

1^{ères} Rencontres de l'Observatoire des EnR et de la Biodiversité

Vers une transition énergétique en harmonie avec la biodiversité, les sols et les paysages

Protection des poissons en dévalaison au niveau des aménagements hydroélectriques : efficacité des prises d'eau ichtyocompatibles

TOMANOVA Sylvie, TISSOT Laurence, TETARD Stéphane, RICHARD Sylvain, MERCIER Olivier, MATAIX Vincent, FREY Aurélien, LAGARRIGUE Thierry, SAGNES Pierre & COURRET Dominique

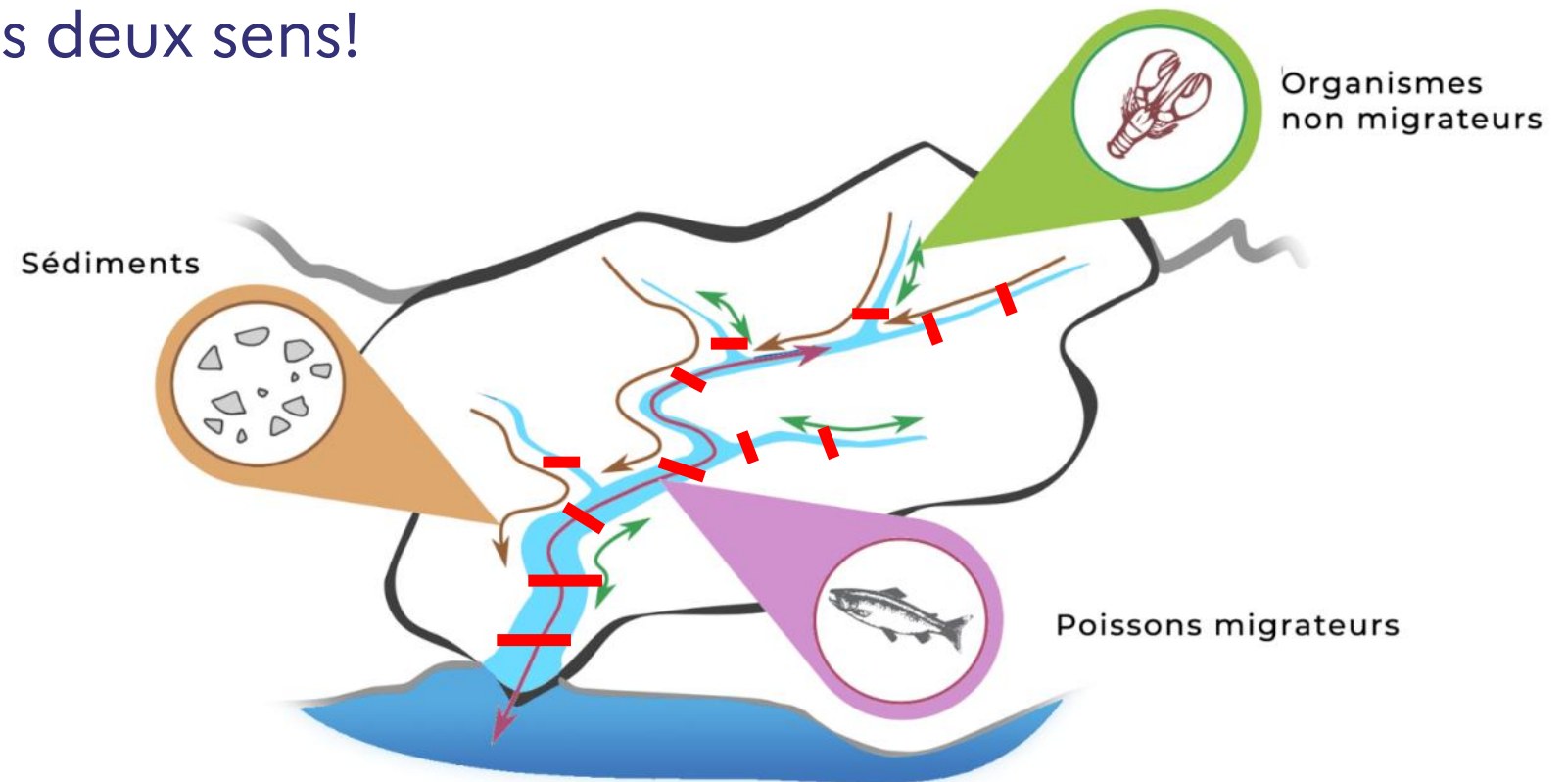
pôle R&D écohydraulique OFB-IMFT-Pprime, EDF R&D, ECOGEA



Toutes les espèces ont **besoin** à certains moments de leur vie **de migrer ou de se déplacer**.

Les **rivières** et les cours d'eau sont les **corridors biologiques.....**

.....fonctionnels dans les deux sens!



.....fortement fragmentés par des **obstacles**

« En France, en 2019, on a dénombré plus de **2000 installations de production d'énergie hydraulique** »



Complexes
hydroélectriques =
obstacles non seulement à
la montaison mais
également à **la dévalaison**
(si passage par les turbines)



A. Richard, OFB



Comment réconcilier l'hydroélectricité et les besoins de migration des poissons?

montaison



et dévalaison?

Comment protéger les poissons en dévalaison?

grille pour retenir les déchets végétaux (protection de la turbine, 60-70mm)



resserrement des barreaux (30-40mm) pour protéger les poissons + goulotte de dévalaison



