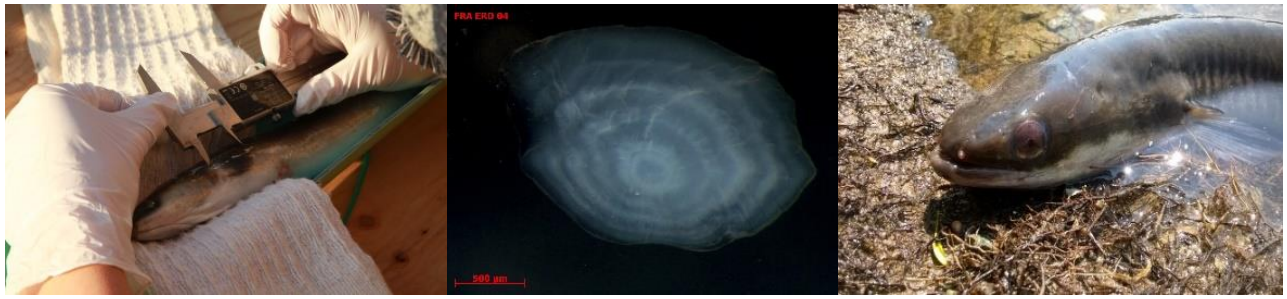
STATION MARINE
DINARD

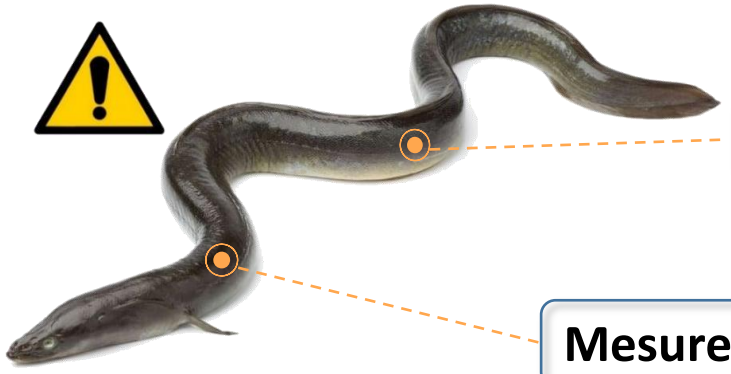
RESTITUTION DES RÉSULTATS

Estimation du flux d'échappement des anguilles argentées sur la Loire fluviale en 2019-20 et retour d'expériences sur le repeuplement

Bastien Bourillon, Mathieu Bodin, Anthony Acou, Thomas Trancart, Laure-Sarah Virag, Catherine Boisneau, pêcheurs échantillonneurs, Éric Feunteun



UNE ESPÈCE EN DANGER



Menacée

En danger critique d'extinction
(- 96 à 99 % du recrutement entre 1980 et 2011)

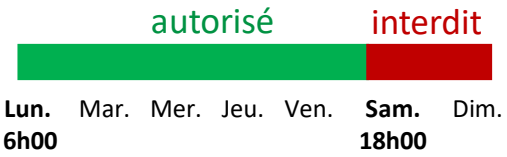
Mesures de conservations

Régulation européenne :

→ Assurer **un échappement de 40 %** de la biomasse pristine de géniteurs
→ Réduction des **facteurs de mortalité** liés à l'Homme
→ **Nécessité de suivi d'abondance**

Déclinaison sur la Loire :

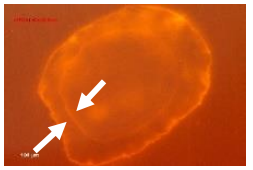
2008
Relève hebdomadaire (RH)



Mise en place des pêches scientifiques

2010
↘ calendrier de pêche

2010
Actions de **repeuplement** en civelles

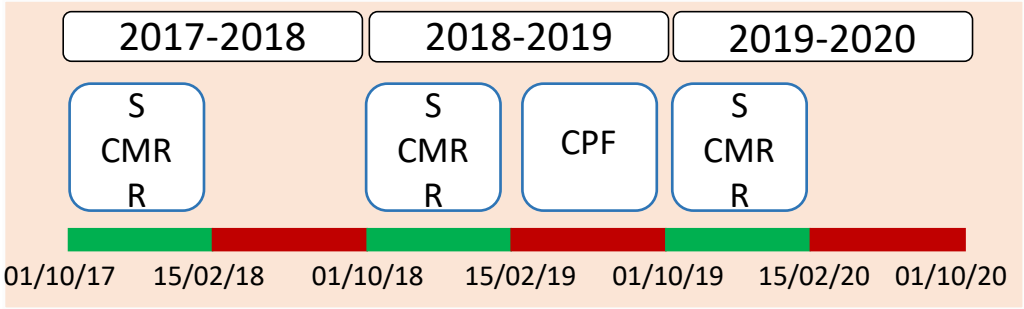


© MNHN, CRESCO, Robaux C., 2018

Marquage à l'ARS
(Alizarine RED S)

OBJECTIFS

CETTE ÉTUDE



VOLET 1 **Caractéristiques du flux**

S : Suivi interannuel AAPPBLB (3 saisons) → hydrologie, captures, sexe ratio, parasitose en *Anguillicola crassus*

VOLET 2 **Estimation de l'échappement en période réglementaire (3 saisons)**

CMR *(Capture Marquage Recapture)*

VOLET 3 **Estimation de l'intensité de l'échappement en période non réglementaire**

CPF *(Capture Post-Fermeture)*

VOLET 4 **Suivi du repeuplement au stade argenté**

Tentative de capturer des individus argentés avec des marques ARS

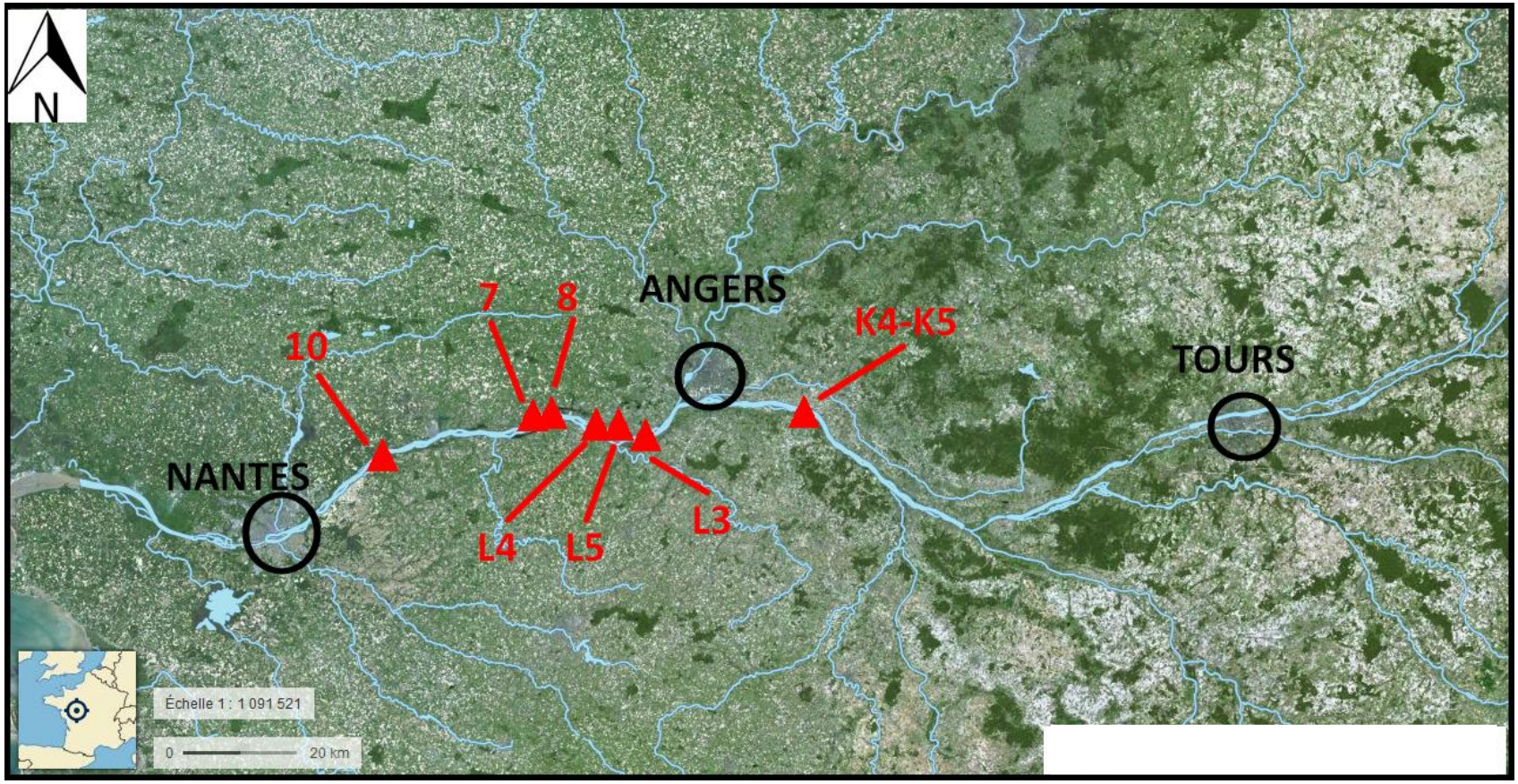
VOLET 5 **Effets des relèves hebdomadaires sur l'estimateur d'abondance et l'indice d'abondance**

