



Mise en conformité « continuité » des ouvrages



François HUGER (DiR Bourgogne / Franche-Comté)
Dominique BARIL (DCUAT- Cellule Ingénierie Ecologique Transfert)

-Optimisation du processus de restauration de la continuité écologique

-Etapas

-Etude préalable



-Conception



-Instruction



-Chantier



-Contrôle /suivi

-Points de vigilance

-AMO

-Compétences
et nombre BE

-Validation
projet

-M Oeuvre
-Plans d'exécution

-Retours
d'expérience

-Réponses

-Amélioration CDC

-Offre de formation,
certification OPQIBI

-Outils (guides,
RefMADI-continuité...)

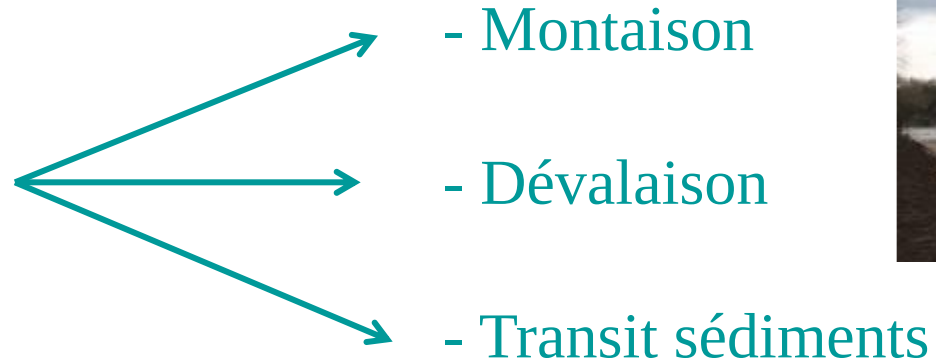
-Démarche récolement

-Protocoles

-R&D

Nouveau cahier des charges

Volet équipement



Volet arasement



Cahier des charges équipement

- **PHASE 1A :** **ETUDES PREALABLES**

Scenarii d'équipement

- **PHASE 1B :** **ESQUISSES**

Scénario final avec esquisse(s)

