

Etat des connaissances en matière de suivi des mesures de rétablissement de la dévalaison piscicole

Webinaire WA21 - 03/04/2025



Franck CATTANEO
Juliette BECQUET

Jérôme PLOMB

Alexandre RICHARD

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports, de
l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'environnement OFEV
Division Eaux

Simon Gingins, le 19 avril 2022

Etat des connaissances en matière de suivi des mesures de rétablissement de la dévalai- son piscicole

Cahier des charges

[https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wasser/externe-studien-berichte/etat-des-connaissances-en-matiere-de-suivi-des-mesures-de-retablissement-de-la-devalaison-piscicole.pdf.download.pdf/Etat des connaissances suivi devalaison.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wasser/externe-studien-berichte/etat-des-connaissances-en-matiere-de-suivi-des-mesures-de-retablissement-de-la-devalaison-piscicole.pdf.download.pdf/Etat%20des%20connaissances%20suivi%20devalaison.pdf)

État des connaissances en matière de suivi des mesures de rétablissement de la dévalaison piscicole



Genève, 12.04.2024

Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

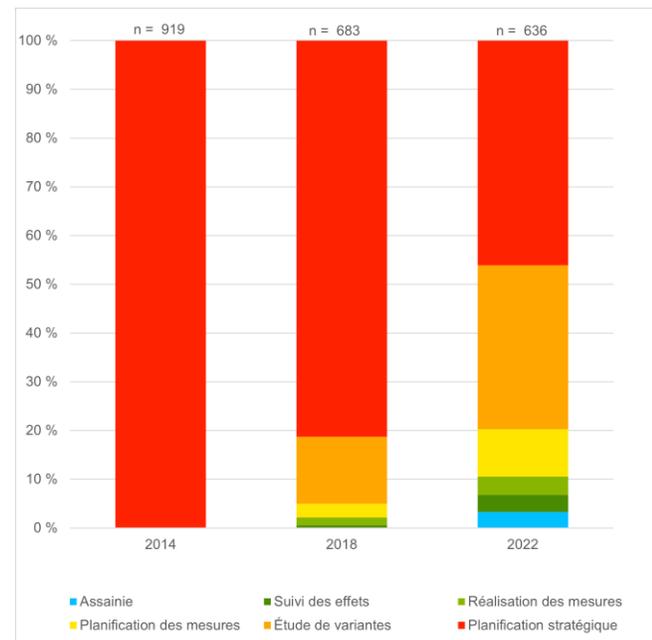
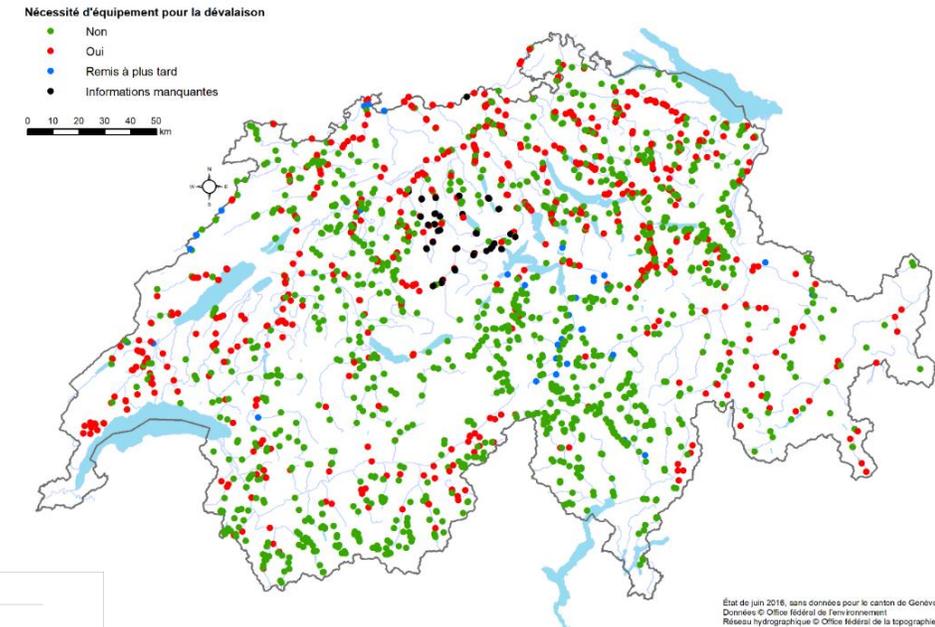
CONTEXTE DE L'ÉTUDE

LEaux 2011 : Assainissement des impacts liés à l'utilisation de la force hydraulique

➔ Rétablissement de la migration piscicole, en montaison **et dévalaison**
Début des travaux avant 2030

De plus en plus d'ouvrages assainis ou en cours d'assainissement, mais lacunes en termes d'objectifs d'efficacité pouvant être attendus pour la dévalaison :

- Pas d'indicateurs « standardisés » permettant une évaluation objective
- Pas de méthodologie standardisée applicable à des ouvrages très diverses et permettant des comparaisons



Nécessité d'assainissement en dévalaison
> **694** obstacles (sur 899)

Zaugg *et al.* (2017) ; Baumgartner *et al.* (2020)

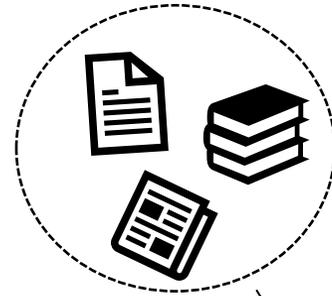
OBJECTIFS

- Compiler la littérature scientifique focalisant sur les contrôles d'efficacité de mesures d'assainissement de la dévalaison ;
- Élaborer un tableau sous format Excel synthétisant les informations les plus pertinentes pour évaluer l'efficacité d'une (de) mesure(s) d'assainissement de la dévalaison, et pouvant être facilement implémenté avec les données de nouveaux projets de suivi ;
- Identifier les informations qui devraient figurer dans les études de contrôle des effets des mesures d'assainissement de la dévalaison dans le but de faciliter leur exploitation ainsi que leur comparaison ;
- Proposer une démarche méthodologique ou un/des protocole(s) d'évaluation de l'efficacité de la dévalaison potentiellement utilisable(s) dans le cadre de nouveaux projets d'assainissement en Suisse ;
- Sur la base des études existantes, discuter des critères à prendre en compte pour définir l'atteinte des objectifs d'assainissement.

METHODOLOGIE



Recherche bibliographique « large »



→ **Groupe d'experts :
consultation, accompagnement**

Expériences propres

F. CATTANEO, Hepia
A. RICHARD, Scimabio
J. PLOMB, Aquarius



J. BECQUET, Hepia

- ✓ Aurore BAISEZ, Dir. Association LOGRAMI
- ✓ Eric De OLIVEIRA, EDF LNHE Chatou
- ✓ Hervé CAPRA, INRAE Lyon
- ✓ Pierre SAGNES, OFB / IMFT Toulouse
- ✓ Gunther UNFER, IHG Wien
- Michaël OVIDIO, Univ. Liège
- Guntram EBEL, Haale (D)

Rapport de synthèse



Base de données
« Tableau de synthèse »

} Livrables

COMPILATION DE CAS

Livrable « Tableau de synthèse »

Structuré en 6 catégories d'informations, pour 62 champs renseignés :