VOLET 1

Caractérisation du flux d’anguilles argentées

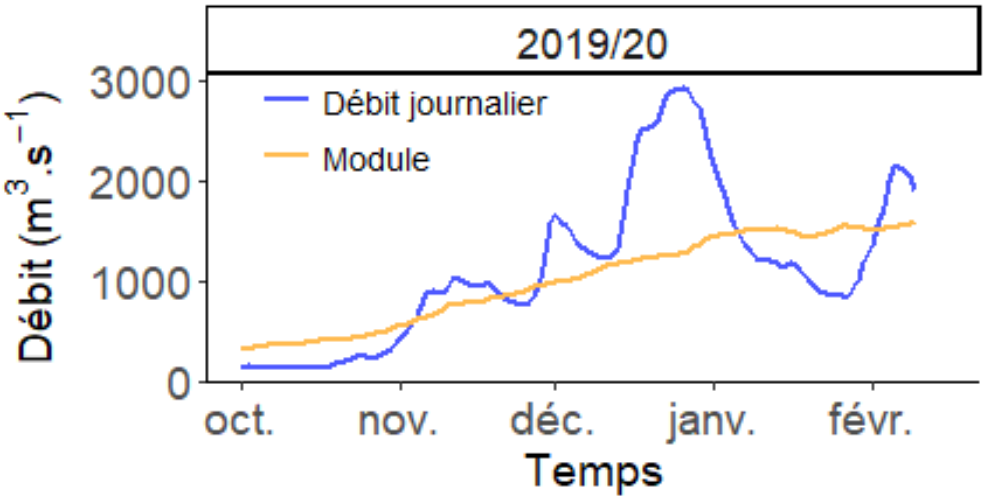
BILAN DE LA SAISON 2019-20

7 pêcheries au Guideau pour la saison 2019-2020



© AABBPBL

BILAN DE LA SAISON 2019-20



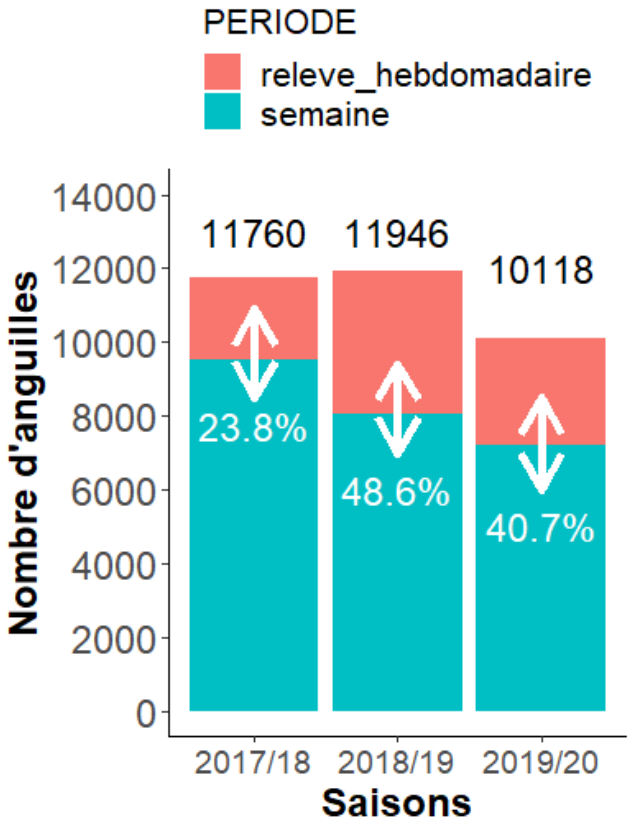
Une saison hydrologique non déficitaire

Δ_{moyen}= **+ 3,4 %** par rapport au module

En 2017/18, Δ_{moyen}= **-25,9 %**

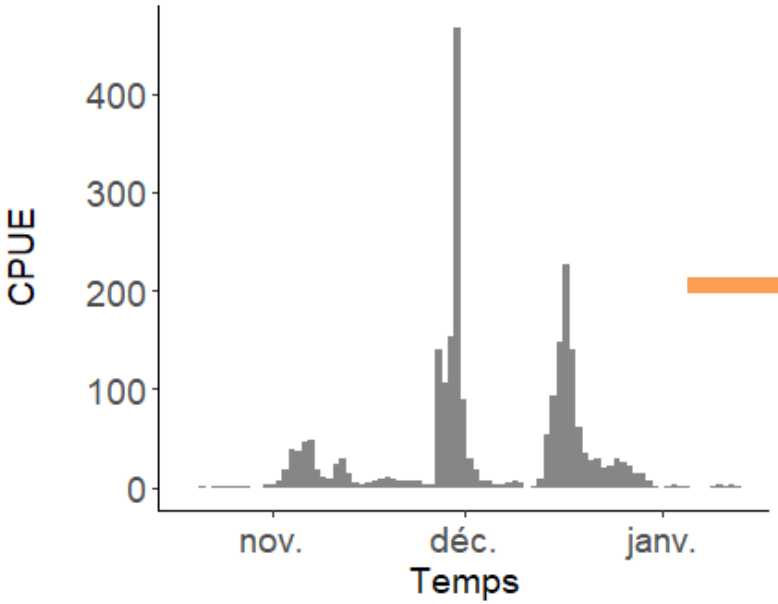
En 2018/19, Δ_{moyen}= **-55,3 %**

BILAN DE LA SAISON 2019-20



BILAN DE LA SAISON 2019-20

Nombre de nuits cumulées : 279



CPUE moyenne	30,2
CPUE Ecart-type	64,1
CPUE max	467

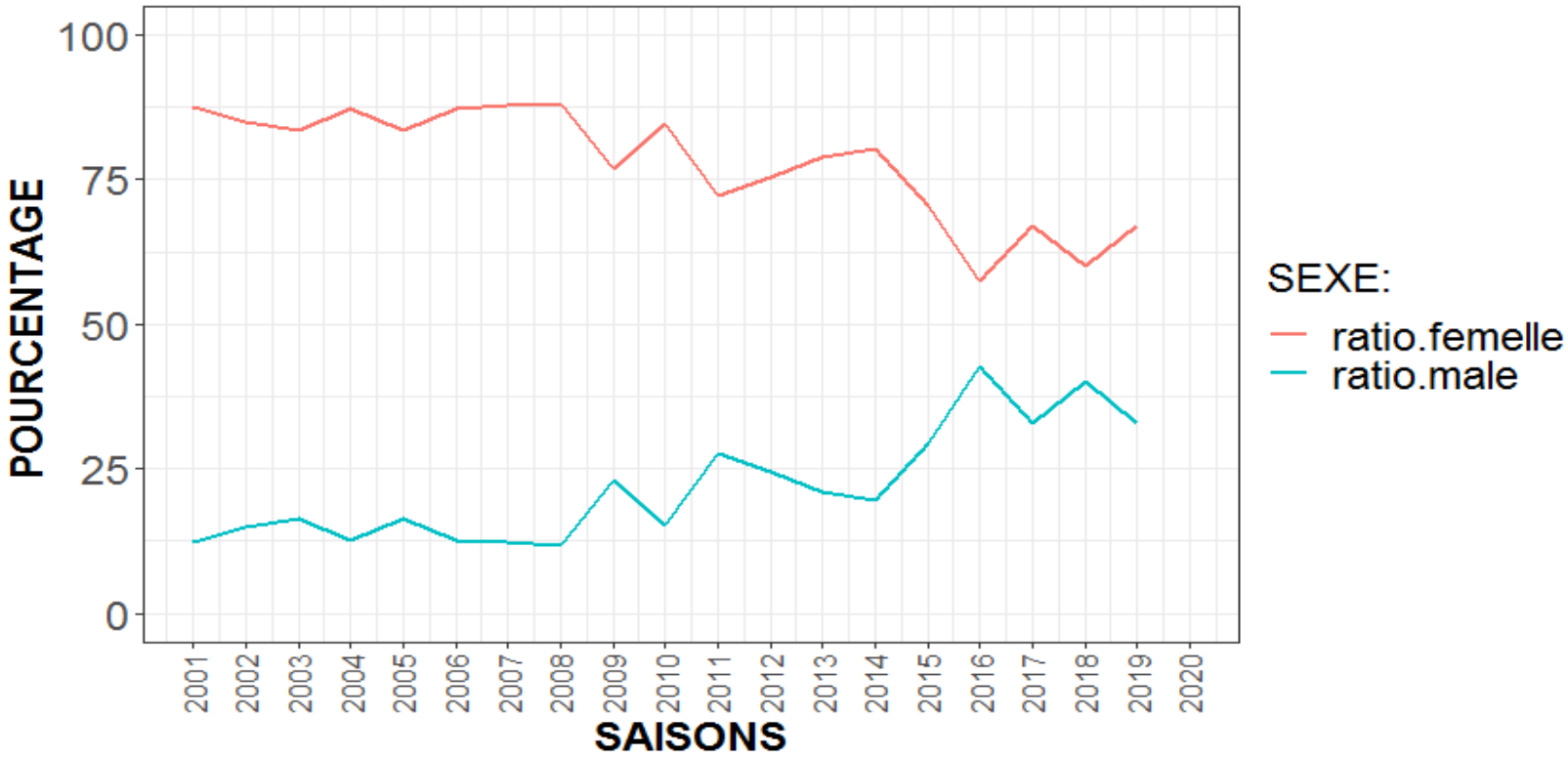
CPUE : Capture Par Unité d'Effort
(Nombre d'anguilles par guideau et par nuit)

BILAN DE LA SAISON 2019-20

ARGENTURE ET SEXE RATIO

N = 244 individus (0 % anguilles jaunes)
(novembre 2019 - février 2020)

2019-2020 → 67 % de femelles et 33 % de mâles



BILAN DE LA SAISON 2019-20: diagnostique parasitaire

→ 121 anguilles femelles échantillonnées

→ 68 % avec nématodes / 32 % sans !

→ État de la vessie : trace d'infection sur 99 % des anguilles (même si absence de nématodes)

VOLET 2

Estimation de l’échappement en période réglementaire

MÉTHODE

Capture aux guideaux *1er Oct. 15 Fév..*

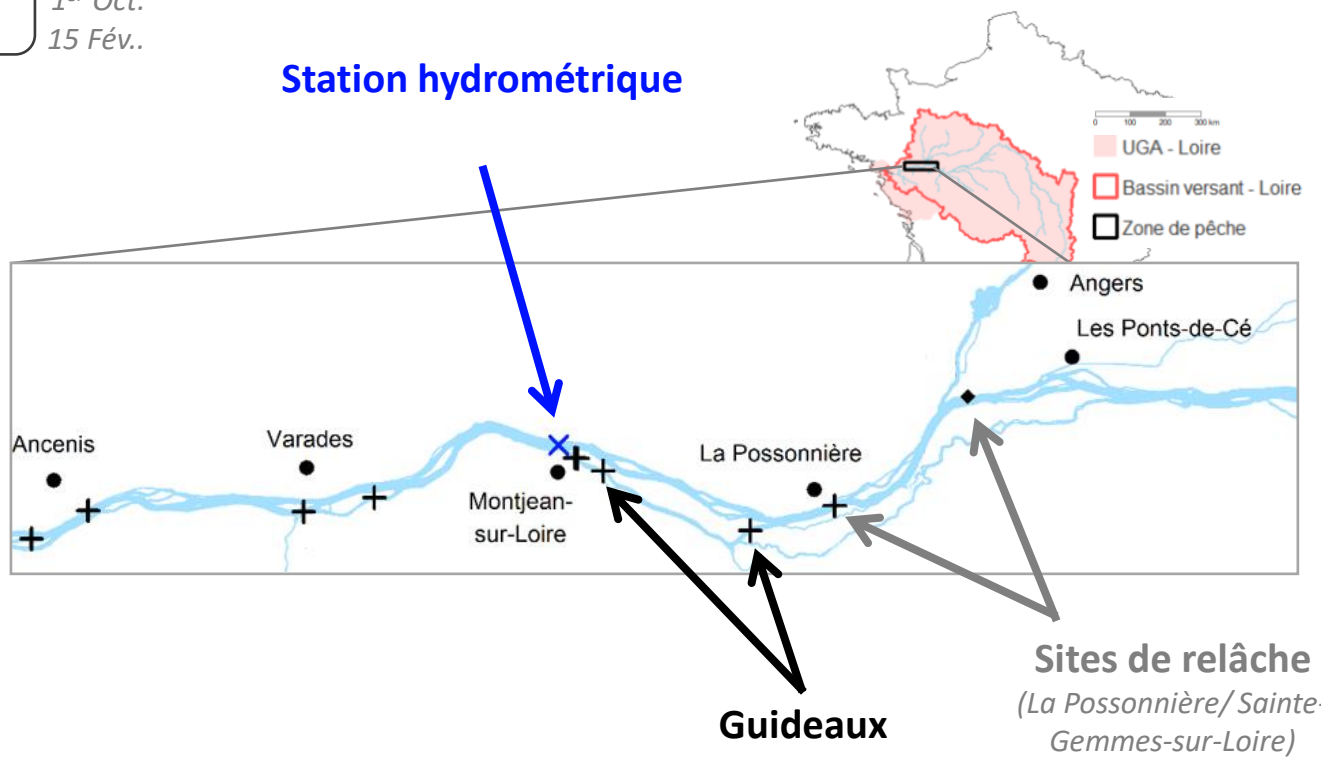
Transport
Anesthésie
Biométrie

Marquage

Réveil
Relâche

Recapture → **Estimation**

Logiciel R
- Taux de recapture
- Estimateur stratifié de Petersen *(correction de Chapman)*
- Taux d'exploitation des pêcheries



BILAN CMR 2017 à 2020

2017-2018

2 sessions

275 anguilles

2018-2019

3 sessions

427 anguilles

2019-2020

1 session

116 anguilles

2017-2018

22 anguilles

Taux de recapture:

T_r = 8,1 ± 4,3 %

2018-2019

45 anguilles

T_r = 10,5 ± 1,6 %

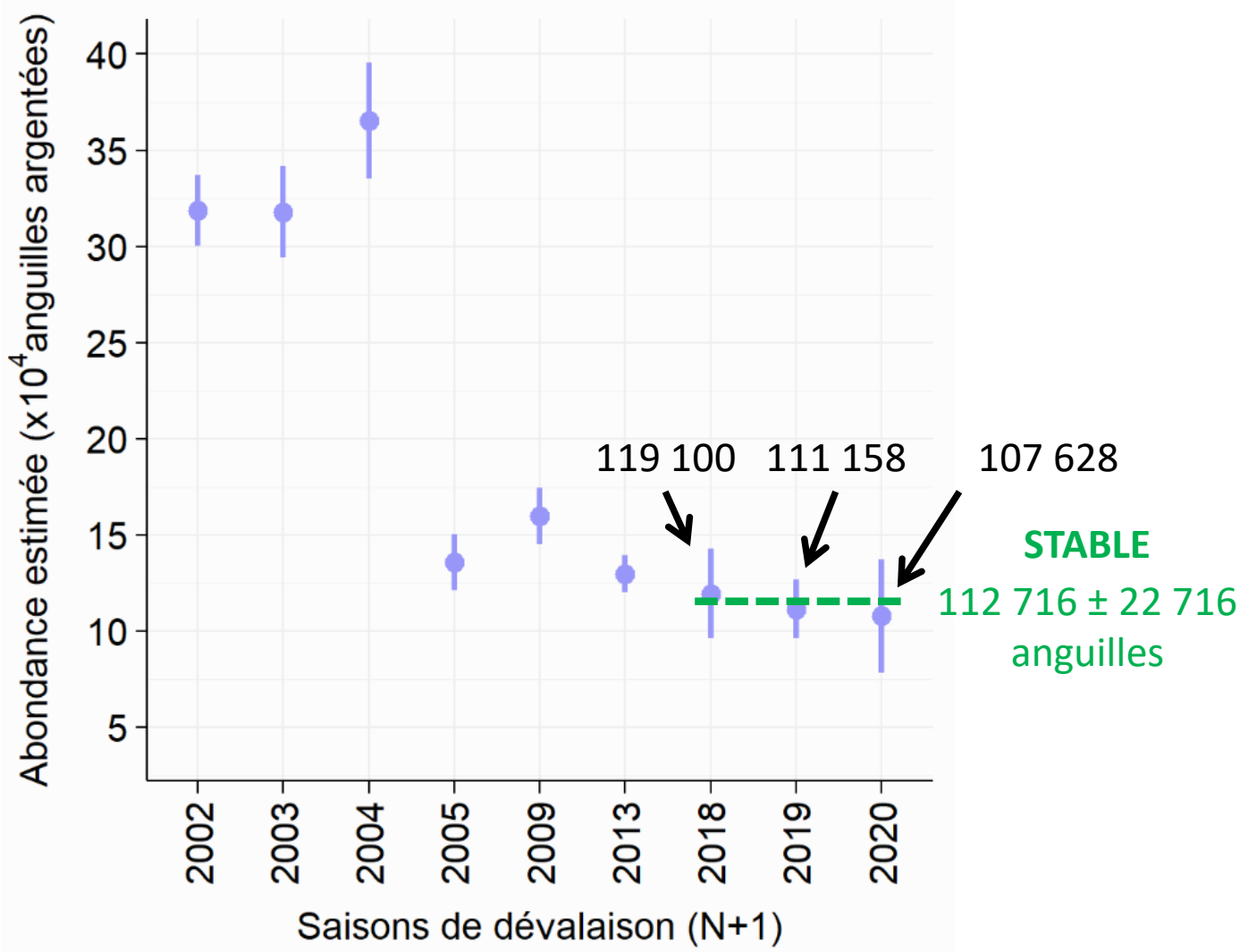
2019-2020

10 anguilles

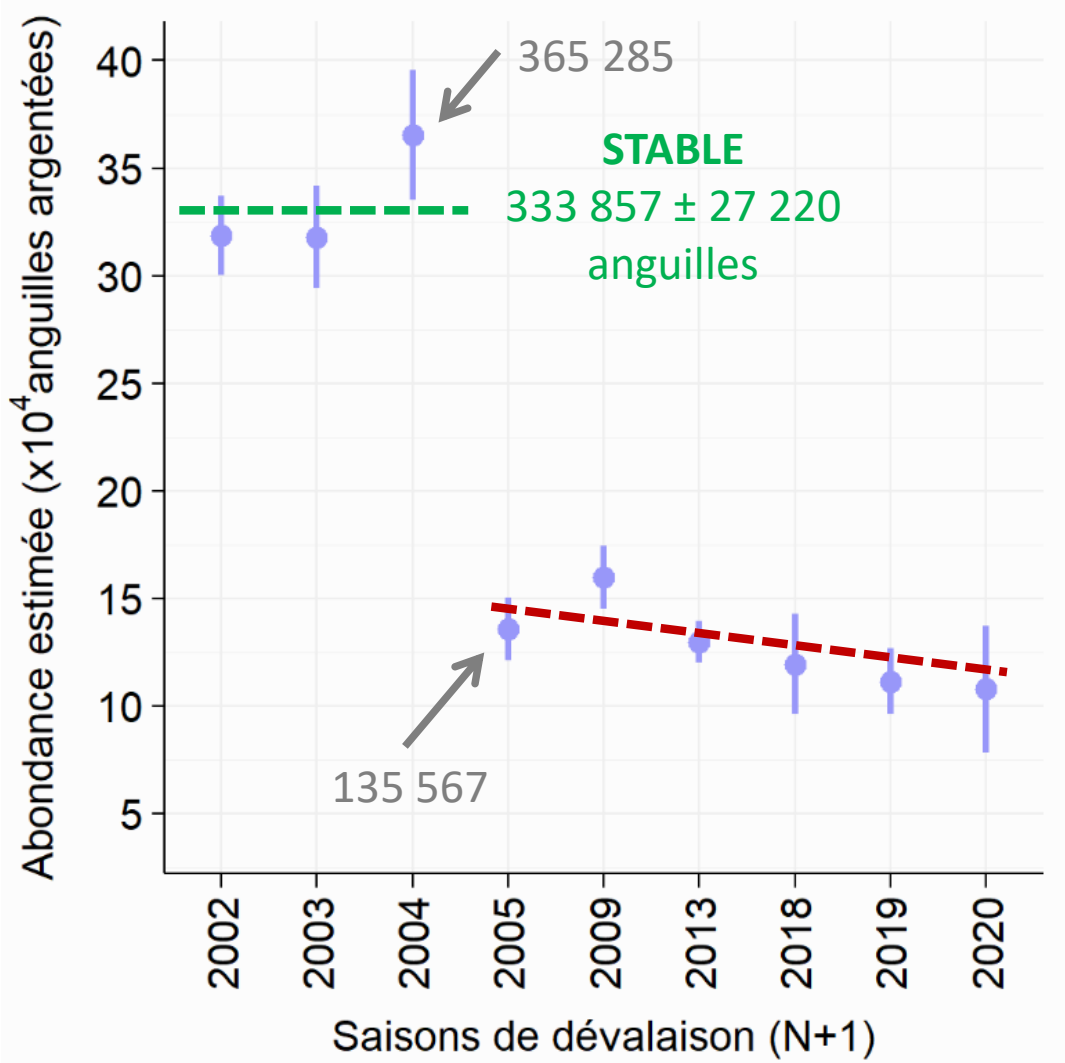
T_r = 8,6 %

FLUX D'ÉCHAPPEMENT

Estimateur groupé de Petersen avec une correction de Chapman (± erreur standard)