- **PHASE 2 :** **ETUDE DE CONCEPTION AVANT-PROJET/PRO**

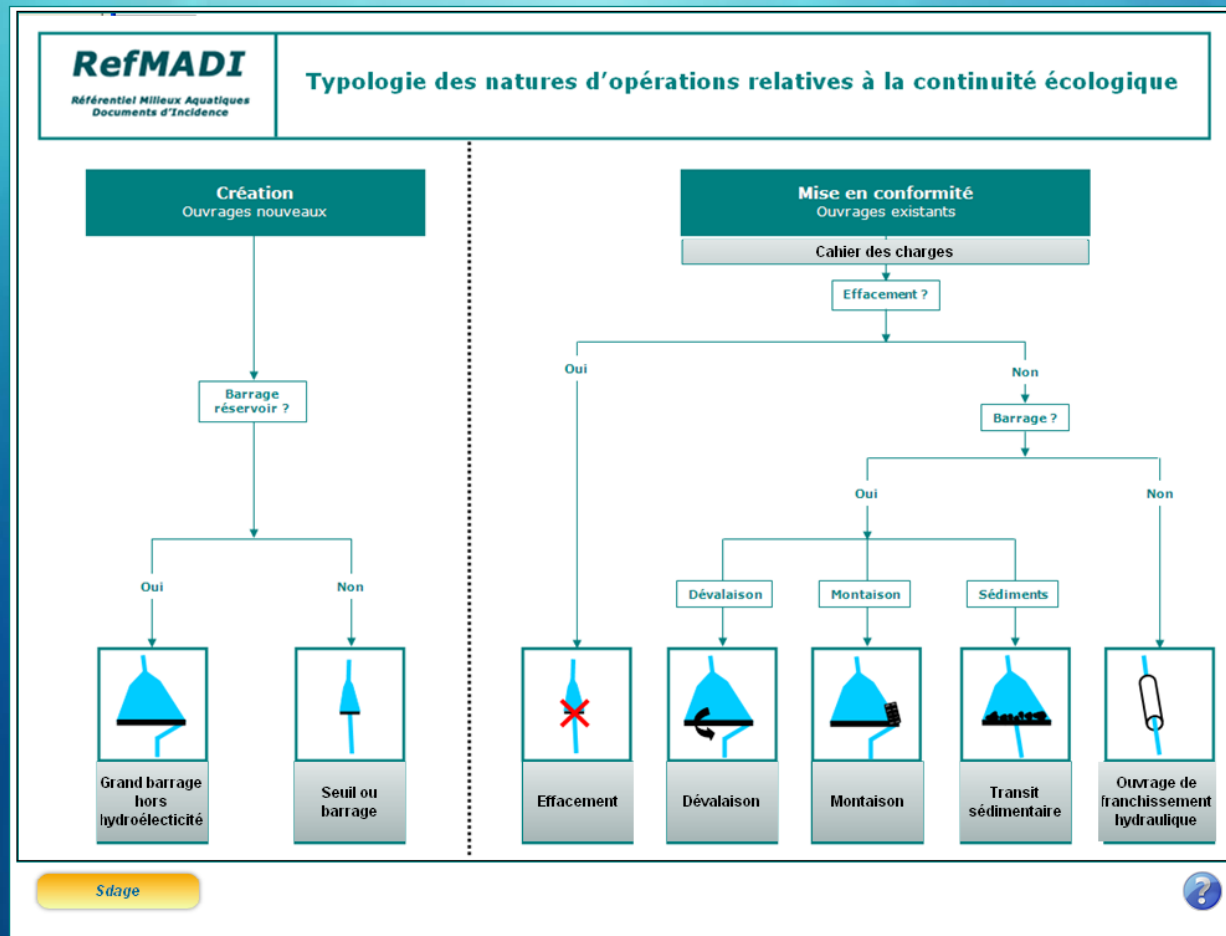
Validation

- **PHASE 3 :** **INSTRUCTION**

- **PHASE 4 :** **MISSION DE MAITRISE D'OEUVRE**

Exécution et suivi travaux

-RefMADI Version 3 : Un nouveau thème « la continuité écologique »



-Jeu de fiches état initial/Incidences /Suivi

RefMADI Référentiel Milieux Aquatiques Documents d'Incidence	ETAT INITIAL PARAMETRES HYDROMORPHOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES	CONTINUITE ECOLOGIQUE	3 1 1 0
Nature de l'opération :	Mise en conformité dévalaison		
Compartiment	Données ciblées		
<i>Cette fiche peut être utilisée pour connaître les attendus d'un dossier police de l'eau mise en conformité et permettre son examen.</i>			
Diagnostic de conformité dévalaison et éléments de contexte			
En l'absence d'étude préalable : cahier des charges étude préalable Présentation des éléments de contexte ayant débouché sur le choix de la stratégie de mise en conformité : diagnostic dévalaison, contexte règlementaire, enjeux identifiés et gains écologiques attendus, stratégie adoptée pour la dévalaison (arasement, équipement, gestion...), connaissance du potentiel du flux de dévalaison et de son évolution			
Descriptif de l'aménagement	<i>Cette donnée est nécessaire pour comprendre les contraintes du site et orienter les solutions techniques</i> - Description des ouvrages (génie civil, vannage, implantation, plans disponibles...) - Cote normale d'exploitation et cote minimale d'exploitation (amplitude marnage)		
Régime Hydrologique	<i>Ces données permettent d'orienter les conditions de dévalaison au droit de l'ouvrage et d'assurer la meilleure efficacité possible vis-à-vis de la répartition des débits (courantologie, guidage)</i> - Courbe des débits classés saisonnalisée en fonction des périodes de migration des espèces cibles - Courbe de relation hauteur/débit sur la période de dévalaison au droit du déversoir (évolution du tirant d'eau sur la crête du déversoir) - Evolution du niveau d'eau amont et hauteur de chute au droit des points de passage (déversoir, prise d'eau) - Répartition des débits à hauteur des ouvrages et fonctionnement actuel de l'aménagement notamment la fréquence de surverse		
Conditions et processus morphologiques	<i>Ces éléments sont nécessaires pour caractériser les conditions de dévalaison en amont/aval immédiat de l'ouvrage</i> A REDIGER MIEUX - Longueur et volume de la retenue - Conditions hydrauliques de réception au pied des différentes voies de passage		
Nature du transit sédimentaire	<i>Ces éléments sont nécessaires pour dimensionner les dispositifs exposés aux risques d'engrèvement ou de déformation mécanique</i> - Gestion actuelle du transit sédimentaire et incidences sur la répartition des matériaux dans la retenue - Caractéristiques granulométriques du transit sédimentaire (description basique)		
Paramètres physico-chimiques	<i>Ces données conditionnent notamment la capacité de nage (accès au dispositif de dévalaison)</i> - Température caractéristique de la période de dévalaison - Risque de gel selon la région		



