 soit au total 43083 anguilles argentées.

**Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus**

Pathologies externes

Parasitologie interne

Age

Sexe

Qualité des  
géniteurs produits

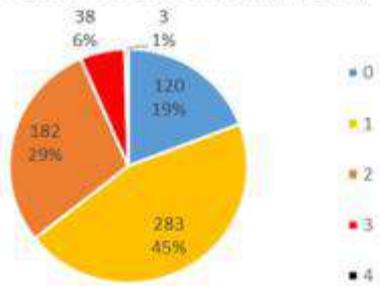
Structure de la  
population

## Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus

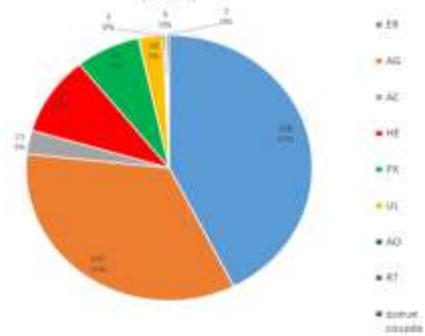
Pathologies externes

Qualité des  
généteurs produits

Répartition des individus en fonction du nombre de lésions externes observées (N=626)



Répartition des types de lésions externes (N = 506)



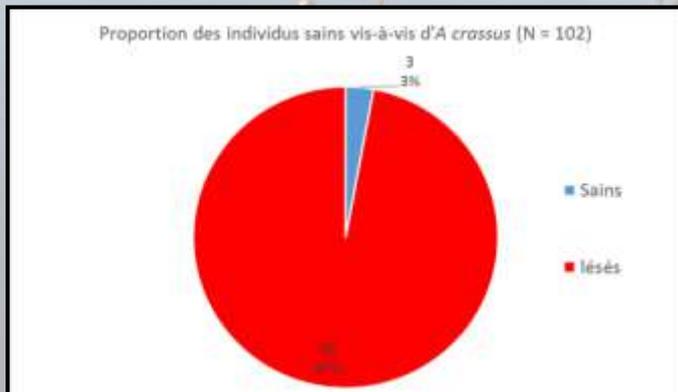
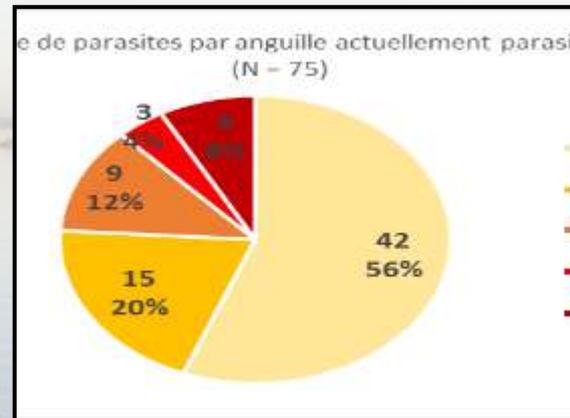
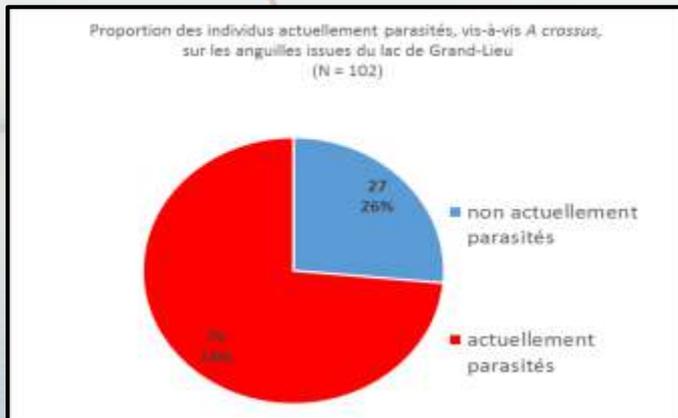
Sain	Érosion	Grosseur	Altération de la couleur	Hémorragie	Parasite	Ulcère	Absence d'organe	
OOO0	ER	AG	AC	HE	PX	UL	AO	RT

**81 % des individus analysés présentent 1 à plusieurs pathologies externes. Bien que le principal type de lésions (érosions) puisse en partie être lié à la méthode de capture des individus (pêche au filet), l'état sanitaire de la population semble préoccupant.**

## Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus

Parasitologie interne

Qualité des  
géniteurs produits



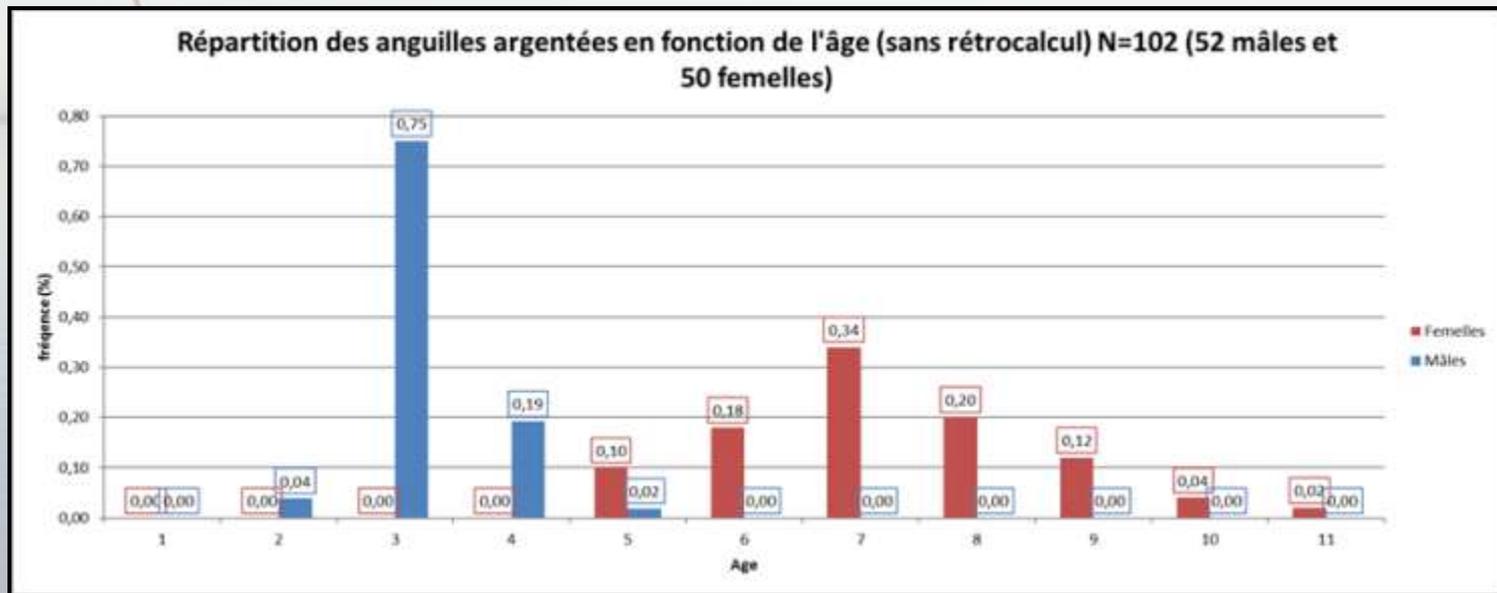
**74 % des individus sont parasités par *Anguillicola crassus* au moment de leur sacrifice. En prenant en compte les atteintes de la vessie des individus analysés, ce chiffre passe à 97%. Les individus sont fortement parasités: 44% présentent plus de 5 nématodes.**

**Biométrie des individus capturés par la pêche : caractérisation des individus**

Age

Sexe

Structure de la population



Age (ans)	[<-1]	[1-2]	[2-3]	[3-4]	[4-5]	[5-6]	[6-7]	[7-8]	[8-9]	[9->]
Taille (mm)	[<129]	[129-237]	[237-352]	[352-452]	[452-563]	[563-634]	[634-690]	[690-724]	[724-766]	[>766]

**L'âge moyen d'un mâle argenté est de 3 ans et 7-8 ans pour les femelles, la croissance dans le lac est donc rapide (tableau issu du rétro calcul).**

## Synthèse : caractéristiques de la population exploitée (argentées)

Une saison anormalement longue (toute la durée de pêche légale)

3 pics de captures (octobre-novembre-janvier)

7012 kg d'argentées capturées par la pêcherie

Majoritairement des mâles 85% sur la saison (en nombre)

Une croissance rapide dans le plan d'eau (10 à 11 cm par an)

Un état sanitaire des géniteurs dégradé

- 81% de pathologies externes
- 97% des individus infectés ou ayant été infectés par *Anguillicola crassus*
- une charge parasitaire importante (44% des individus infectés présentent plus de 5 parasites)

# Échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (EDAAGL) 2015-2016

- Contexte
- Volet 1 : Étude de la pêche d'anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu
- Volet 2 : Évaluation du taux d'exploitation et du taux d'échappement par capture marquage recapture au PIT TAG sur le lac de Grand Lieu
- Volet 3 : Étude de l'échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (déplacements dans le plan d'eau et leur devenir entre la sortie et la Loire)
- Perspectives

## Capture des individus à marquer avec la pêche professionnelle : PIT-TAG (CMR)



### Utilisation de la pêche en place sur le plan d'eau :

**Une telle étude n'est possible qu'en utilisant une pêche déjà en place.**

Il faut un effort de pêche important pour collecter et suivre les individus à marquer sur un territoire de cette taille.

La méthode de CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE couplée à la pêche permet d'évaluer la production en anguilles argentées, le taux d'exploitation par la pêche et le taux d'échappement à la pêche.

## Stockage des individus pour le marquage : PIT-TAG (CMR)



### **Une participation active de l'ensemble des pêcheurs de Grand Lieu :**

Utilisation des connaissances (du lac, de la pêcherie, de l'espèce ...) des pêcheurs professionnels.

Récolte des données de capture et de l'effort de pêche associé.

Mise à disposition du matériel de capture (pendant la fermeture pour les échantillonnages scientifiques), des bateaux, des installations de stockage et de leurs locaux pour réaliser dans les meilleures conditions les opérations de marquage.