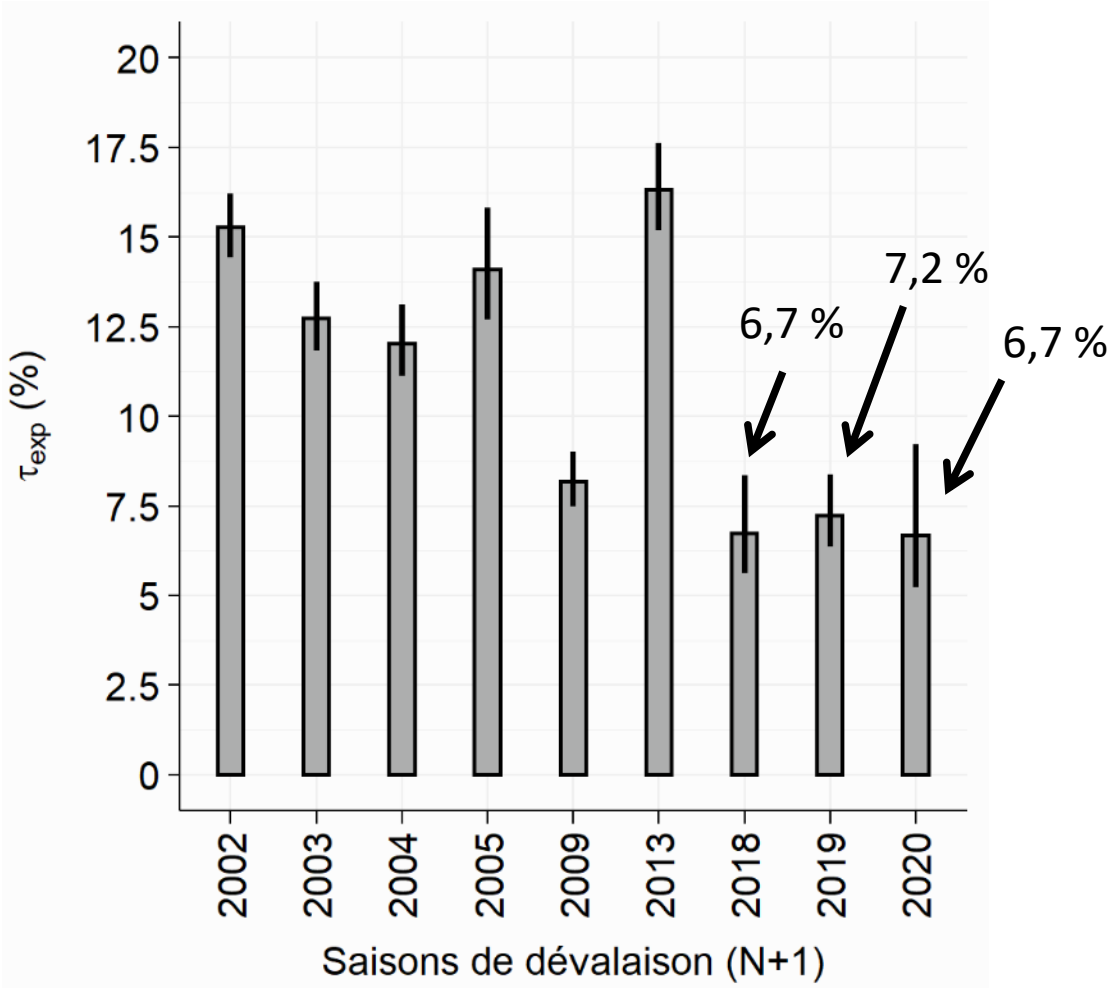


FLUX D'ÉCHAPPEMENT



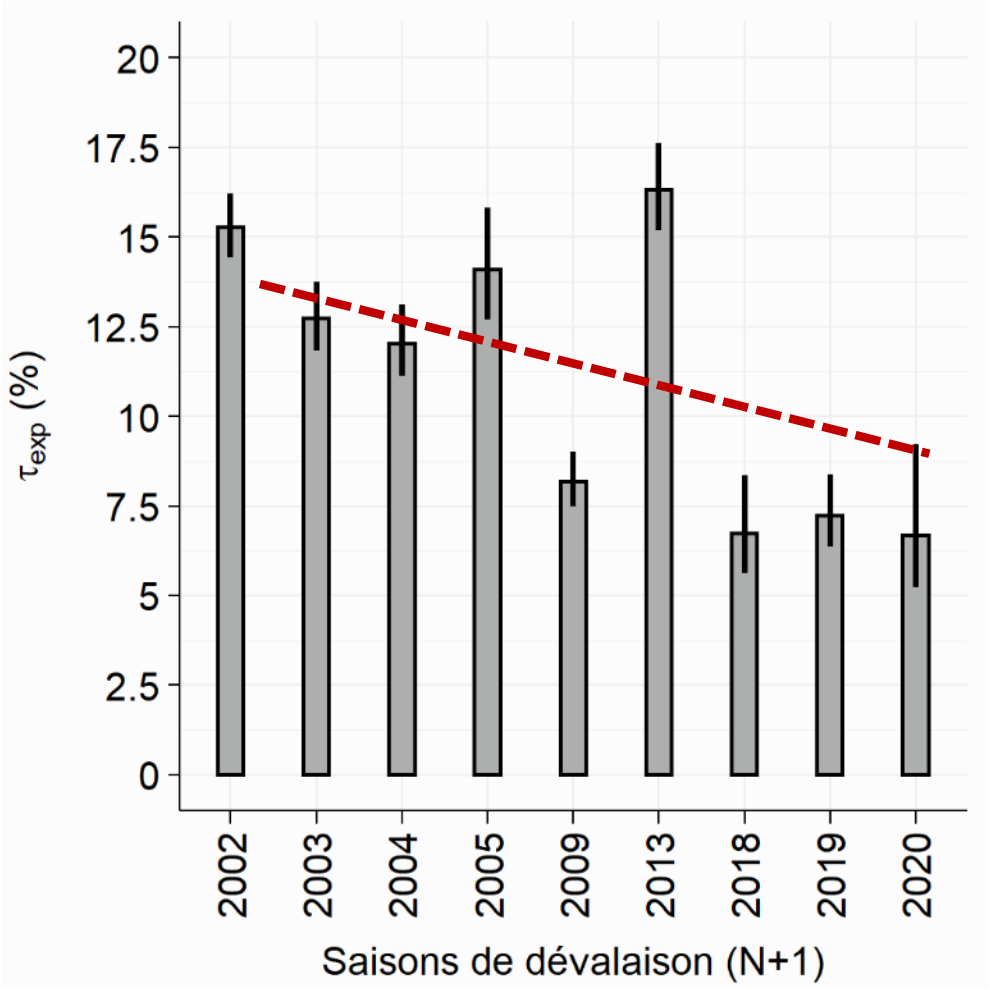
TAUX EXPLOITATION

Taux exploitation (%)= (nombre anguilles prélevées / estimation du flux) * 100



TAUX EXPLOITATION

Taux exploitation (%)= (nombre anguilles prélevées / estimation du flux) * 100



EN DIMINUTION

test de corrélation linéaire de Pearson, N = 9, F = 6,7, R^2 = 0,4, P = 0,04

VOLET 3

Estimation de l’intensité de l’échappement en période non réglementaire

MÉTHODE

Captures au guideau L5

15 Fév. au 30 Sept. 2019

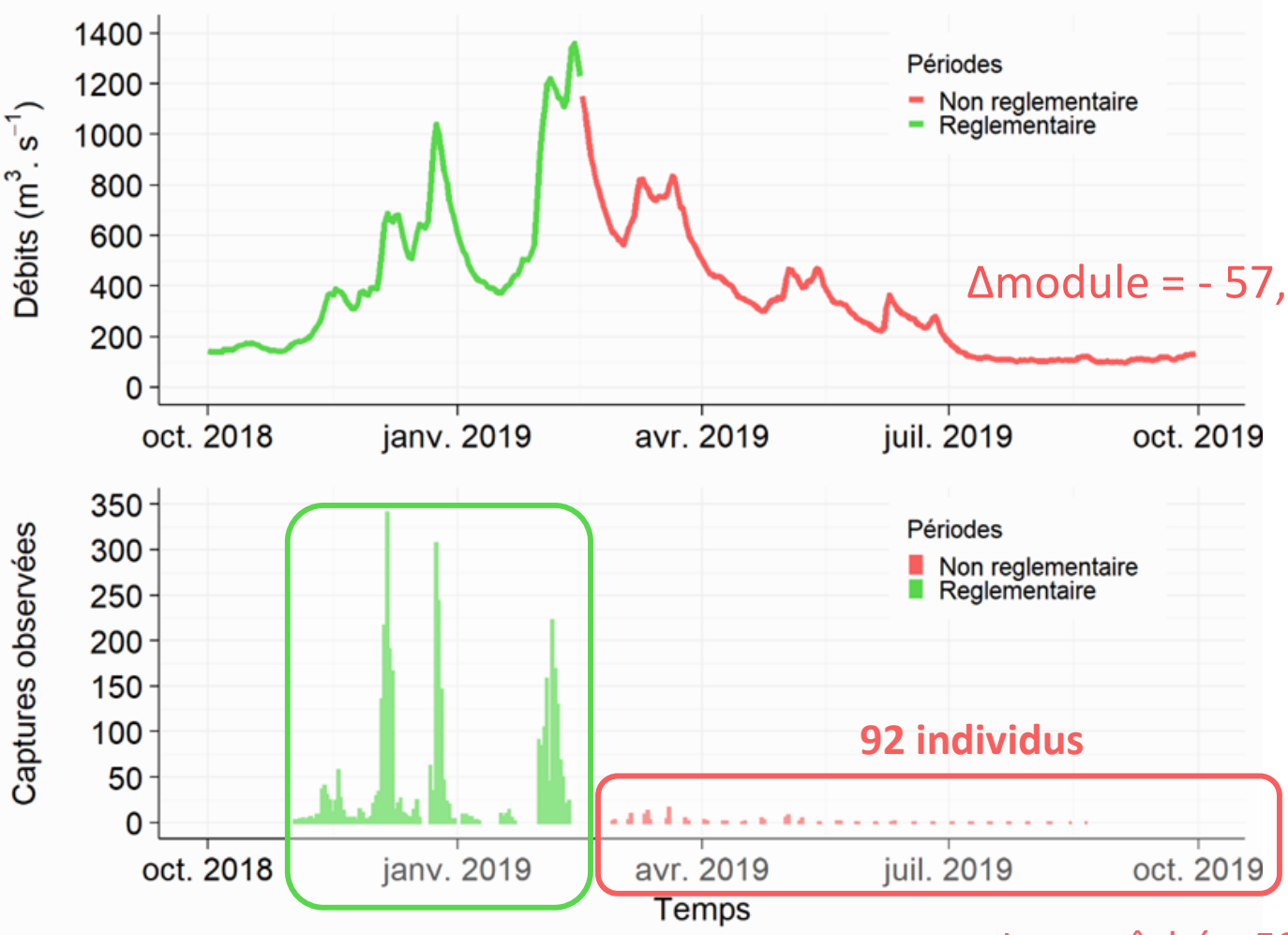
58 nuits
Anesthésie
Biométrie

Relâche

Estimation de l'intensité de migration

Logiciel R

INTENSITÉ DE MIGRATION SUR LE LOT L5



Données : MNHN/AAPPBLB - DREAL Pays-de-Loire / HYDRO-MEDDE/DE

INTENSITÉ DE MIGRATION SUR LE LOT L5

→ **Prédiction des captures manquantes**

Adaptée de Teichert et al 2020

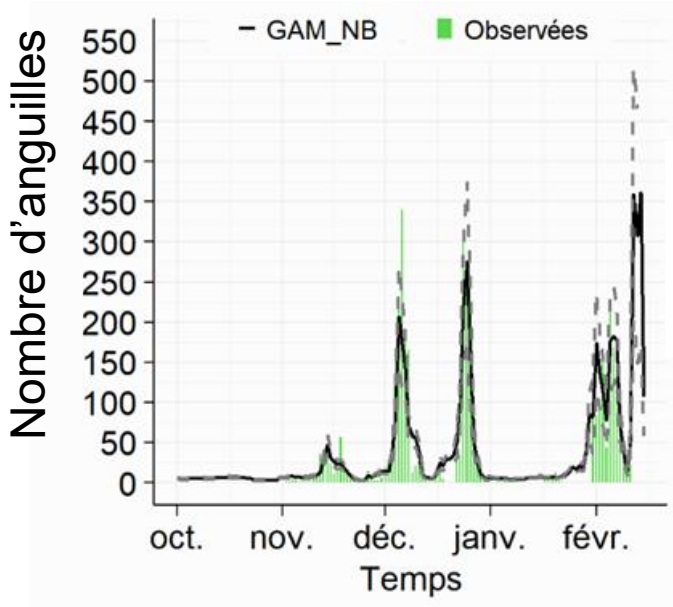
Modèle additif GAM (négative binomiale) :

capture ~ débit quotidien +
delta 1 jour+ delta 3 jours + delta 7 jours +
effet année + effet mois +
effet phase lunaire

INTENSITÉ DE MIGRATION SUR LE LOT L5

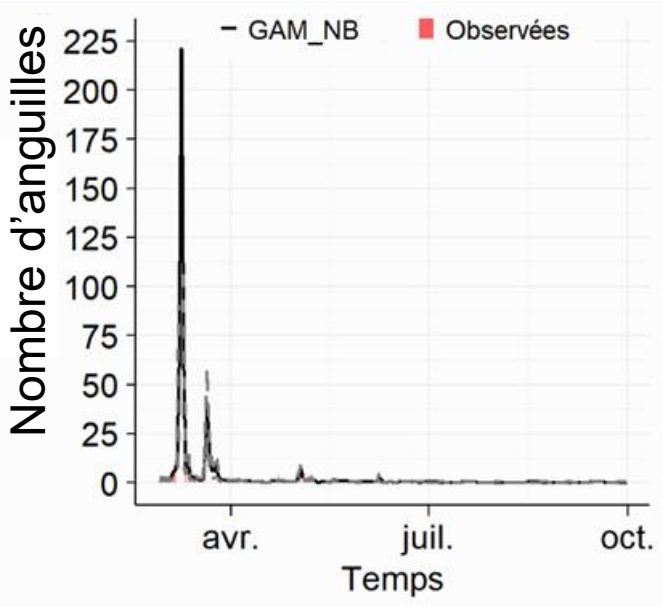
→ **Prédiction des captures manquantes**

Période réglementaire



Estimation : 5280 ind.

Période non réglementaire



Estimation : 596 ind.

596 / 5280 * 100 = **11,3 %**

→ Captures post-fermeture estimées = 11,3 % des captures estimées en période réglementaire

GÉNÉRALISATION À L'ENSEMBLE DE LA PÊCHERIE POUR 2018-19 ?

1. Généralisation possible car les taux de recaptures **sont similaires** entre les guideaux impliqués lors de la CMR

2. Généralisation de l'échappement (saison 2018-19)

CMR = 111 158 ± 15 289 anguilles argentées

↓ **+ 11,3 %**

CMR + CPF corrigé = **123 705 ± 17 014** anguilles argentées

3. Taux d'exploitation

CMR = 7,2 %

↓

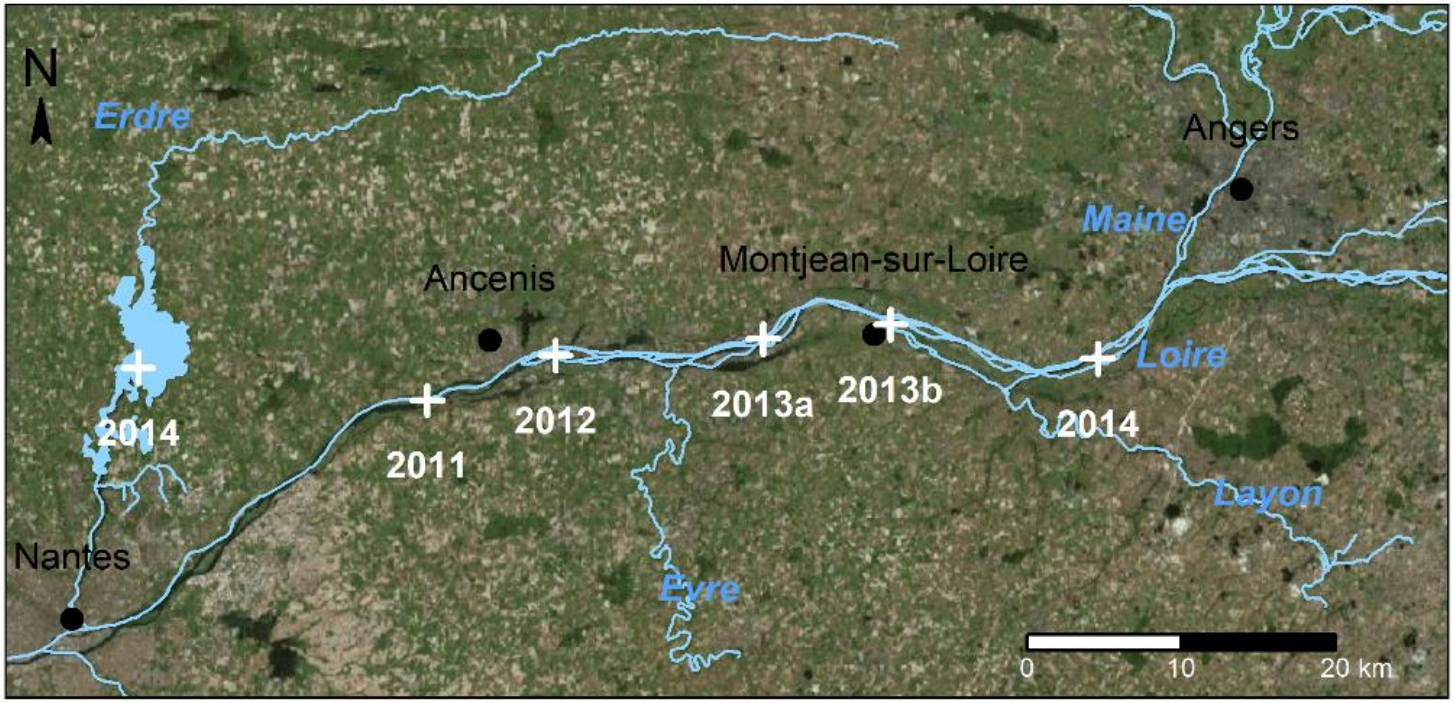
CMR + CPF corrigé = **6,5 %**

VOLET 4

Suivi du repeuplement au stade argenté

LES OPÉRATIONS DE REPEUPLEMENT ENTRE 2011 ET 2014

9 632 000 civelles sur la Loire (2972 kg)
2 864 000 civelles sur l'Erdre (824,8 kg)

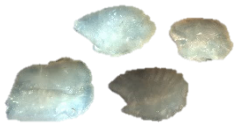


Sites de déversements de civelles lors des opérations de repeuplement sur la rivière Erdre