Tester efficacité

site (rivière)	Débit max turbiné (m3/s)	Grille		Orientation par rapport au courant d'eau	efficacité de l'exutoire (%)		référence
		Espacement entre les barreaux(mm)	Inclinaison par rapport à l'horizontal		moyenne	min - max	
Guilhot (Ariège)	27	32	45	90	75	64 - 96,1	Croze (2008)
las Rives (Ariège)	39	40	45	90	49	37,3 - 62	Croze (2008)
Las Mijeannes (Ariège)	40	30	45	90	32	14 - 61,2	Croze (2008)
St Cricq (Gave d'Ossau)	19	25	55	90	80	62,6 - 100	Travade et al. (1999)
Bedous (gave d'Aspe)	28	30	>60	90	55	38,4 - 74,3	Chanseau et al. (1999)
Soeix (Gave d'Aspe)	34,8	35	>60	90	59	42 - 89	Travade et al. (1996)
Crampagna (Ariège)	24	30	75	90	65,6	50 - 80,4	Croze (2008)
Castetarbe (Gave de Pau)	40	25	75	90	33		Chanseau et al. (2002)
Camon (Garonne)	85	40	79	90	73	57 - 85	Croze et al. (1999)
Baigts (Gave de Pau)	90	30	76	30	92,5		Chanseau et al. (2002)
Halsou (Nive)	30	30	64	25	94,5	87,5 - 100	Larinier et Boyer-Bernard (1991)
Halsou (Nive)	30	30	64	25	56	32 - 78	Gosset et al. (1998)

mais efficacité souvent insuffisante

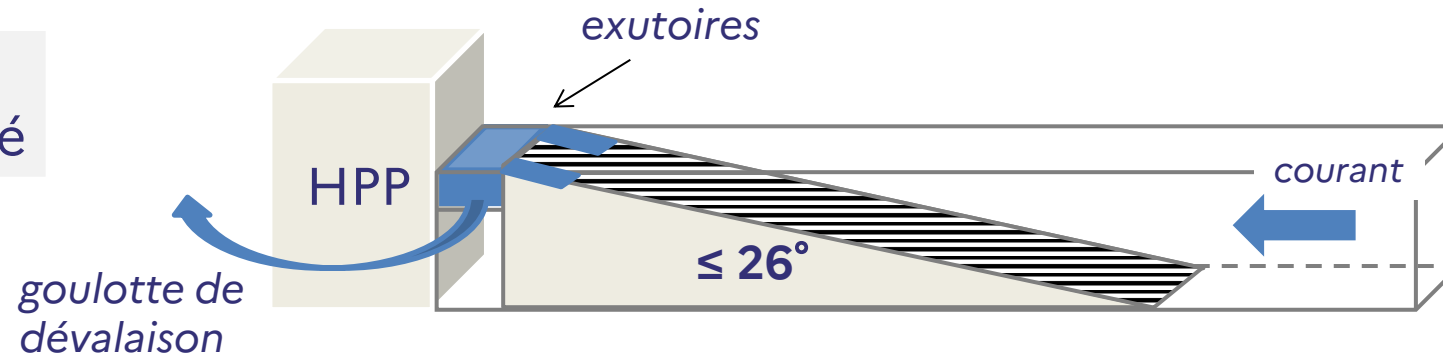
et variable

+
d'adaptations pour protéger les poissons

2008: proposition des « prises d'eau ichtyocompatibles »

Courret D., Larinier M. (2008) *Guide pour la conception de prises d'eau « ichtyocompatibles » pour les petites centrales hydroélectriques*. Rapport GHAPPE RA.08.04. 60p + annexe. DOI: [10.13140/RG.2.1.2359.1449](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2359.1449)

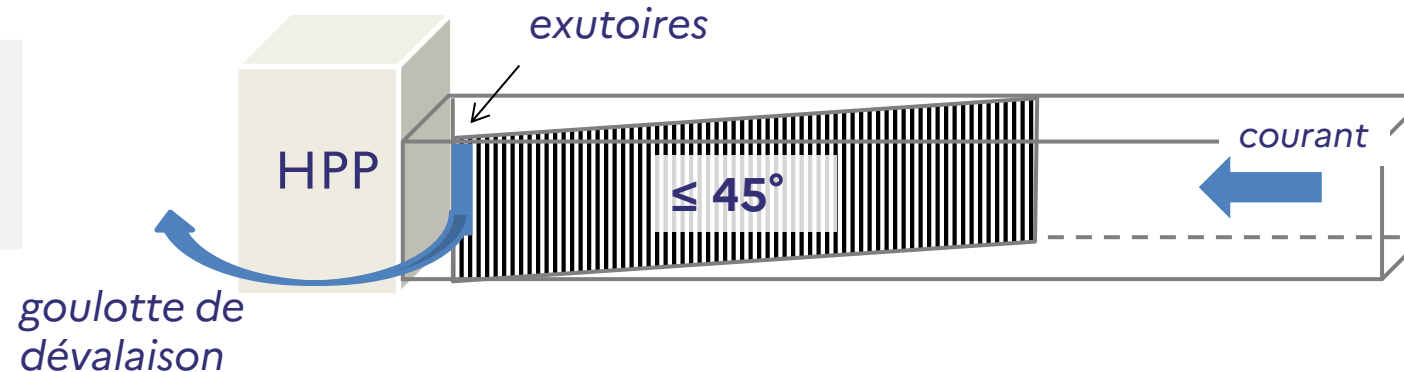
Plan de grille incliné



espacement des barreaux
(20-25 mm, parfois moins)

vitesse normale $V_n \leq 0.5$
 $m.s^{-1}$ (pas de plaquage)

Plan de grille orienté



débit min de dévalaison entre **2-10%**
 Q_{turb}

Solutions proposées pour les centrales avec un débit turbiné max **jusqu'à $100 m^3/s$**

Courret & Larinier (2008) « Ces critères... sont susceptibles de s'affiner au regard des résultats des expérimentations futures. »

Premiers tests au laboratoire positifs



Etudes hydrauliques
(Raynal *et al.*, 2012, 2013, 2015)

- pertes de charge acceptables pour la production d'électricité
- pas de risque de plaquage pour les poissons
- bonne courantologie = a priori bon guidage

Tests sur les poissons et grille (20mm) inclinée (barbeau, chevesne, hotu) (Cuchet *et al.* 2011)