**Passage des individus dans les lecteurs et collecte de données sur la pêcherie (poids journaliers et effort de pêche)**

## Marquage des individus argentés : PIT-TAG (CMR)



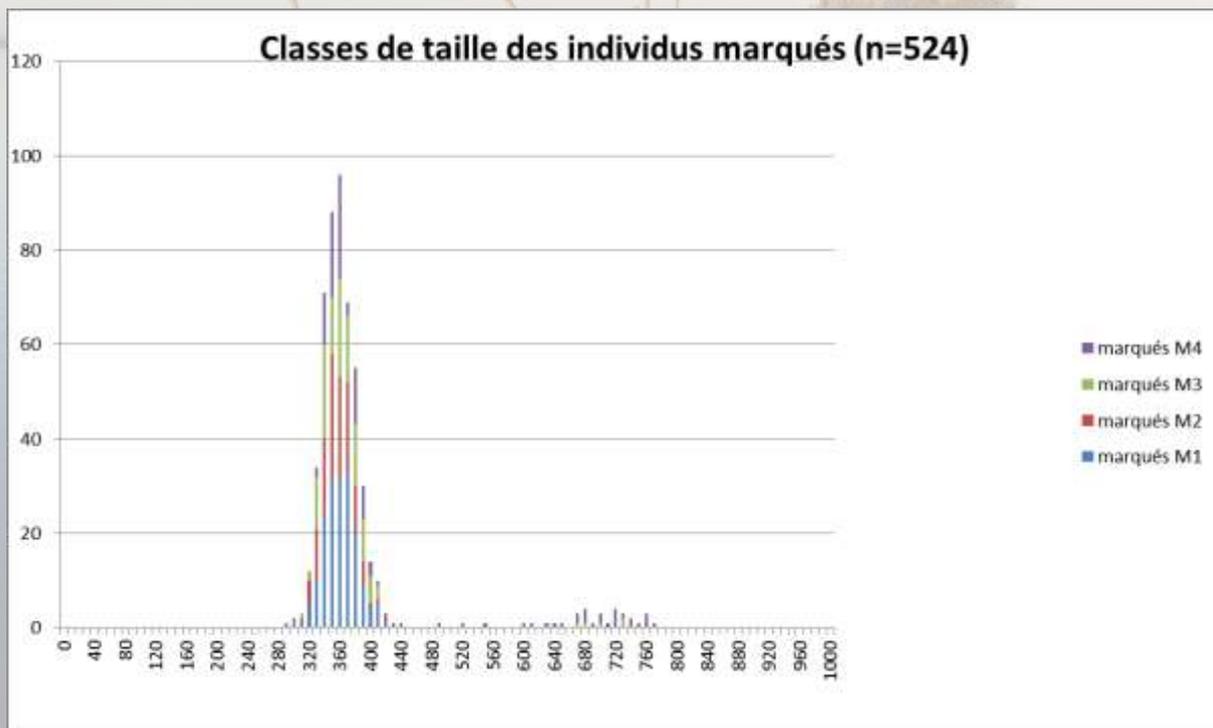
### **Le marquage et la biométrie des individus :**

Le marquage est réalisé avec des PIT-tag (12 mm, 2 mm, Norme ISO 24631). Il s'agit d'une marque semi passive qui délivre un code alphanumérique unique sous l'impulsion d'un champ électromagnétique généré par le lecteur.

- Taille
- Poids
- Stade (index oculaire et nageoire)
- Pathologies externes

## Caractéristiques des individus argentés marqués : PIT-TAG (CMR)

Dates de marquage	Nombre d'individus marqués	Taille MIN (mm)	Taille MAX (mm)	Taille MOY (mm)	Poids MIN (g)	Poids MAX (g)	Poids MOY (g)
25/09/2015	180	294	526	367,4	45	213	92,8
02/10/2015	120	318	758	366,0	62	808	94,9
16/10/2015	117	312	733	380,4	55	719	116,6
20/11/2015	107	305	780	449,0	58	858	226,1
<b>Total général</b>	<b>524</b>	<b>294</b>	<b>780</b>	<b>386,7</b>	<b>45</b>	<b>858</b>	<b>125,8</b>



### Caractéristiques des individus marqués :

**524 individus marqués uniquement au PIT TAG.**

Les individus marqués reflètent les individus collectés par la pêcherie (majoritairement des mâles).

## Conception et installation des dispositifs de lecture de marque automatisés : PIT-TAG (CMR)

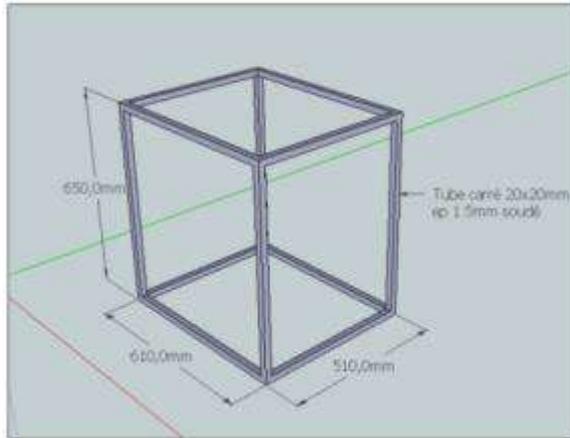


### **Le dispositif de recapture :**

Un dispositif par pêcheur (n=7)  
Un dispositif mobile (SMIDAP)

Relève des informations lors du suivi de la pêcherie

FISH-PASS PLAN SUPPORT BAC DE CAPTURE 26/06/2015



### Données enregistrées :

- Allumage-extinction
- Modification des paramètres
- Lectures de marque avec date/heure
- Passage de « tags test »
- ...

**Recapture et lecture de marque : PIT-TAG (CMR)**

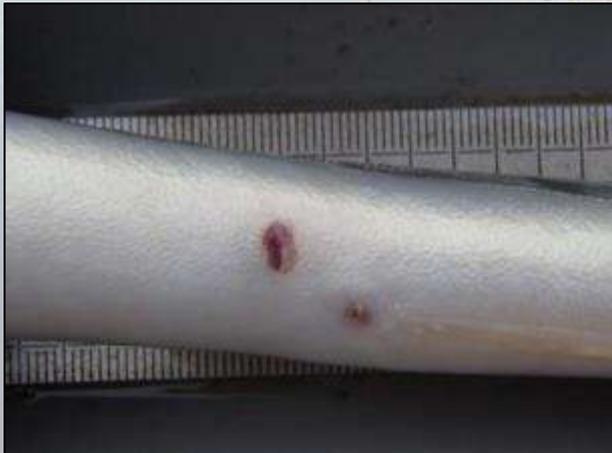


**Une participation active de l'ensemble des pêcheurs de Grand Lieu :**

En fonction des méthodes de travail et des embarcations des différents pêcheurs, les individus passent dans le lecteur soit sur le bateau soit au débarquement pour limiter le nombre de manipulations.

Dans tous les cas, des suivis ont lieu avec tous les pêcheurs à intervalles réguliers. A l'occasion de ces suivis, les poissons passent dans le lecteur directement sur le site de capture y compris pour les pêcheurs qui disposent d'un lecteur à poste fixe dans leur installation à terre.

## Tests sur l'incidence du marquage : PIT-TAG (CMR)



### Tests de perte de marque et de mortalité in situ :

Une étude sur la perte de marque et la mortalité suite au marquage a eu lieu sur le plan d'eau de Grand Lieu.

#### **30 individus marqués :**

- 25 mâles
  - 5 femelles
- Mortalité : 3 individus

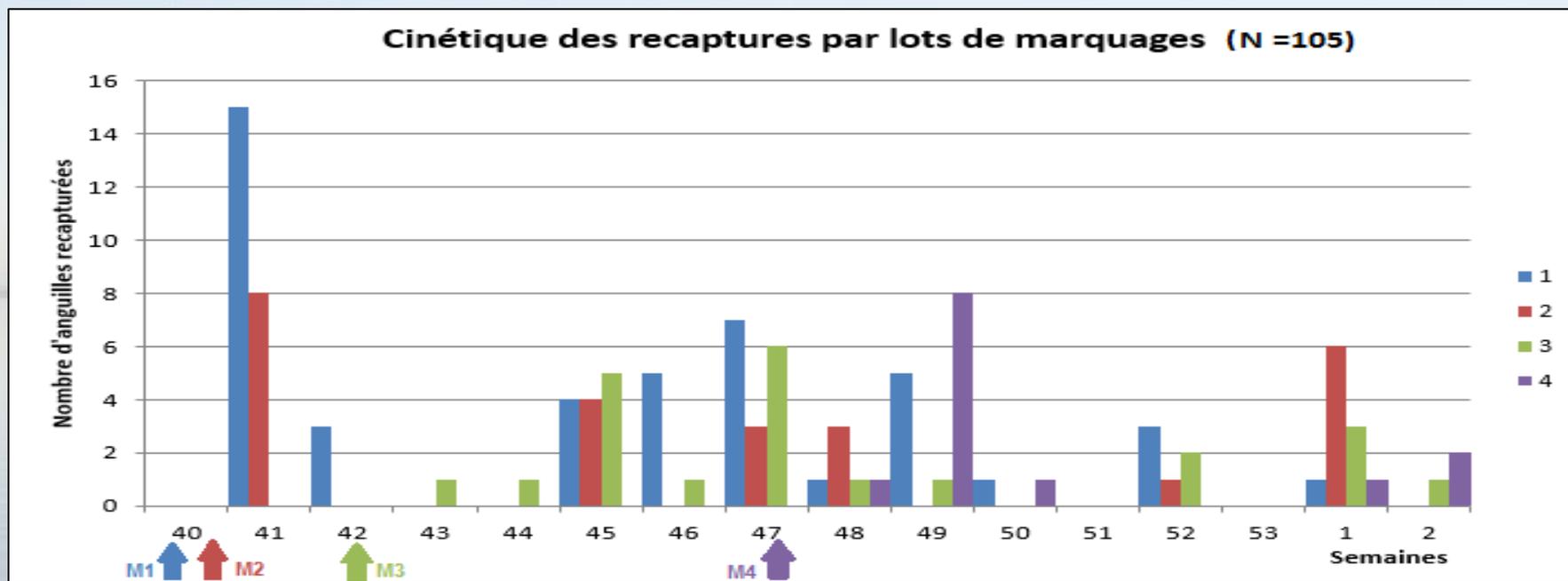
#### **30 individus non marqués :**

- 25 mâles
  - 5 femelles
- Mortalité : 2 individus

#### Résultats à 15 jours :

- **Aucune perte de marque**
- **Différence de mortalité entre marquées et non marquées non significative**
- **Mortalité → qualité de l'eau ?**

## Résultats PIT-TAG (CMR) :



Marquage		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	Semaine
1	180	0	15	3	0	0	4	5	7	1	5	1	0	3	0	1	0	45
2	120	0	8	0	0	0	4	0	3	3	0	0	0	1	0	6	0	25
3	117	0	0	0	1	1	5	1	6	1	1	0	0	2	0	3	1	22
4	107	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	0	0	0	1	2	13
<b>Total</b>	<b>524</b>	0	23	3	1	1	13	6	16	6	14	2	0	6	0	11	3	<b>105</b>
Nombre anguille prélevées		571	9739	7194	1548	1030	2523	3022	7625	1719	1178	331	682	1028	1694	2613	586	<b>43083</b>
Taux recapture	<b>0,20</b>																	

**105 recaptures sur 524 individus marqués (20%)**

## Résultats de la CMR : PIT-TAG (CMR)

D'après les recaptures des individus marqués, la cinétique de ces dernières et la cinétique des captures d'anguilles argentées par la pêche (en nombre), il est possible, grâce au logiciel SPAS, sous certaines hypothèses d'estimer la taille de la population du lac de Grand Lieu. Cette estimation est réalisée via l'estimateur groupé de Petersen.

**Il est obtenu une estimation de la production en anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu de 213 387 individus pour la saison 2015/2016.**

( $\alpha = 5\%$  ; [177310 - 249463])

L'abondance des anguilles argentées produites dans le lac représente 213 387 individus (table 10), soit environ 32 571 kg (8,35 kg/ha) : calcul basé sur un poids moyen de 152,64 g et sur une surface de 3900 ha.

