



HAL
open science

Effets de l'hydroélectricité sur l'échouage-piégeage piscicole de la Basse Rivière d'Ain (01-Ain) : quelles conditions pour une campagne de suivi réussie ?

Aurore Yves-Ménager

► To cite this version:

Aurore Yves-Ménager. Effets de l'hydroélectricité sur l'échouage-piégeage piscicole de la Basse Rivière d'Ain (01-Ain) : quelles conditions pour une campagne de suivi réussie ?. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2019. dumas-03550871

HAL Id: dumas-03550871

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03550871v1>

Submitted on 1 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Centre de formation :

École Nationale du Génie de l'Eau et de
l'Environnement de Strasbourg



Entreprise, siège de l'apprentissage :

Électricité de France



**Effets de l'hydroélectricité sur
l'échouage-piégeage piscicole de la
Basse Rivière d'Ain (01-Ain) : quelles
conditions pour une campagne de
suivi réussie ?**



**Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme
d'Ingénieur de l'ENGEES**

Voie d'approfondissement : Exploitation et travaux

Aurore YVES-MÉNAGER
Formation Ingénieur Par Apprentissage Promotion
Grand Lyon 2016-2019

Janvier à Juillet 2019

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je remercie M.Beisel d'accepter d'être le président de mon jury. Je remercie également M.Stinner et Mme. Watteaux de compléter mon jury.

Ensuite, je tiens à exprimer toute ma gratitude aux personnes qui m'ont accompagnée durant ma période de TFE mais également tout au long de mon apprentissage (de 2 ans et environ 8 mois lors de la soumission de ce mémoire) :

En premier lieu, merci à l'équipe de la Direction Concessions et ses managers (François puis Pascale et Régis), qui m'ont chaleureusement accueillie, accompagnée et encouragée durant cette période.

Plus spécifiquement, je remercie Alain, premièrement pour avoir retenu ma candidature, me permettant d'être formée chez EDF, une entreprise riche et diversifiée.

Ensuite merci pour ton investissement dans mon apprentissage (les petites sessions cours d'hydraulique-GC de rivière vont me manquer), ta confiance, ton soutien, ta patience, ta disponibilité (notamment pour des corrections de rapport tardives) et ta gentillesse.

Ensuite Gérald, mon référent pour le TFE, pour ta confiance, ta disponibilité et ta patience, malgré un planning bien occupé par la gestion d'une vallée très riche mais compliquée.

Merci également à Georges pour m'avoir emmenée faire le tour de la Vallée de l'Ain afin d'en saisir les principaux enjeux environnementaux.

Julie, merci d'avoir supporté (et répondu à) mes questions pour « m'aider à grandir » ; tes remarques *impactantes* m'ont véritablement beaucoup aidée. Merci pour tes encouragements et ta piquante bienveillance.

Thomas, merci de tes encouragements, de ton aide pour la rédaction de mails et de ta disponibilité pour la correction de ce mémoire.

Puis, merci à Anne et Lucas, mes premiers collègues de bureau, pour m'avoir intégrée à la DC grâce, entre autres, à votre bonne humeur et à vos magnifiques sourires. Anne, tes papiers et informations de toutes sortes m'ont été d'un grand secours à plusieurs reprises, ainsi que tes encouragements.

Merci également à Patricia, assistante de la DC, qui m'a toujours aidée à trouver ce que je cherchais et pour avoir préparé avec beaucoup de soin mes déplacements.

Pour finir à la DC, merci Lucie, Jean-Philippe, Romain, Yoann et Claire pour les intermèdes détente mais intéressants, qui ont mêlé divertissement et partage.

Le TFE m'a permis de collaborer avec Cécile et Hervé, de la cellule IPR, que je remercie pour les interminables sessions de programmation (qui auraient nécessité une formation à la divination) et de m'avoir fait découvrir une partie de leur activité.

Ensuite je tiens à remercier l'ENGEES, pour m'avoir acceptée en formation par apprentissage et pour l'enseignement dispensé.

Parmi ses membres, je remercie Sara, ma tutrice pour l'apprentissage, qui m'a accompagnée, conseillée et est restée disponible.

Merci également à tous les membres de la Direction des Etudes pour leur aide et disponibilité, pour leurs encouragements et tolérance (pour les rendus tardifs des différentes fiches).

Pour finir, je remercie Lucas (*c'est fini pour cette année !*), mes amis et ma famille ; vous êtes un soutien non négligeable.

RESUME

Effets de l'hydroélectricité sur l'échouage-piégeage piscicole de la Basse Rivière d'Ain : quelles conditions pour une campagne de suivi réussie ?

La Basse Rivière d'Ain est une rivière qui présente de nombreux enjeux et acteurs liés à l'activité hydroélectrique de la Vallée de l'Ain ; les principaux aménagements, compris entre Vouglans et Allement, sont actuellement concédés à EDF.

Les conséquences de leur gestion sur le milieu naturel font l'objet en 2019 d'une étude d'impact (réalisée par le bureau d'études ECOTEC) qui quantifie l'échouage-piégeage piscicole au sein de la Basse Rivière d'Ain, suite à des baisses de débits (éclusées) programmées de mi-mars à début juin.

Afin de fiabiliser l'obtention des données, une Analyse de Risques Affaire, suivie d'une procédure d'intervention, ont été mises au point puis actualisées au cours de la campagne de mesure des échouages-piégeages.

La phase la plus délicate et la plus remise en question de cette campagne de suivi a été la programmation des éclusées. Cette étape a nécessité des ajustements permanents et une forte réactivité.

Malgré quelques imprévus, la campagne de suivi s'est déroulée dans de bonnes conditions. Les éclusées réalisées ont permis à ECOTEC de récolter suffisamment d'informations correctes pour effectuer les calculs d'impact demandés par l'administration (DREAL, DDT, Agence de l'Eau et AFB).

La méthodologie instaurée, composée de l'Analyse de Risques Affaire et de la procédure d'intervention, a fiabilisé l'obtention des informations nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact.

En effet, identifier, anticiper et prévoir des parades aux risques potentiels pouvant provoquer l'échec de l'étude a permis de mieux la préparer et d'assurer l'acquisition de données de qualité.

ABSTRACT

Impacts of hydroelectricity on fish trapping and stranding in the Low *Ain* River: what conditions for a successful monitoring campaign?

The Low *Ain* River is a place where multiple stakes (sometimes contradictory) converge under the prism of hydroelectric generation, backed by multiple actors. The major hydroelectric power plants, located between *Vouglans* and *Allement*, are currently conceded to EDF.

The consequences of this hydroelectric management on the natural habitat is, in 2019, the target of an impact assessment (conducted by the environmental engineering firm *ECOTEC*) which quantifies the fish trapping and stranding¹ in the Low *Ain* River, after planned flow decreases (hydropeaking) from mid-March to June.

In order to ensure the reliability of data acquisition, a risk analysis and an intervention procedure, were fine-tuned and updated over the monitoring campaign of fish trapping and stranding.

The most sensitive and the most questioned step of this monitoring campaign was the hydropeaking scheduling. This stage needed constant adjustments and a strong reactivity.

Despite some unforeseen events, the monitoring campaign was successfully implemented. The way hydropeaking had been programmed allowed *ECOTEC* to get enough good information to carry out the impact calculations requested by French administrations (*DREAL* – Regional Agency of the Environment, the Territorial Organization and the housing, *DDT* – Departmental Direction of the Territory, *Agence de l'Eau* – Water Agency and *AFB* – French Agency for the Biodiversity).

The methodology developed, made of the risk analysis and the intervention procedure, guaranteed the proper acquisition of the reliable information needed by the impact assessment.

Indeed, identifying, anticipating, organizing deflections for potential risks causing the failure of the impact assessment led to a better preparation and assured the acquisition of high-quality data.

¹ The stranding means here the deadly trapping

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	3
RESUME	5
ABSTRACT	6
LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	9
LISTES DES ABREVIATIONS/ GLOSSAIRE	9
PREAMBULE	11
INTRODUCTION	13
1 CONTEXTE	15
1.1 La Basse Rivière d'ain : enjeux et acteurs.....	15
1.1.1 Géographie et historique	15
1.1.2 Enjeux et acteurs	16
1.2 Définitions	21
1.2.1 Echouages et piégeages	21
1.2.2 Eclusées	22
1.3 Campagne de mesure de l'échouage-piégeage de 2019	25
1.3.1 Objectifs.....	25
1.3.2 Déroulement et enjeux	25
2 FIABILISATION DE L'ETUDE (SUIVI ET ACCOMPAGNEMENT)	27
2.1 Phase préparatoire	27
2.1.1 Analyse de Risques Affaire.....	28
2.1.2 Procédure d'intervention.....	30
2.2 Phase opérationnelle.....	34
2.2.1 La programmation des essais.....	34
2.2.2 Retour d'expérience et mise à jour de l'Analyse de Risques Affaire et de la procédure d'intervention	36
3 ANALYSE DE LA METHODOLOGIE ET DISCUSSION	39
3.1 Ecart entre prévision et réalisation : causes ?	39
3.1.1 Aléas Maîtrisables	39
3.1.2 Aléas Non maîtrisables.....	40
3.1.3 Synthèse des causes des écarts.....	42
3.2 Points d'attention	43
3.2.1 De la procédure	43
3.2.2 De la campagne (protocole de mesure ; organisation.....)	45
CONCLUSION	47
BIBLIOGRAPHIE	49
ANNEXES	51

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des aménagements hydroélectriques de la Vallée de l'Ain concédés à EDF	15
Figure 2 : Gradient variable 2018.....	16
Figure 3 : Cartographie des relations entre les principaux acteurs de la Vallée de l'Ain	20
Figure 4 : Schéma synthèse des principaux acteurs et enjeux de la vallée de l'Ain	21
Figure 5 : Schéma des éclusées et de leurs variables caractéristiques	22
Figure 6 : Répartition des types de moyens de production de l'énergie électrique	23
Figure 7 : Graphique de deux profils de consommation de l'hiver 2010.....	24
Figure 8 : Cycle de vie de la truite.....	26
Figure 9 : Tableau type utilisé dans l'analyse de risques affaire	28
Figure 10 : Processus « déclenchement et de contrôle » de la procédure d'intervention.....	31
Figure 11 : Exemple de profil d'une éclusée suivie.....	33
Figure 12 : Représentation de la communication lors des campagnes de mesure actuelle (1) et proposée (2)	44
Figure 13 : Extrait de la chronique de débits du 8 avril au 12 avril à la sortie de l'usine d'Allement (application métier CASTOR)	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau des types d'éclusées à suivre	35
Tableau 2 : Retour d'expérience : prévu VS réalisé	38
Tableau 3 : Synthèse des causes des écarts prévisions VS réalisation.....	42

LISTES DES ABREVIATIONS/ GLOSSAIRE

Définitions :

Aménagement hydroélectrique : un aménagement hydroélectrique comprend a minima un barrage et une usine (on inclut également les écluses lorsque le cours d'eau est navigable).

Convention « Salmonidés » : Cette convention est conclue le 4 janvier 2013 entre EDF, la fédération départementale de pêche et de protection des milieux aquatiques de l'Ain, les **AAPPMA** (Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique), le Syndicat de la Basse Vallée de l'Ain et l'Etat. Parmi les engagements, axés sur l'atténuation des impacts du fonctionnement par éclusées, contenus dans cette convention, on peut citer :

- ◆ Le maintien d'un débit de 28 m³/s pendant la phase d'incubation des œufs d'ombres
- ◆ Le test de gradients de baisse moins élevés applicables lors de la période de post-émergence des alevins de salmonidés.