- La référence de l'étude (titre, année, auteur), et si elle concerne un suivi post-assainissement
- La localisation de l'ouvrage et son contexte hydrologique et physiographique :
pays, cours d'eau, distance à la source, débit moyen, ordre de Strahler, zonation piscicole...
- Les caractéristiques techniques de l'ouvrage :
type d'ouvrage, hauteur de chute, débit d'équipement, puissance...
- Les caractéristiques des mesures prises en faveur de la dévalaison piscicole :
système de protection, de guidage, dispositifs de dévalaison...
- Les caractéristiques du suivi piscicole :
méthode(s), effectifs, espèces, indicateurs et principaux résultats
- L'évaluation de la franchissabilité :
appréciation donnée par les auteurs (ou pouvant être déduite), remarques

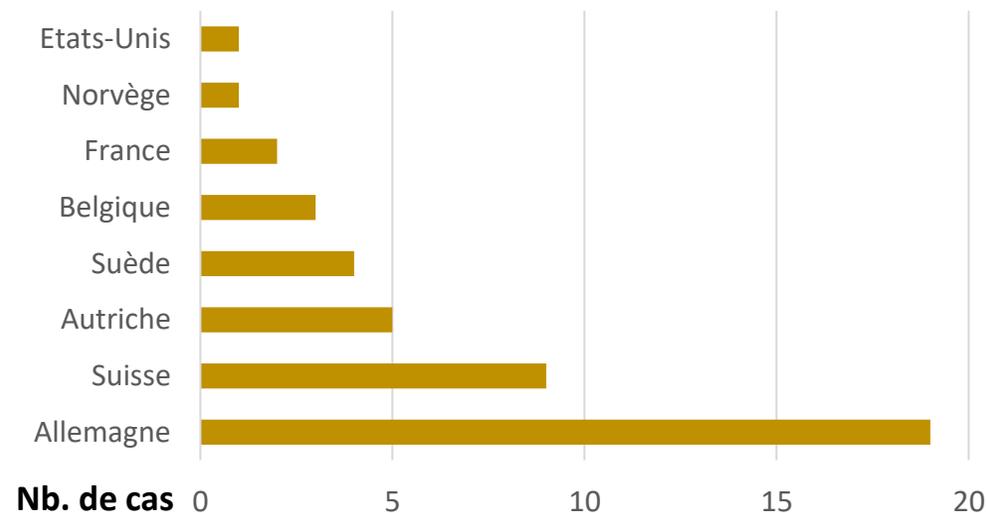
COMPILATION DE CAS

Livrable « Tableau de synthèse »

Table 1 : Description de la structure du tableau de synthèse. NB : Certains champs ont été regroupés par rapport au tableau de synthèse (« Méthode », « Espèces observées ») : ils sont ici présentés comme modalités alors qu'ils apparaissent en colonnes séparées dans le tableau de synthèse.

Catégorie	Champs	Format (Unité)	Définition	Modalités (si pertinent)
Référence de l'étude	N	Texte	Référence (numéro, ou numéro + lettre) attribué au cas décrit	
	Titre	Texte	Titre de l'article ou du rapport décrivant le cas	
	Année	Nombre	Année de publication / parution	
	Auteur(s)	Texte	Auteur de l'article ou du rapport décrivant le cas	
	Suivi post-assainissement	Texte	Y a-t-il eu une mesure d'assainissement de la dévalaison ?	Oui / Non
Localisation et Hydrologie	Pays	Texte	Pays dans lequel est situé le cas d'étude	
	Cours d'eau	Texte	Cours d'eau sur lequel est situé le cas d'étude	
	Débit moyen	Nombre (m ³ .s ⁻¹)	Débit moyen annuel ou interannuel au niveau de l'ouvrage	
	Largeur	Nombre (m)	Largeur du cours d'eau au niveau de l'ouvrage	
	Distance à la source	Nombre (km)	Distance entre la source et la position de l'ouvrage sur le linéaire du cours d'eau	
	Ordre de Strahler	Nombre	Importance dans le réseau hydrographique selon classification de Strahler (1952)	
	Zonation piscicole	Texte	Zonation piscicole associée au tronçon sur lequel est situé l'ouvrage, selon typologie d'Huet (1954)	Truite, Ombre, Barbeau, Brème
Ouvrage	Nom	Texte	Nom du barrage, de l'usine hydroélectrique ou de la prise d'eau	
	Coordonnées GPS	Nombre (format DMS: degré, minute, seconde)	Latitude et longitude de l'ouvrage en système sexagésimal (WGS84)	
	Type d'ouvrage	Texte	Nature de l'ouvrage et/ou mode d'exploitation	Prise d'eau ; Centrale au fil de l'eau ; Centrale au fil de l'eau avec dérivation ; Centrale fonctionnant par éclusées
	Puissance	Nombre (MW)		
	Débit résiduel	Nombre (m ³ .s ⁻¹)		
Mesure de protection / guidage / dévalaison	Hauteur de chute	Nombre (m)		
	Type de protection / guidage	Texte	Présence d'un dispositif (mécanique ou comportemental) empêchant l'accès vers le canal d'aménée et les turbines ou orientant le poisson vers un dispositif de dévalaison	Grille horizontale ; grille verticale conventionnelle ; grille verticale inclinée ; grille Coanda ; bar-rack ; louvers ; paroi plongeante ; barrière électrique ; barrière à bulles ; barrage flottant
	Espacement libre des barres	Nombre (mm)	"Vide" entre chaque barre de la grille	
	Inclinaison du plan de grille	Nombre (degré)	Angle θ d'inclinaison formé par le plan de grille avec le lit (grille verticale inclinée dans le sens du courant; θ < 45°), ou angle β d'incidence horizontale (< 45°) par rapport à la direction de l'écoulement (grille horizontale positionnée en "oblique" par rapport au courant, selon un angle d'incidence β)	
	Mesure de dévalaison	Texte	Dispositif de dévalaison équipant l'ouvrage (ou voie de passage permettant de rejoindre le bief aval)	By-pass ; canal / goulotte de dévalaison ; "toboggan" ; passe à poisson ; rivière de contournement ; exutoire de surface ; déversoir ; turbine "fish-friendly" ; surverse par vanne de surface (avec ou sans volets abaissables) ; sousverse
Débit du by-pass	Nombre (m ³ .s ⁻¹)	Débit alimentant l'ouvrage de dévalaison		
Date de la mesure	Date	Date de la mise en place de la mesure de guidage/dévalaison		

44 cas analysés (dans 27 études)



Une majorité de « petits » ouvrages

	Puissance max. (MW)	Débit d'équipement (m ³ .s ⁻¹)	Hauteur de chute (m)
N	23	37	29
Min.	0.03	0.5	2.3
P25	0.23	4.5	2.6
P50	0.42	14.5	2.9
P75	1.37	33.0	4.7
Max.	37.00	400.0	46.0

DISPOSITIFS DE DÉVALAISON



Truites lacustres devant un dégrilleur ©: Aquarius

Concept	Type de mesure	Exemples
Protection et guidage	Barrières mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> Grille fine (espacement libre des barres ≤ 20 mm ; grille verticale, horizontale, à câbles, Coanda)
	Barrières comportementales mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> Bar racks Louver Paroi plongeante Sillon aménagé sur le fond
	Barrières comportementales sensorielles	<ul style="list-style-type: none"> Lumière Son Flux induit (champs d'écoulement générés) Champs électriques Rideau de bulles
	Barrières comportementales mécaniques et sensorielles	<ul style="list-style-type: none"> Grille fine électrifiée
	Systèmes collecteurs	<ul style="list-style-type: none"> Gouttière collectrice proche de la surface Ascenseur (écluse) à poissons Dispositifs spécifiques de collecte
Transfert	Passage du barrage vers l'aval	<ul style="list-style-type: none"> Barrage à surverse : faible hauteur de chute, grande profondeur du bassin d'amortissement Barrage à sous-verse : faible vitesse d'écoulement, diminution lente de la pression
	Turbines adaptées aux poissons	<ul style="list-style-type: none"> Minimum Gap Runner Turbine Alden Turbine « low head » (turbine LH) Turbine « very low head » (turbine VLH) Vis hydrodynamique
	Exploitation adaptée aux poissons	<ul style="list-style-type: none"> Gestion des turbines Abaissement des vannes Ouverture des vannes Ouverture de la vanne de purge

- LFSP art. 9: Eviter qu'il ne soit tué ou blessé par des machines au droit des installations hydroélectriques
- (OFEV 2022) Permettre aux poissons de passer en aval d'une centrale hydraulique en toute sécurité via un couloir de migration.
- (OFEV 2022) Guider les poissons dans le couloir de migration, qu'ils ne trouveraient que difficilement par eux-mêmes.