**Le taux d'exploitation est évalué à 20,2 % (1,67 kg/ha), ce qui permet d'estimer un échappement à la pêche de 79,8 % (6,68 kg/ha) des anguilles argentées par rapport à la production sur la saison 2015/2016.**

	N	Erreur standard	Taux d'exploitation (%)	Taux d'échappement (%)
Estimateur groupé de Petersen	213387 [177310 - 249463]	18406	20,2 [17,3 - 24,3]	79,8 [75,7 - 82,7]

## Synthèse : production et exploitation

Une très bonne collaboration de l'ensemble des pêcheurs (capture, recapture, lecture)

Un système éprouvé (lecteur autonome, CHARRIER et AI sur l'étang de l'Or)

4 séances de marquage au cours de la saison

524 individus marqués

105 recaptures sur la saison (20%)

**La production est évaluée à 213 387 individus (production de géniteurs pour la saison 2015-2016)**

**Le taux d'exploitation est évalué à 20,2 % (1,67 kg/ha), ce qui permet d'estimer un échappement à la pêcherie de 79,8 % (6,68 kg/ha) des anguilles argentées par rapport à la production sur la saison 2015/2016.**

**Plus de 200 000 géniteurs produits sur moins de 1% (0,7%) du bassin de la Loire (surface de bassin versant).**

# Échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (EDAAGL) 2015-2016

- Contexte
- Volet 1 : Étude de la pêcherie d'anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu
- Volet 2 : Évaluation du taux d'exploitation et du taux d'échappement par capture marquage recapture au PIT TAG sur le lac de Grand Lieu
- Volet 3 : Étude de l'échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (déplacements dans le plan d'eau et leur devenir entre la sortie et la Loire)
- Perspectives

## Etat des connaissances sur la migration d'avalaison ?

### En milieu ouvert : absence de barrage sur la voie migratoire

- Migration saisonnière (centrée oct-nov) à l'occasion des nuits de tempête
- Migration dépendante de l'environnement



**PICS DE MIGRATION** quand augmentation de la pluviométrie et variables associées (niveaux d'eau, débit, courant, etc.)

### Rhéotaxie négative des Anguilles Argentées

- Oriente et facilite le déplacement en limitant la dépense énergétique
- Efficacité élevée: > 80% échappement (Bultel et al., 2014) et vitesse importante (45 km/j)

### En milieu fermé (présence de barrage) ?

- Problème de connectivité, mais aussi probablement d'orientation (pas ou peu de rhéotaxie possible car la masse d'eau varie peu) ?
  - déterminisme environnemental de la migration ?
  - conséquences sur le timing ?
  - conséquences sur le niveau d'échappement ?

**Objectif :** Etude de l'échappement des anguilles argentées du lac de Grand-Lieu par  
Télémétrie acoustique

**Questions:**

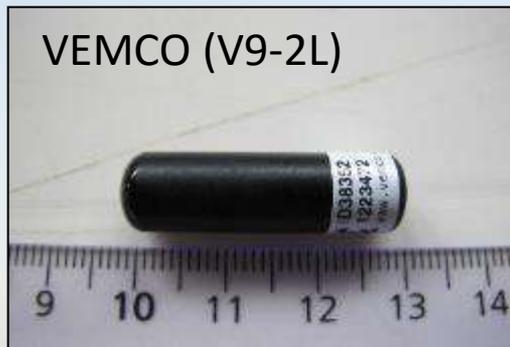
- 1) Caractéristique du comportement migratoire en milieu fermé
  - Déterminisme environnemental de la migration ?
  - Quelles sont les voies de migration utilisées ?
  - Performances de la migration (% d'échappement et temps de transit) ?
  
- 2) Pertes en ligne (du lac à l'estuaire) ?
  - Appui au suivi PIT-tag
  - Taux de prélèvement par la pêche ?
  - Effets des aménagements et de la gestion hydraulique  
(*proportion d'individus atteignant la Loire*)
  - bases scientifiques de la gestion ?



# Matériels et Méthodes utilisés

## Matériels acoustiques

VEMCO (V9-2L)



### Emetteurs acoustiques

- Signal individuel transmis dans l'eau
- 1 'ping' toutes les minutes (entre 30s et 90s)
- Durée de vie = 13 mois



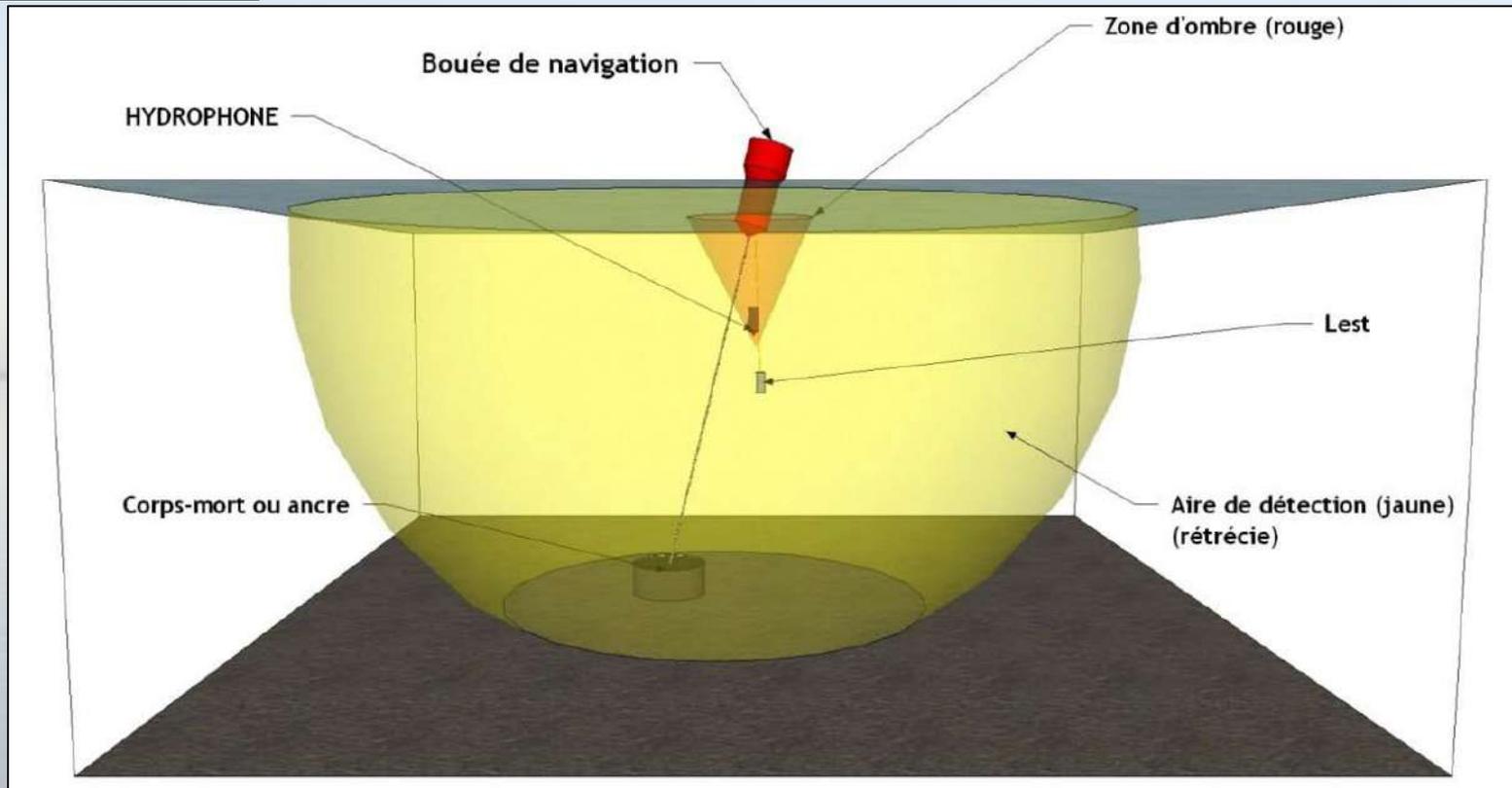
**51 femelles argentées (> 700 g et >60 cm) marquées au cours de 3 sessions (25/9, 16/10 et 20/11)**

- Implantation dans la cavité générale (Winter, 1996)
- Respect conditions sanitaires
- Test post-opératoire (0% mortalité; 3 mois)

**45 récepteurs acoustiques du lac à la Loire**

- Enregistrent signaux acoustiques à une position donnée

## Aire de détection :



### Beaucoup de perturbations liées à différents facteurs:

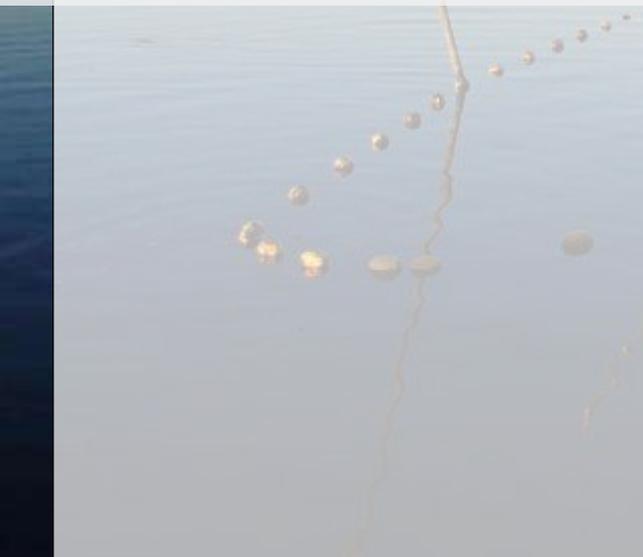
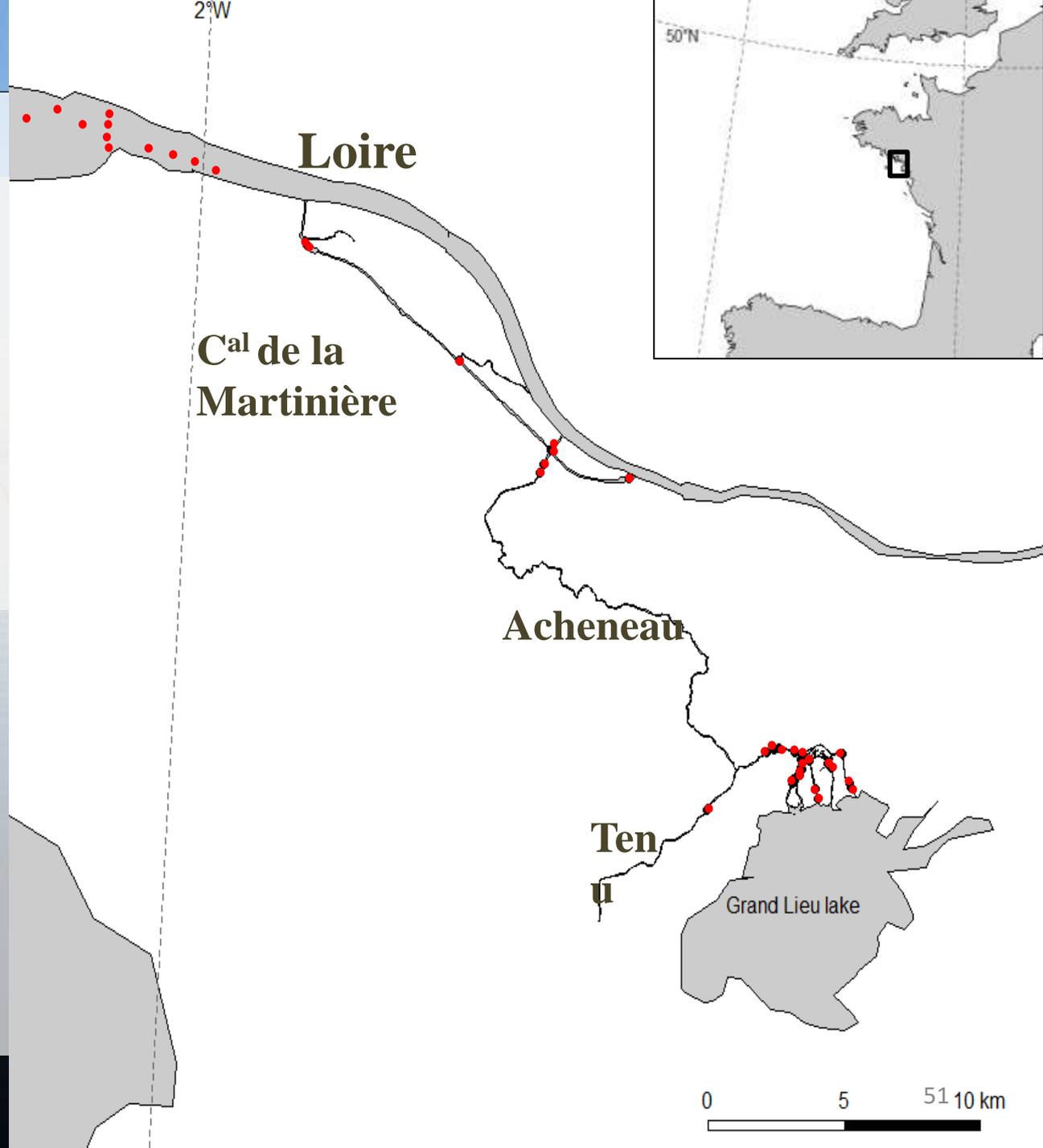
- Courant, pluie, obstacle, profondeur d'eau, bruit extérieur
- Vitesse de déplacement de l'anguille