Sigles :

Sigle	Signification
AAPPMA	Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
AE RMC	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
AFB	Agence Française pour la Biodiversité (<i>anciennement ONEMA</i>)
ARA	Analyse de Risques Affaire
BRA	Basse Rivière d'Ain
BVA	Basse Vallée de l'Ain
et HVA	Haute Vallée de l'Ain
BVI	Bassin Versant Intermédiaire
CCH (EDF)	Centre de Conduite Hydraulique
CD	Conseil Départemental
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CPOH (EDF)	Centre de Programmation et d'Optimisation Hydraulique
DC (EDF)	Direction Concessions
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DDT	Direction Départementale des Territoires
DOAAT (EDF)	Direction Optimisation Amont Aval Trading
DT (EDF)	Direction Technique
DTG (EDF)	Direction Technique Générale
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EDF	Electricité De France
EM (EDF)	Etat-Major
EOD	Equilibre Offre-Demande
EP	Echouage-Piégeage
FFCK	Fédération Française de Canoë-Kayak
IPR (EDF)	Ingénierie de Production Régionale
IRSTEA	Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
ISO	International Organization for Standardization Organisation internationale de normalisation
RTE	Réseau de Transport d'Electricité
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SR3A	Syndicat de Rivière Ain Aval et Affluents (<i>anciennement SBVA</i>)
ZABR	Zone Atelier du Bassin du Rhône

PREAMBULE

J'ai réalisé ma formation ingénieur par apprentissage au sein de la Direction Concessions d'EDF Hydro Est. Cette mission d'État-major constitue un appui pour les exploitants qui gèrent les aménagements hydroélectriques du territoire Nord-Est d'EDF Hydro. En effet, les membres de la Direction Concessions assistent les exploitants pour notamment les relations externes et pour tout ce qui a trait à la gestion de la concession exploitée (partenariats, gestion des terrains concédés, application de mesures compensatoires, préparation des dossiers de fin de concessions et de demande de renouvellement de concessions,...).

Les relations avec l'externe sont fréquemment complexes car tous les acteurs du territoire n'ont pas la même vision de l'aménagement et de son fonctionnement. Aussi, il est parfois nécessaire de recourir à la réalisation d'études scientifiques (approuvées par des comités composés des différentes parties prenantes) pour former un socle de connaissances admises par tous.

Ainsi, le bureau d'études ECOTEC Environnement a été mandaté par EDF afin de réaliser le suivi de l'échouage-piégeage de la faune aquatique sur la rivière d'Ain, entre l'aval du barrage d'Allement et la confluence avec le Rhône, lors de variations de débits de l'aménagement hydroélectrique. Un suivi axé sur des zones fortement piégeantes a été réalisé en 2016, 2017 et 2018. Il est reconduit en 2019 avec un objectif de globalisation : en effet, les sites d'observations ont été répartis sur la totalité de la Basse Rivière d'Ain.

La Direction Concessions a décidé de me confier une mission de suivi et d'accompagnement de l'opération afin de maîtriser la sécurité des personnels du bureau d'étude (hors l'organisation interne du BE), la sûreté des tiers, les interactions entre les acteurs nombreux internes (EDF) et externes, pour arriver à la complète fiabilisation des conditions de mesures.

Cette mission est complétée d'une participation à l'élaboration d'un rapport global, attendu par la DREAL, des impacts (positifs et négatifs) des aménagements hydroélectriques de l'Ain concédés à EDF.

Les figures et tableaux sont pour la plupart issus de documents internes EDF ou créés spécifiquement pour la rédaction de ce mémoire.

Aussi, seules les sources externes seront citées sous les figures correspondantes.

INTRODUCTION

Electricité De France (**EDF**), en tant que premier producteur d'électricité en France, est concessionnaire de nombreux ouvrages produisant de l'électricité. La variété des moyens de production d'énergie électrique de ces ouvrages permet à EDF de disposer d'un important mix énergétique.

Parmi les ouvrages gérés par EDF, on dénombre 435 **aménagements hydroélectriques** qui sont répartis en deux catégories de puissance. 129 aménagements sont dits de Petite Hydraulique et présentent une puissance unitaire inférieure à 12 MW ; les 306 aménagements restants appartiennent à la Grande Hydraulique **[3&4]**. Ces ouvrages sont répartis sur le territoire français, alors divisé en 5 secteurs. Au sein du territoire d'EDF-Hydro Est (anciennement *l'Unité de Production Est-Hydraulique*), la chaîne d'aménagements de la Vallée de l'Ain présente plusieurs particularités : elle appartient à la famille de la Grande Hydraulique et elle fonctionne par éclusées. C'est-à-dire qu'elle est principalement sollicitée pour répondre à une demande d'énergie de pointe. Son fonctionnement, par fortes variations, pose donc des questions sur les conditions de la vie piscicole.

En effet, le fonctionnement par lâchers d'eau est par essence intermittent. Cependant, dès la construction des aménagements, la notion de débit réservé a été intégrée. Via sa mention dans le cahier des charges de l'aménagement d'Allement, la fourniture à la Basse Rivière d'Ain (**BRA**) d'un débit minimal de 12,3 m³/s est assurée. Néanmoins le débit réservé n'est pas l'unique valeur de débit qui transite par l'aménagement. Le débit turbiné prend des valeurs très variées. Aussi, dans une optique de préservation du milieu naturel, les variations de débits doivent être le moins brutales possible. Elles sont réalisées via l'application d'un gradient (en m³/s/h) qui peut être constant ou variable.

En 2014, l'Agence Française pour la Biodiversité (**AFB**) et les associations de pêcheurs (AUPRA et PPVA) ont dénoncé les conventions de gradients de débits appliqués actuellement par les aménagements hydroélectriques de l'Ain (principalement au niveau de l'aménagement d'Allement). Ils demandent que soit appliqué un gradient de baisse de débit dit « naturel », calculé selon la méthode « Courret² » **[14]**.

Au vu de la pluralité d'acteurs et d'enjeux gravitant autour de cette chaîne d'aménagements, il est impossible d'y appliquer ledit gradient « naturel ». Aussi, différents gradients ont été testés depuis 2013 (dans le cadre de la **convention « Salmonidés » [9]**) afin de concilier au mieux les différents usages. Ces gradients sont évalués selon leur impact en termes d'échouage-piégeage (**EP**) piscicole dans la Basse Rivière d'Ain lors de campagnes de mesures dans certains secteurs.

De plus, le bureau d'études en charge de ces campagnes de mesures établit un protocole de calcul de risque pour interpréter et conclure sur l'impact global des aménagements. Ce protocole de calcul permettra de déterminer le risque piégeant-échouant de chaque station ainsi que la quantification de l'échouage-piégeage piscicole sur la totalité de la Basse Rivière d'Ain (pour la comparer à la mortalité naturelle) et de justifier le gradient adopté.

Un rapport de synthèse contenant le suivi préconisé et les conclusions nécessaires à l'établissement d'un règlement d'eau pour la centrale d'Allement sera fourni à la **DREAL** (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement).

L'étude de l'effet de l'hydroélectricité sur l'échouage-piégeage piscicole de la Basse Rivière d'Ain menée cette année (printemps 2019) présente un enjeu majeur car elle doit statuer et conclure sur l'impact global (en termes d'échouage-piégeage piscicole) de la chaîne d'aménagements hydroélectriques de l'Ain et de sa gestion.

Aussi, afin d'assurer la qualité des données obtenues lors des campagnes de mesures et de fait de permettre d'évaluer au mieux cet impact global, un travail de fiabilisation de la campagne de mesures a été mené. Ce travail

² Dominique COURRET est un chercheur de l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, rattaché à l'AFB. Il a établi une méthode de calcul d'un gradient dit « naturel » à appliquer à un aménagement rompant la continuité d'un cours d'eau (principalement les aménagements hydroélectriques). Cette méthode de calcul tient compte du type de variation (hausse ou baisse), du module (qui traduit la taille du cours d'eau) et de la gamme de débit dans laquelle se place la variation.

se divise en trois phases : (1) l'étude des risques entourant la campagne de mesures et les parades à mettre en place via l'application d'une méthodologie ; (2) l'encadrement de la campagne en elle-même et la mise à jour de cette méthodologie ; enfin (3) l'analyse de la méthodologie et de son application.

1 CONTEXTE

1.1 LA BASSE RIVIERE D'AIN : ENJEUX ET ACTEURS

1.1.1 GEOGRAPHIE ET HISTORIQUE

La rivière d'Ain est le principal affluent du haut Rhône³ [9].

La Basse Rivière d'Ain est la portion de la rivière d'Ain comprise entre l'aval du barrage d'Allement et sa confluence avec le Rhône environ 40 km en aval. L'Ain en basse vallée présente un module de 120 m³/s à Chazay-sur-Ain et est large d'environ 100 m. Les débit et hauteur instantanés maximaux enregistrés à cette station ont été observés le 15 février 1990 aux valeurs respectives de 1690 m³/s et 5,48m [26&27].

Les aménagements qui scindent l'Ain en deux parties ont été mis en service entre les années 1931 (Cize-Bolozon) et 1970 (Coiselet) [5]. Ils sont présentés sur la carte (Figure 1) ci-après :

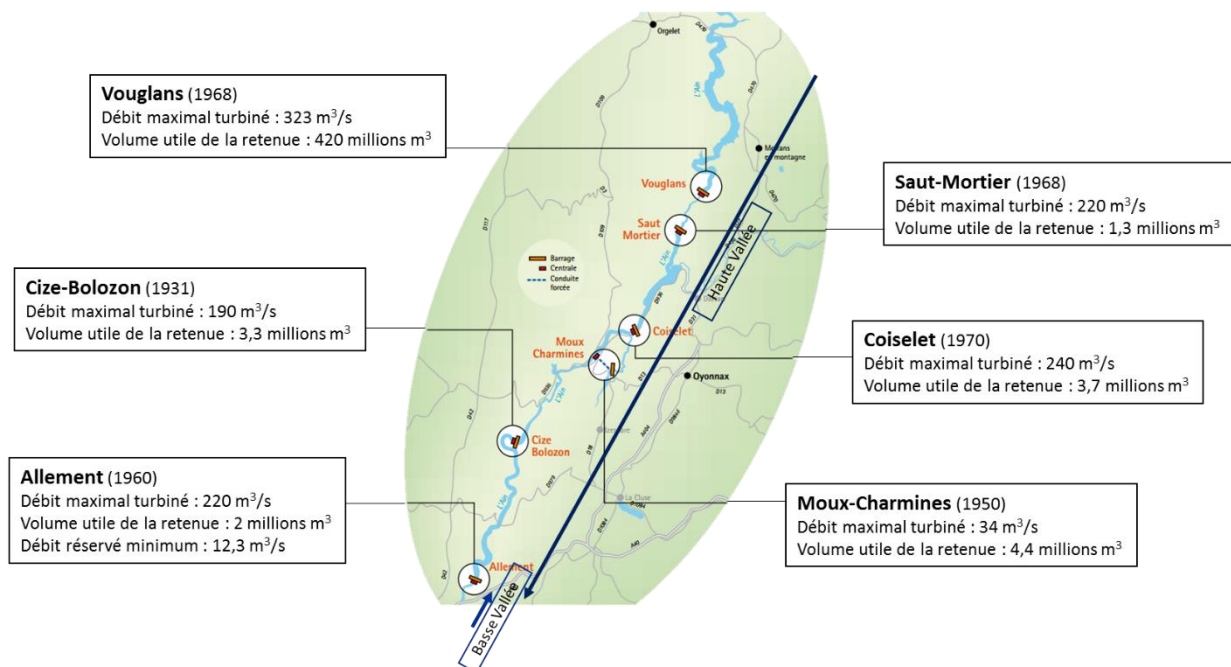


Figure 1 : Carte des aménagements hydroélectriques de la Vallée de l'Ain concédés à EDF

Ce rapport sera axé principalement sur la Basse Vallée de l'Ain (BVA) (siège du projet étudié) mais également sur le barrage d'Allement (limite entre la Haute et la Basse Vallée de l'Ain). Cependant, les haute et basse vallées forment l'hydrosystème « Ain » et sont étroitement liées ; aussi, pour certains sujets, on ne peut parler de l'une sans inclure l'autre. Par conséquent, l'aménagement de Vouglans, dont la gestion influence la totalité de la vallée, sera également assez présent dans ce rapport.

La gestion de l'eau de la rivière d'Ain fait intervenir de nombreux acteurs avec chacun des objectifs propres, complémentaires ou alors opposés (Cf. 1.1.2 Enjeux et acteurs).