DISPOSITIFS DE DÉVALAISON

Protection



Guidage



Transfert



Ouvrage,
dispositif

Fonction

Objectif et
possibilité de
suivi

BILAN DES MÉTHODES DE SUIVI DE LA DÉVALAISON

2 grandes tendances, qui dépendent :

- De « l'objectif biologique »
1 sp. vs la communauté
- Des indicateurs visés
- De la configuration de l'ouvrage, notamment en termes de voies de passage (nb, type, dimension...)

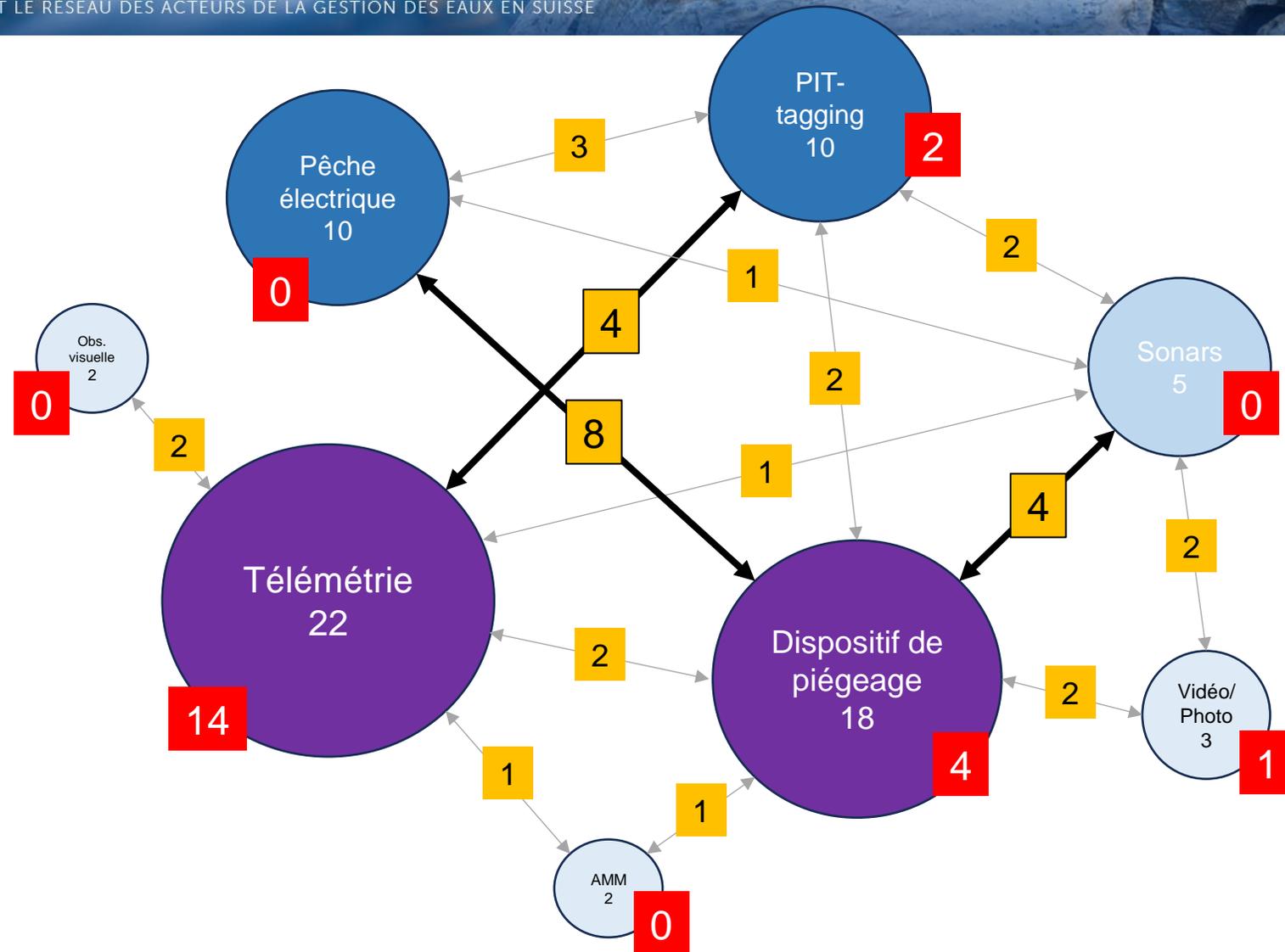
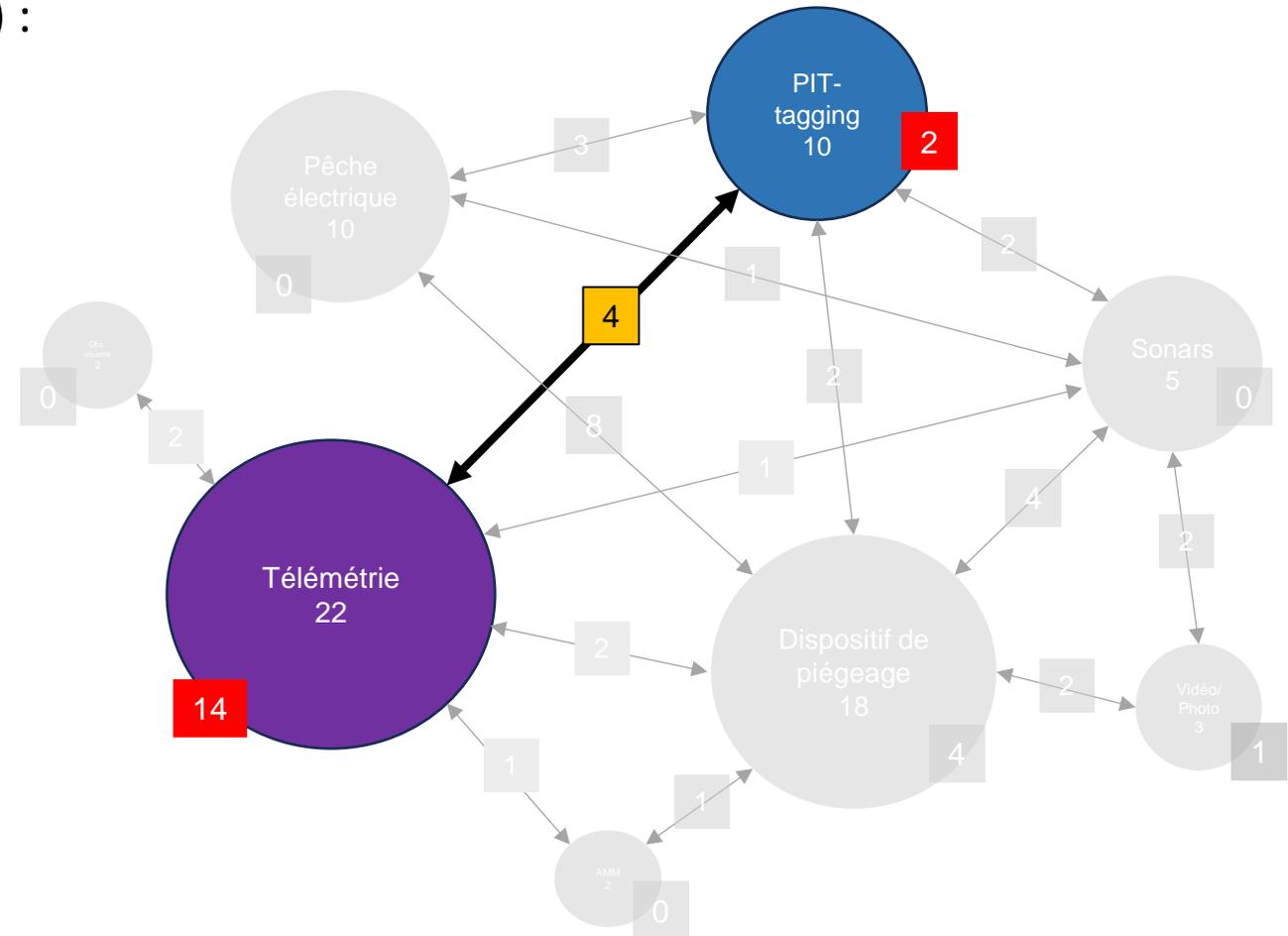