➡ **45 hydrophones déployés au total contre 17 prévus initialement afin d'assurer l'étanchéité du réseau !**

**Réseau mis en place :**

- 18 dans le lac
- 7 dans l'Acheneau et Tenu
- 4 dans le c<sup>al</sup> de la Martinière
- 5 dans les exutoires
- 11 dans la Loire

**45 hydrophones déployés au total**



## Test de 'buffer'

**Buffer** : Test permettant de vérifier l'efficacité de détection d'un hydrophone

**ABSENCE DE DETECTION = ABSENCE DE PASSAGE D'ANGUILLES**

Utilisation d'un émetteur continu immergé à plusieurs distances de l'hydrophone pendant un temps imparti (ici 3 minutes)

Puis relève des données de chaque hydrophone et lecture du nombre de signaux captés

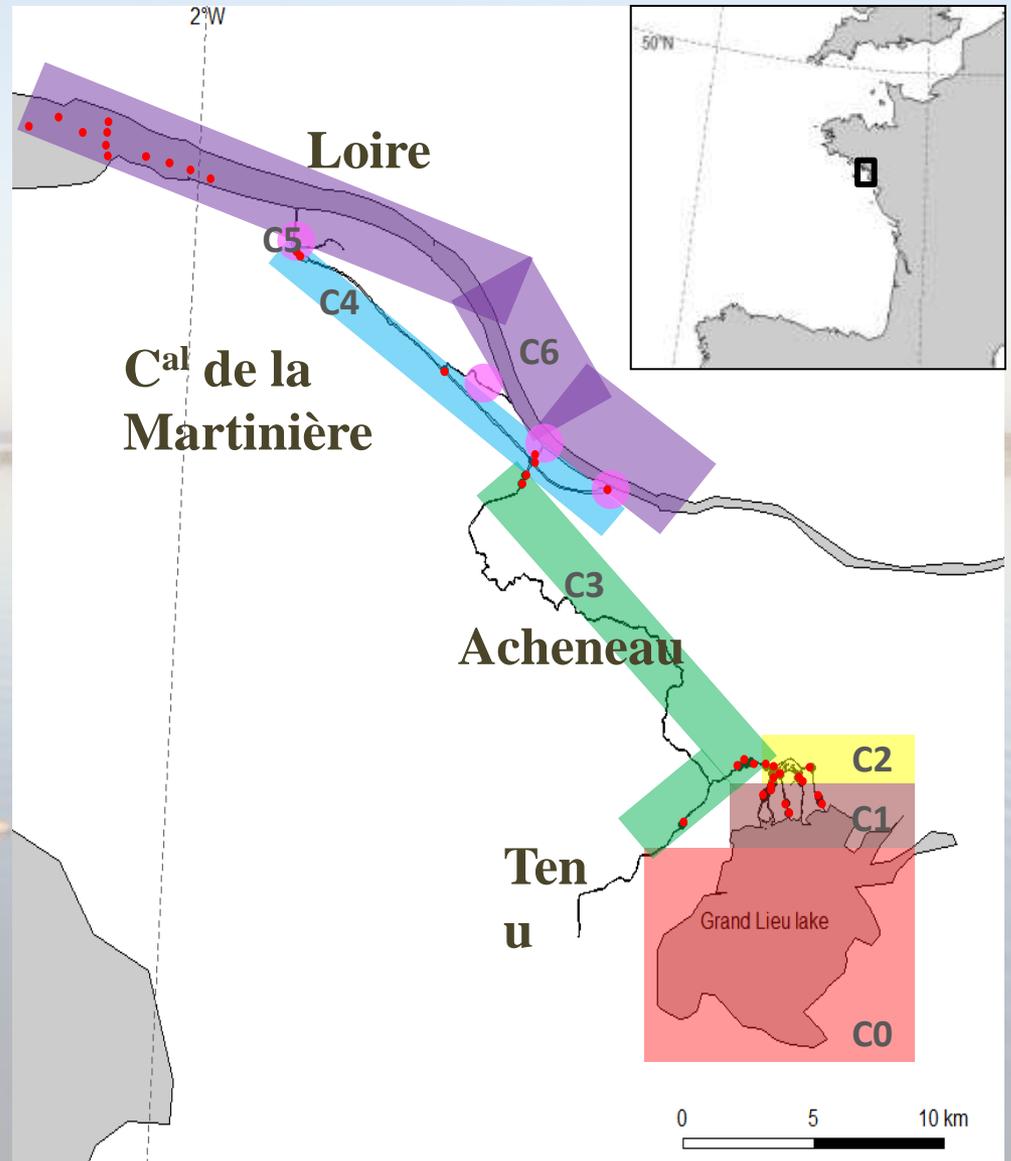
En fonction de ce nombre on peut ainsi déterminer l'aire de détection maximale (90% du signal reçu) pour chaque hydrophone

- Tests réalisés sur l'ensemble des hydrophones
- **Efficacité de détection importante du lac jusqu'au canal de la Martinière**
- **Moins efficace au niveau des exutoires et en Loire**

## Réseau mis en place :

### 6 compartiments :

- C0 pour la zone de relâche
- C1 et C2 pour la sortie du lac
- C3 pour l'Acheneau et le Tenu
- C4 pour le canal de la Martinière
- C5 pour les exutoires
- C6 pour la Loire



• **Transformation des données acoustiques**

- Données discrètes  
- Présence seulement

eels	Date	Heure	Localisation
N°x	01/09	12:00	47.5 ; -2.5
N°x	01/09	12:01	47.5 ; -2.5
...	...	...	...
N°x	03/09	12:00	47.2 ; -2.5
N°x	04/09	12:00	47.1; -3.2

Transformation

- Données régulières  
- Présence / Absence

eels	Date	Localisation
N°x	01/09	C1
N°x	02/09	C1
N°x	03/09	C1
N°x	04/09	C2

• **Variables à expliquer : Nb d'ind. qui passent d'un compartiment à un autre**

• **Variables explicatives :**

→ Météo : pluvio, temp, patm, vent (dir et vitesse)

→ Hydro : débit, niveau d'eau, ouverture de vanne, accélération du courant

→ Lune

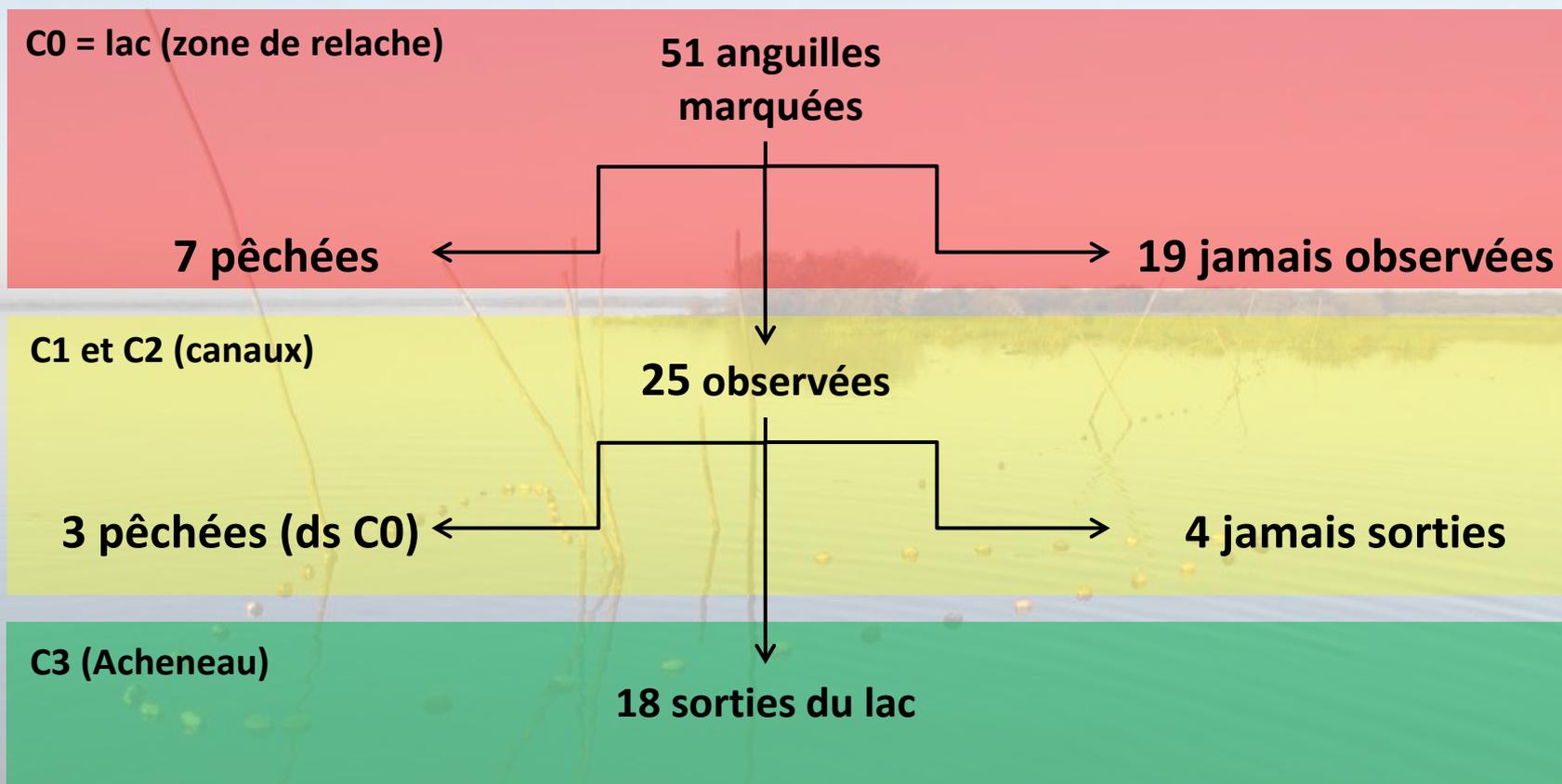
valeur absolue, variation journalière (%), lag (effet retard) et moyenne mobile, etc.