Depuis 2014, un conflit oppose les fédérations et associations de pêche à EDF [10], en tant que concessionnaire des aménagements hydroélectriques de la Vallée de l'Ain, quant à la gestion de l'eau qui y est faite, notamment lors des périodes critiques (que sont la fraie et l'émergence) chez les salmonidés. Des discussions et essais ont abouti à un compromis : de fin novembre à début juin, le débit minimum délivré est de 28 m³/s, afin de préserver

³ Le Rhône de l'aval de Genève au secteur Jons-Jonage, en amont de Lyon.

les frayères piscicoles (convention « Frayères » de 1994 à 2008 puis convention « Salmonidés » depuis 2013). De plus, à partir du début de la période suivant l'émergence des salmonidés (mi-mars) et jusqu'à fin mai, les baisses de débit se font suivant un gradient variable (approuvé en 2018), défini sur le graphique (*Figure 2*) ci-après. Il a pour but de protéger la faune piscicole lors de ses stades de développement biologiques les plus sensibles.

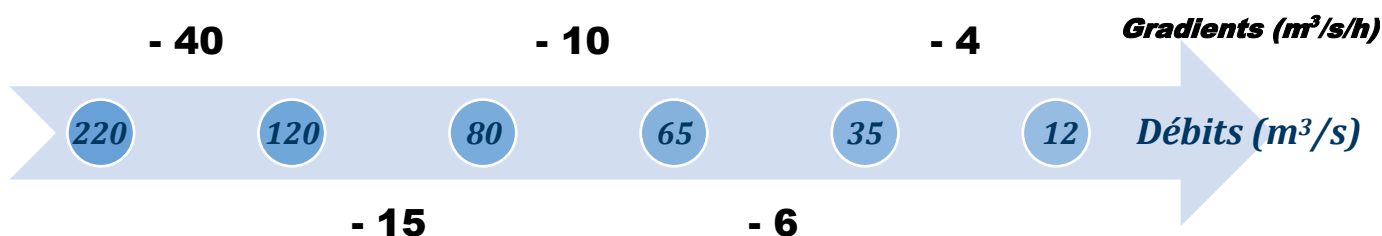


Figure 2 : Gradient variable 2018

1.1.2 ENJEUX ET ACTEURS

Les enjeux et acteurs de la vallée de l'Ain sont multiples et souvent en interaction les uns avec les autres. Les enjeux et acteurs présentés ci-après sont les principaux répertoriés et ils sont ceux qui ont le plus d'impact dans la gestion des aménagements hydroélectriques ; ces listes ne sont pas exhaustives.

1.1.2.1 ENJEUX

ENJEUX SOCIAUX ET ECONOMIQUES :

Le tourisme et l'industrie sont très présents dans la vallée de l'Ain.

L'atteinte d'une cote dite « touristique »⁴ est nécessaire pour permettre l'accès aux plages et le bon déroulement des autres activités ludiques en période estivale. Le lac de Vouglans présente notamment trois zones d'activités spécifiques : pêche, sports nautiques de vitesse, sports nautiques d'eau calme.

La pêche est très présente également sur la totalité du linéaire de la Rivière d'Ain (associations de pêche agréées de l'Ain et du Jura et les Fédérations de pêche associées).

L'industrie et l'agriculture sont également fortement implantées dans les départements de l'Ain et du Jura. Bien que les industries ne soient pas toutes présentes aux abords de la Rivière d'Ain, nombre d'entre elles ont eu ou ont encore une incidence sur le milieu naturel. Au XIX^{ème} siècle, des tanneries, papeteries, moulins, industries métallurgiques et forestières étaient très présents sur les territoires des deux départements [11&25].

⁴ Cette cote n'est appliquée qu'à la retenue de Vouglans

ENJEUX ENERGETIQUES (Cf.1.2.2 Eclusées) ET TECHNIQUES :

La vallée de l'Ain présente un fort intérêt du point de vue du potentiel énergétique. En effet, le lac de Vouglans est la 3^{ème} plus grande retenue artificielle de France (avec un volume total de 605 millions de mètres cubes d'eau dont 420 millions de mètres cubes de volume utile). Ainsi la quantité d'énergie disponible de cette retenue joue un rôle majeur dans la gestion des besoins électriques de pointe. En outre, Vouglans n'est pas le seul aménagement hydroélectrique de la chaîne de l'Ain. Cette vallée est donc hautement stratégique pour la production d'énergie renouvelable.

De plus, le profil de la rivière d'Ain permet l'installation de « microcentrales ». On compte notamment 5 installations, situées entre Pont d'Ain et Neuville sur Ain qui participent à la production d'énergie hydroélectrique.

La gestion de la production d'électricité nécessite une amélioration continue des équipements de production afin d'être le plus adaptables aux contraintes évolutives (environnement et exigences réglementaires, besoins énergétiques, ...), cela participe aux enjeux techniques de cette vallée.

ENJEUX REGLEMENTAIRES ET SOCIETAUX :

La réglementation est assez dense sur la vallée de l'Ain. En effet, la Basse Rivière d'Ain (composée de deux masses d'eau naturelles) doit, à l'instar de tous les cours d'eau français, et au vu de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) de 2000, atteindre un « bon état » [18]. Ce « bon état », en ce qui concerne les masses d'eau superficielles naturelles, est atteint lorsque les états chimique et écologique sont *a minima* bons selon les critères et normes détaillés dans la DCE.

De plus, la gestion de la rivière d'Ain doit respecter les préconisations du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) mis en application depuis 2010 et renouvelé tous les 5ans. Ce SDAGE a pour échelle le bassin Rhône-Méditerranée. Aussi, il est complété par un SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) pour la Basse Vallée de l'Ain qui se concentre sur la portion aval de la rivière d'Ain, soit la Basse Rivière d'Ain et ses affluents. Il a été approuvé en 2003 puis réévalué et à nouveau approuvé en 2014. En amont, la rivière d'Ain ainsi que ses affluents sont également pourvu d'un cadre réglementaire plus spécifique que sont des contrats de rivière [25].

ENJEUX HYDROGEOLOGIQUES :

La ressource en eau de la Vallée de l'Ain est très sensible. La Haute Rivière d'Ain est caractérisée par un système karstique, par essence très variable et très difficile à cartographier. La Basse Rivière d'Ain est accompagnée de sa plaine alluviale, beaucoup plus facile à étudier et plus prévisible. Cependant, la Basse Rivière d'Ain dépend majoritairement de la gestion énergétique. De fait, ses caractéristiques physiques (de température et d'oxygène dissous) sont tantôt détériorées, tantôt améliorées selon le contexte saisonnier (hydrologie et température) et le contexte énergétique (forte/faible demande énergétique de pointe).

De plus, la nappe alluviale a longtemps subi une pression quantitative du fait des prélèvements anthropiques, destinés à l'irrigation agricole, l'alimentation en eau potable et l'industrie.

La principale pression quantitative de la Basse Rivière d'Ain est la pression agricole⁵, bien qu'elle soit en grande partie reportée sur le Rhône. En effet, les prélèvements destinés à l'irrigation des cultures représentaient l'essentiel des prélèvements d'eau dans la nappe alluviale de l'Ain. Or la gestion estivale de la Basse Rivière d'Ain, devenue de plus en plus complexe, a nécessité la mise en place d'une possibilité pour une partie des agriculteurs de prélever l'eau d'irrigation dans le Rhône afin de soulager la nappe alluviale de l'Ain. Cela a permis, depuis 1999 notamment, de fortement diminuer les volumes prélevés dans la nappe alluviale de l'Ain (- 30% pour le volume prélevé total)⁶ [6&12].

L'agriculture affecte également la qualité globale de l'eau souterraine du fait de la concentration en nutriments (composés azotés et phosphatés principalement) et des micropolluants (pesticides) qui s'infiltrent dans les sols cultivés. Cette pression qualitative est étroitement surveillée et réglementée.

⁵ L'irrigation représente 61 % de la totalité des prélèvements d'eau dans la nappe alluviale de l'Ain en 2015.

⁶ Concernant le volume alloué à l'irrigation, il a réduit de 36% de 1999 à 2015.

ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX :

Les enjeux environnementaux (de la faune aquatique : poissons, macro benthos ; de la flore aquatique : algues ; de l'écosystème global : moins d'insectes disponibles donc moins d'avifaune, etc...) sont des enjeux majeurs de cette vallée. En effet, les acteurs concernés par la gestion de la vallée de l'Ain montrent une volonté de protéger son écosystème. La gestion, sur la Basse Rivière d'Ain, de près de 6 km de parcours de pêche « no-kill » par l'**AAPPMA** (Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique) « AUPRA » [8] est un exemple d'actions mises en place pour protéger le milieu naturel, d'une pêche excessive en l'occurrence.

Le changement climatique entraîne une modification de la rivière et de ses écosystèmes. Ainsi la répartition des populations présentes, piscicoles par exemple, évolue vers une augmentation des cyprinidés au détriment des salmonidés qui préfèrent des eaux plus froides [6].

Cette hypothèse n'est pas encore ni totalement admise ni quantifiée exactement. Cependant, on constate des signes de cette tendance due au réchauffement global de la rivière ; les températures estivales sont de plus en plus chaudes et ce, pendant des périodes plus longues, ce qui est défavorable à la survie des salmonidés. La future disparition de la truite dans la Rivière d'Ain n'est actuellement pas envisagée par de nombreux acteurs.

La gestion énergétique des aménagements de la moyenne vallée de l'Ain influence fortement les écosystèmes mais ses conséquences ne sont actuellement pas encore bien connues ni maîtrisées. Il faut souligner que la gestion énergétique dépend également très fortement du milieu naturel, la Rivière d'Ain, et notamment de son principal affluent dans sa portion aval : la Bienne.

LA BIENNE [Banque Hydro EauFrance] :

Cet affluent de l'Ain se jette dans le lac de Coiselet qui alimente l'usine hydroélectrique de Coiselet située en amont d'Allement. La retenue de Coiselet est la dernière retenue de la chaîne d'aménagements hydroélectriques de la vallée de l'Ain disposant d'un volume suffisamment important pour écrêter des crues. Cette capacité de stockage n'est cependant pas suffisante pour absorber la totalité du sur-volume que la Bienne peut apporter à l'Ain en cas de crue. Par conséquent, lorsqu'une crue est annoncée sur le Bassin Versant Intermédiaire de la Bienne, on considère que le débit qu'elle va apporter devra transiter intégralement par l'usine d'Allement (en tenant compte du temps de transit de Coiselet à Allement).

Son module est de 29,30 m³/s à Jeurre. Les maxima enregistrés par la banque Hydro sont : le débit maximum instantané de 822 m³/s (le 22 décembre 1991) et débit maximum journalier de 680 m³/s (le 15 février 1990).

Une étude d'impact concernant l'échouage-piégeage piscicole sur toute la Basse Rivière d'Ain, soient les 40 km de rivière à l'aval de l'aménagement d'Allement, a été commanditée par EDF afin de quantifier l'influence de ses ouvrages. Cette étude, ainsi que son déroulement présenté au paragraphe [1.3 Campagne de mesure de l'échouage-piégeage de 2019](#) de ce rapport, ont été approuvés par le comité de pilotage et le comité technique de suivi du projet d'optimisation de la gestion des débits de la Rivière d'Ain, projet mis en place suite à l'instauration du SAGE de la Basse Vallée de l'Ain en 2003. Ces comités ont pour mission le suivi du projet en associant les acteurs de l'aval et de l'amont, de discuter des potentialités de la Basse Vallée de l'Ain et de débattre et commanditer des études cohérentes au sein de ce périmètre.

1.1.2.2 ACTEURS

La Basse Rivière d'Ain est extrêmement dépendante de la Haute Rivière d'Ain. Aussi, les acteurs cités ci-après sont impliqués dans tout ou partie de la rivière et participent chacun à un ou plusieurs des enjeux précédemment cités. Par souci de simplification, dans la liste ci-dessous, les acteurs ne sont inscrits que dans un seul domaine.