MÉTHODE DE SUIVIS

Échantillonnage

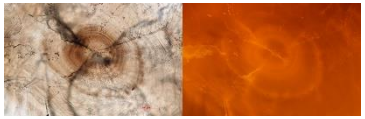
Otolithes

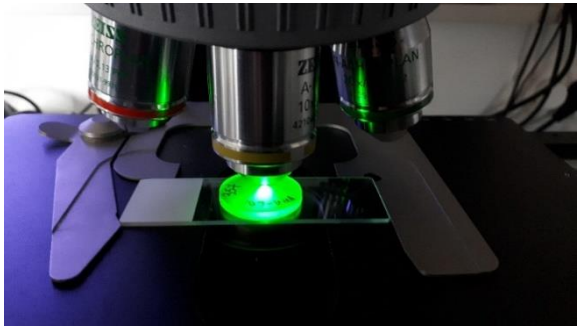


Estimation de l'âge

Fluorescence

Sans filtre *Avec filtre*

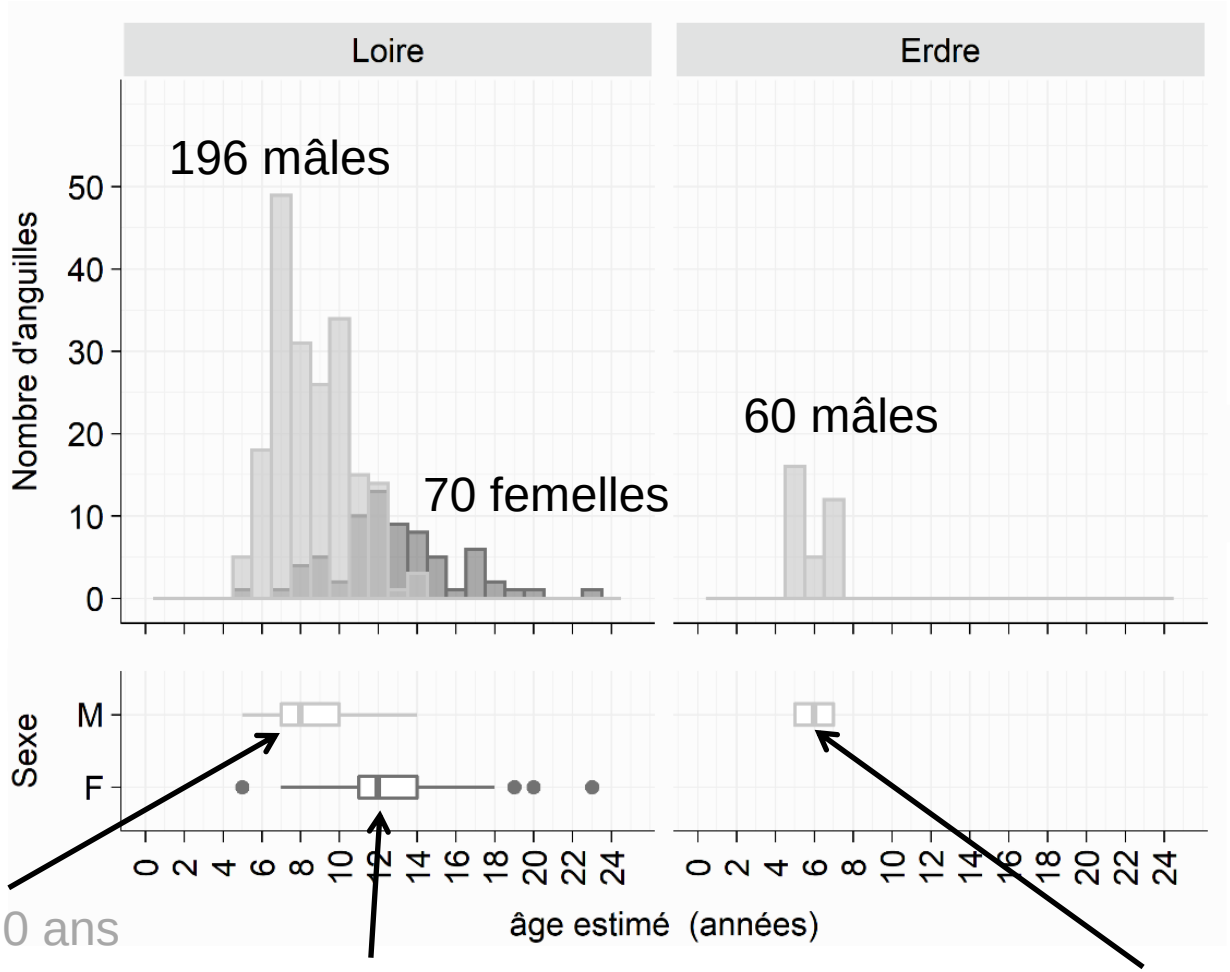




ÉCHANTILLONNAGE ET ÂGE

266 anguilles

60 anguilles

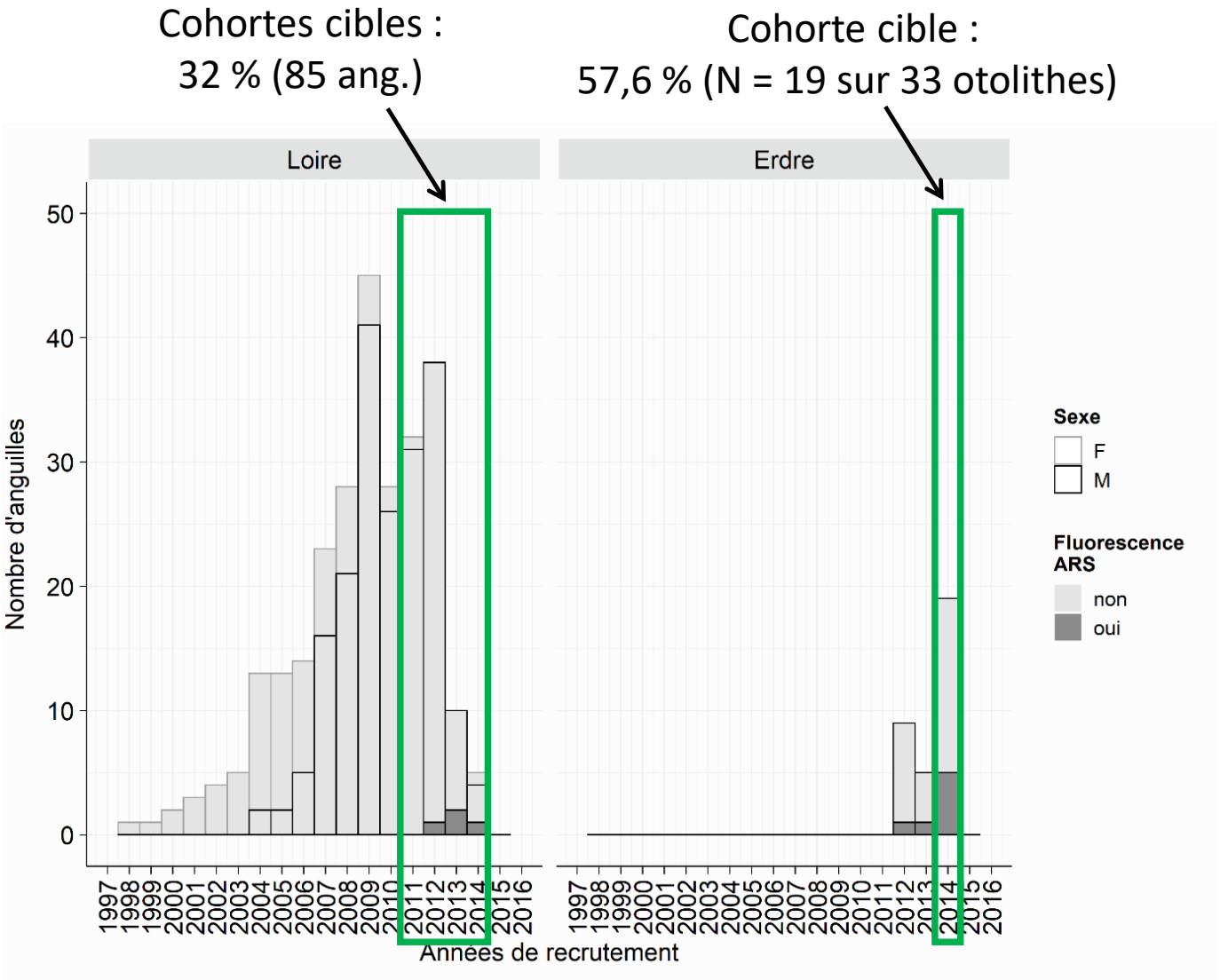


8,6 ± 2,0 ans

12,8 ± 3,2 ans

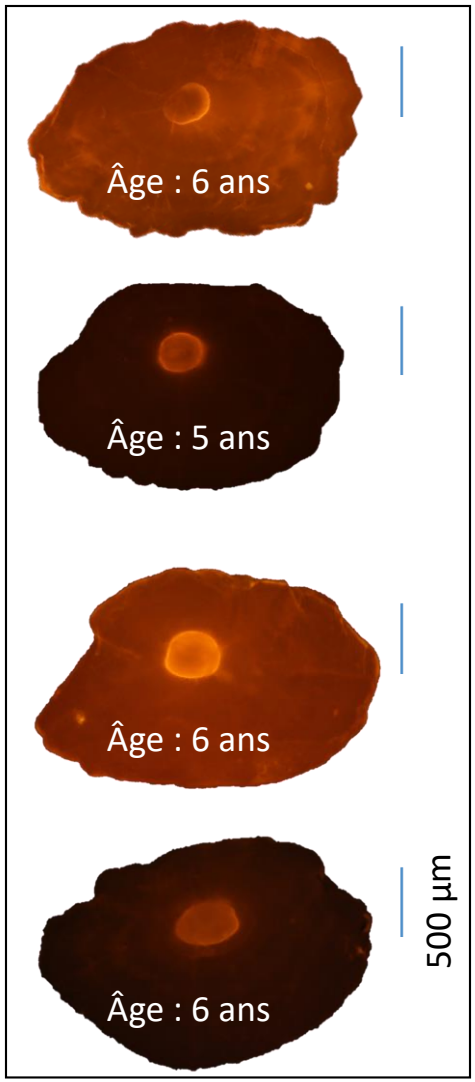
5,9 ± 0,9 ans

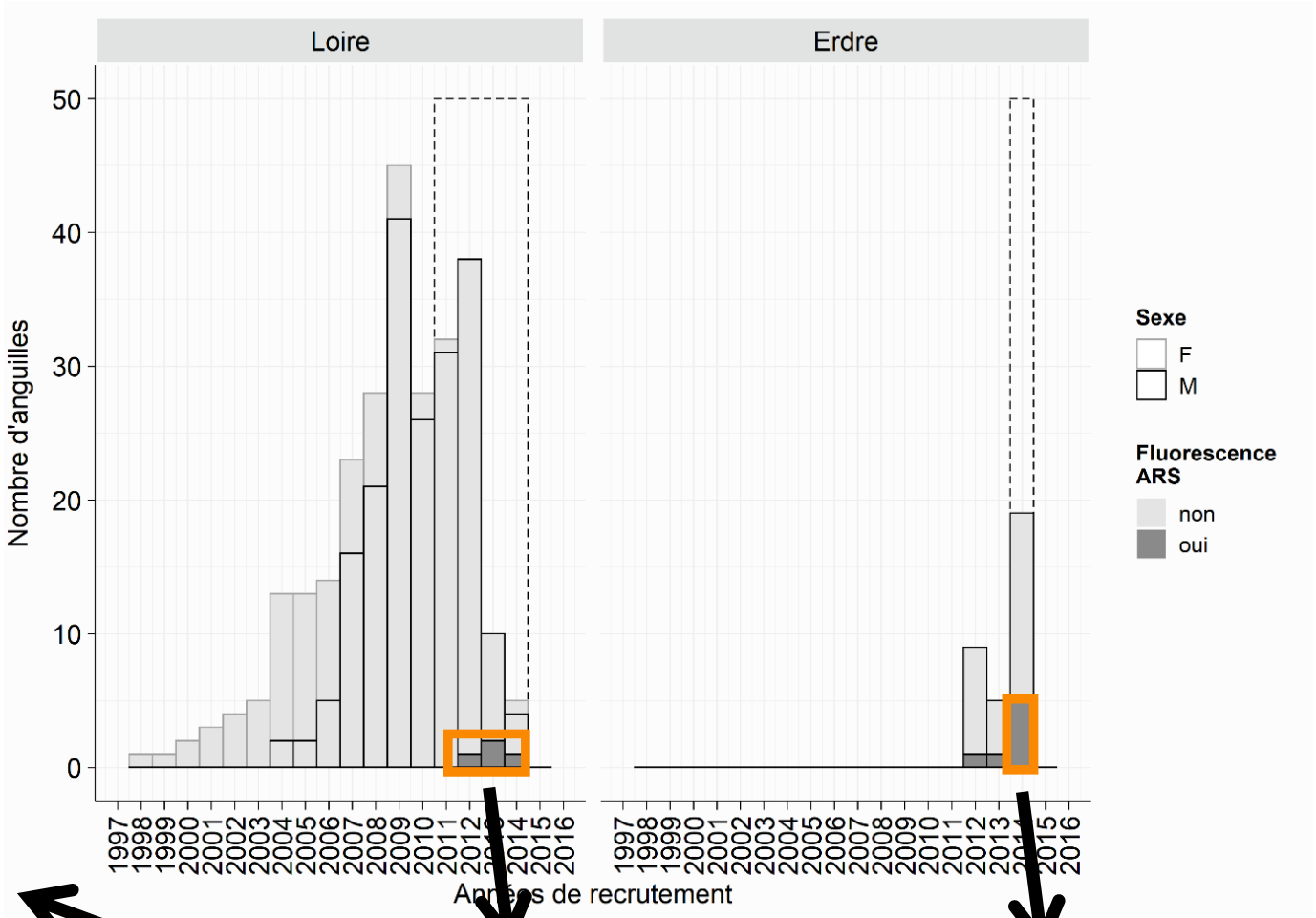
COHORTES CIBLES ?



MARQUE DE FLUORESCENCE ?

λ = 545 nm
(microscope ×5)





4 mâles marqués
5,75 ± 0,5 ans

7 mâles marqués
6,29 ± 0,95 ans

TAUX DE RECAPTURE ?