Figure 6 : Schéma-bilan des méthodes utilisées pour suivre la dévalaison piscicole dans les études sélectionnées, avec leur fréquence (nombre de cas où elles apparaissent). La taille des cercles est proportionnelle à leur fréquence. Dans les carrés rouges sont indiqués les nombres de cas où la méthode est utilisée seule, sans être associée à une autre. Les flèches grises reliant deux méthodes indiquent qu'elles ont été utilisées en complément, les chiffres dans les carrés jaunes indiquant le nombre de cas où les deux méthodes sont associées. Les flèches noires, en gras, indiquent les principales associations de méthodes. AMM : Autre Méthode de Marquage.

BILAN DES MÉTHODES DE SUIVI DE LA DÉVALAISON

Suivis basés sur la **téléométrie** (radio / acoustique) :

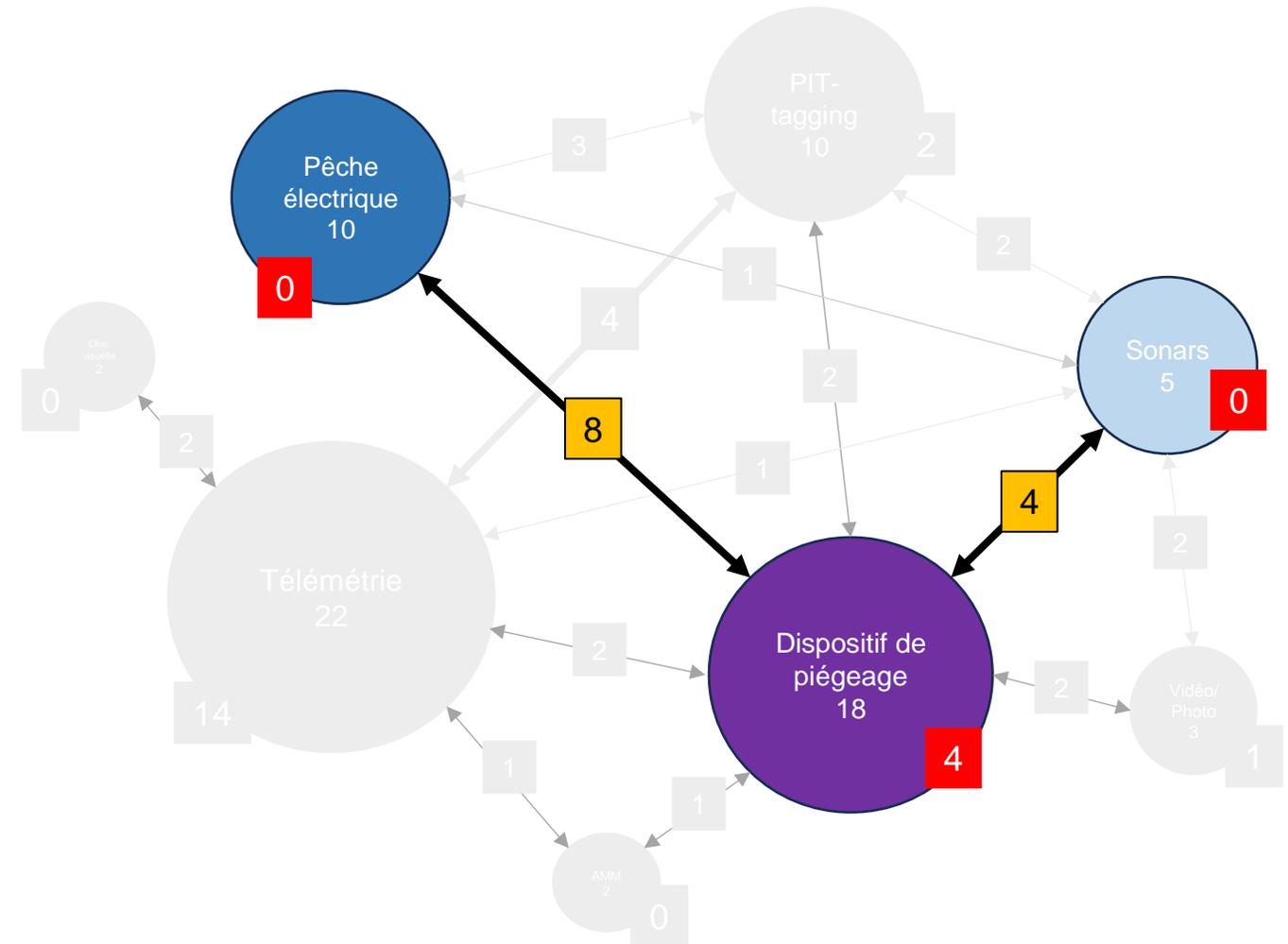
- Méthode souvent utilisée « seule » (14/22)
- Marquage **individuel**
- Pour **1 espèce cible**, ou un petit nombre, qui présente une forte probabilité de migrer
- Informations **relatives** (% , par rapport à un effectif marqué)
- Indicateurs «types» : fraction migrante, attractivité, accessibilité, franchissabilité...