LES ACTEURS

- Energie⁷ :
 - EDF par ses aménagements sur la Haute Rivière d'Ain (le barrage d'Allement représentant la limite entre la Haute et la Basse Rivière d'Ain).
 - Producteurs indépendants\autonomes (ou microcentrales) localisés entre Neuville-sur-Ain et Pont d'Ain.
- Tourisme et activités ludiques:
 - Le Conseil Départemental du Jura (**CD** -39) est propriétaire du lac de Vouglans et garant du maintien de la cote minimum du lac pour l'accès aux plages : la cote touristique.
 - La Fédération Française de Canoë-Kayak (**FFCK**) est présente sur tout le long du linéaire de la rivière d'Ain à travers différents clubs agréés. Cependant, ici on ne considère que les activités nautiques du lac de Vouglans.
 - Les Fédérations et Associations de Pêche (dont une partie de linéaire qu'elles gèrent est réservé à la pratique « no-kill »). Elles sont également impliquées dans la protection du milieu aquatique.
- Environnement
 - Les syndicats de rivière, comme le Syndicat de Rivière Ain Aval et Affluents (**SR3A**) qui engage des actions de préservation du milieu et porte le SDAGE.
- Administratif
 - La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (**DREAL**) règlemente le débit réservé et les débits maximum des aménagements (via le cahier des charges de chaque aménagement)
 - L'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (**AE RMC**) participe au financement de certains projets. De plus, elle établit un programme de gestion de son bassin hydrographique (le SDAGE, les SAGE et les contrats de rivière) dont elle assure également la mise en place.
 - La Direction Départementale des Territoires de l'Ain (**DDT** - 01) présente parmi ses fonctions, celle de police de l'eau.
 - L'**AFB** (Agence Française pour la Biodiversité (*anciennement ONEMA*)) contrôle la qualité de la biodiversité, elle représente la police de l'Environnement.
- Recherche :
 - Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (**IRSTEA**)
 - Centre National de la Recherche Scientifique (**CNRS**)

Ce sont les deux principaux laboratoires de recherche impliqués dans des programmes de recherche sur la Basse Rivière d'Ain, notamment via des zones atelier (comme la Zone Atelier du Bassin du Rhône - **ZABR**).

Ils sont très concernés par des sujets tant sur les sédiments et leur déplacement que sur des études à propos de la thermie de l'eau ou encore sur l'évolution de la faune et de ses habitats. La Basse Rivière d'Ain est un site privilégié pour l'étude de tels phénomènes.

⁷ A noter que d'autres (micro)centrales sont présentes sur les affluents de l'Ain et influent ainsi sur son fonctionnement, notamment en cas de crues. Ces aménagements forment obstacle à l'écoulement mais peuvent disposer d'un volume de retenue suffisant pour atténuer les impacts des crues.

LEURS RELATIONS

Il faut également mentionner les relations qui lient les différents acteurs entre eux. En effet, ces relations ont une incidence sur leur lien avec le territoire (la vallée de l'Ain) mais également sur le territoire lui-même.

Les relations entre les acteurs présentant le plus d'enjeux pour la gestion de la Rivière d'Ain sont représentées ci-dessous (Figure 3⁸):

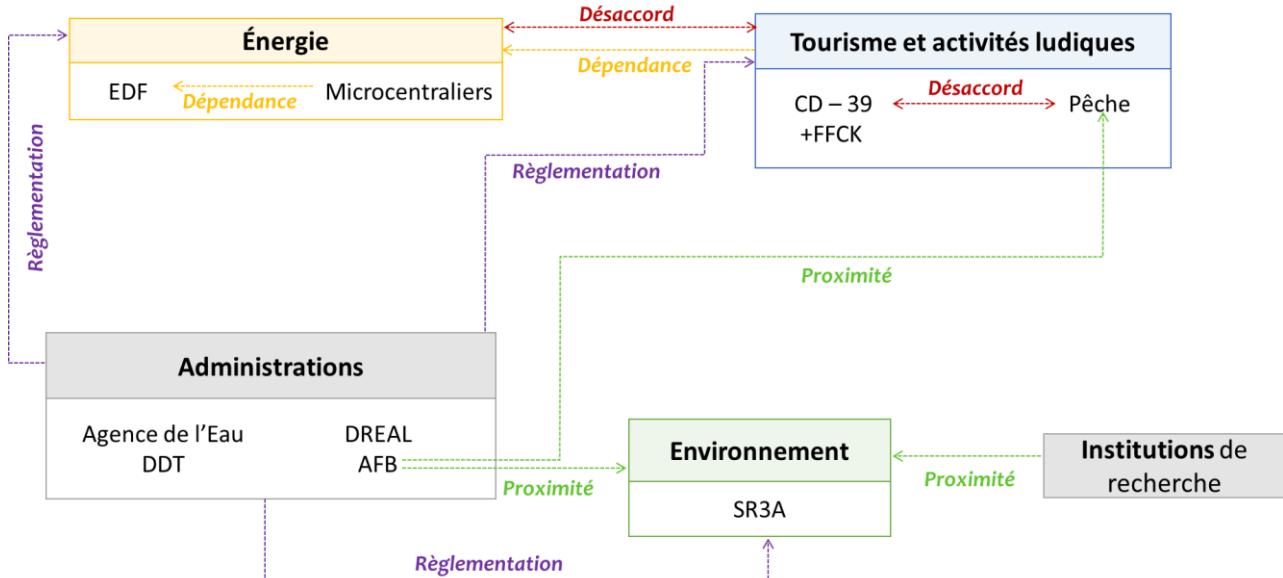


Figure 3 : Cartographie des relations entre les principaux acteurs de la Vallée de l'Ain

On remarque quatre types principaux de relations : la **proximité**, les **désaccords**, la **dépendance** et la **réglementation**. De plus, ces liens peuvent être intra-domaine ou inter-domaine.

Les relations intra-domaine :

- ◆ Les **microcentraliers** **dépendent** très fortement d'EDF car leur production énergétique est dite « au fil de l'eau ». Ils turbinent donc le débit sortant de la centrale d'Allement (dans la limite de leur capacité), le débit non turbiné se déversant sur le seuil joint à la microcentrale.
- ◆ Les activités touristiques et ludiques se trouvent en **contradiction** en ce qui concerne les besoins du **lac de Vouglans (CD - 39)** associé à la **FFCK** et ceux des **pêcheurs de la Basse Rivière d'Ain**. En effet, du fait de leur localisation géographique par rapport aux aménagements hydroélectriques (respectivement à l'amont et à l'aval), leurs intérêts divergent. Tous deux veulent une quantité d'eau constante, mais satisfaire l'un dessert l'autre (l'hydrologie seule ne permet pas de satisfaire les deux acteurs la totalité de l'année).

Les relations inter-domaines :

- ◆ L'agence **Auvergne - Rhône-Alpes de l'AFB** est très présente sur le terrain et entretient une relation de forte **proximité** avec le **SR3A** ainsi qu'avec les **associations et fédération de pêche de la Basse Rivière d'Ain**.
- ◆ Le **SR3A** est également en **contact étroit** avec les **institutions de recherche**. En effet, la recherche de connaissance et de compréhension d'un milieu naturel permet ensuite de mieux le protéger.
- ◆ L'énergie (principalement **EDF**) influence beaucoup sur les **activités touristiques et ludiques** (qui en sont alors très **dépendantes**).
- ◆ L'énergie (ici, principalement **EDF**) et les **activités ludiques et touristiques** ne sont donc **pas toujours en accord** selon quelle activité est priorisée (tourisme ou pêche) par les acteurs de l'énergie.

⁸ Cette cartographie n'est pas exhaustive mais elle répertorie les principaux liens influençant la gestion énergétique de la vallée de l'Ain par EDF

- Les différentes administrations réglementent les acteurs du territoire dont l'énergie, les activités ludiques et touristiques et l'environnement.

Les enjeux et acteurs sont synthétisés dans la figure (Figure 4) ci-après (par souci de lisibilité, les relations entre les différents acteurs et catégories ne sont pas représentées).

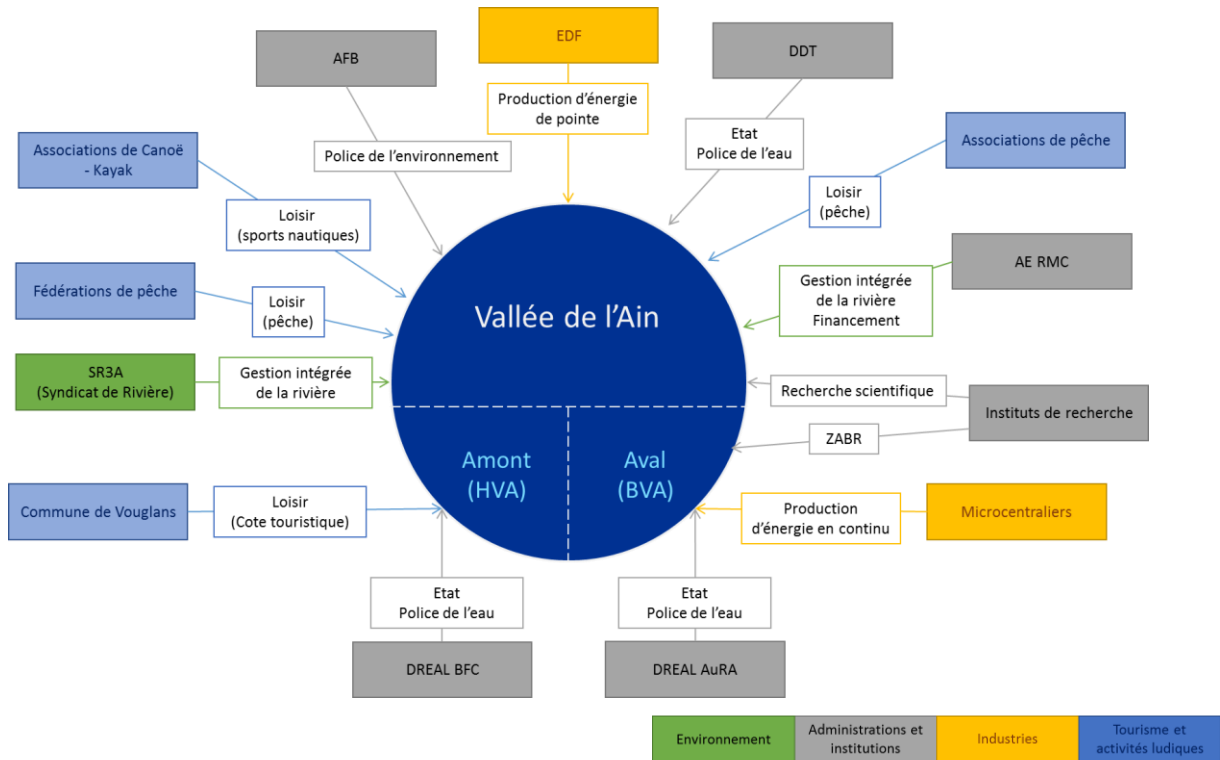


Figure 4 : Schéma synthèse des principaux acteurs et enjeux de la vallée de l'Ain

1.2 DEFINITIONS

1.2.1 ECHOUAGES ET PIEGEAGES

Le **piégeage** correspond à l'isolement de la faune dans des gouilles (flaques) ou des bras annexes alors déconnectés mais restant suffisamment en eau pour permettre la survie des individus piégés.

L'**échouage** est défini comme un piégeage de la faune dans des zones asséchées ou avec une quantité d'eau ne permettant pas la survie des espèces dans cette zone plus de quelques heures.

Les études d'impact réalisées par le bureau d'études ECOTEC mentionnent des « échouages-piégeages ». Cela n'induit pas qu'ils sont confondus mais plutôt que les piégeages sont considérés comme des échouages (postulat le plus défavorable). En effet, certains poissons sont seulement piégés lors de l'observation mais les intervenants ne restent pas sur le lieu du piégeage jusqu'à l'évaporation ou l'infiltration totale de l'eau de la zone piégeante ; il se peut alors que la zone se vide rapidement (ou en tout cas avant la remontée de débit) et que la faune observée piégée soit, à brève échéance, échouée. Les observations doivent être représentatives de la réalité. Cela nécessite alors parfois, dans le cadre d'études d'impact, d'adopter une interprétation défavorable de l'observation pour avoir une vision conservatrice du risque.