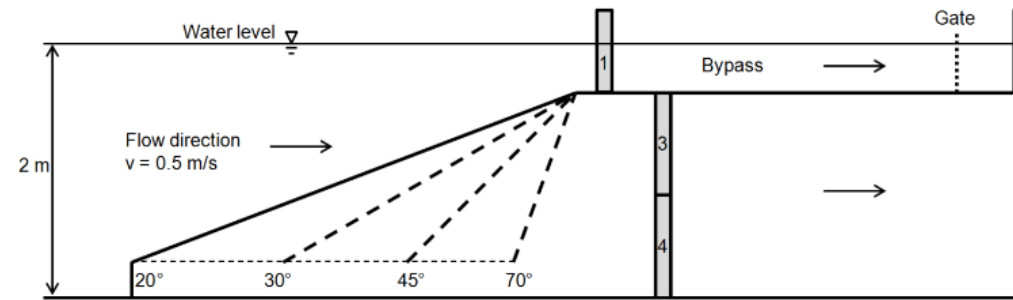
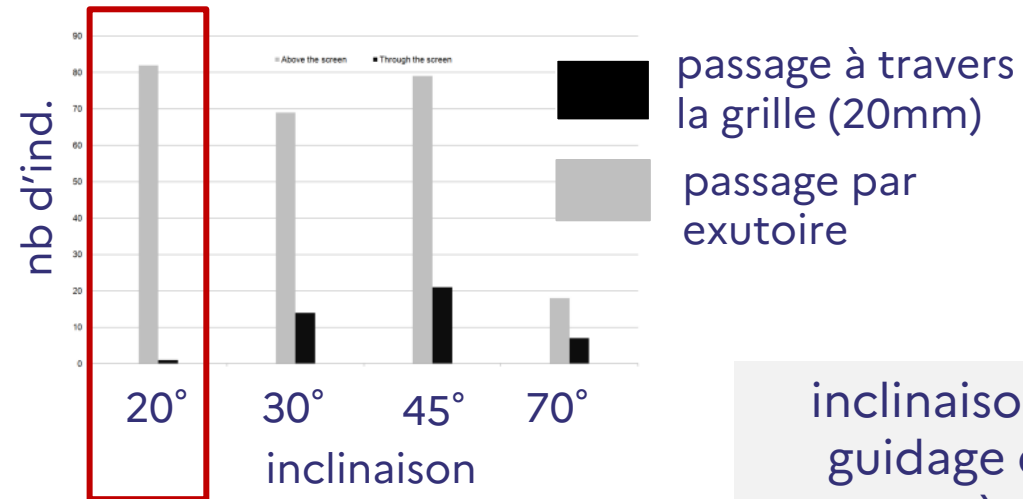


Figure 1 Longitudinal section of the experimental setup: PIT antennas marked grey



inclinaison favorise le guidage et limite les passages à travers la grille

Validation des prises d'eau ichtyocompatibles in situ

Conditions pour validation : Idéalement, un dispositif de dévalaison doit être efficace....

- sur tous les sites testés
- dans toutes les conditions de fonctionnement des centrales
- pour plusieurs (toutes) espèces

Projet EFIGRI

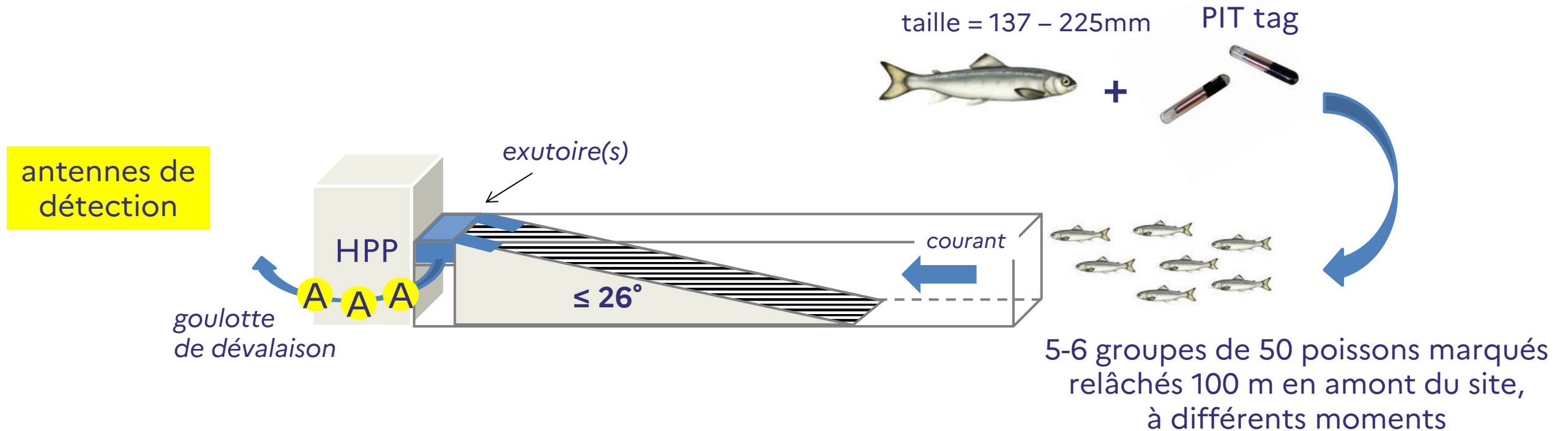


Depuis 2015, en collaboration avec



Comment évaluer?

- premiers tests en 2015-2016 sur smolts de saumon atlantique
- utilisant la télémétrie RFID



$$\text{Efficacité de passage (minimal)} = \frac{\text{nb (poissons dans la goulotte)}}{\text{tous les poissons lâchés}}$$

$$\text{Temps de passage (approx.)} = T(\text{lâché}) - T(\text{passage})$$

2015-16 : 4 sites testés

QTurb = 4-24 m³/s

Efficacité min.
de passage

Temps de
passage



250-300 ind.
relâchés /site



87,5%
(78,8 –
97,1%)

75% <
3 h 15 min



incliné

80,9%
(71,2 – 100%)

75% <
1 h 10 min



orienté

80,9%
(75,5 –
86,2%)

75% < 2 h



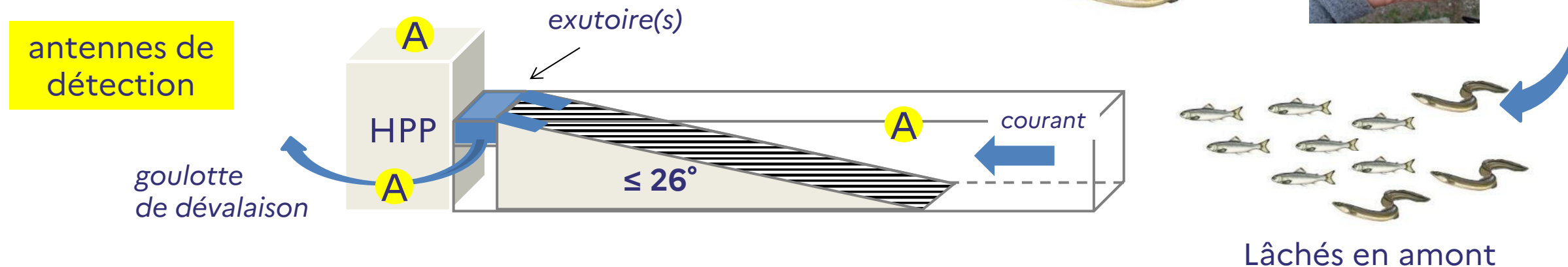
87%
(78,8 –
94,4%)

75% <
2 h15 min

Photo M. Chanseau

Et sur les sites plus grands ?