Sur la Loire : 2,04 % des 196 mâles analysés montrait une marque fluorescente

Or, 30 % des civelles repeuplées sont marquées à l'ARS (sauf en 2011)

Probabilité de capturer des anguilles issues du repeuplement **(marquées ou non à l'ARS)** sans distinction de cohortes cibles :
2,04 % × 100 / 30 = **6,8 %**

Sur l'Erdre : 11,7 **%** (7 anguilles) des 60 mâles analysés montrait une marque fluorescente

2 anguilles marquées sur l'Erdre proviennent probablement des repeuplements de la Loire

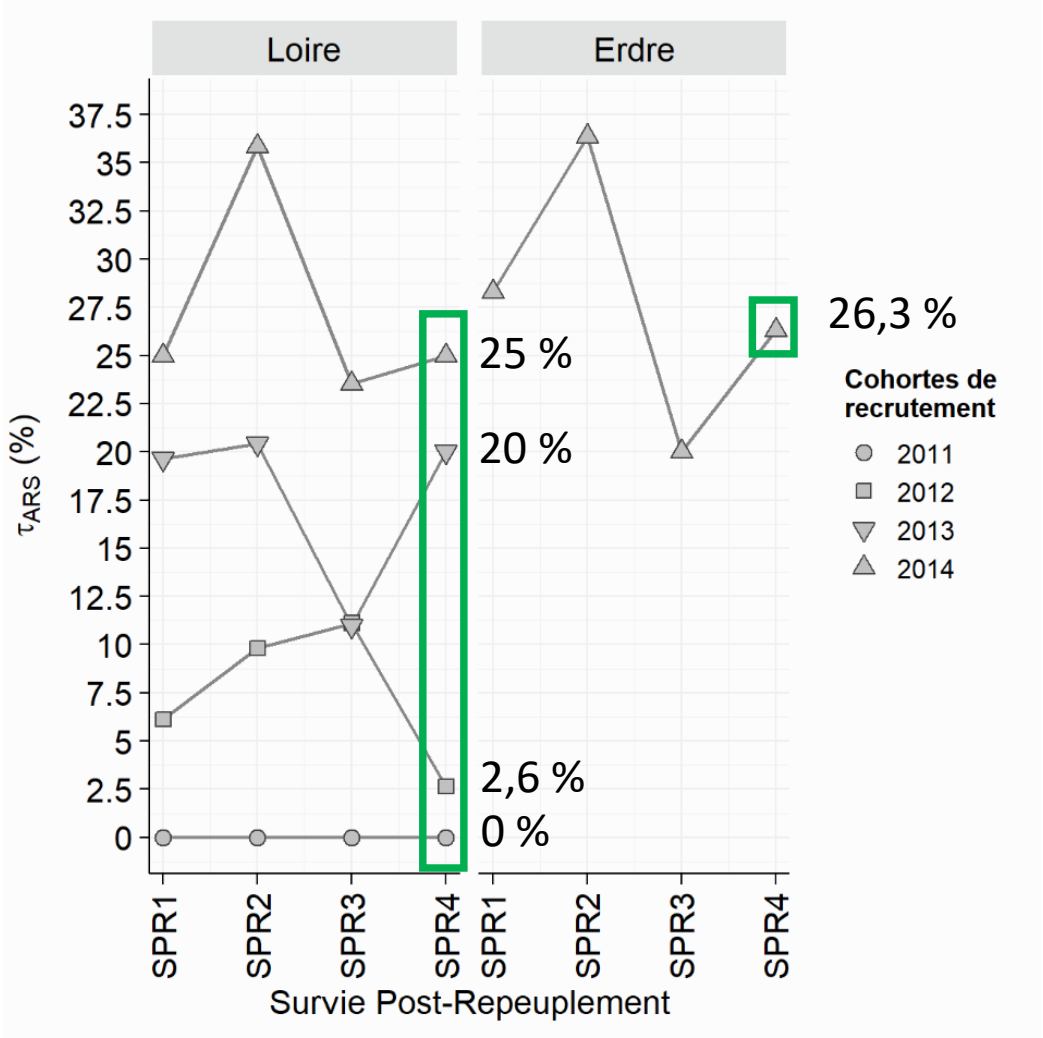
5 mâles marqués (sur 19 anguilles) appartiennent à la cohorte 2014, soit un taux de recapture ARS en 2014 de **26,3 %**

Probabilité de capturer en 2014 des anguilles issues du repeuplement **(marquées ou non à l'ARS)** sans distinction de cohortes cibles :
26,3 % × 100 / 30 = **87,7 %**

COMPARAISON AVEC LES DONNÉES DE SURVIE

Taux de recapture τ_{ARS} des anguilles marquées au fluorochrome ARS

Recapture à :
SPR1 : 6 mois
SPR2 : 12 mois
SPR3 : 36 mois — FISH PASS
SPR4 : argenture — MNHN



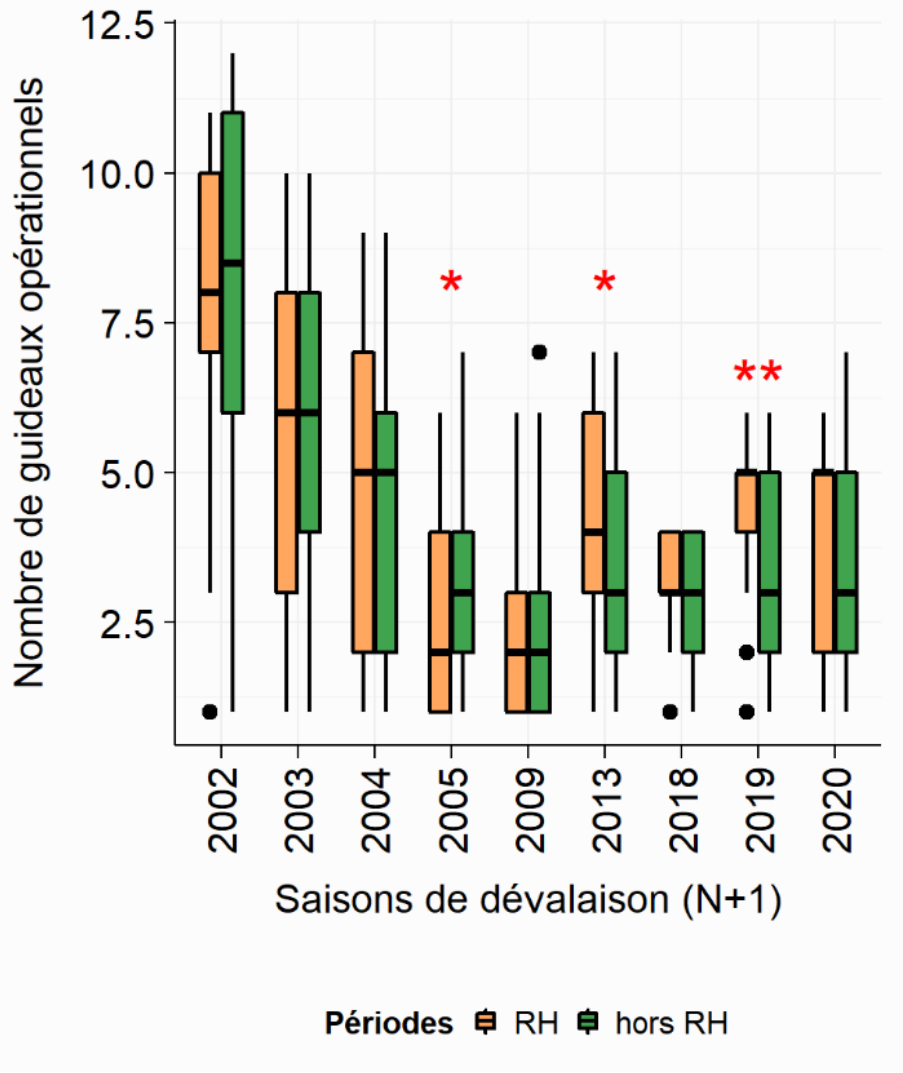
Pas de tendance linéaire : les taux de recapture à 6 mois et à l'argenture **n'ont probablement pas changé**

VOLET 5

Effets des relèves hebdomadaires sur l'estimateur d'abondance et l'indice d'abondance

COMPARAISON RH / HORS RH

EFFORT DE PÊCHE

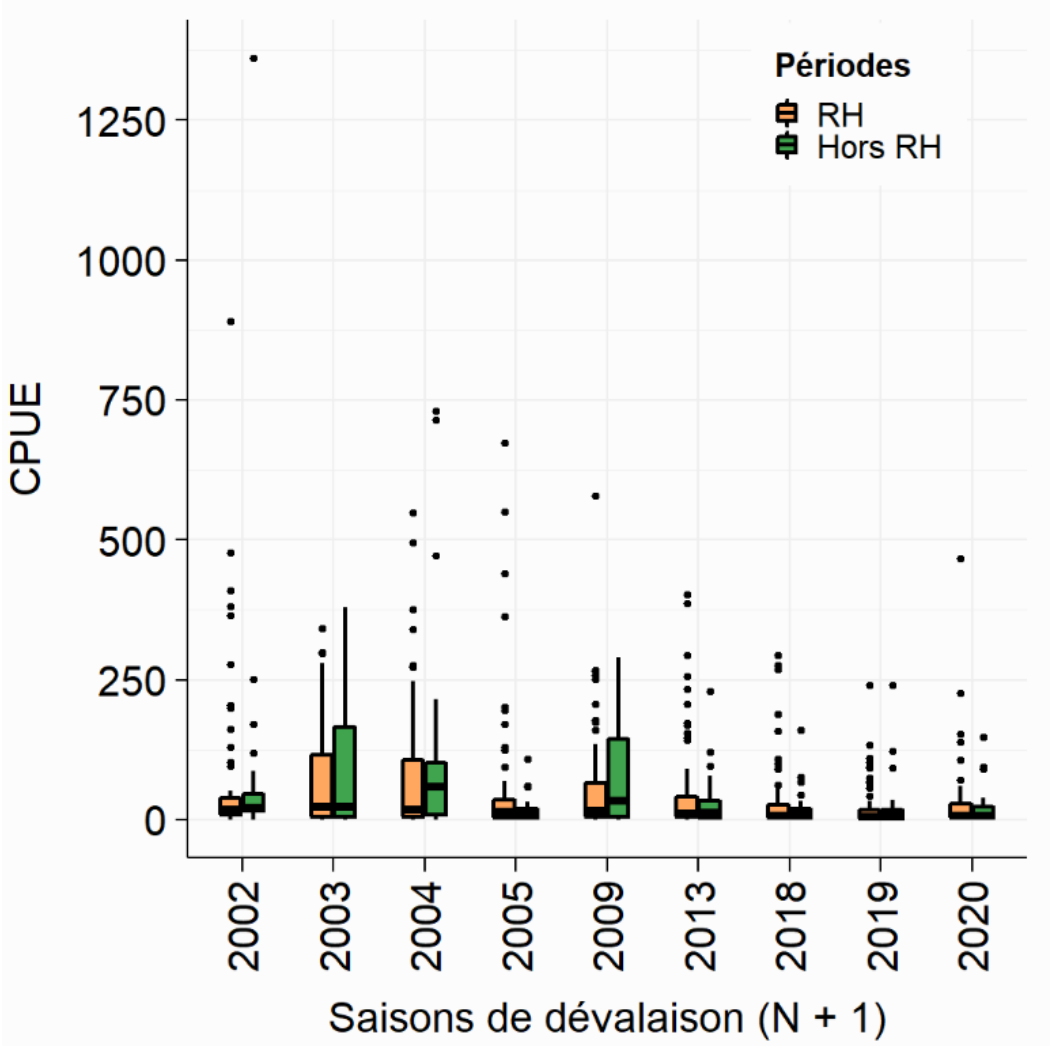


L'investissement en effort de pêche en **période de RH** **reste globalement constant** par rapport à l'investissement en effort de pêche **en semaine**

(tests de Mann-Whitney-Wilcoxon)

COMPARAISON RH / HORS RH

CPUE



Aucune différence significative entre les CPUE **en RH** et **hors RH** *(tests de Mann-Whitney-Wilcoxon)*