1.2.2 ECLUSEES

DEFINITION

Initialement, les éclusées sont définies comme la « quantité d'eau qui s'écoule depuis l'ouverture de l'écluse jusqu'à sa fermeture »⁹.

Les éclusées mentionnées ici sont les éclusées de barrage et sont donc le système de production d'hydroélectricité spécifique des barrages de haute et moyenne chute. Le fonctionnement de ces ouvrages permet la production d'une hydroélectricité de pointe grâce à des lâchers d'eau. Les éclusées ne sont provoquées que lors d'un besoin de production d'électricité¹⁰. En effet cette énergie est dite « placée » (par opposition à l'énergie « fatale »).

Les éclusées sont parfois définies comme étant un cycle complet : une montée suivie d'une baisse de débit. Dans ce rapport, les éclusées correspondront spécifiquement à la phase de baisse de débit comme le montre le schéma¹¹ (Figure 5) ci-après. En effet, les hausses de débit seules n'ont pas de conséquences en termes d'échouage-piégeage.

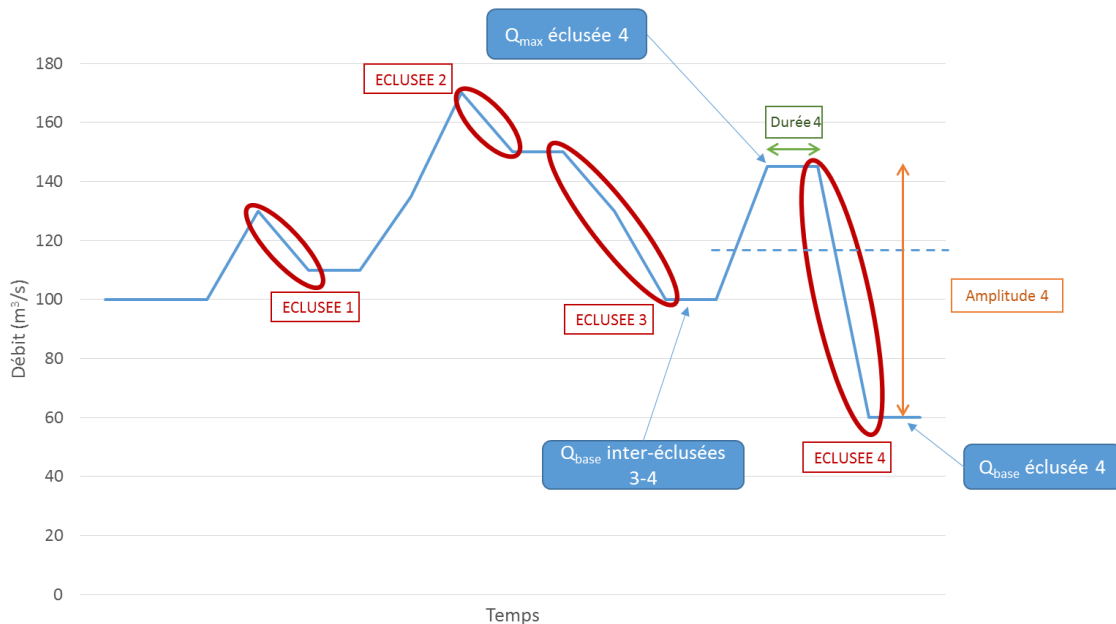


Figure 5 : Schéma des éclusées et de leurs variables caractéristiques

Sur cette figure, le profil de l'éclusée 4 est détaillé. On décrit :

- Le **Q_{base} inter-éclusées 3-4** : c'est le débit le plus bas observé entre les éclusées 3 et 4.
- Le **Q_{max} éclusée 4** : il s'agit du débit maximum atteint au cours de l'éclusée. En général, c'est le débit auquel l'éclusée commence.
- Le **Q_{base} éclusée 4** : il s'agit du débit minimum de l'éclusée. En général, il s'agit du débit de fin d'éclusée.
- **L'amplitude 4** : elle correspond à la différence entre le débit max et le débit de base de l'éclusée.
- **La durée 4** : cette durée est un palier à Q_{max} éclusée. Au cours de l'étude, il est imposé à 2h afin que le débit maximum soit bien installé et que les milieux potentiellement colonisables soient mis en eau. Cela

⁹ Dictionnaire de l'Académie Française

¹⁰ Attention cela ne signifie pas qu'aucun débit ne transite par ces ouvrages hors des périodes de besoin énergétique. Tous les aménagements de haute et moyenne chute délivrent au minimum un débit réservé en permanence afin de garantir le bon fonctionnement du cours d'eau même lorsqu'il n'y a pas besoin de produire de l'énergie électrique de pointe. Ce débit réservé est tout de même turbiné et l'électricité produite est dite fatale, au même titre que l'électricité produite par les centrales hydroélectriques « au fil de l'eau ».

¹¹ Ce schéma n'est pas à l'échelle et les valeurs de débit sont quelques valeurs que l'on retrouve au niveau de la Rivière d'Ain.

peut ne pas être le cas si la baisse de débit suit de trop près l'augmentation, comme les cas des éclusées 1 et 2 du schéma.

- Le **gradient** n'est pas mentionné sur ce schéma, par souci de simplification. En effet, le gradient appliqué au cours de l'étude est un gradient variable (Cf. *Figure 2 : Gradient variable 2018* au 1.1.1 Géographie et historique) et sa représentation aurait alourdi le graphique (*qui, pour rappel, n'est pas à l'échelle*). Le gradient moyen de l'écluse correspond donc à la valeur de l'amplitude divisée par le temps de la baisse.

EQUILIBRE OFFRE-DEMANDE (EOD)

Les éclusées énergétiques de haute et moyenne chute ont pour but la production d'énergie électrique de pointe. Il s'agit d'un des types de moyens de production d'électricité ; ces moyens sont présentés sur le graphique (*Figure 6*) ci-après.

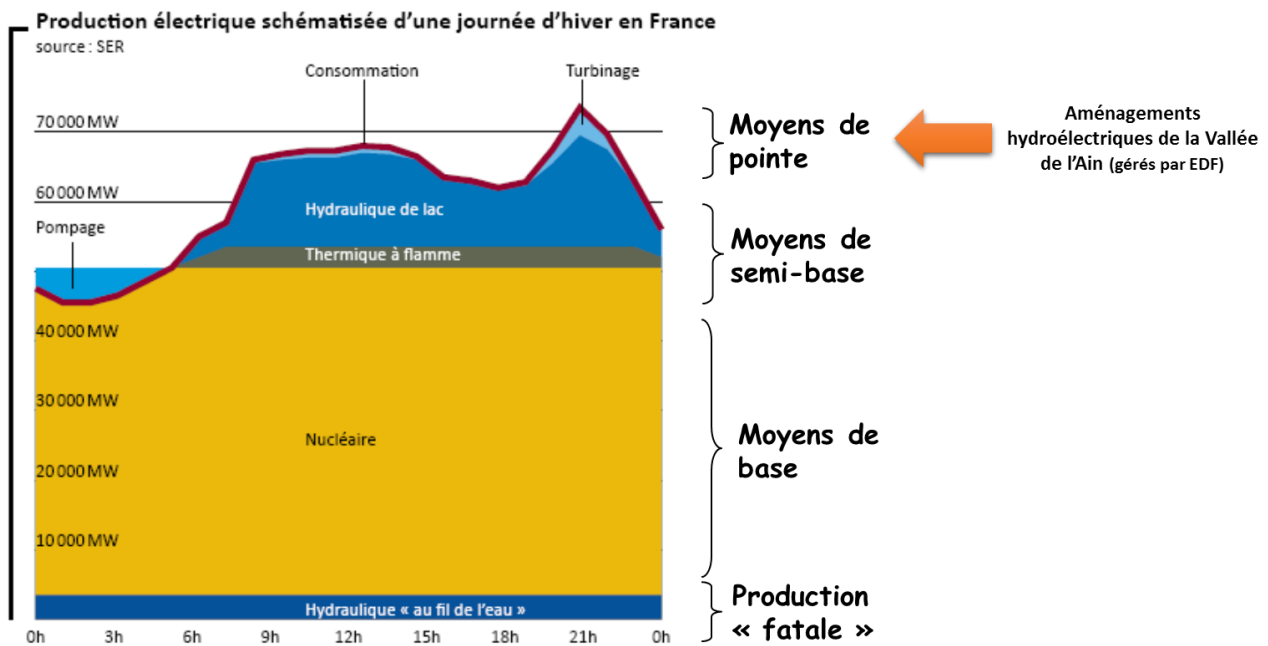


Figure 6 : Répartition des types de moyens de production de l'énergie électrique

Cette énergie produite en pointe est donc nécessaire pour satisfaire la demande et assurer l'équilibre offre-demande.

De plus, l'énergie hydroélectrique des barrages de montagne permet également d'assurer une tension minimale sur le réseau et d'éviter les phénomènes de « black-out » [24&29]. Lors d'une trop forte consommation instantanée et d'un apport d'électricité trop faible (déséquilibre entre l'offre et la demande), la fréquence sur le réseau risque de devenir trop faible (la valeur normale de la fréquence sur le réseau en France est de 50 Hertz). Afin d'éviter la panne de courant à large échelle, RTE (Réseau de Transport d'Electricité) dispose de plusieurs leviers. L'entreprise de gestion des réseaux électriques à très haute tension peut tout d'abord demander à certains industriels de réduire instantanément leur consommation. Si cela ne suffit pas, elle fait appel aux producteurs afin de réinjecter de l'électricité sur le réseau pour pallier la demande soudaine. Dans ces cas-là, les aménagements de haute et de moyenne montagne peuvent être sollicités car leur production d'énergie électrique est importante et instantanée.

Aujourd'hui, en Europe, le rayon d'action des pannes de courant généralisées n'est pas limité aux frontières des pays. En effet, les réseaux électriques de tous les pays européens étant reliés et interdépendants, afin de faciliter les transferts d'achat-vente d'énergie entre les différents pays, le risque de coupure dans un pays peut se répercuter également chez un ou plusieurs de ses voisins. On peut alors parler, non pas de plusieurs réseaux électriques interconnectés mais d'un seul réseau électrique européen. La gestion de l'équilibre offre-demande

global demande des interactions et un dialogue permanent entre RTE et ses homologues européens afin d'assurer la sécurité d'approvisionnement en électricité de la France et, plus globalement de l'Europe.

Actuellement, en France, un producteur d'électricité estime la production électrique (soit « l'offre ») qu'il va devoir injecter sur le réseau très haute tension (géré par un unique gestionnaire en France : RTE) en fonction du nombre et du type de contrats qu'il a passé avec ses clients ainsi que des variations journalières (ce qui correspond à « la demande »). La demande peut très fortement varier, et ce, au cours d'un même hiver. C'est ce que montre le graphique (Figure 7) ci-après.