BILAN DES MÉTHODES DE SUIVI DE LA DÉVALAISON

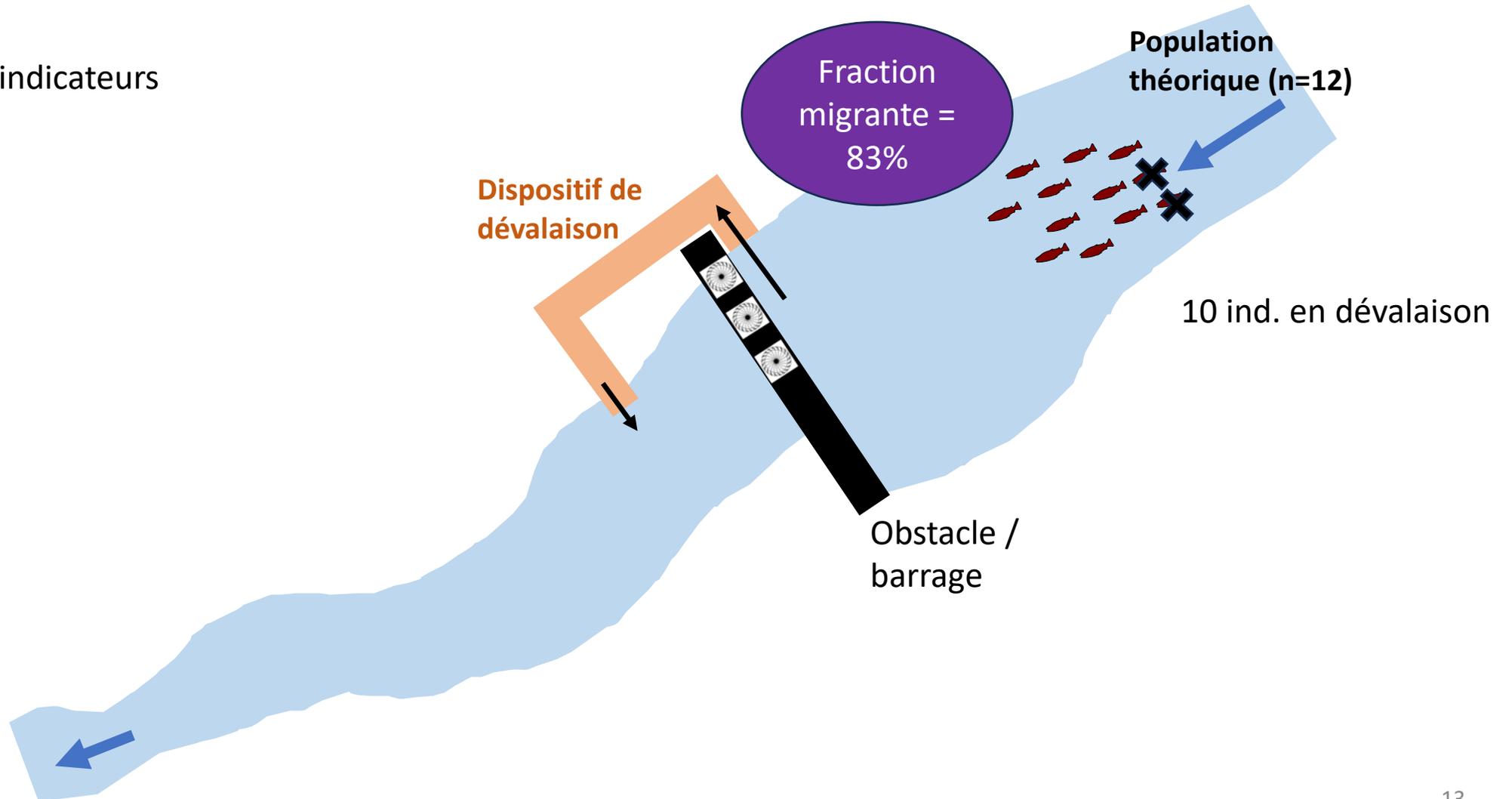
Suivis basés sur du **piégeage** :

- Méthode rarement utilisée « seule » (4/18)
- Pour **l'ensemble de la communauté**
- Informations **quantitatives = flux net** (nb. d'individus qui dévalent)
- Acquisition d'info. complémentaires : taille des indiv., présence de blessures...
- Indicateurs « types » : flux global par espèce, par taille, guildes écologiques...