Données ciblées de base

Données ciblées de 2^{ème} niveau (enjeux forts lié à la dévalaison)

Données ciblées approfondies (cas complexes liés aux contraintes du site)



Mise en conformité « continuité » des ouvrages & contenu des études préalables



François HUGER (DiR Bourgogne / Franche-Comté)
Dominique BARIL (DCUAT- Cellule Ingénierie Ecologique Transfert)

Phase clé de la démarche de mise en conformité

- o Tronçons liste II (L.214-17 CE) -> obligation de résultats (circulation des espèces & transit suffisant des sédiments)
- o Quel(s) que soient le(s) moyen(s) : effacement/arasement, équipement, gestion...
- o Adaptation nécessaire de l'ambition des solutions techniques aux impacts générés, aux contraintes et aux enjeux

-> Adaptation de la rédaction du CCTP type

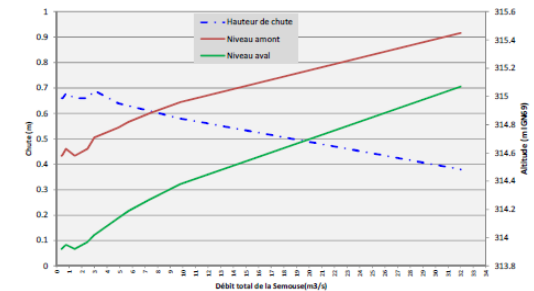
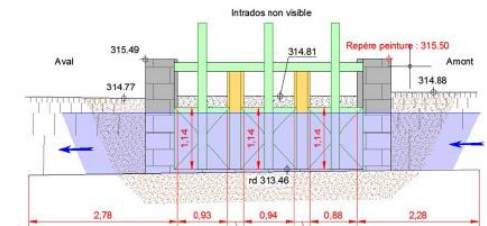
-> Etude préalable centrée sur le diagnostic d'impacts

Phase pouvant être réalisée au sein d'une étude globale de bassin versant ou reprendre des éléments d'une telle étude déjà réalisée



Caractéristiques administratives et techniques des ouvrages

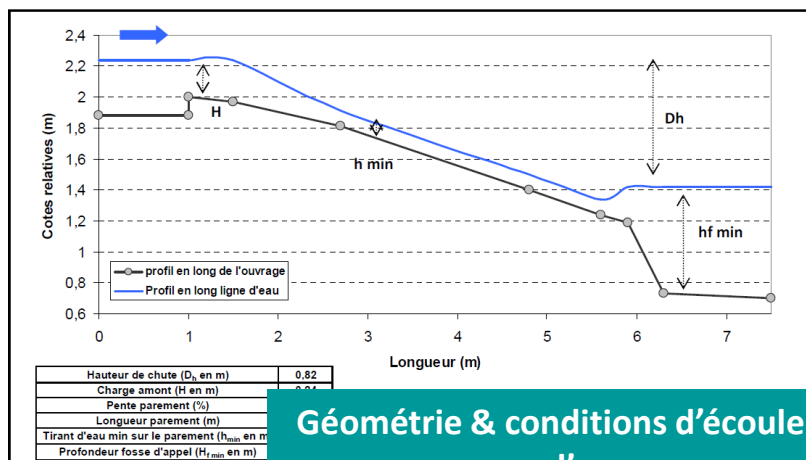
- ❑ **Données administratives** (statut, droit d'eau...)
- ❑ **Usages associés** (nature, débits utilisés, périodes...)
- ❑ **Caractéristiques géométriques et topographiques** détaillées
- ❑ **Données sur l'hydrologie** (caractéristiques principales) et le **fonctionnement hydraulique** (répartition débits, évolution niveaux d'eau...)
- ❑ **Modalités de gestion**