- sur smolts de saumon atlantique et anguille
- à l'aide de la radiotélémétrie



⇒ Détection des poissons en amont du dispositif + confirmation de tous les passages
(remontés vers l'amont, par turbine)

Valeurs exactes !

$$\text{Efficacité de passage} = \frac{\text{nb (poissons dans la goulotte)}}{\text{nb (poissons en amont du dispositif)}}$$

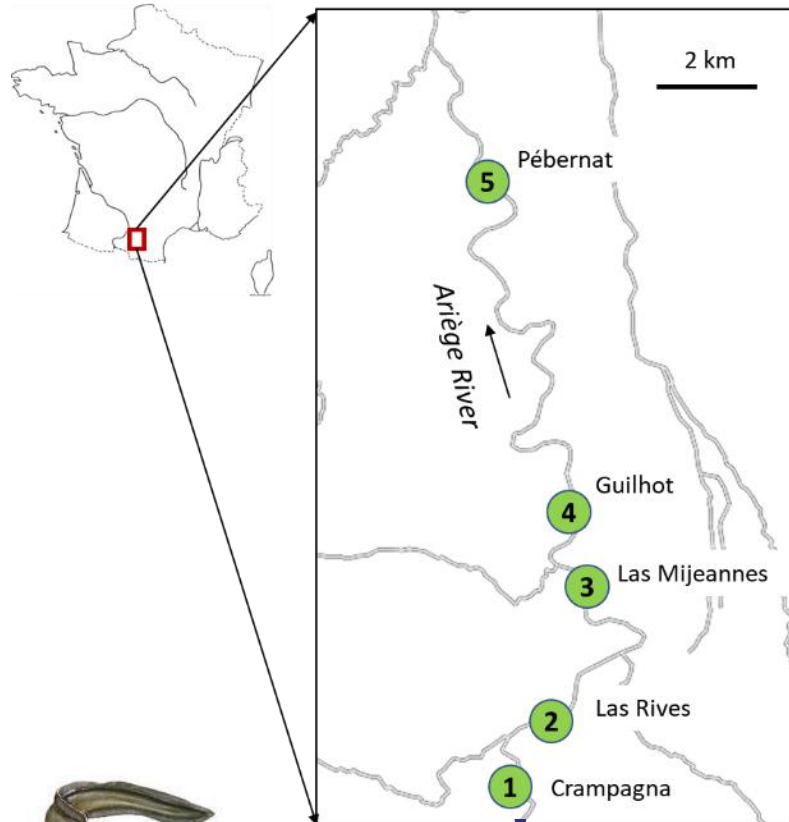
$$\text{Temps de passage} = T(\text{en amont du dispositif}) - T(\text{passage})$$

REX 2017-2019 : Ariège

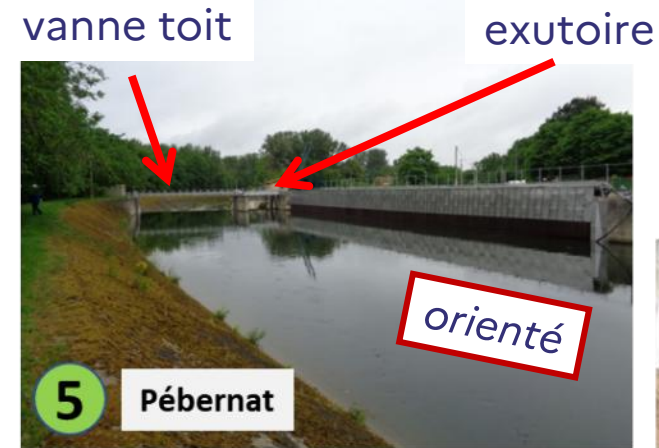
5 sites à étudier sur le même tronçon

$$Q_{\text{Turb}} = 28\text{-}50 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$Q_{\text{exu}\%} = 3\text{-}7\% \text{ of } Q_{\text{Turb}}$$

en moyenne



Poissons lâchés
en amont du
tronçon d'étude



entrée d'exutoire(s)