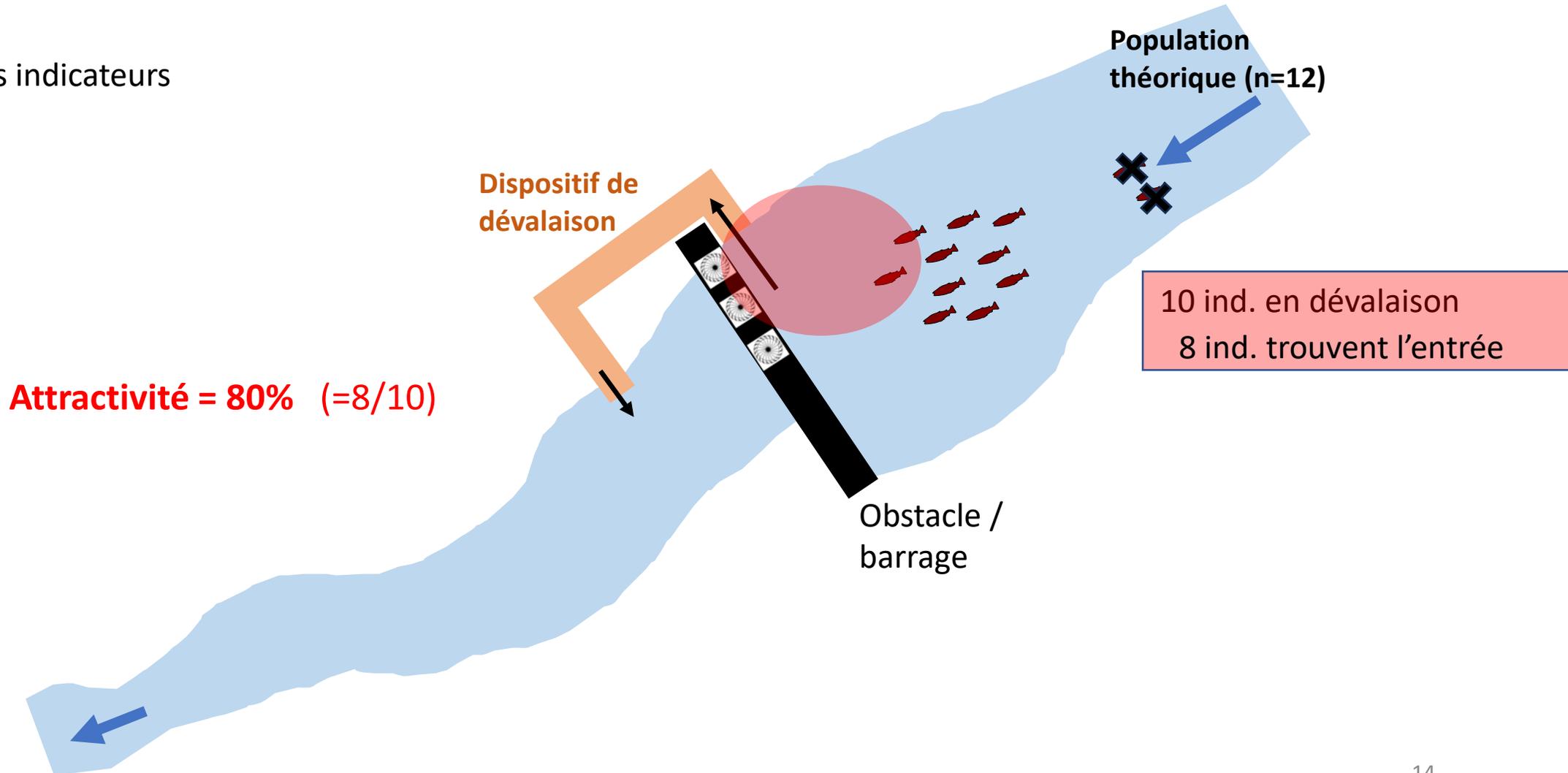
EVALUATION DE LA DÉVALAISON

Description des indicateurs



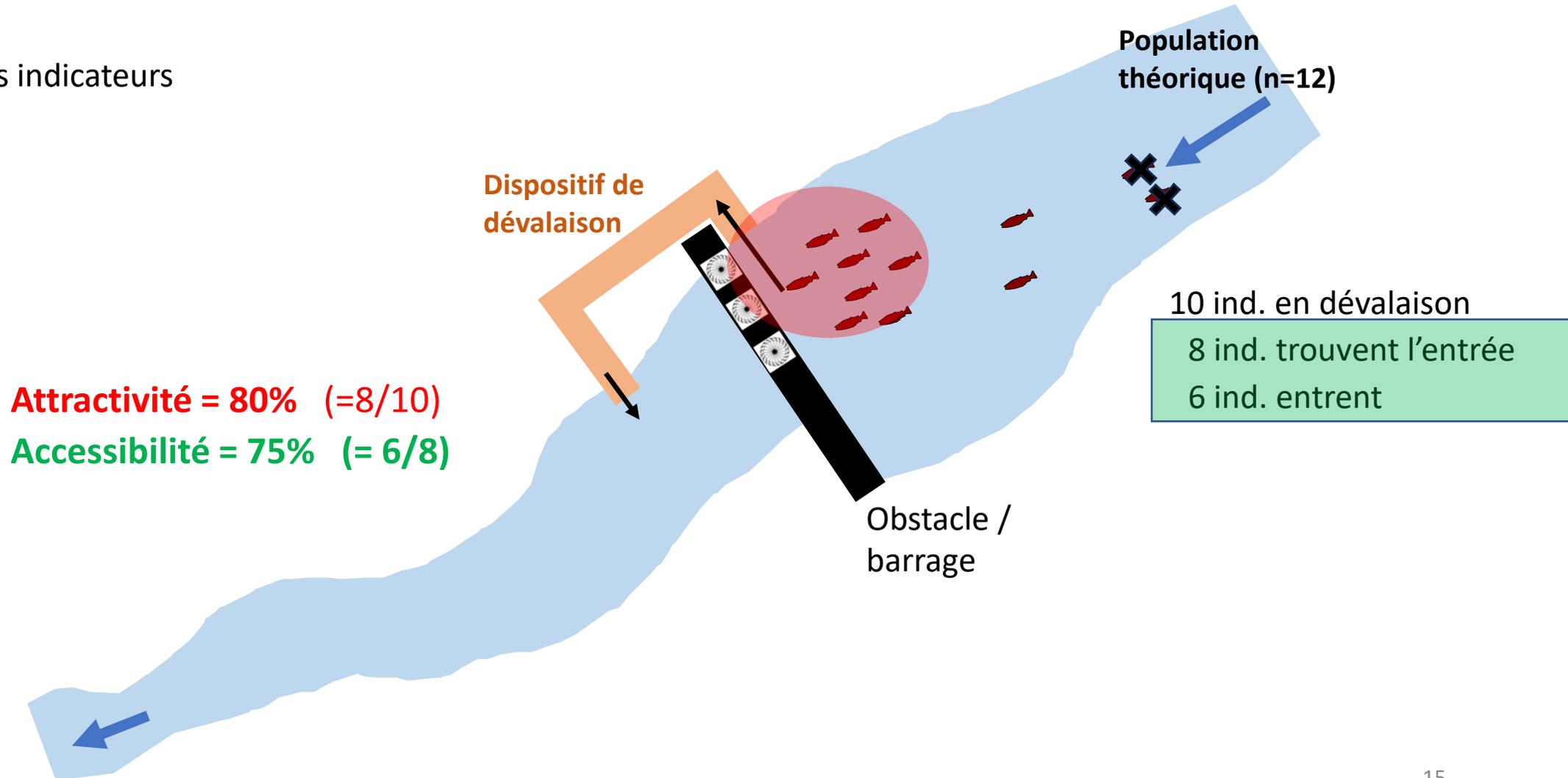
EVALUATION DE LA DÉVALAISON

Description des indicateurs



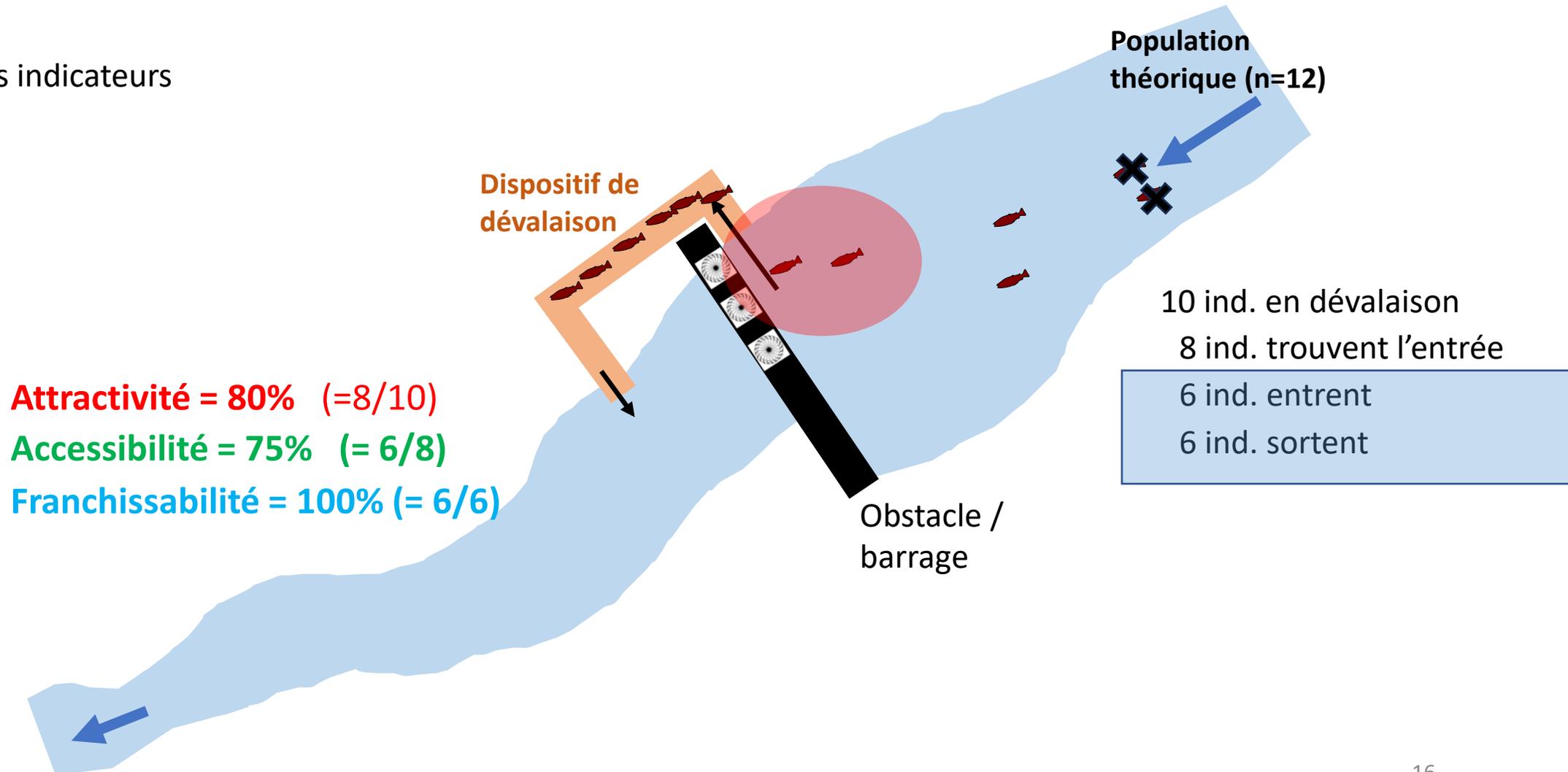
EVALUATION DE LA DÉVALAISON

Description des indicateurs



EVALUATION DE LA DÉVALAISON

Description des indicateurs



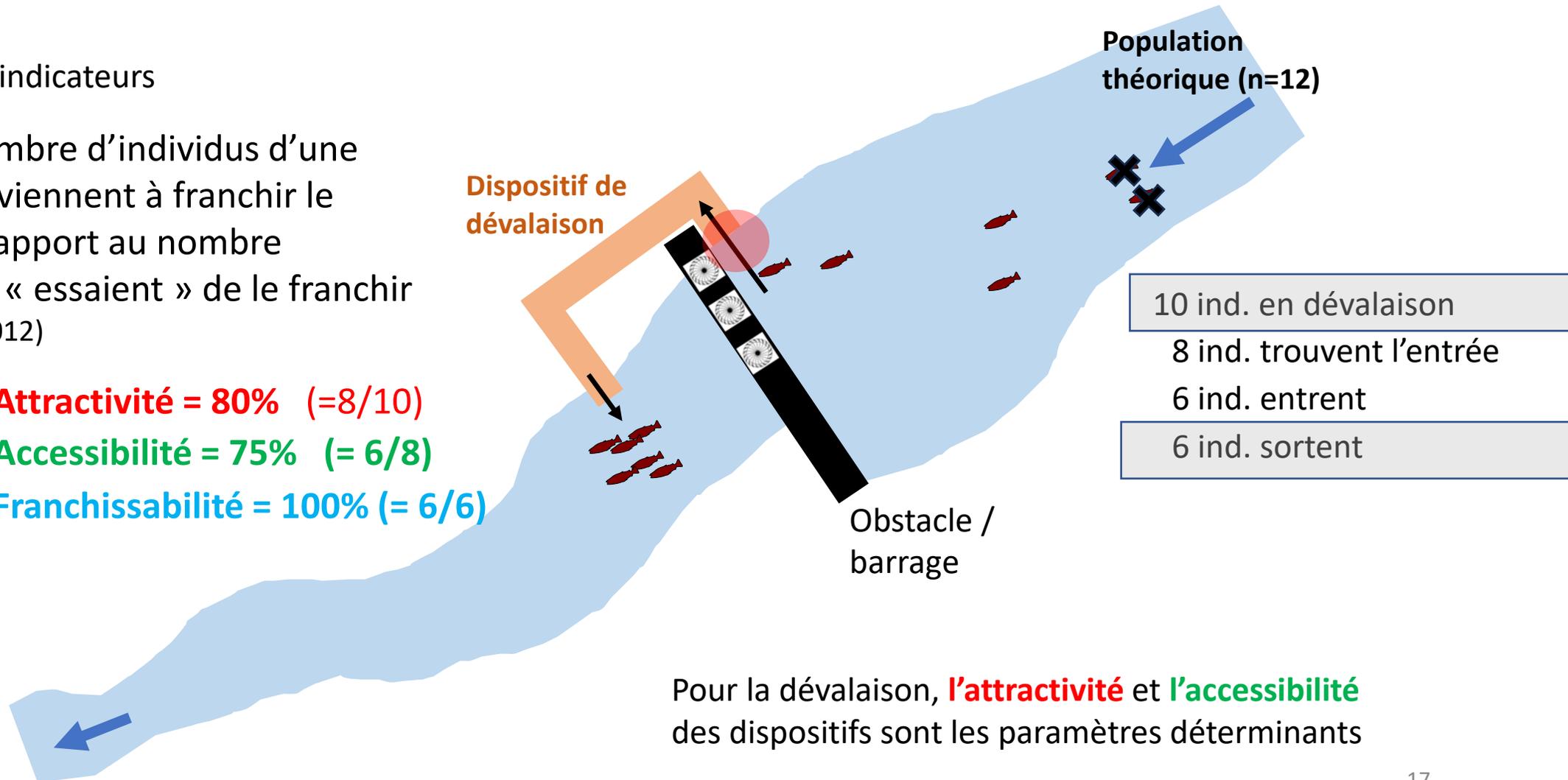
EVALUATION DE LA DÉVALAISON

Description des indicateurs

Efficacité = Nombre d'individus d'une espèce qui parviennent à franchir le dispositif par rapport au nombre d'individus qui « essaient » de le franchir (e.g. Bunt et al., 2012)

Efficacité
= 60%
(=6/10)

Attractivité = 80% (=8/10)
Accessibilité = 75% (= 6/8)
Franchissabilité = 100% (= 6/6)



EVALUATION DE LA DÉVALAISON

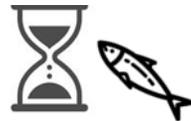
Description des indicateurs

Autres indicateurs pertinents:

- Flux d'individus



- Durée de franchissement



- Taux de blessure / mortalité différée



- Sélectivité spécifique / par taille



- Taux de repli (montaison après dévalaison)



EVALUATION DE LA DÉVALAISON

Evaluation de la pertinence des différentes méthodes de suivi pour l'évaluation des différents indicateurs de fonctionnalité de la dévalaison

Objectif	Méthode de suivi
Flux de poissons et espèces empruntant le dispositif	pièges / nasses vidéocomptage
Attractivité / Accessibilité / Franchissabilité / Efficacité globale	PIT-tagging Télémetrie

Intérêt du couplage des technologies pour répondre à différents objectifs

Objectif d'assainissement	Indicateur	Description / explication	Pièges (bassin de comptage / filets / nasses)	Poissons retenus par les grilles	Vidéo-comptage	Caméras acoustiques et échosondeurs	PIT-Tagging	Télémetrie