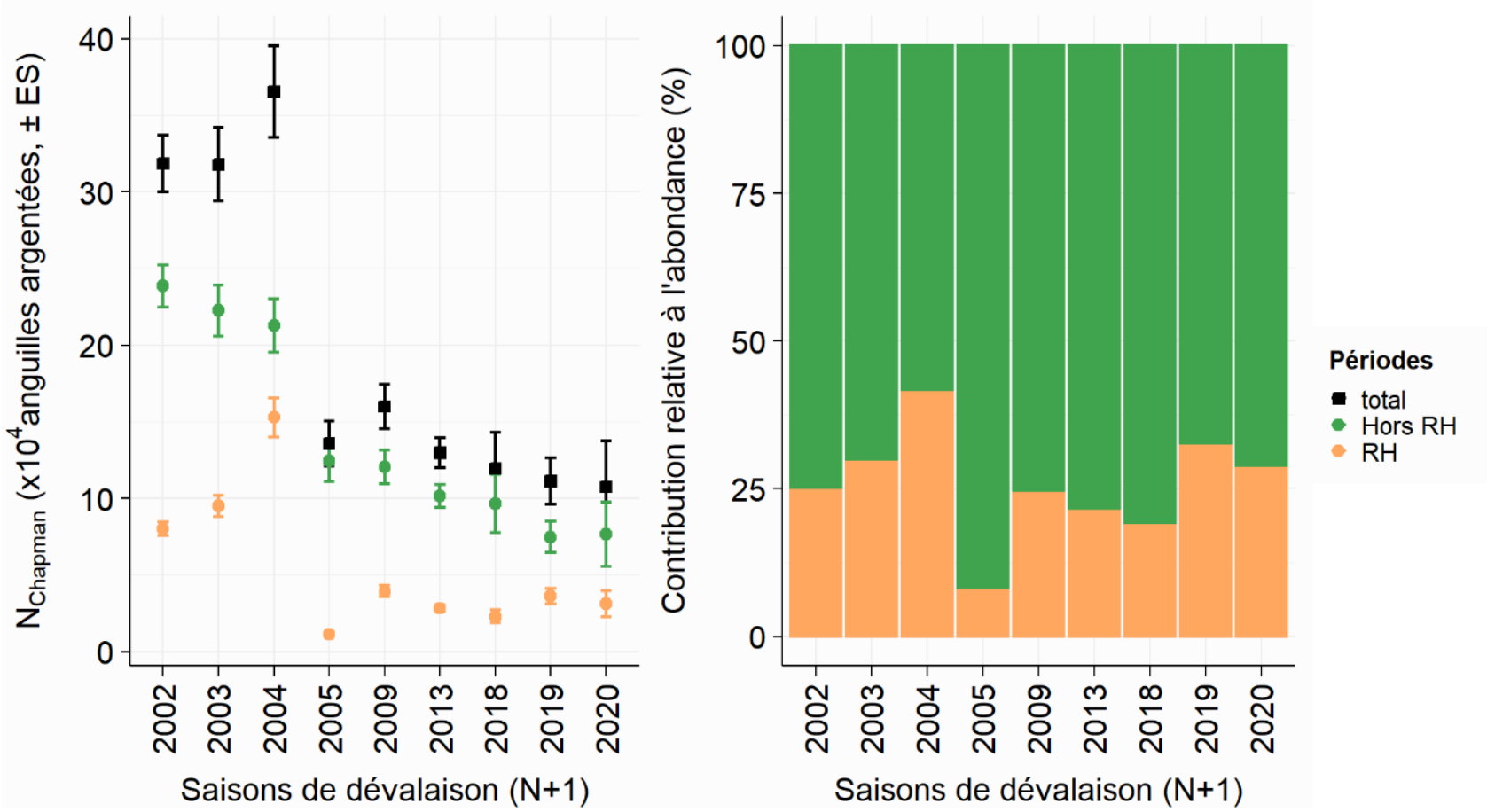
en RH :

51 ± 125 anguilles/guideau/nuit

hors RH :

52 ± 101 anguilles/guideau/nuit

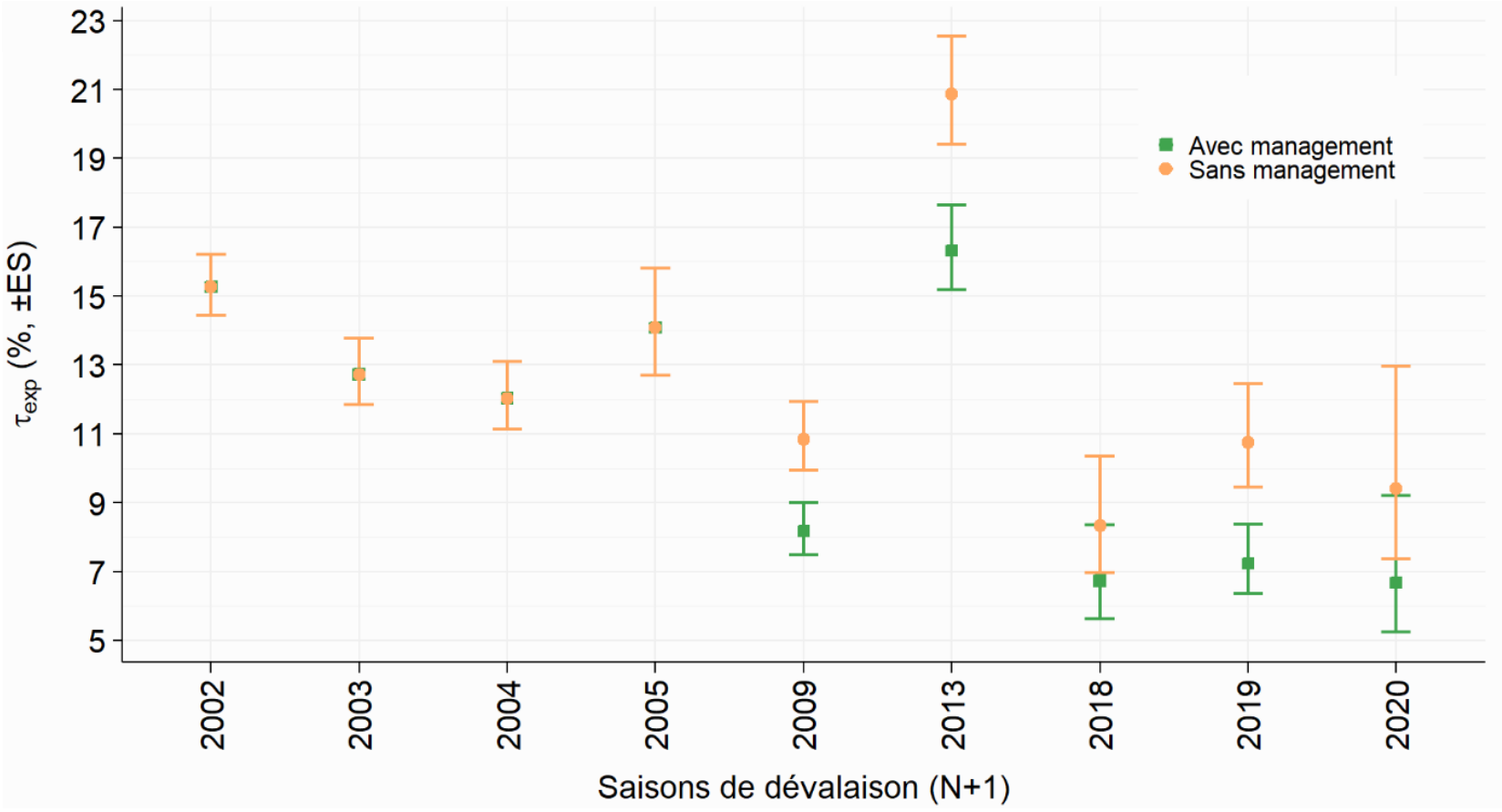
EFFET DES RH SUR L'ESTIMATEUR D'ABONDANCE



Les RH Influencent **jusqu'à 41,8 %** (saison 2003-2004) l'estimateur d'abondance

absence des RH pour l'estimation : **sous-estimation moyenne de 25,8 ± 9,4 %**

EFFET DES RH SUR LE TAUX D'EXPLOITATION

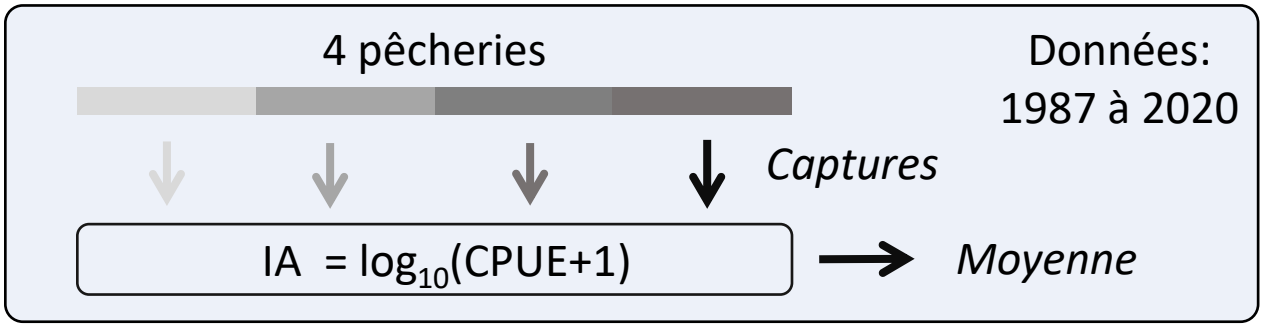


Interdiction des prélèvements lors des RH à partir de la saison 2008-2009 →
diminution de 24,8 % en moyenne du taux d'exploitation

EFFET DES RH SUR L'INDICE D'ABONDANCE IA

Objectif → mesurer l'importance **des RH observées** (week-end) dans la précision de l'indice d'abondance IA

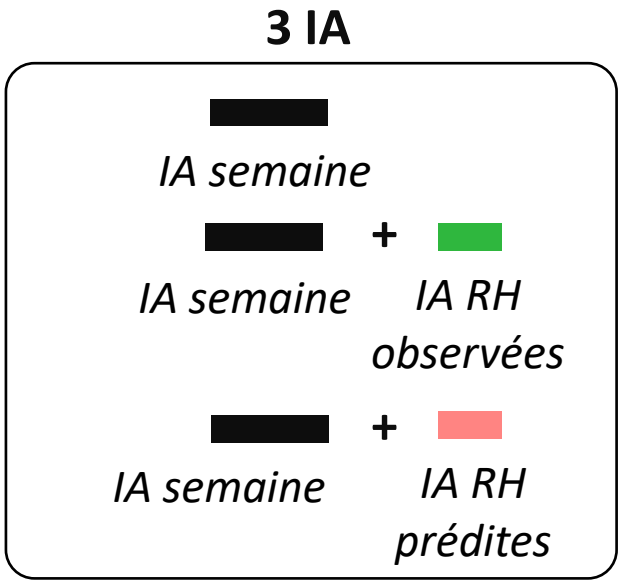
Indice d'abondance (Boisneau et al, 2020)



Méthodes →

1 – construction de 3 indicateurs différents

2 - comparer **l'IA avec RH observées** et IA avec RH prédites



PREDICTION DES RH : MODÈLE

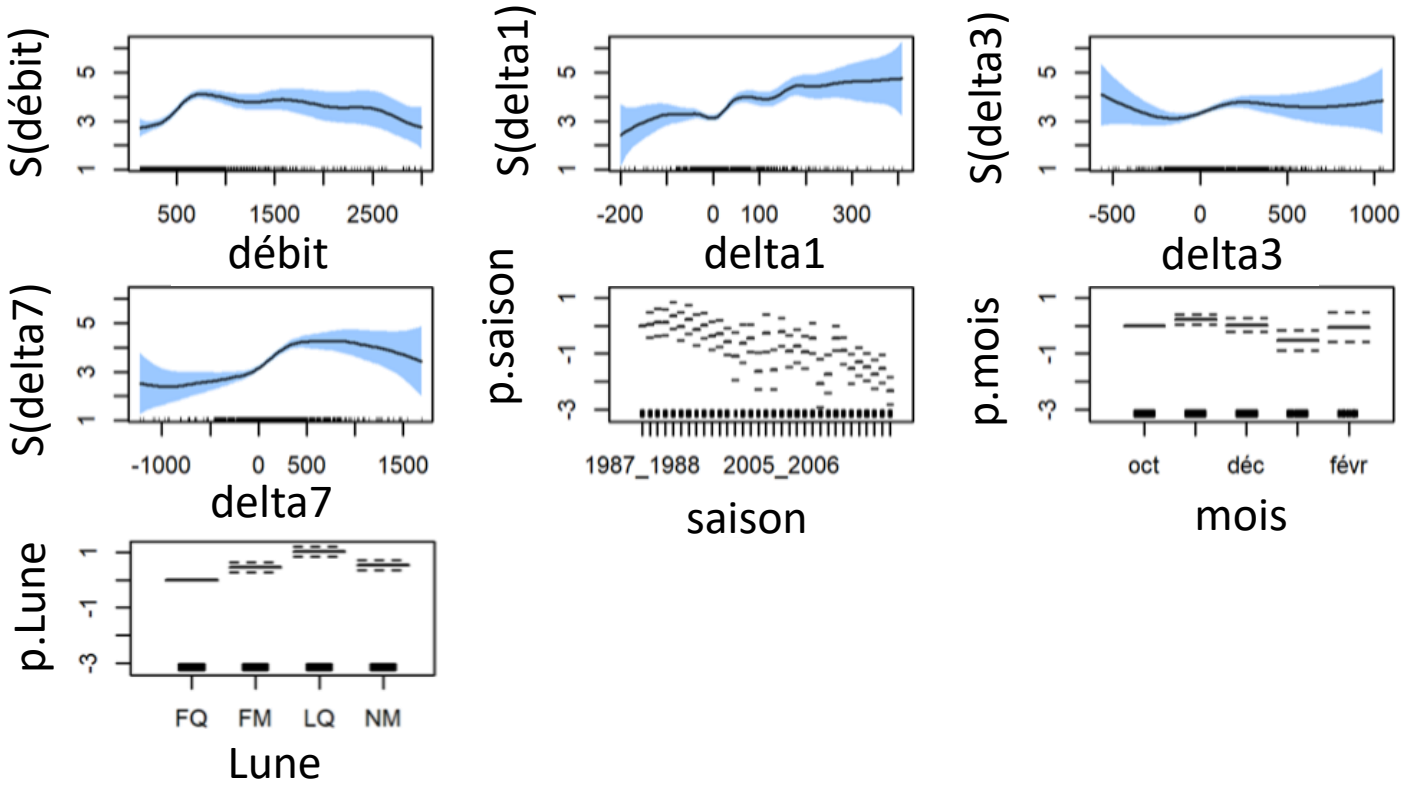
Adaptée de Teichert et al 2020 : prédicteurs simples principalement basés sur l'hydrologie et la lunaison