• **Analyse statistique** : Boosted Regression Trees (Elith *et al*, 2013)



# Résultats

## Que deviennent les anguilles marquées ? au sein du lac

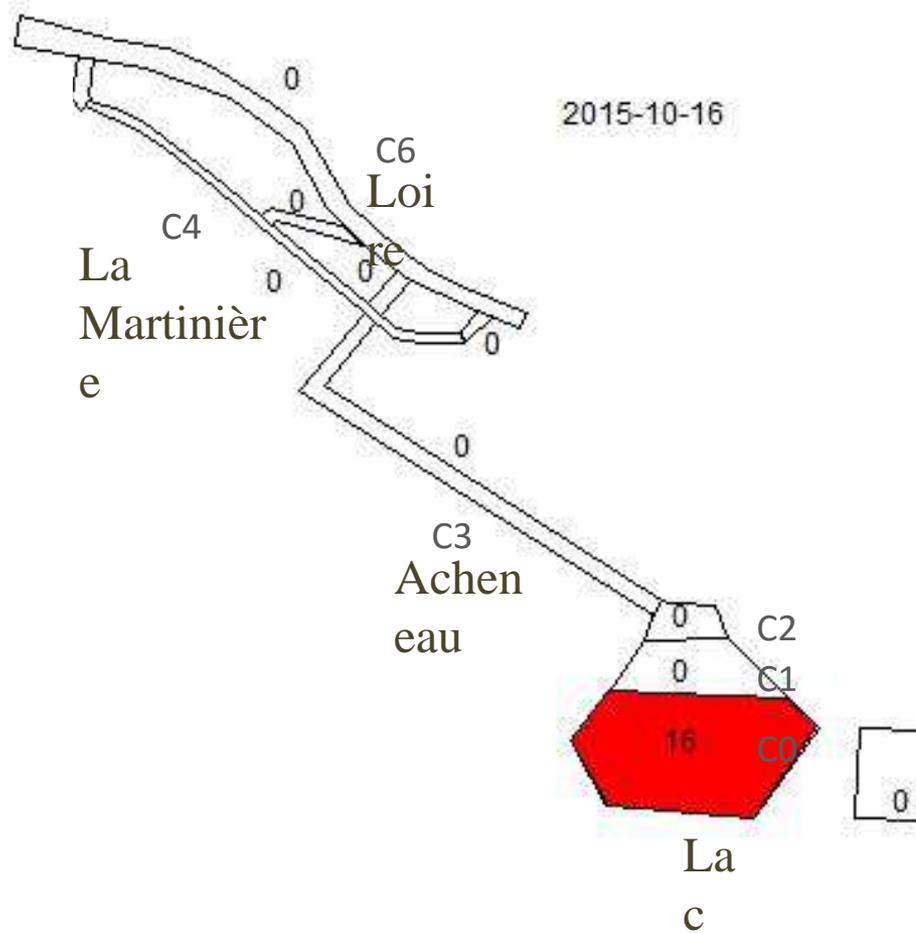


### BILAN

- prélèvement par la pêche  $\rightarrow 10/51 = 19,6\%$
- anguilles sorties du lac  $\rightarrow 18/51 = 35,3\%$
- anguilles 'perdues' (ni pêchées, ni sorties du lac)  $\rightarrow 23/51 = 45,1\%$



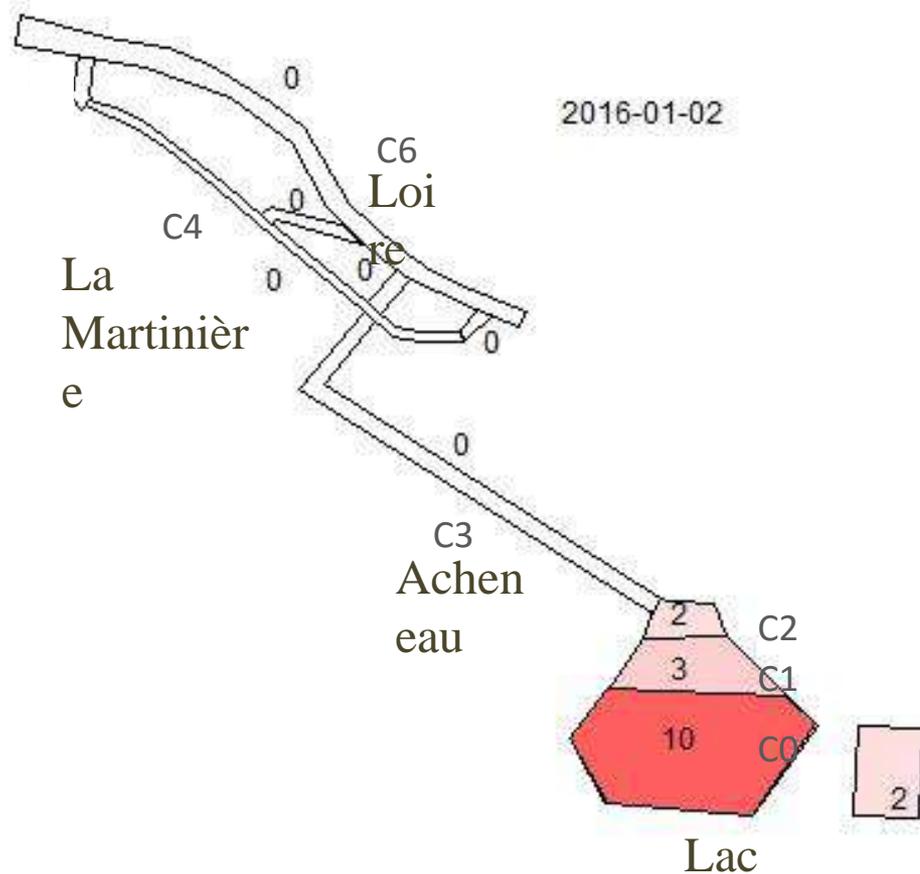
## Comportement de dévalaison:



Exemple de la seconde relâche

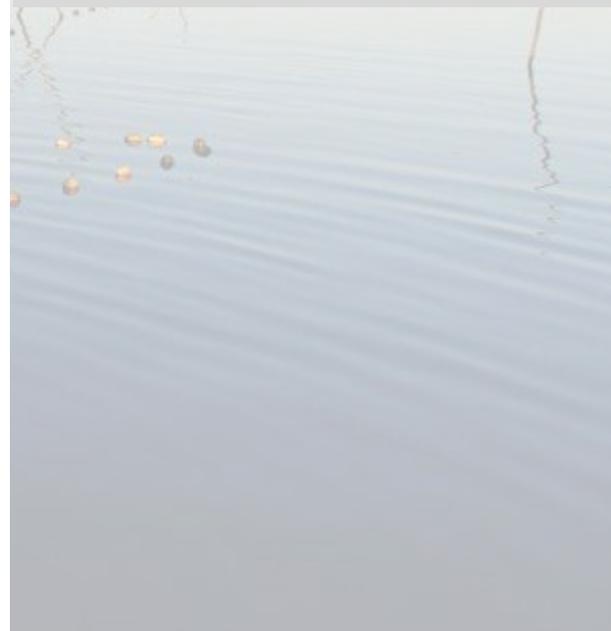
- 3 phases :
- **Phase 1 : passage de C0 à C1**: 12 jours avant le premier passage
- Exploration ?
  - Mouvements aléatoires ?

## Comportement de dévalaison:

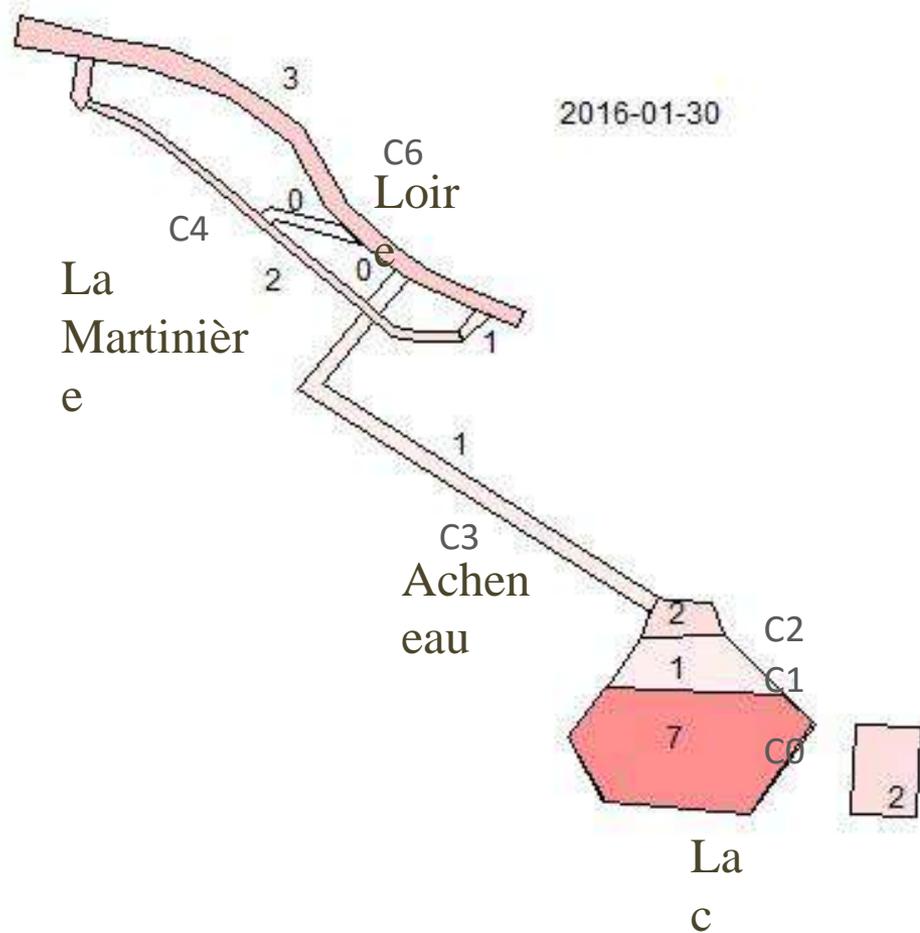


Exemple de la seconde relâche

- 3 phases :
- **Phase 2** : passage de C1 à C2 : 75 jours
- Comportement sous contrôle environnemental ?