Dévalaison par les grilles / les turbines	Flux de poissons migrant vers l'aval	Nombre absolu de dévalants	++ (filets)			+	+	+
Dévalaison par le dispositif de franchissement			++		++	+	+	+
Dévalaison par les vannes						+	(+)	+
Bonne facilité de localisation du dispositif par les poissons	Attractivité	Part des poissons trouvant le dispositif				+	+++	+++
Entrée fréquente des poissons dans le dispositif	Accessibilité	Part des poissons entrant dans le dispositif				++	+++	+++
Bonne facilité de passage	Franchissabilité	Part des poissons traversant le dispositif après être entré				+	+++	+++
Bonne efficacité globale du dispositif (attractivité + accessibilité + franchissabilité)	Efficacité globale	Part des poissons en dévalaison traversant le dispositif				+	+++	+++
Faible durée de séjour	Temps nécessaire au franchissement	Pour le franchissement total de l'obstacle					+++	+++
Traversée sans danger des couloirs de migration vers l'aval	Pour tous les couloirs migratoires : • Taux de blessure • Mortalité (différée)	Couloirs migratoires : turbines, dispositif, barrage	++	+				
Pas de sélectivité par rapport aux espèces	Espèces présentes	Efficacité globale pour toutes les espèces présentes	+++		+++		+	
Pas de sélectivité par rapport aux guildes écologiques		Efficacité globale pour les poissons de fond	+++		+++		+	
Pas de sélectivité pénalisant les grands poissons	Distribution des tailles des poissons	Efficacité globale pour les grands poissons	+++		+++		+++	++
Pas de sélectivité pénalisant les petits poissons		Efficacité globale pour les petits poissons	+++		+++		+++	