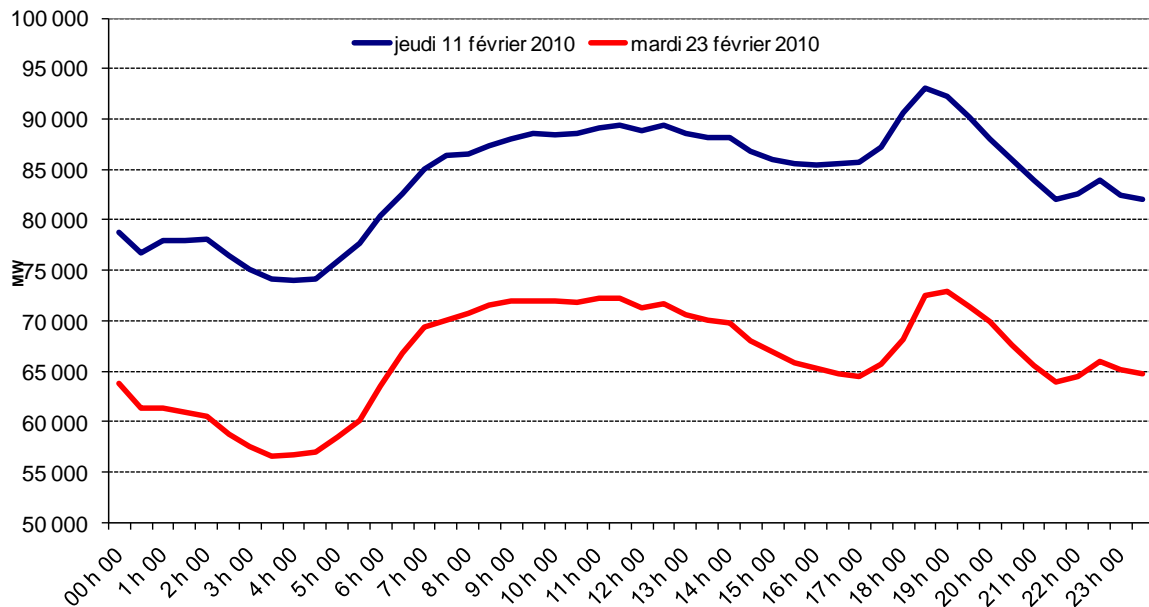


Figure 7 : Graphique de deux profils de consommation de l'hiver 2010

Selon ses moyens de production, le producteur peut être autonome ou il peut avoir besoin d'acheter de l'énergie électrique à d'autres producteurs français ou européens. Outre la capacité de production, les aspects économiques du marché de l'électricité rentrent aussi en ligne de compte et peuvent inciter un producteur à ne pas utiliser un de ses moyens de production. Par exemple, un jour de fort vent en Allemagne, le producteur français choisit de ne pas solliciter les aménagements hydroélectriques de haute chute (car l'énergie produite est très chère) pour acheter de l'énergie en Allemagne produite par les éoliennes (qui est une énergie beaucoup moins onéreuse à produire, d'autant plus les jours de forts vents).

Ainsi l'énergie produite, quelque-soit le moyen de production, a un coût.

La prise en compte du contexte décrit ci-dessus, avec la notion de coût de production de l'énergie électrique, a été primordiale pour bien encadrer l'étude d'impact.

La contribution de l'énergie de pointe par l'hydroélectricité devient de plus en plus importante avec le développement des énergies renouvelables intermittentes (éolien et photovoltaïque).

1.3 CAMPAGNE DE MESURE DE L'ÉCHOUAGE-PIÉGEAGE DE 2019

1.3.1 OBJECTIFS

De nombreuses études ont été réalisées afin de définir (ou du moins de tenter d'expliquer) l'impact des éclusées sur le milieu naturel. Ces études ont eu pour objets différents cours d'eau et rivières, en France et dans d'autres pays du monde.

Cependant, chaque hydrosystème est unique et les données actuelles ne permettent pas de dégager une tendance sur des paramètres dont l'effet sur le milieu est invariablement significatif (dans leur intensité et dans leurs conséquences) : autrement dit, on ne peut identifier un type d'éclusée particulièrement meurtrier pour la macrofaune aquatique. En outre, la définition même de « type » d'éclusée est très complexe et floue. En effet, bien qu'une hausse seule de débit ne provoque pas d'échouage-piégeage, l'installation d'un débit haut (soit $\geq 90 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la BRA) peut mettre en eau des gouilles et connecter des bras annexes qui offrent alors des habitats pour la faune aquatique. Lorsque le débit va diminuer, ces zones ne seront plus alimentées et il y a alors un important risque de piégeage voire de mortalité de nombreux individus.

Par observation de chroniques de débits antérieures couplées à des observations et comptages, on peut, a posteriori, (essayer d') expliquer pourquoi telle ou telle éclusée particulière, parmi cette chronique, a causé autant d'échouage mais on ne peut pas assurer que tel type d'éclusée est spécifiquement mortel.

Néanmoins, et à défaut d'avoir identifié le facteur (ou groupe de facteurs) le plus mortel, la bibliographie spécifie quelques événements qui se démarquent car ils présentent un risque important de provoquer des piégeages (voire échouages) pour différents cours d'eau. Leur variabilité réside principalement dans la forte amplitude de leurs impacts observés, géographiquement et temporellement, et ce, au sein d'un même cours d'eau [1].

De plus, certains paramètres présentent une incidence avérée. Il s'agit principalement de la présence de bras annexes ou de dépressions inondables, sur les berges par exemple, qui seront en eau de façon intermittente.

Néanmoins, ces paramètres et événements ne sont pas spécifiques d'une vallée ou d'un cours d'eau, ils ne sont donc pas représentatifs du milieu étudié.

De plus, ils ne font pas l'unanimité au sein des gestionnaires de l'eau et des acteurs de la recherche.

1.3.2 DEROULEMENT ET ENJEUX

LE DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE :

La campagne de mesures se focalise sur l'observation des échouages et piégeages des espèces piscicoles à la suite d'éclusées « types »¹², définies en fonction de la bibliographie. L'espèce cible est la truite fario. Les autres espèces piscicoles ainsi que le macro benthos piégés et/ou échoués sont également recensés.

La truite est une des deux principales espèces de salmonidés présentes dans la Basse Rivière d'Ain. Elle est plus sensible que l'ombre commun, ce qui fait d'elle une espèce parapluie¹³ de la Basse Vallée de l'Ain.

L'étude cherche à évaluer l'impact des ouvrages hydroélectriques de la Vallée de l'Ain, en termes d'échouage-piégeage piscicole, et de la façon la plus réaliste et représentative possible. Afin d'encadrer les résultats, un des cas étudiés sera le cas « le plus défavorable ». Pour cela, il faut considérer le stade de développement biologique des truites le plus sensible.

Le stade de développement biologique le plus sujet à mortalité chez les truites est l'émergence (Cf. *Figure 8* ci-après).

¹² Comme mentionné plus haut, la définition d'un type d'éclusée est très compliquée, aussi les « types » décrits dans ce rapport se basent sur deux paramètres : le débit maximum et l'amplitude de l'éclusée.

¹³ Syn. : espèce représentative de la vallée. C'est-à-dire que ce qui l'affecte positivement est également bénéfique pour les autres espèces.

Les truitelles (jeunes truites immatures) émergent de mars à mai selon la période de reproduction.

C'est donc cette étape de la vie des truites qui fait l'objet des suivis d'échouage-piégeage. Les campagnes de suivi sont prévues de mi-mars à fin mai (les truitelles devraient avoir toutes émergé mais l'extension de la période de suivi permet d'observer les ombrets émergents, également de la famille des salmonidés).

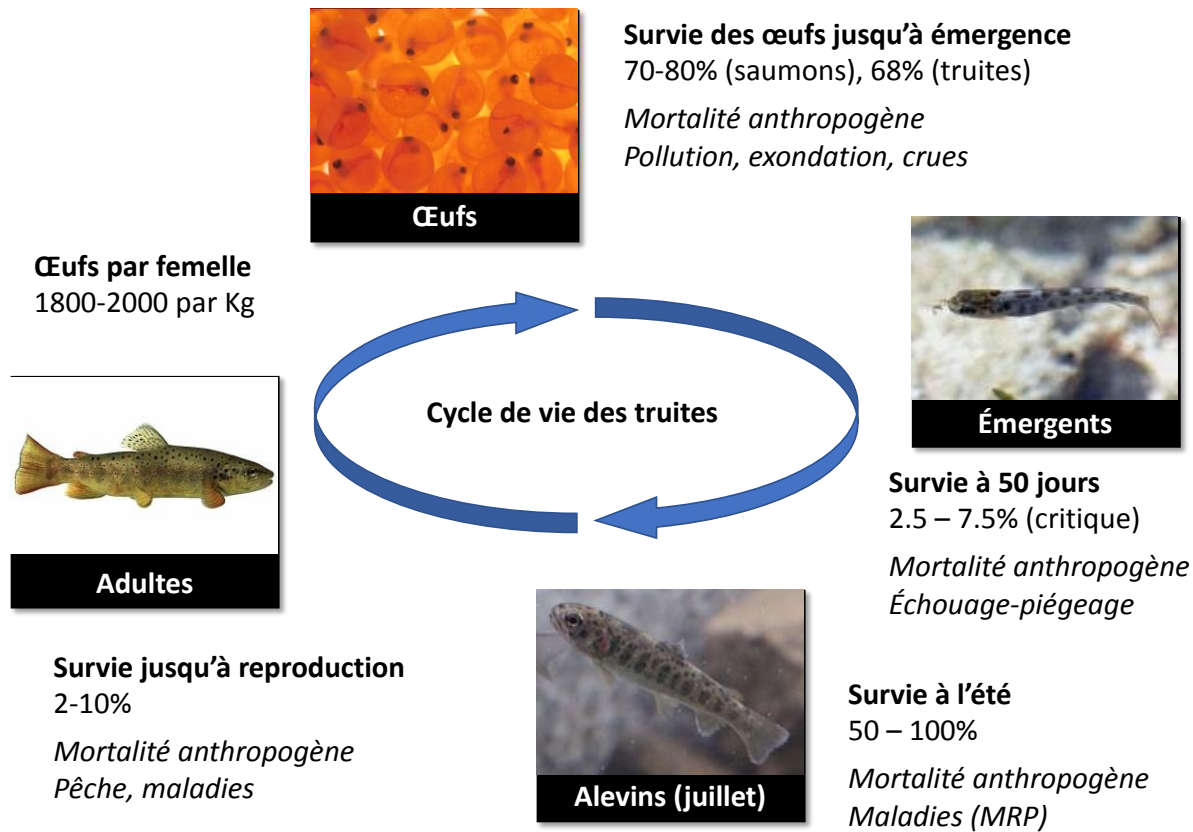


Figure 8 : Cycle de vie de la truite

Source : Protocole d'estimation de la mortalité par échouage-piégeage dans la Basse Rivière d'Ain [2]

LES ENJEUX DE LA CAMPAGNE :

- ◆ Ne pas manquer l'émergence car elle est le stade observé dans cette étude¹⁴.
- ◆ Evaluer l'impact au plus près de la réalité. Être le plus représentatif possible.
- ◆ Ne pas surestimer la mortalité induite par les éclusées. Bien que le cas « le plus défavorable » soit envisagé comme une des bornes de l'impact calculé, il ne faut pas pour autant induire que la mortalité constatée n'est due qu'aux éclusées (et négliger alors totalement la mortalité naturelle de ce stade de développement). En effet, comme le stade émergent est le stade de développement biologique le plus sensible, il est primordial de considérer la mortalité naturelle de ce stade afin de ne pas trop surestimer la mortalité induite par les éclusées.
La prise en compte des autres espèces piégées et/ou échouées permet de comparer la mortalité induite par les éclusées sur d'autres stades de développement biologique.
- ◆ Prendre en compte l'état de la population des truitelles. L'échouage des truitelles et son évolution sont à considérer en fonction également de l'état de la population des truitelles et de son évolution ainsi que selon les conditions climatiques (fortes variations de débits en hiver qui ont pu exonder les frayères, fortes crues en hiver qui ont pu endommager les frayères, fortes variations de débits au moment de l'émergence). La campagne est donc intégrée dans un ensemble d'analyses et d'observations axées sur la truite fario (les frayères sont également étudiées).

¹⁴ Cela n'implique pas que les poissons adultes piégés et/ou échoués ne sont pas quantifiés et répertoriés.

2 FIABILISATION DE L'ÉTUDE (SUIVI ET ACCOMPAGNEMENT)

La première étape de cette fiabilisation a consisté à chercher des méthodes voire des normes afin d'être aussi complet que possible dans l'identification des potentielles causes d'invalidation des données et, par extension, de l'étude.