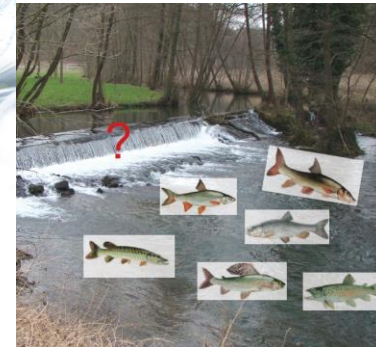
Diagnostic montaison

❑ **Définition des espèces cibles** (grands migrateurs, holobiotiques, ...) : listes associées aux arrêtés de classements, données d'échantillonnages...

❑ **Identification et évaluation de la franchissabilité des voies de passages potentielles** pour chaque espèce ciblées (ou groupes ICE)
+ **Diagnostic fonctionnalité si dispositif de franchissement existant**

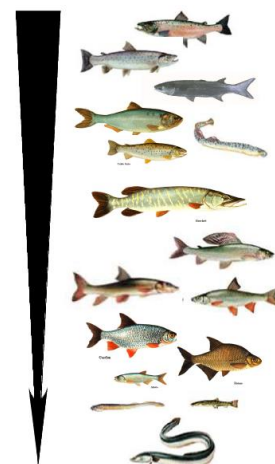


Géométrie & conditions d'écoulements sur l'ouvrage



Capacité de nage (vitesse, endurance, hauteur d'eau minimale...) & de saut de l'espèce/stade considérée

+





Diagnostic montaison

❑ Pour une espèce donnée, la franchissabilité d'un obstacle peut-être :

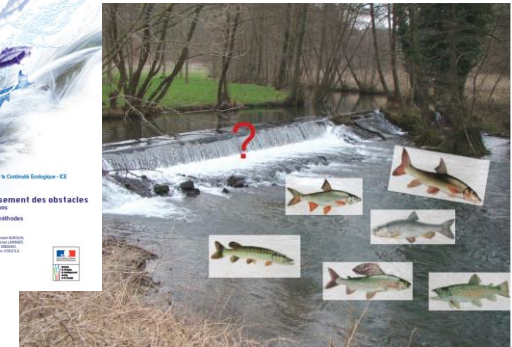
- > totale (en permanence pour tous les individus)
- > partielle (pour certains individus, ouvrage sélectif)
- > temporaire (pour certaines conditions de débits)

diagnostic montaison concerne en premier lieu les ouvrages < 2m non équipés



Débits lors du diagnostic – représentativité / conditions rencontrées en période de migration ? plusieurs mesures souvent nécessaires...

Attractivités respectives des voies de passages



Débit d'étiage



1,5 x module



Diagnostic dévalaison

- ❑ **Définition des espèces cibles** (grands migrateurs, holobiotiques)
- ❑ **Conditions de dévalaison par surverse sur ouvrage évacuateur** (position, charge, hauteur de chute, fosse aval...)
- ❑ **Si prise d'eau associée** (microcentrales, prélèvements AEP...)
 - **Risque d'entraînement dans la prise d'eau** (répartition des débits, positionnement...)
 - **Présence et efficacité des dispositifs de dissuasion** (espacement, orientation plan de grilles, courantologie amont)
 - **Devenir des poissons entraînés et estimation des taux de mortalités** lors des passages par les turbines (formules prédictives)

Evaluation taux de survie global à l'échelle de l'ouvrage





Diagnostic transit sédimentaire

□ A l'échelle de l'ouvrage :

→ **Type et géométrie de l'ouvrage et organes de décharges associés** (et modalités de gestion en crues)

→ **Longueur du remous liquide ou solide**

→ **Niveau de comblement de la retenue et fractions granulométriques**

→ **Indices de dysfonctionnements sédimentaires en aval** (incision, pavage, roche mère...)