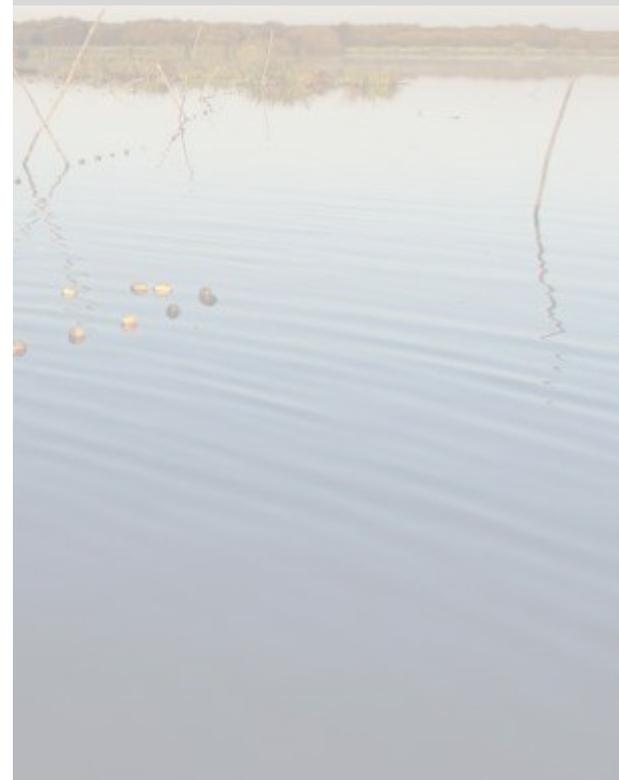


## Comportement de dévalaison:



Exemple de la seconde relâche

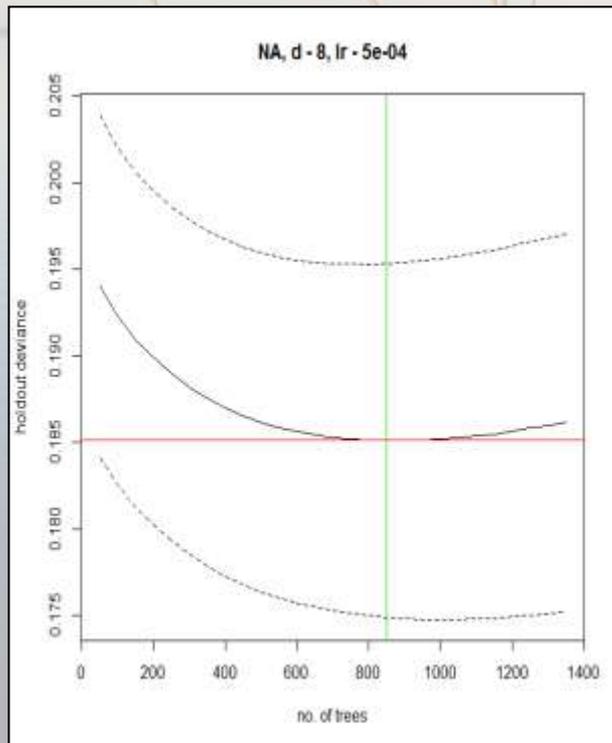
- 3 phases :
- **Phase 3** : passage de C2 à C3 : 36 jours
- Régulée par une variable anthropique ?



## Comportement :

**Phase 1:** Exploration ? Mouvements aléatoires ?

**Passage de C0 à C1 ~ variables environnementales (BRT)**



AUC score = 0,764    22,4% de la déviance expliquée

- Pas de variables explicatives
- Mouvements aléatoires indépendants des facteurs environnementaux

**Comportement :**

**Phase 2 : Démarrage du processus de dévalaison**

- Contrôle environnemental ? Quels facteurs ?

**Passage de C1 à C2 ~ variables environnementales (BRT)**

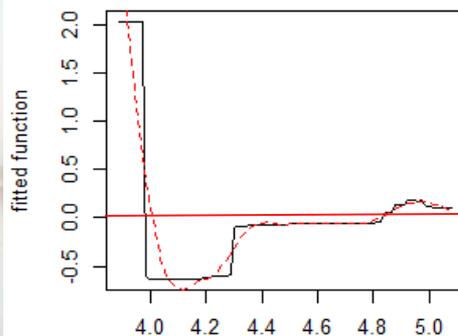
AUC score = 0,91    58,4% de la déviance expliquée



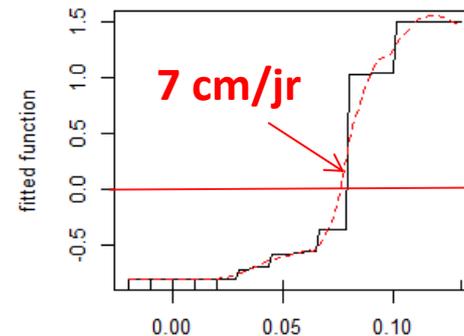
Niveau d'eau	29.21 %
Delta Niveau d'eau	24.90 %
Courant	9.10 %
Lune	6.85 %

→ Mécanisme basé sur un contrôle environnemental

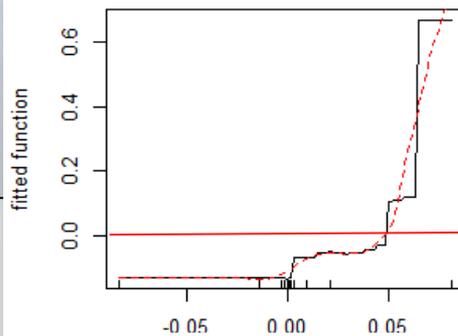
→ Régime hydrodynamique et Lumière



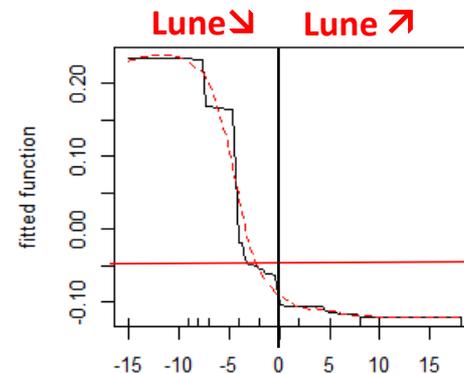
Niveau d'eau (m) (29,2 %)



Delta Niveau d'eau (m/jr) (24,9 %)



Accélération du courant (cm/s) (9,1 %)



Delta Lune (6,9 %)

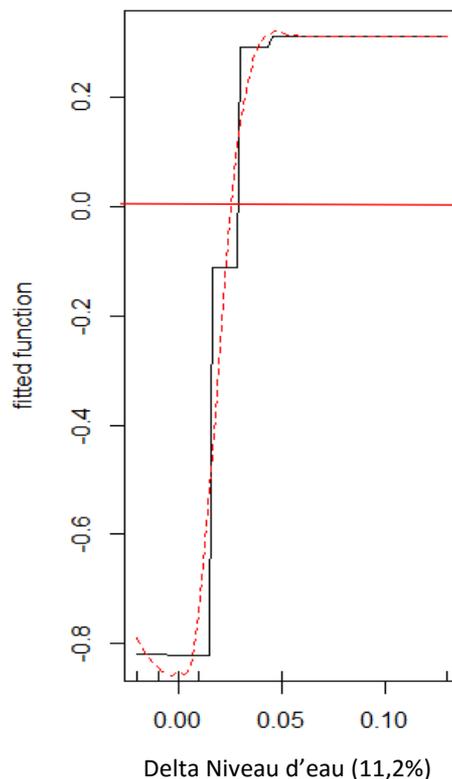
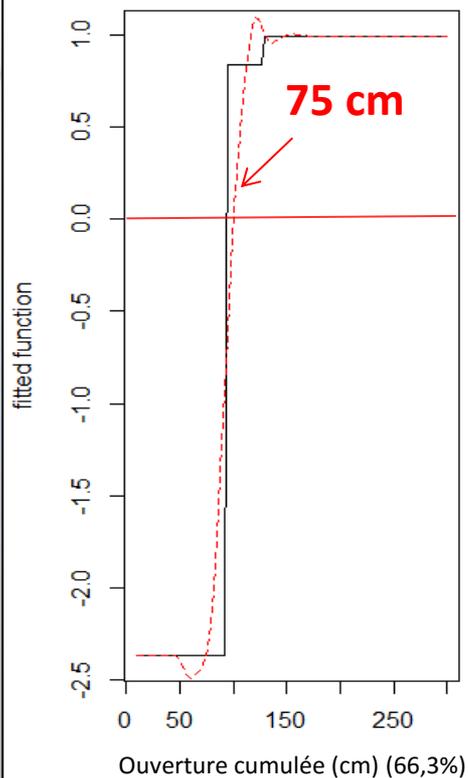
**Comportement :**

**Comportement N°3 : Franchissement de l'ouvrage majeur**

- Contrôle anthropique et environnemental ? Quels facteurs ?

**Passage de C2 à C3 ~ variables environnementales + variable anthropique (BRT)**

Ecluse du lac



AUC score = 0,9  
73,3% de la déviance expliquée



Ouverture	66.32 %
Delta Niveau d'eau	11.19 %

→ Migration contrôlée par l'ouverture  
hauteur minimale de 75 cm

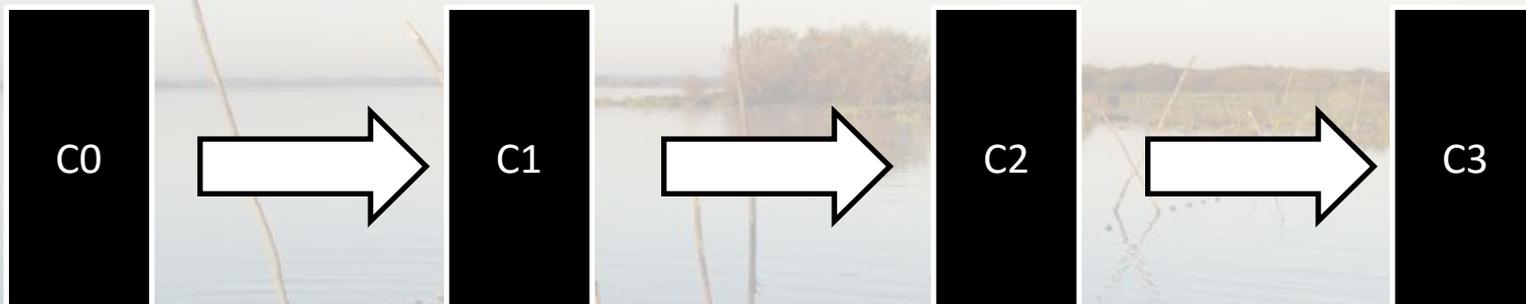
→ Favorisée par la variation du niveau d'eau  
> 2 cm/j