Il n'existe actuellement aucune méthodologie exhaustive. Cependant, la norme « **ISO 31000** – Management du risque » [23] répertorie les grandes familles de risques afin de guider les utilisateurs. De plus, une procédure interne à EDF se base sur cette norme et la précise avec les risques principaux rencontrés par EDF lors de chantiers ou dans la gestion de ses aménagements.

Cependant, ces deux méthodes sont très générales (risques globaux des organisations, risques d'importants chantiers ou installations électriques, ...) et ne sont pas assez proches des risques rencontrés lors de la réalisation d'une étude environnementale.

La méthodologie la plus proche est alors l'Analyse de Risques Affaire (**ARA**) qui est une analyse de risques de projet. Elle ne comporte donc pas (ou peu) d'éléments très opérationnels comme ceux répertoriés dans les analyses de risques de travaux. Par conséquent, il n'existe aucun guide mais il est possible de s'appuyer sur des analyses de risques affaire réalisées pour des projets antérieurs afin d'avoir une trame plus adaptée que celle proposée par la norme ISO 31000.

Il est à noter que l'étude d'impact peut être divisée en deux parties :

- La préparation et la réalisation des campagnes de mesure → effectuées conjointement entre le bureau d'études et EDF
- L'interprétation des résultats via une étude statistique → totalement à la charge du bureau d'études.

Aussi, l'interprétation des résultats n'est pas approfondie du point de vue de l'analyse de risques.

2.1 PHASE PREPARATOIRE

Cette phase d'environ 2-3 mois a eu pour buts :

- De prendre connaissance de l'historique et du contexte de la zone d'étude ; d'étudier les acteurs et les enjeux de cette vallée.
- D'établir une procédure d'encadrement de la campagne de mesure d'échouage-piégeage par le bureau d'études ECOTEC sur la Basse Rivière d'Ain afin d'assurer son bon déroulement et de fiabiliser l'obtention et la qualité des données.

Pour cela, il a tout d'abord fallu réaliser une analyse de risques affaire afin d'envisager tous les risques et aléas potentiels pouvant entraver le bon déroulement de l'étude, de les ordonner selon leur impact et de trouver des parades ou plans d'action pour s'en prémunir.

2.1.1 ANALYSE DE RISQUES AFFAIRE

L'analyse de Risques Affaire est construite par blocs : tout d'abord, les grandes familles de risques sont identifiées. Puis au sein de chaque famille, on retrouve un tableau semblable à la figure (Figure 9) présentée ci-dessous. Toutes les lignes ne sont pas remplies pour chaque famille de risques ; en effet, certains types de risques ne sont présents que lors de certaines phases du projet.

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable R : Rédacteur C : Contributeur A : Approbateur
Campagne	Avant			
	La veille			
	Pendant			
	Après			
Rapport et interprétation				

Figure 9 : Tableau type utilisé dans l'analyse de risques affaire

La ligne « Rapport et interprétation » permet d'identifier des risques ayant lieu durant la campagne et qui pourraient affecter l'analyse statistique réalisée par le bureau d'études. Les présenter dans cette analyse de risques affaire permet d'apporter une vigilance lors de la réalisation des campagnes mais également d'envisager des leviers sur lesquels EDF pourrait agir afin de fiabiliser l'analyse statistique.

Les grandes catégories de risques identifiées sont listées ci-après avec quelques-uns des risques identifiés pour chacune d'elles:

- **Les risques administratifs**

- *Risque d'invalidité des interventions car risque de transgression au cahier des charges.*

Le cahier des charges impose un débit turbinable maximum. Si le suivi est effectué sur un évènement où le débit turbiné est supérieur au débit turbinable¹⁵ maximum, alors il pourrait être remis en question.

Parade : Consultation du cahier des charges. Si le débit qui sera turbiné lors des essais est supérieur au débit turbinable maximum autorisé par le cahier des charges, rédiger les demandes d'autorisation nécessaires.

- **Les risques de gouvernance et planning**

- *Risque de mauvaises coordination et circulation de l'information.*
- *Risque de changement de dernière minute.*

Pour les deux risques cités, la parade est identique.

Parade : Etablir une procédure d'intervention pour encadrer les interventions ainsi que leur préparation.

¹⁵ Le débit turbinable dépend, outre l'hydrologie, des capacités des turbines de l'usine. La limite fixée par le cahier des charges (le débit turbinable maximum) n'est cependant pas forcément alignée sur ces capacités. Aussi, lorsque que le débit de l'Ain est supérieur au débit turbinable maximum, le débit en surplus est déversé sans être turbiné. Le risque cité ici avait alors une très faible probabilité de réalisation.

- **Les risques économiques**

- *Risque de lâcher d'eau anticipé, reporté, avorté pour des raisons économiques* (Cf. paragraphe sur l'*EOD au 1.2.2 Eclusées*).

Parade : Deux actions sont envisagées :

En amont, surestimer le nombre d'interventions nécessaires à la campagne pour que les programmes de production énergétique puissent envisager l'optimisation de l'utilisation de l'énergie produite.

Pendant la phase de campagne, la procédure d'intervention envisage le cas d'annulation ou de report d'un essai pour causes économiques.

- **Les risques environnementaux\météorologiques\naturels**

- *Risque de crue morphogène* (avant les campagnes de mesure).

En effet, l'étude d'impact a identifié des sites à observer (étant impossible de parcourir la totalité du linéaire, une sélection statistique a été réalisée), en les caractérisant notamment selon leur morphologie. Cependant une crue morphogène peut modifier la morphologie des sites.

Parade : Lors des interventions de comptage, les sites doivent être observés et décrits afin de prendre en compte les éventuelles modifications dues à la crue.

- *Risque de pluviométrie trop forte ou trop faible*.

Parade : si les conditions météorologiques ne sont pas satisfaisantes, l'essai peut être reporté selon les conditions envisagées dans la procédure d'intervention.

- **Les risques physiques\sanitaires\ de sécurité**

- *Risque sécuritaire : autorisation d'accès de l'exploitant à la zone d'étude*¹⁶.

Parade : Consultation de l'exploitant pour connaître les démarches à engager et effectuer la demande d'autorisation. Dans ce cas, il s'agit de rédiger une convention d'information réciproque qui engage les intervenants à prévenir les interlocuteurs EDF (exploitant et programmeur) au début et à la fin de l'intervention en rivière. Les interlocuteurs EDF doivent également informer les intervenants si un problème au niveau de l'usine ne garantit plus l'intervention en toute sécurité.

- **Les risques de sûreté (hydraulique)**

- Le risque majeur est le *risque d'insécurité des tiers*.

Il n'y a pas de parade car ce risque n'est ni spécifique à l'étude, ni plus important que hors de la période d'étude.

- **Les risques techniques**

- *Risque de l'interprétation de mauvaises valeurs*.

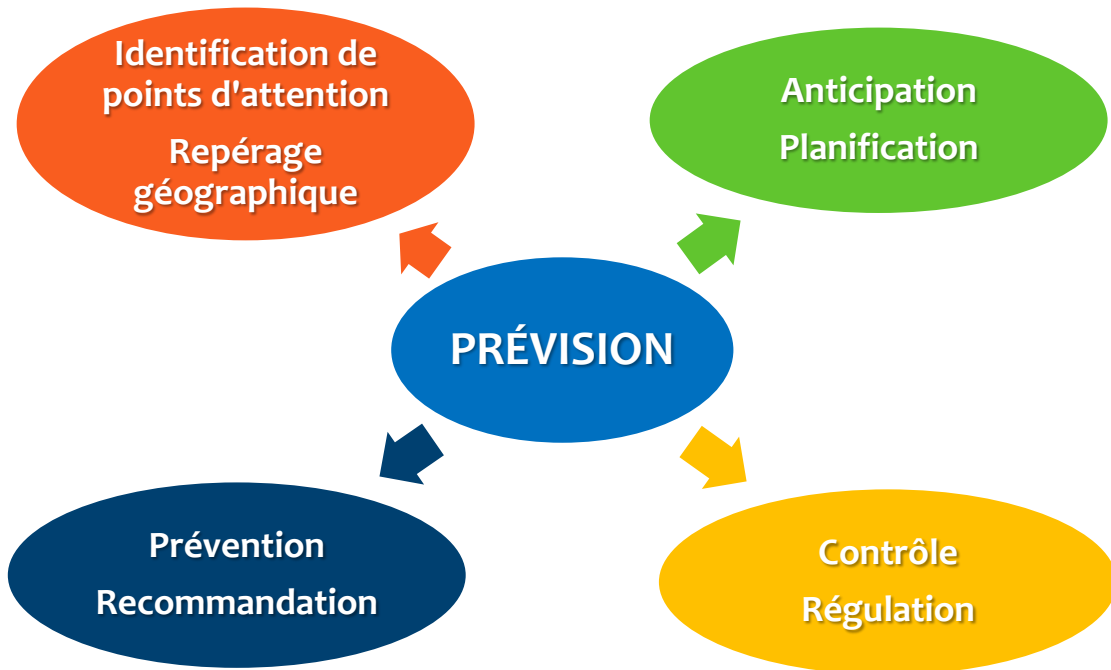
Par exemple, les valeurs de débit turbiné fournies par EDF au bureau d'études sont des valeurs de consignes. Elles peuvent ne pas être les valeurs réelles de débit turbiné.

Parade : Doubler l'information via une autre source (via un logiciel métier qui permet d'obtenir une valeur plus précise, ou dans une autre unité ; via un site public tel que Vigicrues ou HydroRéel)

Prendre en compte ces valeurs et leur incertitude lors de l'interprétation.

¹⁶ A noter que l'exploitant est responsable de ce qui peut arriver en rivière, à l'aval des aménagements dont il a la gestion. Il doit donc être informé des interventions ayant lieu en aval de ses ouvrages et délivrer les autorisations nécessaires.

Les mots d'ordre de l'analyse de risques affaire sont :



A l'aide des différents exemples et références d'analyses de risques, une analyse de risques affaire concernant l'étude d'impact des aménagements hydroélectriques de l'Ain a pu être réalisée. Elle a nécessité également l'animation d'une réflexion impliquant de nombreux collègues car il est primordial d'effectuer une étape de partage et d'échanges avec des collègues de différents métiers.

Elle n'est cependant pas exhaustive et nécessite d'être révisée au cours de la campagne.

La dernière version est présentée en [ANNEXE 1 : Analyse de risques](#).

2.1.2 PROCEDURE D'INTERVENTION

2.1.2.1 OBJECTIF

Basée sur l'analyse de risques affaire, la procédure d'intervention relie et coordonne les acteurs de la campagne de mesures afin de fiabiliser l'intervention du bureau d'études ECOTEC pour assurer la validité des données recueillies lors des campagnes de mesure de l'échouage-piégeage.

Elle tend à développer un processus décisionnel pour programmer les suivis au moment opportun et assurer leur réalisation.

Ce processus est fortement dépendant de contraintes :

- avec marge de manœuvre plus ou moins limitées telles que les horaires de travail
- ou au contraire totalement subies comme l'hydrologie.

A l'instar de l'analyse de risques, la procédure a été révisée et adaptée au cours de la campagne. La dernière version réalisée est présentée en [ANNEXE 2 : Protocole d'intervention](#).

2.1.2.2 CONTENU

Cette procédure répertorie les différents acteurs, l'objectif poursuivi et les différentes marches à suivre pour fiabiliser l'intervention du bureau d'études ECOTEC afin que l'acquisition des données soit la plus juste possible.