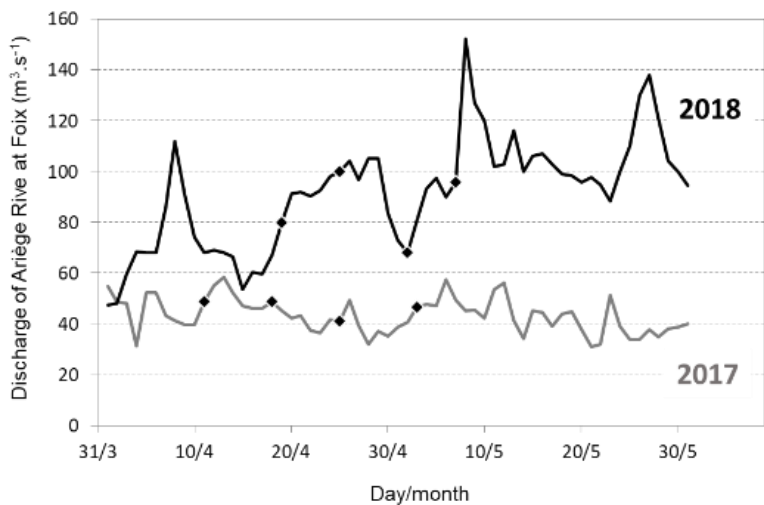


REX saumons 2017-2018



199 ind. relâchés

2017 – 2018
faible – fort Q

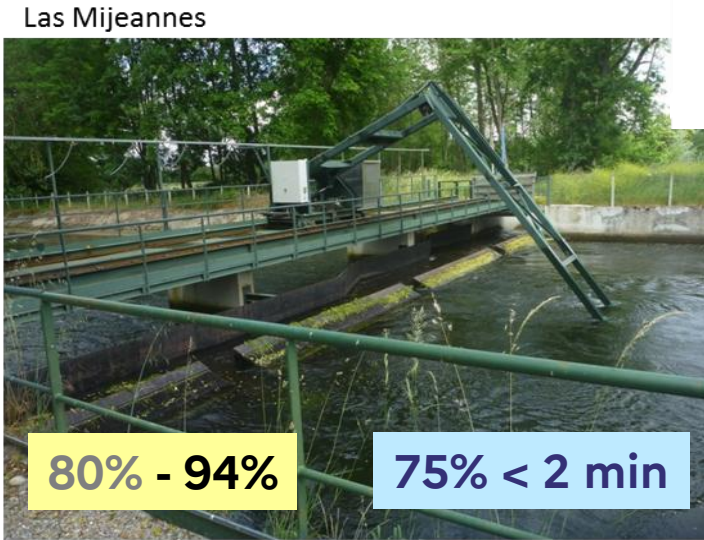


Deux années
hydrologiquement différentes!

Efficacité de passage
2017 - 2018



Temps de
passage



Hautes efficacités de
nouveau observées !

Juste quelques minutes pour
la plupart des individus !

REX anguille 2018-2019

Deux années hydrologiquement différentes!
2018 – plusieurs crues
2019 – faible hydrologie