□ Diagnostic à resituer à l'échelle du tronçon

→ **Contexte géomorphologique du tronçon** : capacité de charriage, intensité du transit, apports amont, type de matériaux transportés, volume...

→ **Dysfonctionnements et causes d'altération** des processus (travaux hydrauliques, extractions anciennes, modification hydrologie...)





Identifier à l'amont les autres usages et les « contraintes » attachés au site susceptibles d'influer sur le choix des solutions ou sur leur dimensionnement

- Activités d'eau vive - embarcations non motorisées
- Sites classés ou inscrits au titre de la protection du patrimoine
- Espaces et ou espèces protégées
- Emprise foncière et disponibilité des terrains environnants
- ...





Identifier les enjeux et les gains associés à la restauration de la continuité sur le tronçon

□ Continuité biologique

→ **Espèces (stades) cibles** : statut, exigences en terme d'habitats (reproduction/croissance) & déterminisme de migration, répartition (actuelles/historiques) & abondances amont/aval...

→ **Habitats aquatiques** présents: répartition par rapport à l'obstacle, type, abondance, fonctionnalité

→ **Conditions d'accès aux habitats** : obstacles naturels infranchissables, autres ouvrages...

□ Continuité sédimentaire

→ Impact lié à l'ouvrage et contexte global du tronçon

→ Incidences en aval sur les processus hydromorphologiques et les habitats aquatiques,

+ Prise en compte de l'impact cumulé des ouvrages (circulations biologiques, remous...) et évaluation des gains d'habitats attendus en cas de suppression totale ou partielle de l'ouvrage



Diagnostic d'impacts continuité

Enjeux / gains attendus

Contraintes

Ajustement du niveau d'ambition
de la mise en conformité
Scenarii d'intervention

Compartiment(s) à traiter

+

Solutions techniques possibles

Montaison (+espèces cibles)

Dévalaison (+espèces cibles)

Transit sédimentaire

(Morphologie)

Modification ouvrage (effacement / arasement)

Equipement dispositifs dédiés (continuité biologique, sédiments, changement turbine...)

Mesures de gestion (ouvertures périodiques, arrêts ciblés/réduction prélèvements)

Validation COPIL

Exemples de fiches méthodologiques appliquées à l'étude préalable

- Démarche de diagnostic dévalaison : franchissabilité ouvrage

- Diagnostic dévalaison anguilles à l'échelle de l'ouvrage
- Diagnostic dévalaison anguilles

- Diagnostic dévalaison truites
- Mesures correctives dévalaison truites

- Enjeux restauration et gains écologiques

- Niveaux d'ambition mise en conformité des ouvrages montaison et dévalaison

-Fiches Diagnostic Dévalaison anguille



DEMARCHE DIAGNOSTIC DEVALAISON OUVRAGE

Démarche diagnostic franchissabilité à la dévalaison de l'Anguille à l'échelle de l'ouvrage
Application aux aménagements hydroélectriques

Principe de la démarche

L'évaluation de la mortalité des Anguilles lors de leur migration de dévalaison repose sur :

- 1) l'estimation de la répartition des passages des Anguilles au niveau de la prise d'eau
- 2) l'évaluation des dommages subis par le flux migrant transitant par les turbines

Période de dévalaison

La migration de dévalaison de l'Anguille se déroule principalement de début Octobre à fin Janvier. La dévalaison peut sur certains bassins débuter dès la fin de l'été et se prolonger jusqu'au printemps, voire être observée toute l'année sur les bassins où le débit fluctue peu (cours d'eau calcaires de Normandie)