EVALUATION DE LA DÉVALAISON

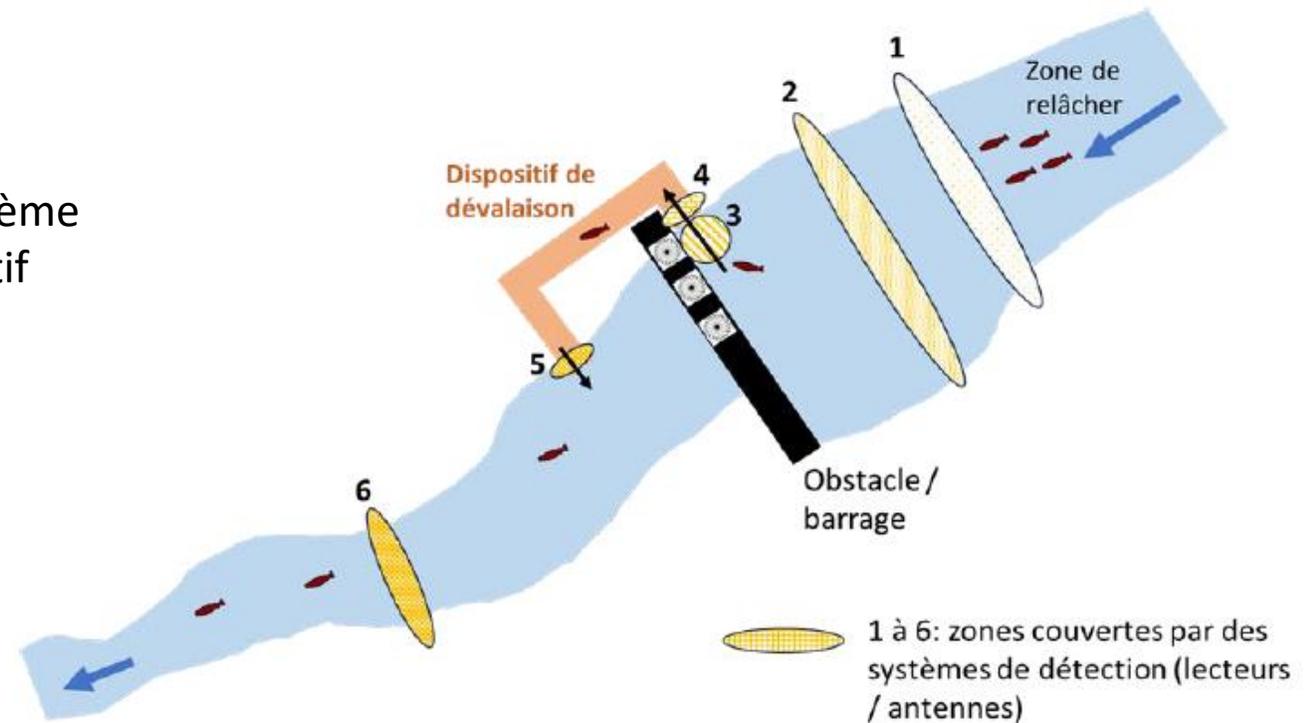
Proposition d'un dispositif « standard »

→ norme européenne FprEN 17233:2020 (F)

Répertorie les « points d'écoute » (ou récepteurs) d'un système de suivi de la montaison ou de la dévalaison par un dispositif télémétrique ou RFID

Niveau d'information	Emplacement du dispositif de détection					
	1. Amont ouvrage	2. Amont direct ouvrage	3. Voisinage entrée dispositif	4. Entrée dispositif	5. Sortie dispositif	6. Aval ouvrage
Fraction de poissons disponibles (= en dynamique de dévalaison)	(X)	X				
Attractivité du dispositif		X	X			
Accessibilité du dispositif			X	X		
Franchissabilité du dispositif				X	X	(X)
Efficacité globale du dispositif	(X)	X			X	(X)

Optionnel Optionnel



Design « optimal »: 4 récepteurs (2 à 5)

Information « minimale »: 2 récepteurs, voisinage entrée + sortie (accessibilité + franchissabilité, temps de franchissement)

RECOMMANDATIONS - CHOIX DES ESPÈCES CIBLES

- Les espèces présentes et potentielles représentatives de la zonation
- Espèces migratrices, menacées, emblématiques
- Espèces avec besoins de dimensionnement particulier (taille, hydraulique, etc.)
- Risque de mortalité élevé



RECOMMANDATIONS

❑ Effectifs à considérer (marquages, piégeage)

- *Compromis entre robustesse, aspects éthiques, coûts*
- *Téléométrie : Invasif = essai sur les animaux, grands poissons. PIT-tagging : faible taux de détection (généralement 20-30%, parfois moins)*

❑ Classes de taille cibles

- *Toutes classes de taille concernées*
- *Numériquement parfois très majoritairement (>95%) des petits poissons, ce qui influence le choix et la mise en œuvre de la méthode de suivi. Téléométrie (taille), vidéo (identification), filet (blessures), etc.*

❑ Origine du matériel biologique (marquages, piégeage)

- *Prioriser des poissons « sauvages » de la rivière (si possible des individus « naïfs », qui n'ont jamais eu à franchir le dispositif → translocations)*
- *Secondairement choisir des poissons sauvages provenant d'un affluent ou du même bassin hydrologique (attention risques. p. ex. maladies) ou des poissons d'élevage*

❑ Durée du suivi

- *Fortes variations de la phénologie, des intensités des migrations et les conditions de répartition des débits dans les différentes voies de dévalaison (hydro-climatique)*
- *Un suivi devrait ≥ 1 an et un minimum de 2 ans est recommandé pour les grandes installations.*

RECOMMANDATIONS – CONCEPT DE CONTRÔLE DES EFFETS

Augmenter et améliorer les connaissances sur l'efficacité des mesures et la dévalaison

Définir des objectifs de contrôles clairs et séparés par voie de dévalaison

Utiliser les lignes directrices et notices existantes

Présenter et organiser les résultats selon les recommandations

Uniformisation,
Standardisation,
comparabilité

Prise d'eau hydroélectrique sur la Sûze ©: Aquarius



RECOMMANDATIONS – CONCEPT DE CONTRÔLE DES EFFETS

Partie de l'ouvrage suivi	Fonction	But du dispositif	Espèce, stade, taille cible	Méthode(s) de suivi	Indicateurs(s) de suivi	Objectif cible
Grille, paroi plongeante, répulsif, etc.	Protection/guidage	Empêche les poissons de passer au travers des turbines	Cf. chapitre 7	Cf. Table 6	Cf. chapitre 6.1	Valeur cible ou plage de valeur visée, éventuellement par rapport à une valeur de référence.
By-pass, canal, turbine, vanne, etc.	Transfert	Assurer le passage des poissons à l'aval de l'obstacle				
Fosse, bassin, etc.	Réception	Garantir une profondeur d'eau suffisante pour éviter que les poissons ne se blessent.				

❑ Fixer des objectifs et des priorités en concertation avec les autorités:

- *Régulièrement impossible de tout contrôler*
- *Coûts élevés à très élevés*
- *Anticiper l'évaluation de la proportionnalité du contrôle des effets*

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

❑ Difficile d'élaborer des recommandations concernant le suivi et l'efficacité des mesures de dévalaison :

- *Diversité des ouvrages hydroélectriques et de voies/solutions de dévalaison*
- *Complexité et coûts de mise en œuvre des méthodes de suivis*
- *Hétérogénéité des résultats et des méthodes d'évaluation*

❑ Poursuite de la recherche et amélioration des connaissances dans le domaine de la dévalaison :

- *Alimentation d'une base de données des résultats des suivis, contrôle des effets et projets pilotes*
- *Exploiter davantage les travaux de recherche sur la dévalaison réalisés indépendamment des mesures d'assainissement*
- *Compléter les méthodes de suivis usuellement employées par des indicateurs complémentaires, par exemple génétiques*



MERCI POUR VOTRE ATTENTION!

QUESTIONS?