**Efficacité de passage
2018 - 2019**

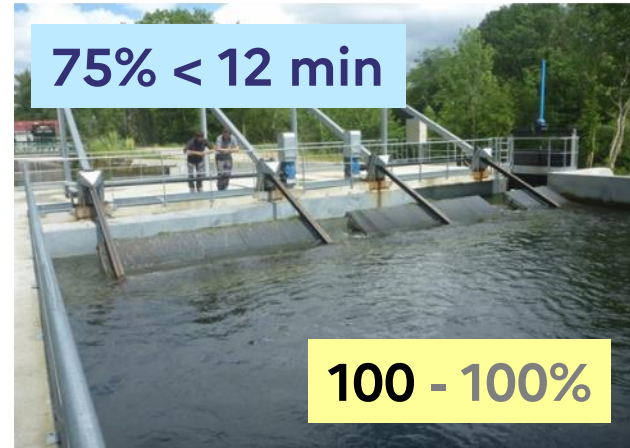
**Temps de
passage**



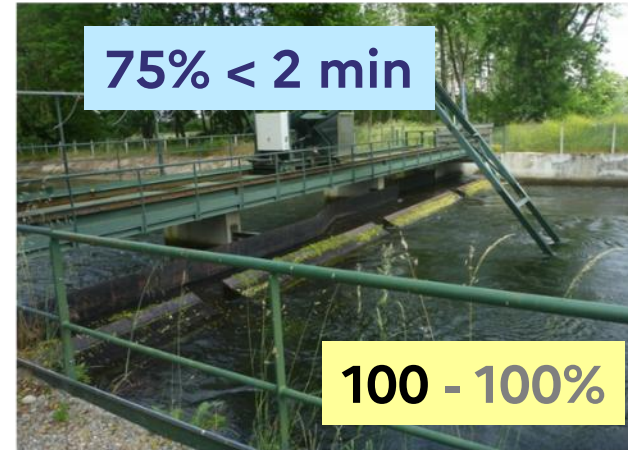
194 ind. relâchés
> 55 cm



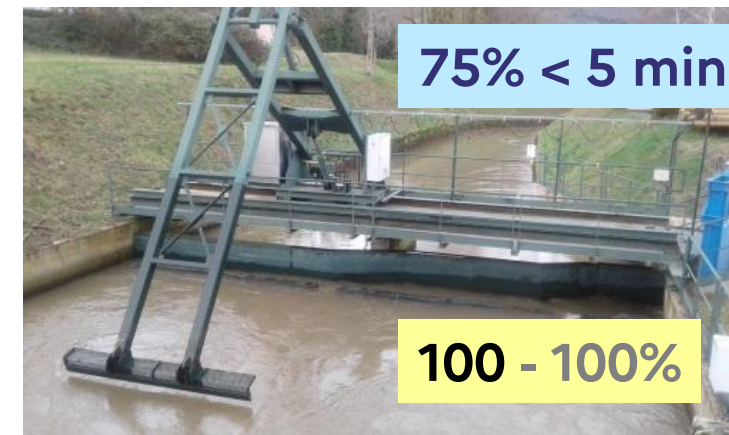
Las Rives



Las Mijeannes



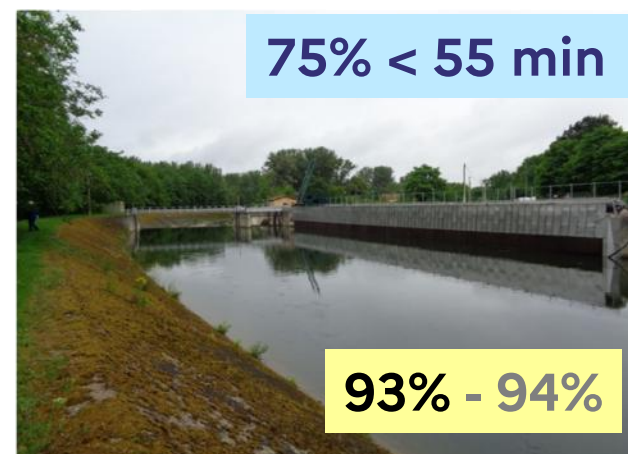
Crampagna



Guilhot



Pébernat



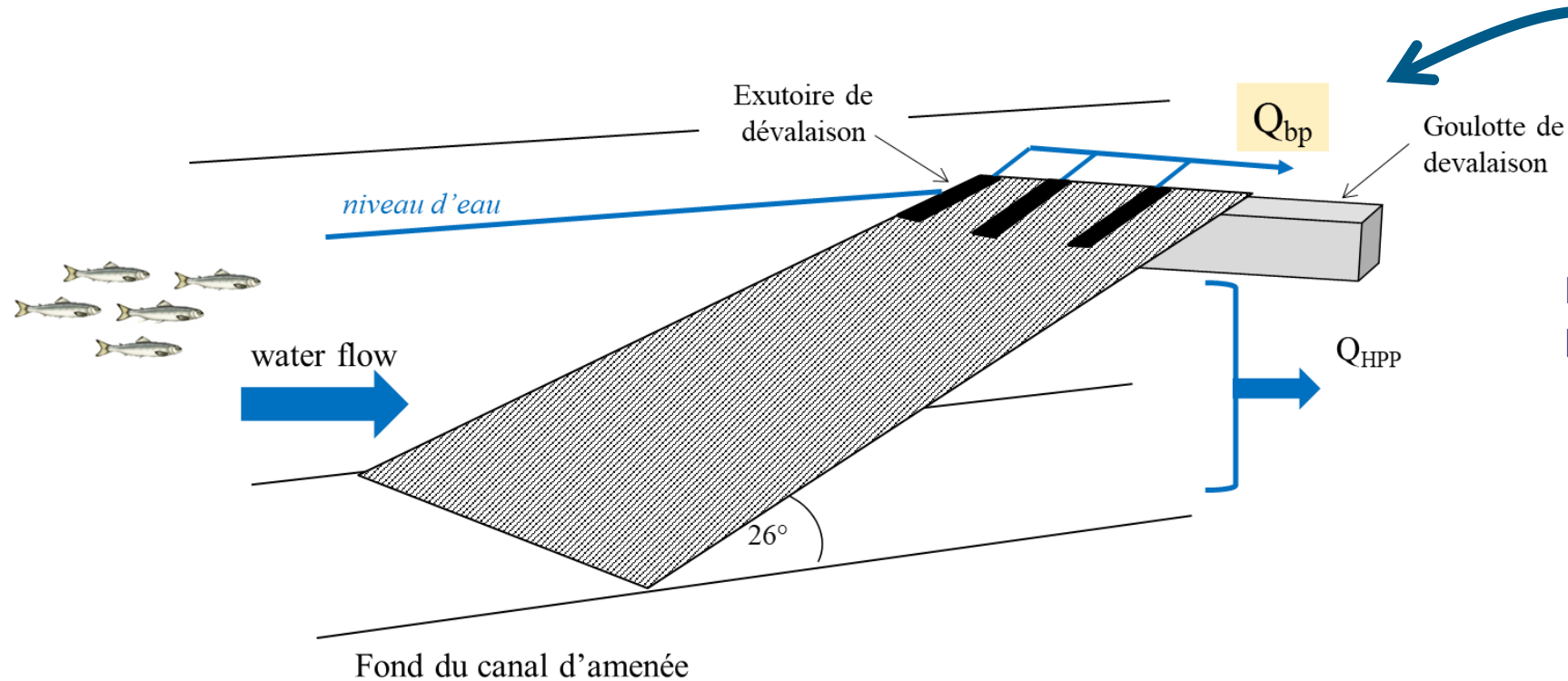
100% (ou très proche)
d'efficacité observée!

Juste quelques minutes pour la
plupart des individus !

REX saumons 2017-2018

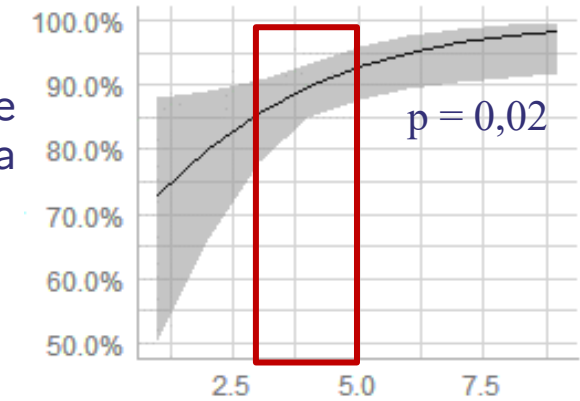


Analyses complémentaires ont montré l'importance du débit dans les exutoires Q_{bp}

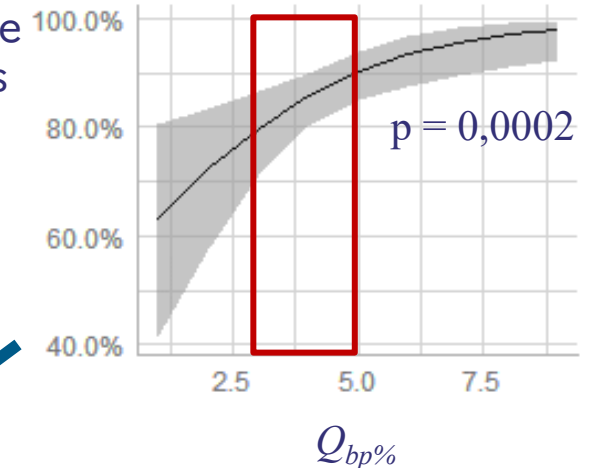


Effet débit dans la goulotte

Probabilité de passage par la goulotte de dévalaison



Probabilité de passage sans hésitation (T < 5min)