Débits caractéristiques de la dévalaison

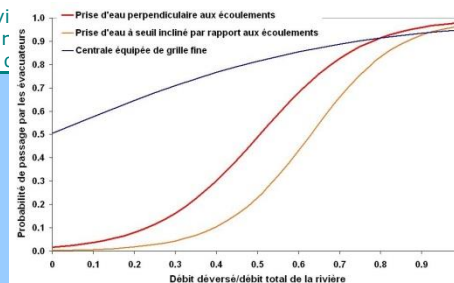
- La détermination des débits caractéristiques de l'hydrologie du cours d'eau nécessite d'établir la [courbe des débits classés](#) sur la période de dévalaison
- A partir des études radiopistage sur le Gave de Pau, on estime qu'environ 20% autour du Q90, 20% autour du Q95, 20% autour du Q97,5 et 20% autour du Q99,5. Le calcul doit être fait pour chacun des 5 débits caractéristiques, la proportion finale étant la moyenne des 5 proportions obtenues

Répartition des passages d'Anguilles entre centrale et ouvrages évacuateurs

Estimation de la répartition des Anguilles au droit de l'ouvrage

La proportion d'Anguilles transitant par les turbines est évaluée « actuellement » à l'aide d'une formule empirique qui est fonction du rapport débit d'équipement/débits caractéristiques et du rapport taille (longueur) de l'Anguille/espacement des grilles. Le calcul doit être fait pour chacun des 5 débits caractéristiques, la proportion finale étant la moyenne des 5 proportions obtenues

L'exercice est mené à partir des proportions des différentes classes de taille représentatives du stock d'Anguilles dévalant sur le cours d'eau en amont de l'ouvrage soit par défaut, pour les 3 classes de taille suivantes 50 cm, 70 cm et 90 cm)



débit voisin du Q75, 20% au-dessus de Q90) - Modèles d'extrapolations

Evaluation des dommages subis lors du passage par les turbines

L'évaluation des dommages se fait grâce aux formules prédictives de mortalité fonction du [modèle de turbine](#). Ici aussi, il est recommandé d'effectuer les calculs pour les tailles représentatives sur le cours d'eau (ou pour différentes tailles d'Anguille, par défaut, 50 cm, 70 cm et 90 cm)

Passage par les ouvrages évacuateurs

Par extrapolation par rapport aux expérimentations menées sur les smolts de Saumon atlantique ou de Truite de mer, il est considéré que le passage des Anguilles par les ouvrages évacuateurs ne leur cause pas ou peu de dommages, dans la mesure où les poissons atterrissent dans une fosse de profondeur suffisante sans éléments agressifs

Evaluation de la mortalité globale au niveau de l'aménagement

La mortalité globale au droit de l'ouvrage est la somme des mortalités obtenues pour chaque valeur de débit classé caractéristique. La mortalité pour une valeur de débits classés correspond au produit du % d'anguilles dévalantes par la probabilité de passage par les turbines et par la mortalité induite lors du passage par ces mêmes turbines.

$$\text{Mortalité globale} = \sum_{j=50}^{j=90} (\text{proportion de la classe } j) \times \left[\sum_{i=0,75}^{i=0,99} [(\text{Probabilité dévalaison à } Q_i) \times \left(\frac{1}{(\text{Probabilité passage par évacuateurs à } Q_i)} \right) \times (\text{mortalité passage turbine pour la classe } j)] \right]$$

Commentaires

Hormis les formules de mortalités par les turbines, les éléments de la méthode sont issus des suivis pluriannuels d'Anguilles dévalantes sur une série de 6 aménagements hydroélectriques sur le Gave de Pau (régime hydrologique nivo-pluvial). Les périodes et les débits caractéristiques de la dévalaison sont susceptibles de varier dans d'autres contextes hydrologiques et peuvent être affinés si des informations sur les rythmes de dévalaison sont disponibles localement

L'enjeu dévalaison Anguille attaché à un ouvrage est également fonction de la position dans le bassin versant et des effets cumulés des ouvrages

Références

Voegtli B et Larinier M, 2008. Définition d'une stratégie de restauration de l'axe de migration pour l'anguille - Cours d'eau du Gave de Pau. Rapport MIDIVAL-ECOGEA-GHAAPPE RA08.02.