Modèle additif GAM (négative binomiale) :

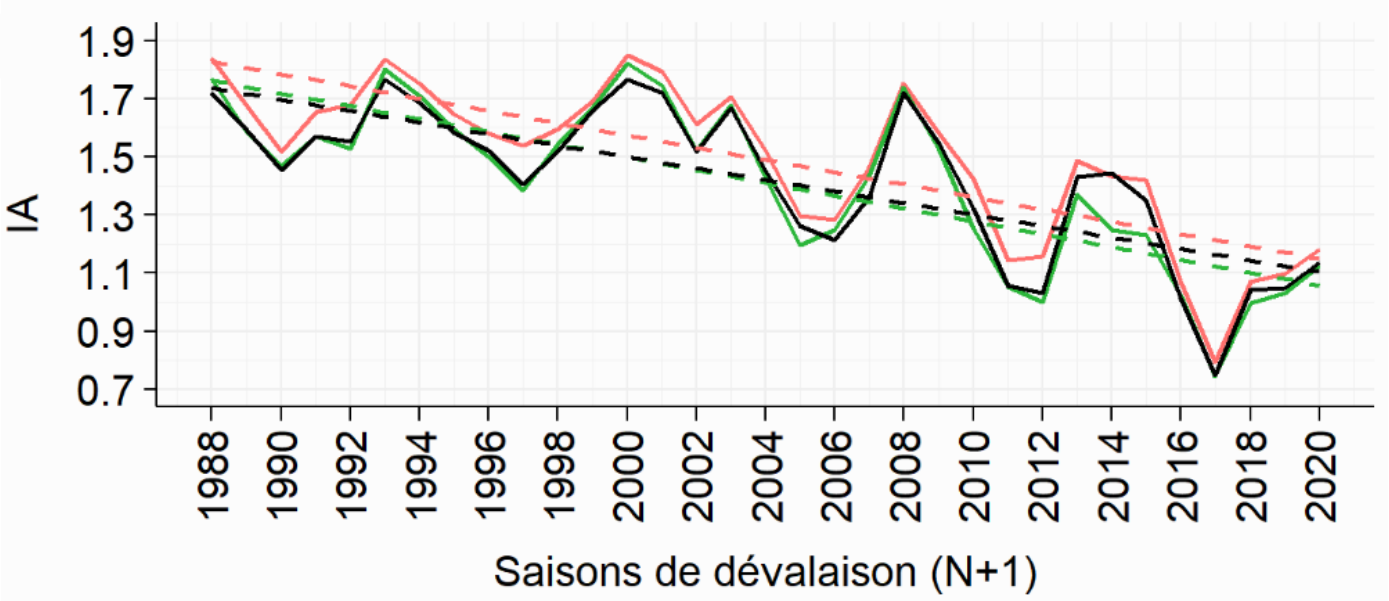
capture ~ débit quotidien +
delta 1 jour + delta 3 jours + delta 7 jours +
effet année + effet mois +
effet phase lunaire

Déviance expliquée : entre 47,9 et 58,7 %

PREDICTION DES RH : EFFET DES PRÉDICTEURS



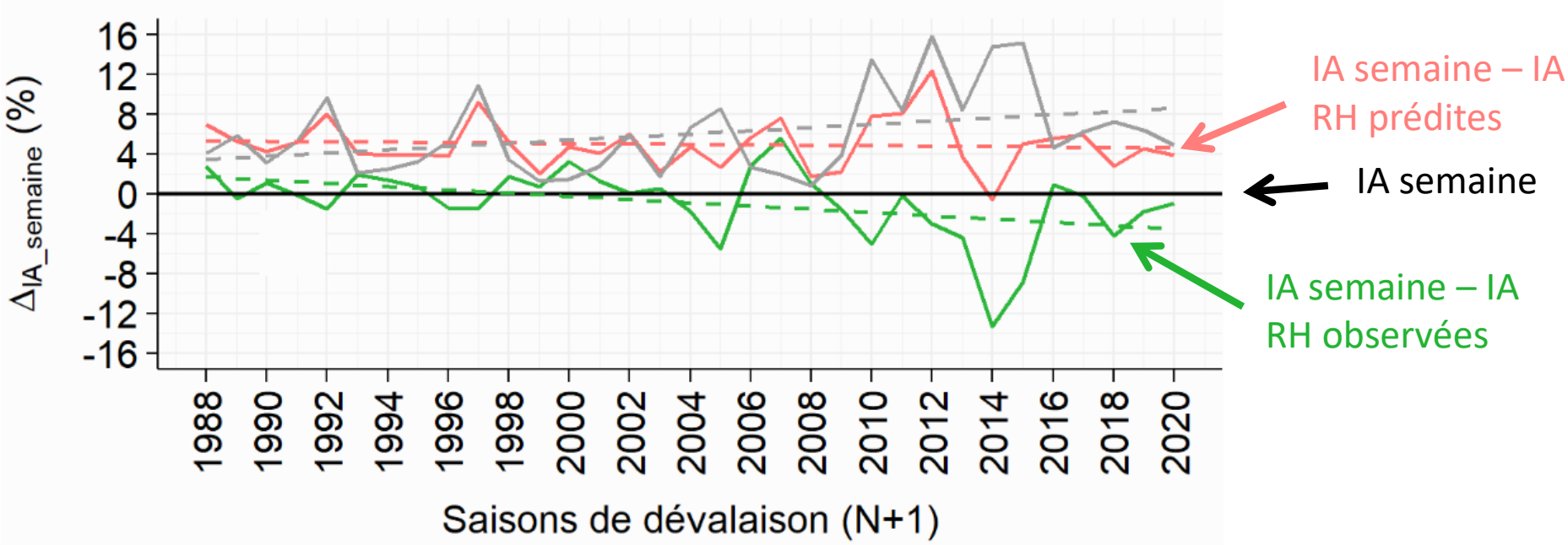
EFFET RH SUR L'IA



→ Les 3 indicateurs mesurent la même tendance linéaire negative

→ Coefficients de variation (écart-type/moyenne * 100) similaires : entre 17,9 et 19,8 %

EFFET RH SUR L'IA

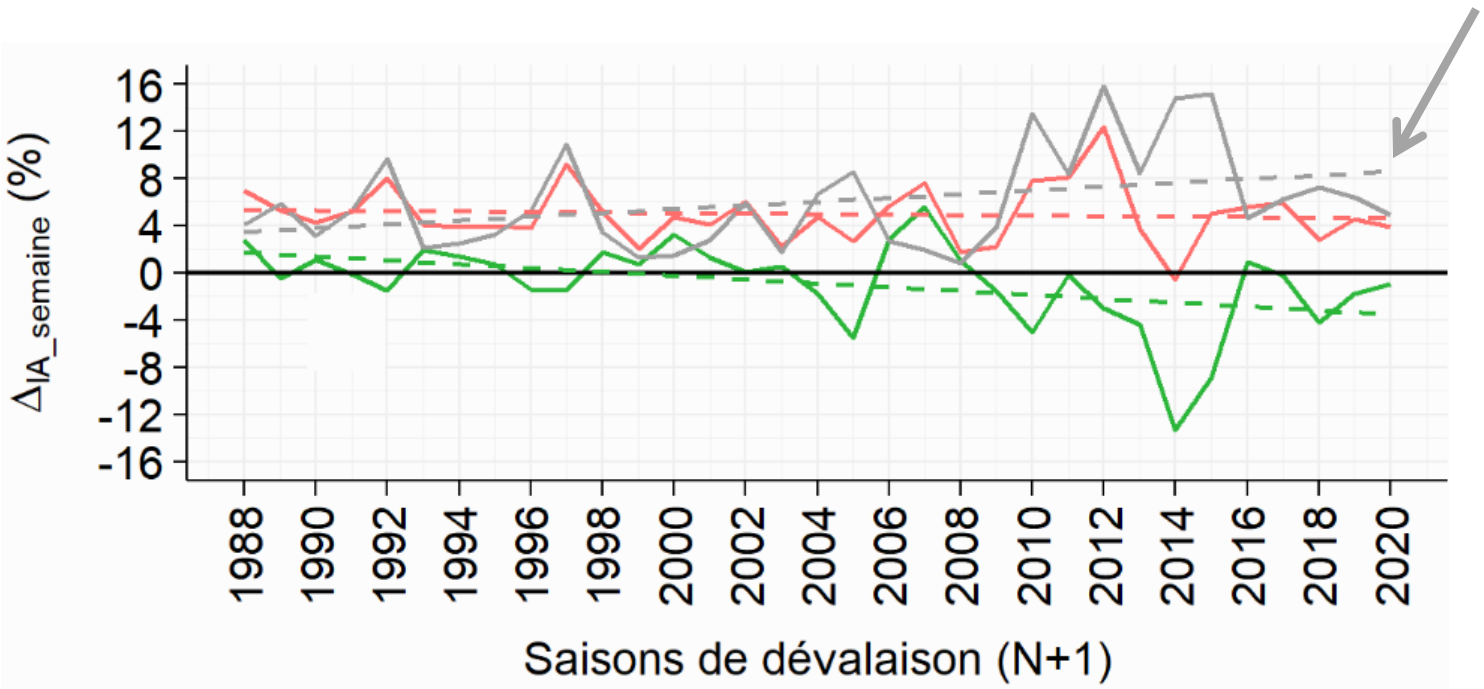


L'ajout des **RH observées** a un effet significatif sur la tendance de **l'IA semaine (= importance des pêches scientifiques en RH**)

L'ajout des **RH prédites** n'a pas d'effet significatif sur la tendance de **l'IA semaine** (peu surprenant), mais avec une surestimation de + 5,0 ± 2,5 %

EFFET RH SUR L'IA

(IA semaine + RH observées) -
(IA semaine + RH prédites)



→ utilisation des données de captures RH prédites impose un écart de **+ 6,03 % en moyenne à l'IA** (semaine + RH observées)

→ tendance positive et significative : cet écart tend **à augmenter dans le temps**

EFFET RH SUR L'IA

→ l'utilisation de données prédites à la place de données observée pourrait fournir un IA dont **la variation s'écartera de plus en plus des données observées par les pêcheries en RH.**

CONCLUSION GÉNÉRALE

VOLET 1

→ Hydrologie favorable à la dévalaison en 2019-20

→ 10 118 anguilles argentées capturées dont **41 %** le week-end

→ Toutes les anguilles actuellement ou anciennement infestées par *A. crassus*

→ Proportion de mâles en augmentation (effet augmentation recrutement depuis 2011?)

VOLET 2

→ Flux stable entre 2017 et 2019 (environ 113 000 anguilles)

→ Baisse continue depuis 2003

→ Taux d'exploitation 2017-2019 = 50% de la période 2002 - 2013

VOLET 3

→ **11,3 %** des anguilles dévalent hors période réglementaire *(uniquement pour la saison 2018-19)*

→ Les dévalaisons hors périodes règlementaires sont non négligeables dans l'estimation des production d'anguilles argentées de Loire et des mortalités par pêche

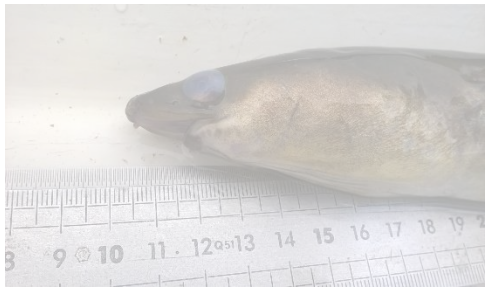
VOLET 4

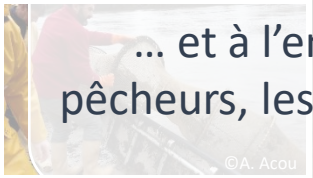
→ Recapture des anguilles argentées issues du repeuplement : **6,8 %**

VOLET 5

→ Les relèves hebdomadaires ne peuvent être modélisés avec une précision suffisante pour mesurer les variations à long terme, notamment dans un contexte de changement climatique

→ La poursuite des suivis durant la relève hebdomadaire doit être envisagée pour maintenir la qualité de l'indice d'abondance





MERCI DE VOTRE ATTENTION

… et à l'ensemble des collaborateurs : les pêcheurs, les financeurs, et l'équipe d'agents sur le terrain