## Comportement de dévalaison :

**Phase N°1 :** Exploration

**Phase N°2 :** Démarrage du processus de dévalaison

**Phase N°3 :** Franchissement de l'écluse du lac



- **Mouvements aléatoires :**

- **Contrôlé par des facteurs endogènes :**

- Préparation à la dévalaison
- Etat réceptif aux facteurs déclencheurs

- **Nouveaux paramètres environnementaux déclencheurs:**

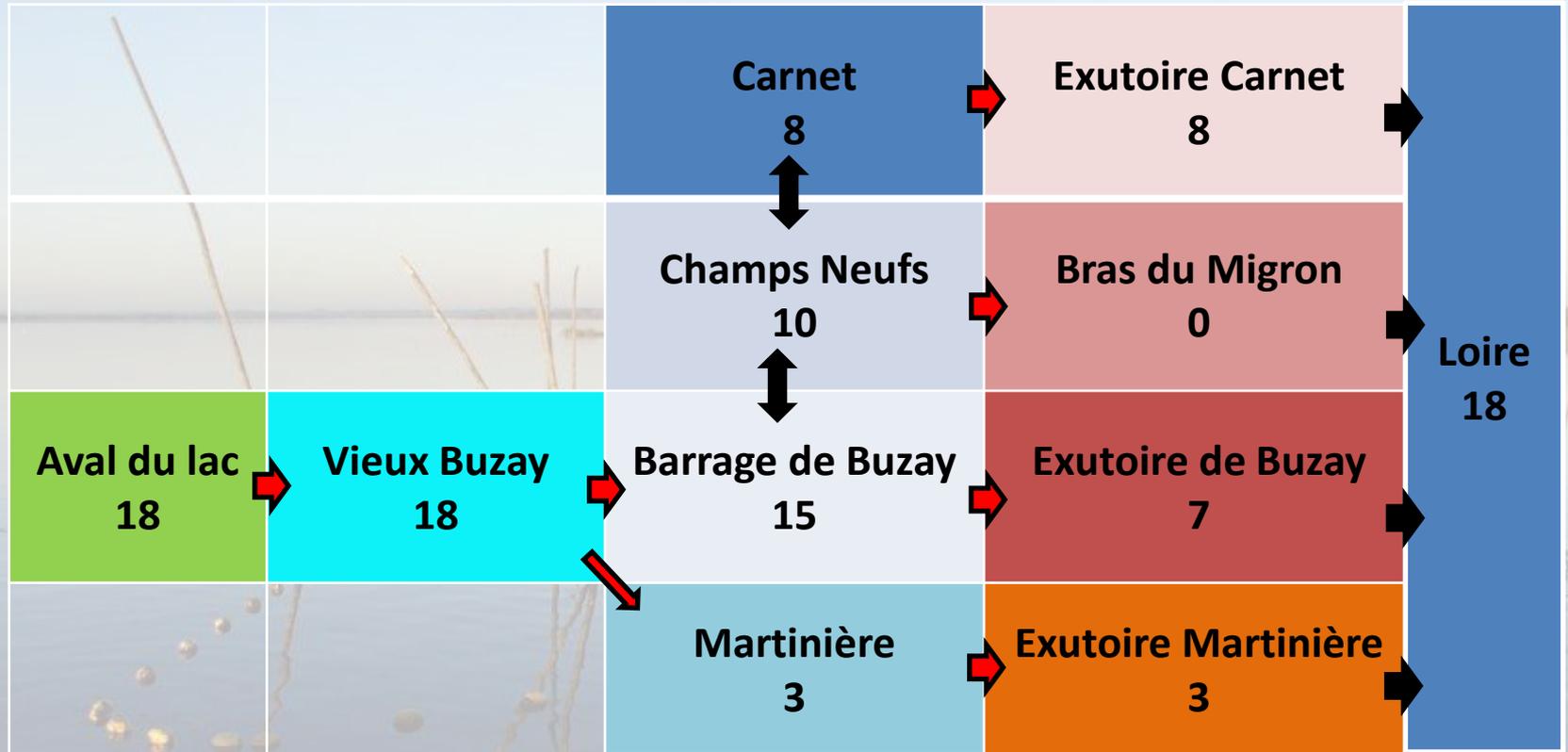
- **Variation des niveaux d'eau**

- **Impact anthropique**

- **Ouverture de la vanne > 75 cm**

- **var. niveau d'eau > 2 cm/j**

## Et une fois dans l'ACHENEAU (C3) ?

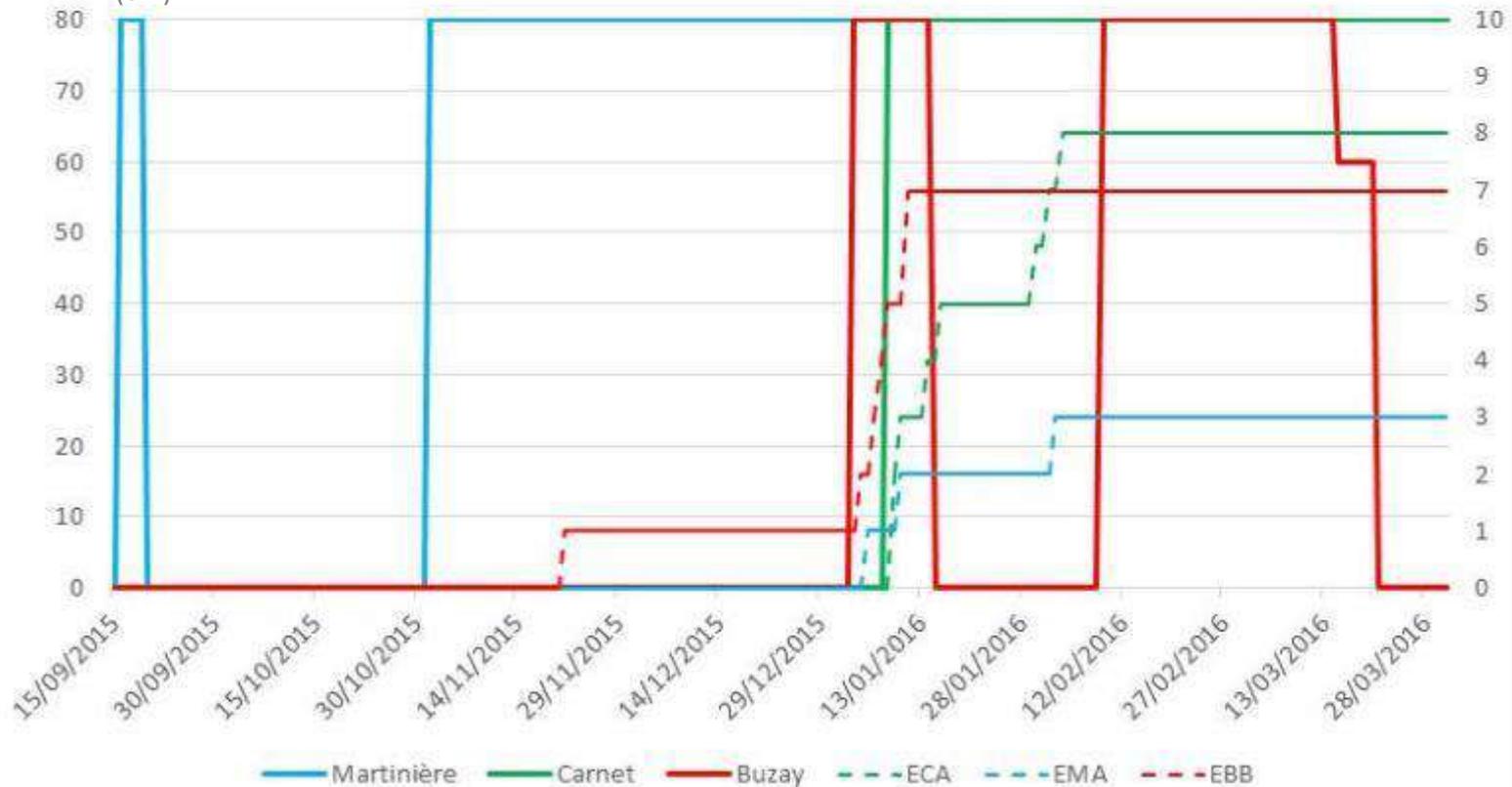


- une fois dans l'Acheneau (C3), toutes les anguilles accèdent à la Loire *via* les écluses ouvertes !
- même si des blocages temporaires peuvent avoir lieu

## Synchronisation entre l'échappement et l'ouverture des vannes

Ouverture des vannes  
(cm)

Nb d'anguilles





# Discussion

## Discussion :

**Quel est le succès de la migration ?** par rapport aux milieux ouverts :

- Période de migration tardive (Janvier): 2 à 3 mois de retard
- Vitesse de migration réduite (14 km/jr) en lien avec le blocage au niveau des ouvrages
- Echappement réduit (35%) lié à l'aménagement (>80% milieu ouvert)

**Le lac est un habitat attractif et favorable pour la croissance  
mais peut se révéler problématique pour le succès de l'émigration**

## Discussion :

### Comportement dans les milieux fermés:

- Mise en évidence d'un **comportement aléatoire** indépendant des facteurs environnementaux :
  - 'starting-blocks' = en attente de la bonne fenêtre environnementale
- **Déclenchement environnemental** de la migration par l'élévation du niveau d'eau
  - Espèces sensibles à de faible variation de niveau d'eau (liés à des capteurs ? ou variation de la qualité de l'eau associée (turbidité, oxygène, MES, ...))
- **Franchissement de l'ouvrage**
  - Grande ouverture nécessaire (> 75cm)  
Sinon l'anguille ne franchit pas (accélération trop rapide)

...mais **grande variabilité individuelle** liée au décalage temporel entre l'aptitude à migrer (signal endogène), la réponse aux facteurs environnementaux et l'ouverture des voies de migration

## Discussion :

### **Quel devenir une fois sorties du lac ?**

- Les anguilles suivent le courant principal
- Elles empruntent l'écluse qui est ouverte au moment où elles rentrent dans le canal de la Martinière
- Une fois sortie du système anthropisé, elles poursuivent leur migration en direction de l'estuaire de la Loire

**L'ouvrage du lac est donc l'ouvrage le plus difficile à franchir et le plus contraignant pour la migration des anguilles**

## Discussion :

### Beaucoup d'inconnues au sein du lac ... ?

- **45% d'anguilles qui ne sont pas sorties du lac et qui n'ont pas été pêchées**

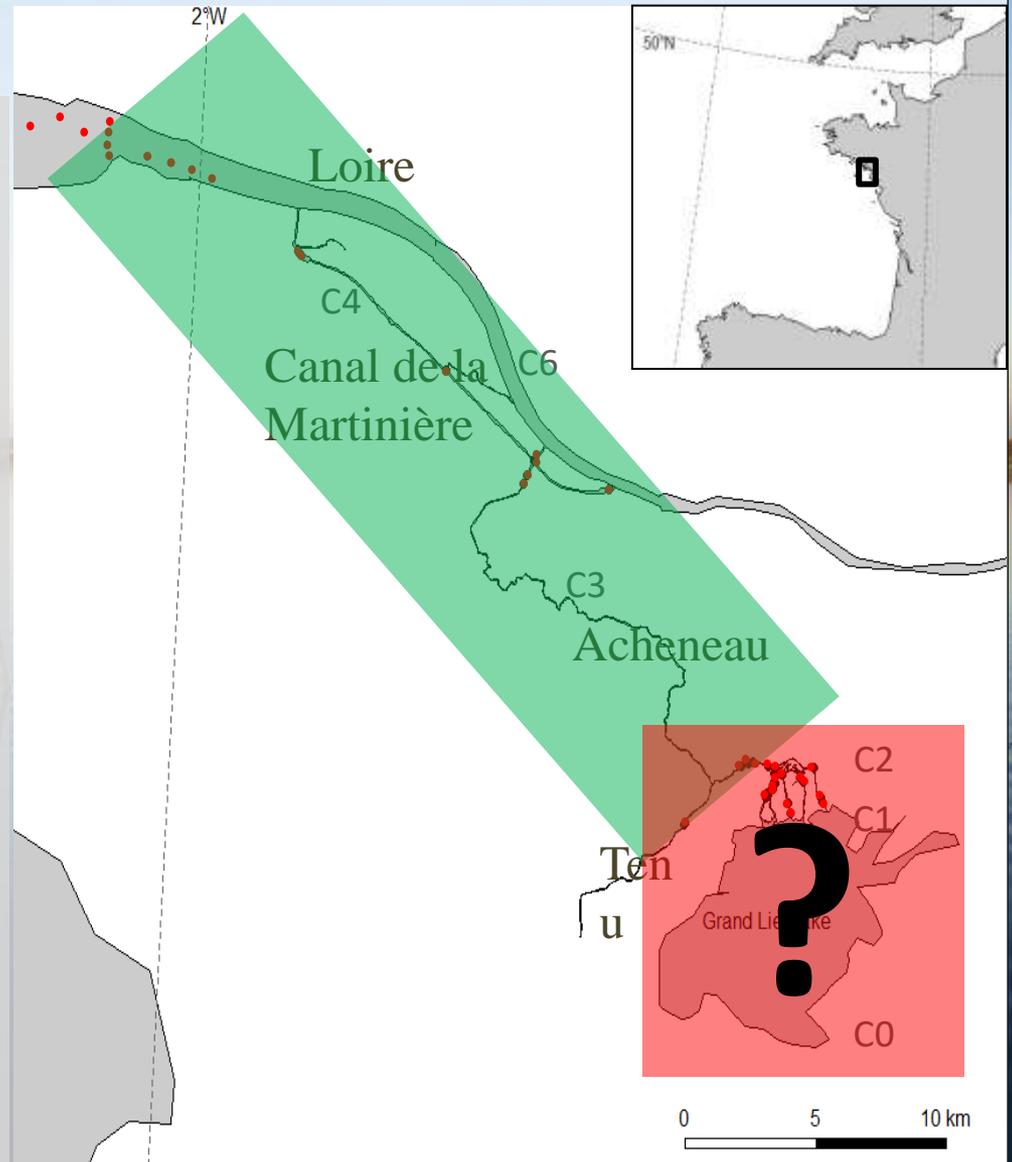
Que sont-elles devenues ?