GOMES P., LARINIER M., 2008. Dommages subis par les anguilles lors de leur passage au travers des turbines Kaplan. Etablissement de formules prédictives. Rapport GHAAPPE RA 08.05, 75 p.

fiches Diagnostic Dévalaison truite



CONTINUITE ECOLOGIQUE

MISE EN CONFORMITE

3110

Note Technique

Dévalaison des truites : éléments de diagnostic et démarche de détermination du niveau de protection (V. 2 nov 2015)

Points à examiner ou à traiter

Enjeux liés à la dévalaison	Stades dévalants	Des mouvements de dévalaison de truites peuvent intervenir à tous les stades de développement (de l'alevin post émergent à l'adulte) et à différentes périodes de l'année. Les connaissances actuelles montrent que les flux dévalant sont importants dans certains contextes. Rapport EDF/Onema (Etat des connaissances à la migration de la truite en rivière – V. Cornu, L. Tissot, 2015)
	Gains écologiques liés à la dévalaison	A apprécier en examinant notamment, en amont et en aval de la prise d'eau sur un linéaire suffisant en regard des besoins de l'espèce : - les caractéristiques de la population, notamment les structures de classes d'âge : différence amont/aval, secteur de fortes productions pour le BV (notion de réservoirs biologiques), stades et tailles des individus dévalant, etc. - la fonctionnalité des habitats, en particulier la présence et la localisation des frayères potentielles en y intégrant les affluents à enjeux.
	Niveau mortalités ouvrages évacuateurs	Ils sont évalués à partir de la hauteur de chute, des conditions de réception (hauteur d'eau, présence d'éléments pouvant générer des blessures)
Niveau d'impact échelle ouvrage	A évaluer en croisant le niveau de mortalité dans les turbines et par les ouvrages évacuateurs et le risque d'entraînement dans la prise d'eau.	
	Risques d'entraînement vers la prise d'eau	Le risque d'entraînement sera appréhendé au regard notamment: - de l'importance du débit maximum dérivable par rapport à l'hydrologie du cours d'eau - du pourcentage du débit d'équipement par rapport au module sur l'année ou par rapport aux périodes préférentielles de dévalaison - de la configuration du site (longueur et orientation du seuil, zones de surverses préférentielles, tirants d'eau)
	Risques de passage dans les turbines	La présence et la fonctionnalité des dispositifs de dévalaison existants. - Capacité d'arrêt (espacement barreaux, vitesses d'approches) - Capacité de guidage en lien avec l'orientation ou l'inclinaison du plan de grilles, - Configuration de 'ou des) exutoire(s) (débit, localisation, tirant d'eau, géométrie...)
	Niveau mortalités turbines	L'évaluation des taux de mortalité est effectuée à partir des classes de taille des différents stades dévalant (par défaut 5-10cm, 10-15cm, 15-20cm...) en utilisant les formules prédictives disponibles applicables aux smolts pour les turbines Kaplan et les turbines Francis,
	Point de restitution	Il sera tenu compte dans le diagnostic du devenir des poissons en cas de transfert de bassin versant, en cas de présence d'une retenue de barrage réservoir non équipé de dispositifs de dévalaison, ou de restitution très en aval des poissons entraînés (milieu aquatique défavorable à l'espèce).
Niveau de protection recommandé		Il s'agit de définir les classes de taille à prendre en considération en fonction des stades 0+, 1+, adulte puis de déterminer le niveau de protection sur la base d'une analyse croisant l'importance des enjeux et le niveau d'impact de l'ouvrage. La solution technique de réduction des risques d'impact dimensionnée en fonction des classes de taille retenues prendra également en compte les contraintes de sites et la faisabilité technico-économique. Dévalaison des truites : solutions techniques.

Merci de votre attention