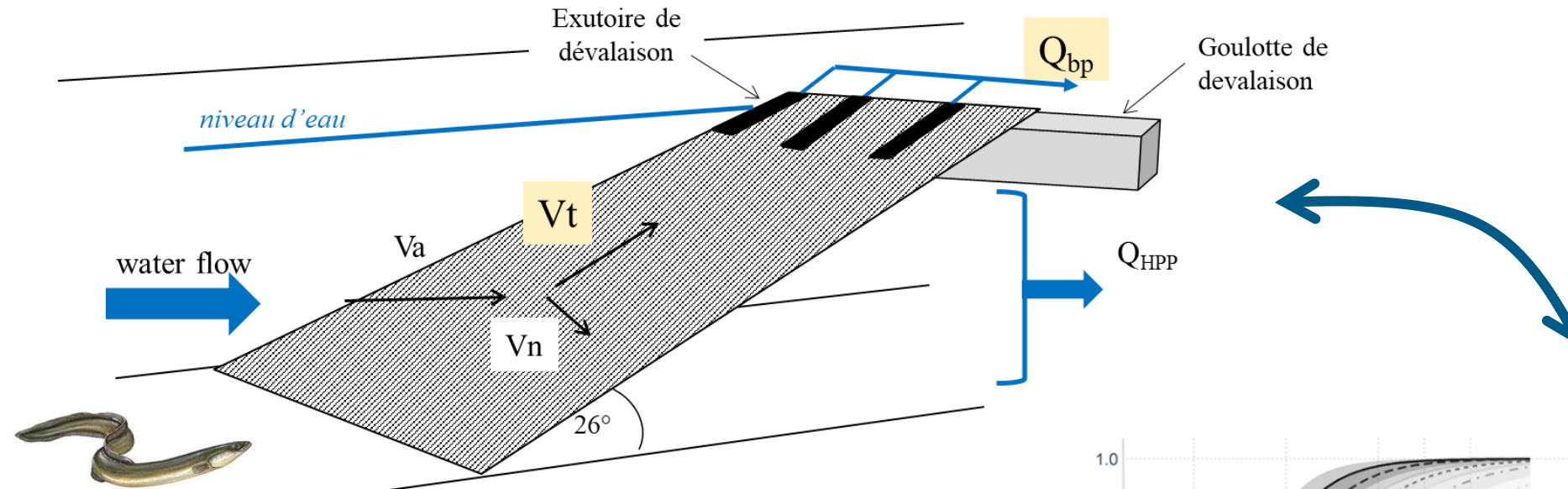


.....le débit préconisé pour la dévalaison $Q_{bp\%} = 3-5\%$ garantie une probabilité élevée de passage par exutoire ainsi que faible hésitation des poissons devant le dispositif

REX anguille 2018-2019



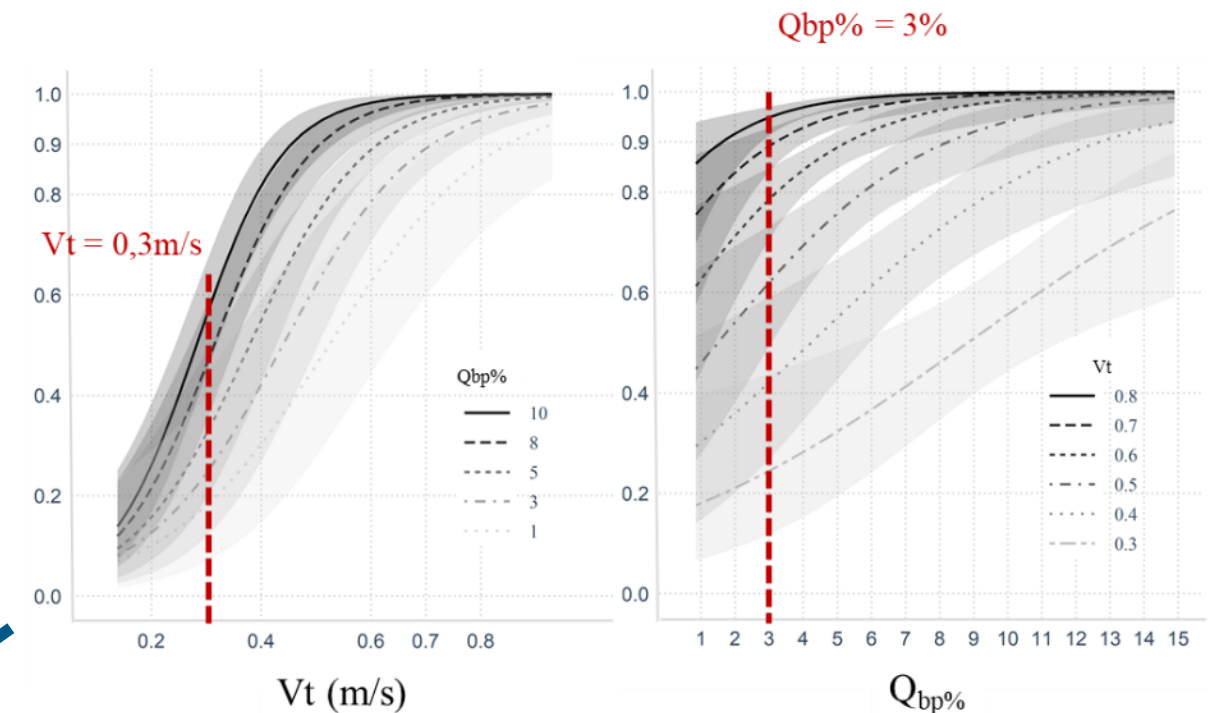
.....l'importance de la vitesse tangentielle V_t en plus du débit dans les exutoires Q_{bp}



« Anguille espèce de fond & n'aime pas les exutoires de surface »

Probabilité de passage sans hésitation ($T < 5\text{min}$)

.....le débit préconisé pour la dévalaison $Q_{bp\%} = 3-5\%$ et la V_t de $0,7\text{ m/s}$ garantie faible hésitation des poissons devant le dispositif