- Mortalité ?
- Prédation ?
- Arrêt de la migration ?
- ...

- **Nécessité de mieux comprendre ce qui se passe au sein du lac, au début de la phase de migration = PHASE CRITIQUE**

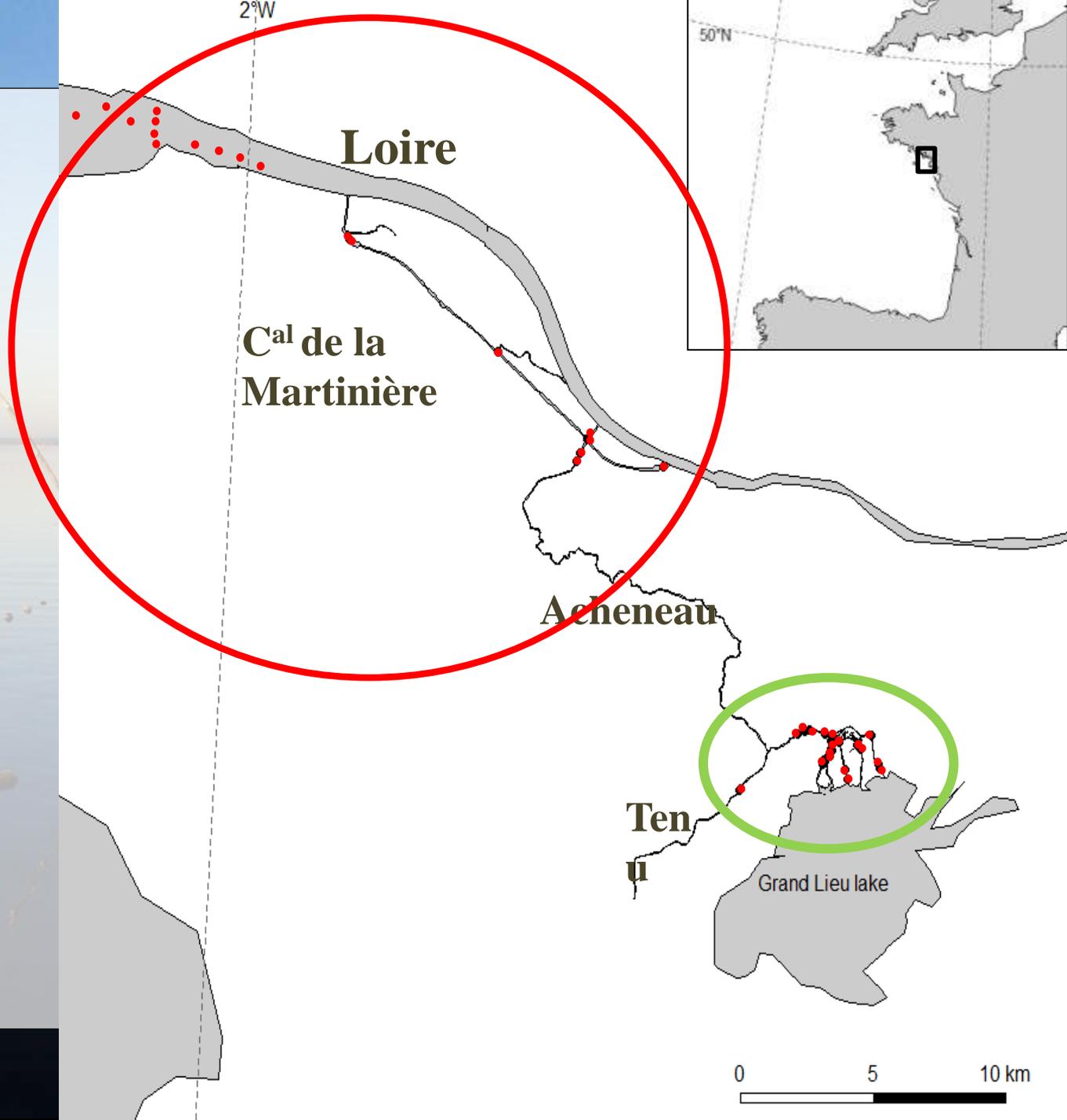
Comment y répondre ?

- Réutilisation des hydrophones de l'aval
- Mise en place d'un réseau entourant la zone de relâche



Le dispositif acoustique  
à ce jour

- Hydrophones aval retirés (fin avril 2016)
- Sont encore en place les hydrophones à proximité du vannage de Bouaye



## Le dispositif en Loire a souffert ☹

Sur les 11 hydrophones

4 ont été perdus  
(les attaches ont cédé)

Et 2 hydrophones HS  
(pris l'eau à cause du frottement)

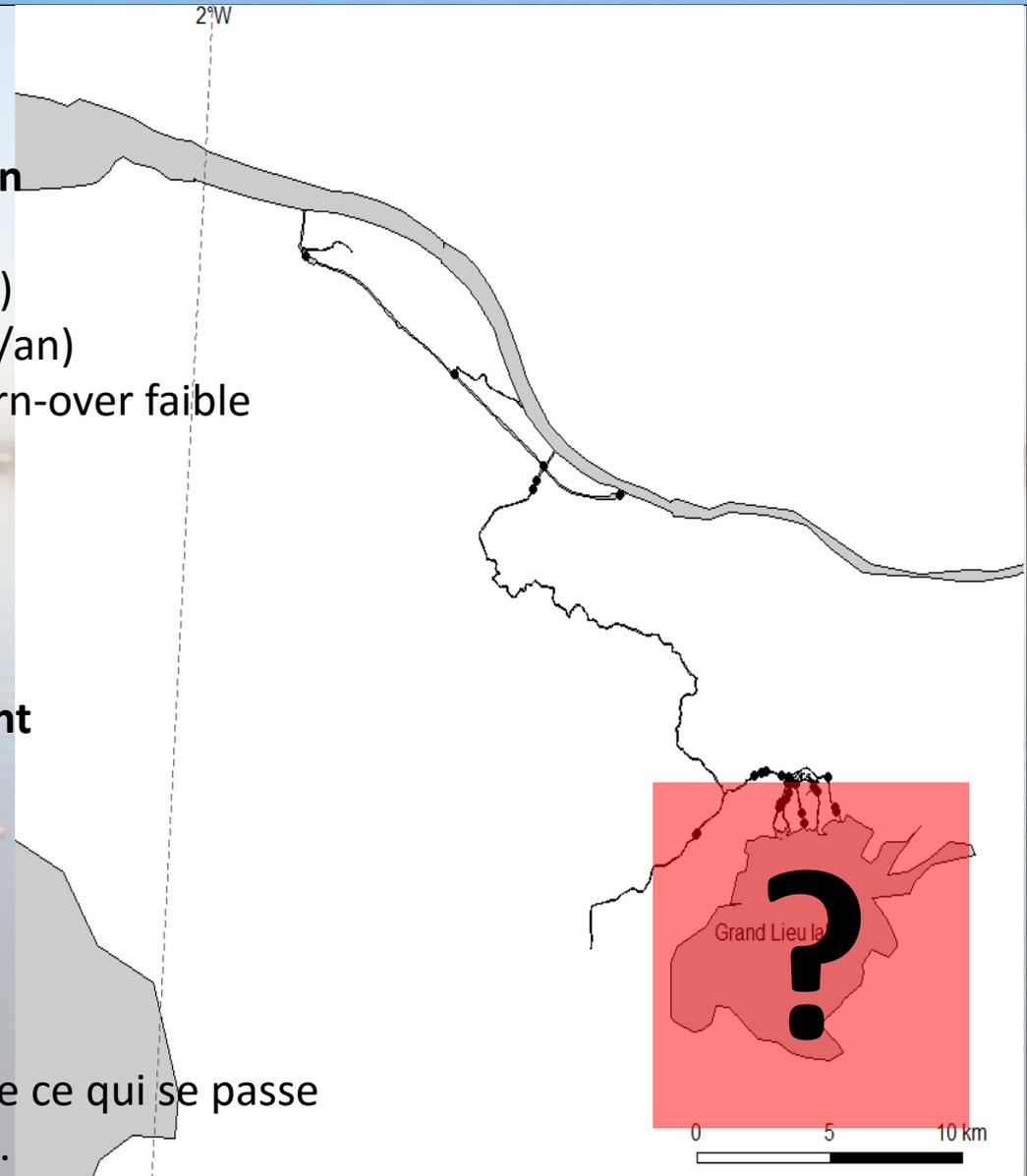


# Echappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (EDAAGL) 2015-2016

- **Contexte**
- **Volet 1 : Etude de la pêche d'anguilles argentées sur le lac de Grand Lieu**
- **Volet 2 : Evaluation du taux d'exploitation et du taux d'échappement par capture marquage recapture au PIT TAG sur le lac de Grand Lieu**
- **Volet 3 : Etude de l'échappement des anguilles argentées du lac de Grand Lieu (déplacements dans le plan d'eau et leur devenir entre la sortie et la Loire)**
- **CONCLUSION/PERSPECTIVE**

## Conclusion/Perspective:

- **Fort potentiel de la sous population de Grand Lieu**
  - forte production (215 000 ind.)
  - fort taux de croissance (10 cm/an)
  - intéressant pour la gestion car turn-over faible
  - majoritairement des mâles
- **Echappement ?**
  - 20% de mortalité par pêche
  - 45% ne sortent pas du lac
  - finalement **35% d'échappement**
- **Limites ?**
  - effet année sèche ?
- **Perspectives ?**
  - nécessité de mieux comprendre ce qui se passe dans le lac pour en favoriser la sortie ...



**Plan de financement**

	En euros	%
<b>Montant total du projet</b>	<b>180082,94</b>	<b>100,00</b>
<b>Autofinancement</b>	<b>75974,72</b>	<b>42,19</b>
Dont		
. Porteur de projet : MNHN	49974,6	65,78
. Partenaire 1 : AADPPMFEDLA	900	1,18
. Partenaire 2 : Société coopérative des pêcheurs GL	10294,56	13,55
. Partenaire 3 : FISH-PASS	10550	13,89
. Partenaire 4 : SMIDAP	4255,56	5,60
<b>Région des Pays de la Loire</b>	<b>54686,2</b>	<b>30,37</b>
<b>Autres aides publiques sollicitées pour ce projet</b>		
<b>Agence de l'Eau Loire Bretagne (demande en cours)</b>	<b>49422,02</b>	<b>27,44</b>

**~ 100% des dépenses réalisées (bilan arrêté au 10/05/2016)**



Merci à tous !