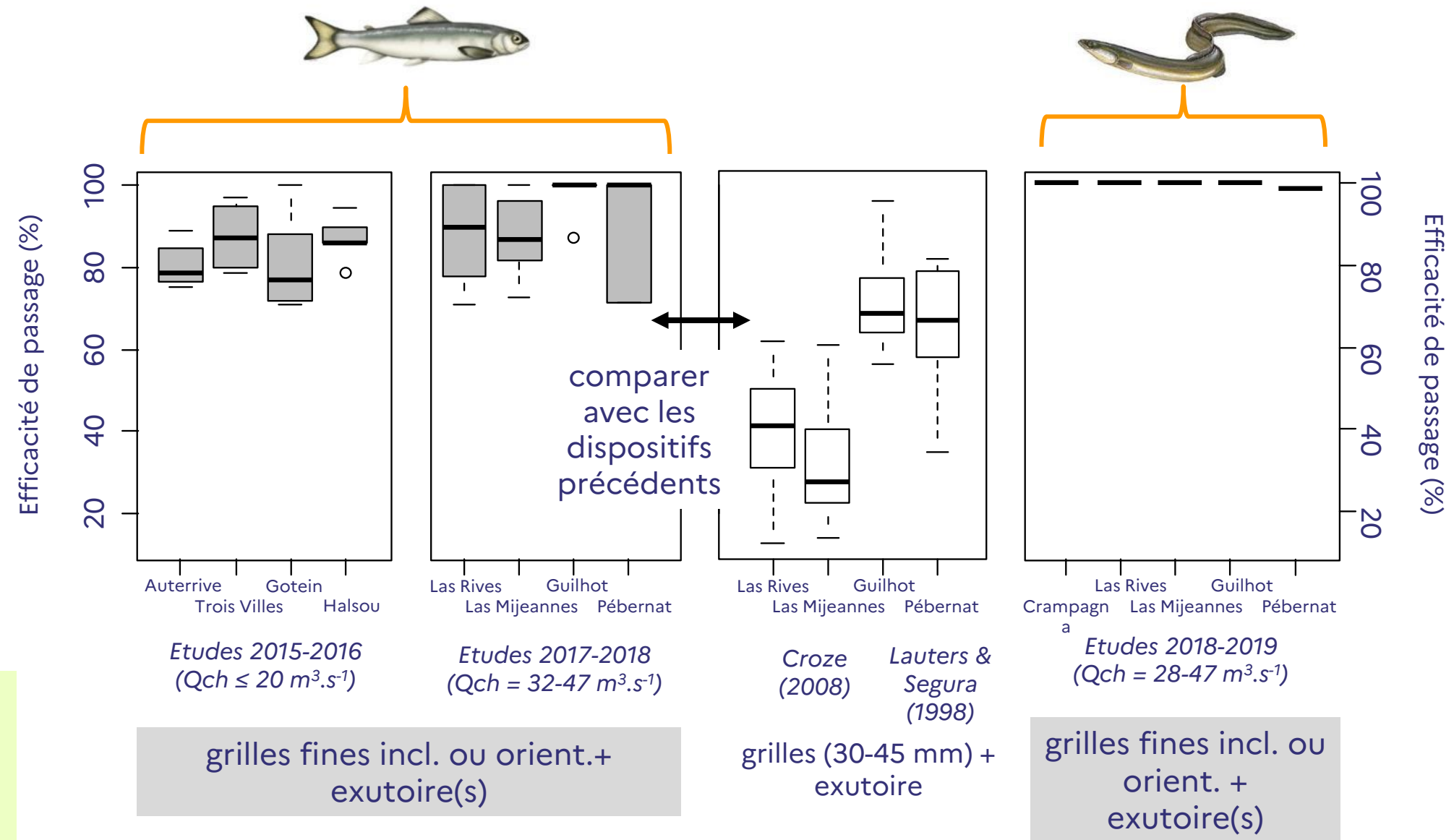


Conclusion & résumé graphique

Nos études ont démontré que les **prises d'eau ichtyocompatibles** sont efficaces :

- sur tous les sites testés (4 - 50 m³/s) OK
- dans différentes conditions hydrologiques OK
- pour plusieurs espèces OK

De plus, nous avons démontré l'importance de **Qbp% (3-5% de Qturb) et Vt (≥ 0,7 m/s)**



Perspectives R&D

⇒ **vérifier l'efficacité sur les sites plus grands** (≥ 50 & ≥ 100 m³/s), notamment pour les anguilles dans les prises d'eau profondes.

⇒ **à confirmer efficacité pour autres espèces**

Bonnes efficacités pour les 2 espèces de morphologies et de comportements très différents laissent espérer que ces dispositifs pourront également être efficaces pour un large spectre d'espèces

⇒ **Étudier (mesurer) les pertes de charge *in situ* vs type & fonctionnement des dégrilleurs**

Les grilles à faible espacement des barreaux peuvent nécessiter une maintenance plus importante (colmatage). Une attention particulière doit être portée à la conception des grilles (barreaux et de supports profilés) et au système de nettoyage (cycle suffisamment court, râteau avec dents insérées entre les barreaux).

Résultats publiés et en libre accès :

- Frey A, Tomanova S, Mercier O, Richard S, Courret D, Tétard S, Tissot L, Mataix V, Lagarrigue T. 2020. Etude d'efficacité de prises d'eau ichtyocompatibles pour les smolts de saumon atlantique - Projet EFFIGRI - Synthèse des résultats 2017-2018. ECOGEA, OFB, EDF.
- Tétard S, Courret D, Tissot L, Richard S, Lagarrigue T, Frey A, Mataix V, Mercier O, Tomanova S. 2023. Evaluation of a fine-spaced angled rack with surface bypass in providing safe and timely downstream passage for salmon smolts and silver eels. *Knowl Manag Aquat Ecosyst* 25.
- Tissot L, Tomanova S, Courret D, Richard S, Mercier O, Dewitte M, De Oliveira E, Mataix V, Frey A, Lagarrigue T, Tétard S. 2022. Etude d'efficacité de prises d'eau ichtyocompatibles pour l'anguille européenne - projet EFFIGRI. Rapport EDF R&D, OFB, ECOGEA.
- Tomanova S, Alric A, Courret D. 2015. Test d'efficacité des exutoires de dévalaison pour les smolts de saumon atlantique: Centrale hydroélectrique d'Auterrive sur le Gave d'Oloron (64). Rapport ONEMA.
- Tomanova S, Courret D, Alric A. 2017. Protecting fish from entering turbines: the efficiency of a low-sloping rack for downstream migration of Atlantic salmon smolts. *Houille Blanche* 11–13.
- Tomanova S, Courret D, Alric A, De Oliveira E, Lagarrigue T, Tétard S. 2018a. Protecting efficiently sea-migrating salmon smolts from entering hydropower plant turbines with inclined or oriented low bar spacing racks. *Ecol Eng* 122: 143–152.
- Tomanova S, Courret D, Alric A, De Oliveira E, Lagarrigue T, Tétard S. 2018b. Etude d'efficacité des exutoires associés à des grilles inclinées ou orientées pour la dévalaison des smolts de saumon atlantique : étude 2016 et synthèse des résultats 2015-2016. Rapport AFB-EDF-ECOGEA.
- Tomanova S, Courret D, Richard S, Tedesco PA, Mataix V, Frey A, Lagarrigue T, Chatellier L, Tétard S. 2021. Protecting the downstream migration of salmon smolts from hydroelectric power plants with inclined racks and optimized bypass water discharge. *J Environ Manage* 284: 112012.
- Tomanova S, Tissot L, Tétard S, Richard S, Mercier O, Mataix V, Frey A, Lagarrigue T, Tedesco PA, Courret D. 2023. Bypass discharge, approach velocities and bar spacing: the three key-parameters to efficiently protect silver eels with inclined racks. *Knowl Manag Aquat Ecosyst* 15.

Merci à tous les partenaires du projet



Merci de votre attention