LES ACTEURS :

- ◆ EDF :
 - État-major (**EM**) – Direction Concessions (**DC**) : gestionnaire des concessions de la vallée de l'Ain (notamment vis-à-vis des parties externes) et commanditaire de l'étude.
 - État-major (EM) – Direction Technique (**DT**) – Cellule de Performance-Production **IPR** (Ingénierie de Production Régionale) : intermédiaire entre EDF – DC et les acteurs de la programmation : EDF – CCH et EDF – CPOH.
 - **CCH** (Centre de Conduite Hydraulique): service en charge de la vérification des programmes établis par CPOH pour les différents aménagements du territoire dont ils sont en charge. Une fois cette vérification effectuée, le CCH transmet les programmes aux automates des différentes usines de son périmètre.
 - **DOAAT** (Direction Optimisation Amont Aval Trading) – **CPOH** (Centre de Programmation et d'Optimisation Hydraulique) : gèrent la programmation de l'utilisation du mix énergétique (des aménagements de tous types : nucléaire, thermique, hydraulique, éolien, photovoltaïque, ...) à l'échelle nationale en fonction de la disponibilité des ouvrages et du marché énergétique.
- ◆ ECOTEC : bureau d'études suisse en charge de la réalisation de l'étude d'impact de la chaîne d'aménagements de l'Ain en termes d'échouage-piégeage piscicole.
- ◆ Les producteurs autonomes : 5 microcentrales sont présentes sur la Basse Rivière d'Ain entre l'aval du barrage d'Allement et Pont d'Ain (2 à Neuville-sur-Ain, 1 à Oussiat et 2 à Pont d'Ain).

LA PROCEDURE :

La procédure est un ensemble de processus ou de tableaux tels que celui présenté sur la figure (Figure 10) ci-après :

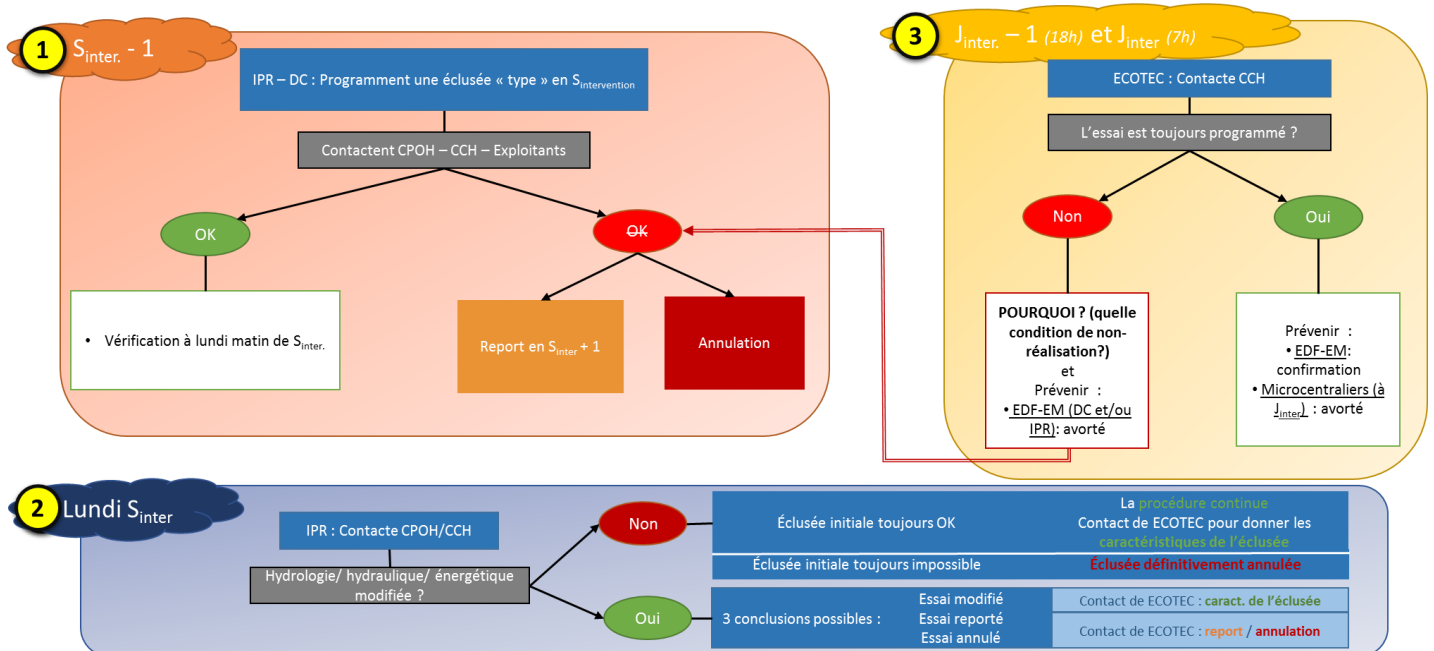


Figure 10 : Processus « déclenchement et de contrôle » de la procédure d'intervention

Cette procédure applique les parades et plans d'action définis dans l'analyse de risques afin que l'application du protocole du bureau d'études soit fluide, solide (acquisition des données) et sûr (sécurité des intervenants).

2.1.2.3 MISE EN PLACE

La coordination entre les différents acteurs cités ci-avant est primordiale pour assurer la validité des données recueillies. Plusieurs points sont à prendre en considération :

- La vallée de l'Ain est principalement utilisée par EDF pour des pointes d'énergies. De plus, la mobilisation de l'énergie de pointe peut également avoir pour mission de relever la tension sur le réseau afin d'éviter les phénomènes de « black-out ». (Cf.1.2.2 *Eclusées*). Cette vallée dépend donc très fortement de l'équilibre offre-demande et elle peut être sollicitée à tout moment, y compris lors des essais environnementaux pour l'étude d'impact. En effet, il est impossible de s'affranchir de toutes les contraintes liées à l'aménagement pour effectuer ces essais. Les programmes énergétiques sont donc très variables (il n'y a pas réellement de programme « type », sauf pour le week-end et les jours fériés où les tendances¹⁷ sont à un turbinage minimum).
- Or le protocole de mesure appliqué cette année 2019 a pour périmètre la totalité de la Basse Rivière d'Ain donc il faut assurer un temps minimum de stabilité du débit de la rivière pour permettre aux équipes du bureau d'études d'intervenir en toute sécurité (au moins 8h d'intervention, Cf. 2.2.1 *La programmation des essais*).

Cela impose de nombreuses conditions :

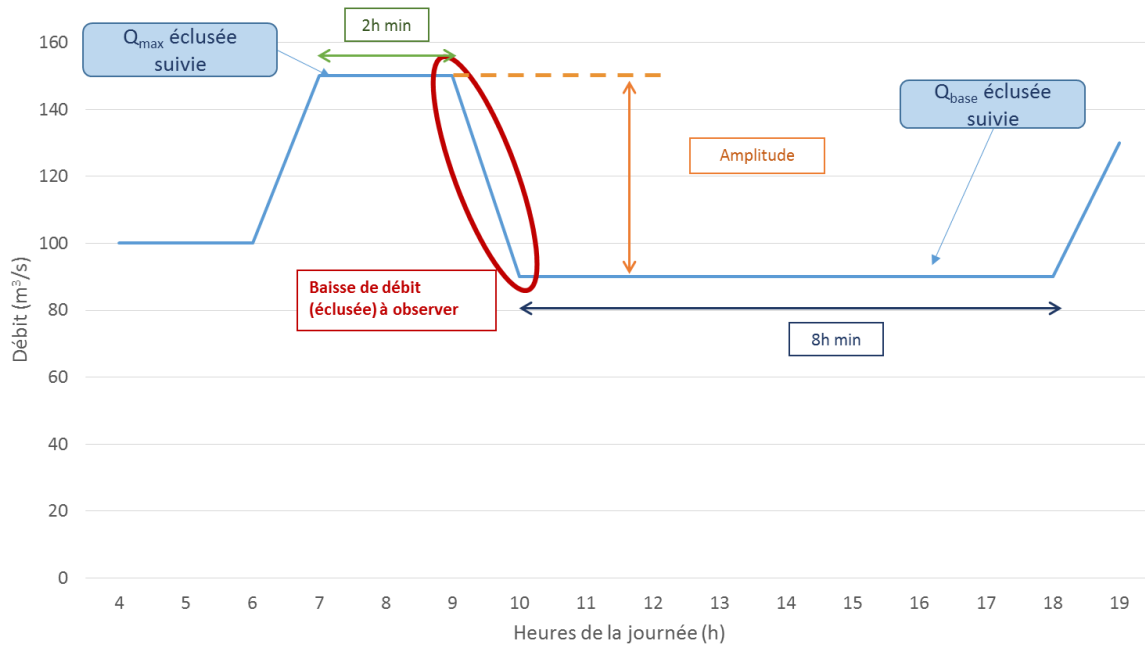
- **Prise en compte de la météorologie** : Les conditions météorologiques et hydrologiques sont à considérer sur la totalité du bassin versant intermédiaire. Il est nécessaire que ces conditions permettent d'assurer un débit stable dans la Basse Rivière d'Ain (une tolérance de + 5 à +10 m³/s peut être admise respectivement pour les faibles débits et pour les forts débits¹⁸). Aussi, le débit de l'Ain-Aval dépendant fortement de celui de la Bienne¹⁹, il se peut qu'il faille augmenter le débit turbiné par l'usine d'Allement en cas de conditions météorologiques détériorées sur le bassin. C'est pourquoi l'intervention peut potentiellement être remise en cause voire arrêtée.
- **Gel des programmes de CPOH et CCH** : lorsqu'une intervention est prévue, des contraintes de stabilité de débit sont imposées 2h avant la baisse de débit puis 8h à la fin de la baisse pour permettre l'intervention du bureau d'études en toute sécurité. La figure²⁰ (*Figure 11*) ci-dessous présente le profil de l'écluse suivie obtenu :

¹⁷ Il s'agit bien de tendances, car il est possible d'observer le week-end des variations de débits parfois importantes.

¹⁸ Respectivement < 50 m³/s et >90 m³/s. pour les débits intermédiaires, la tolérance à appliquer dépend du contexte hydrologique.

¹⁹ Cf. encart « La Bienne » au 1.1.2 *Enjeux et acteurs*

²⁰ Le gradient présenté sur cette figure n'est pas à l'échelle ; ici la rampe est constante alors que lors de la période de campagne, le gradient appliqué est variable (Cf. *paragraphe 1.1.1 Géographie et historique*).



- **Arrêt des microcentrales de la BRA lors de chaque essai** : en effet, les automates actuels des microcentrales ne peuvent suivre la contrainte de gradient de baisse de débit variable mis en place au printemps (et donc lors des essais). Le gradient de baisse de débit qu'ils peuvent appliquer est fixe et d'une valeur différente (supérieure) au gradient appliqué par la centrale d'Allement. Ainsi, l'arrêt des microcentrales pendant la période de campagne permet de ne pas fausser la transmission du gradient créé par l'aménagement d'Allement à la BRA.

Toutes ces conditions imposent donc à EDF EM – Direction Concessions :

- De définir des éclusées « types » à suivre avec l'aide du bureau d'études, de spécialistes et de la bibliographie.
- D'établir un programme spécifique en lien avec EDF – CPOH et EDF – CCH : ce programme est établi chaque semaine pour la semaine suivante puis vérifié en début de semaine (soit à J-3 minimum de l'intervention). Si l'on identifie des aléas remettant (potentiellement) en cause l'intervention, alors les acteurs internes d'EDF (CPOH, CCH et l'EM) modifient voire annulent l'essai.
- D'informer les microcentraliers à $J_{intervention} - 1$ afin qu'ils mettent en place leur propre procédure (validée par un arrêté préfectoral) consistant à arrêter leurs groupes au minimum 2 heures avant le début de la baisse.
- De s'assurer, lorsque l'intervention est bien établie, que l'exploitant et EDF – CCH sont prévenus de sa réalisation afin de ne pas modifier le débit (sauf dans des cas extrêmes définis). Les intervenants doivent également leur signaler, en temps réel, leur présence en rivière

2.2 PHASE OPERATIONNELLE

Cette phase se déroule en parallèle de la campagne de mesures. Elle se déroule de mi-mars à début juin.

Elle contient deux étapes simultanées :

- la programmation des essais de débit puis leurs suivis via la comptabilisation des espèces aquatiques piégées et/ou échouées.
- La mise à jour de l'analyse de risques affaire et de la procédure d'intervention (dépendant du retour d'expérience).

2.2.1 LA PROGRAMMATION DES ESSAIS

Parmi les nombreux éléments entrant en compte, on peut détailler :

LES PRÉVISIONS EDF - DTG (DIRECTION TECHNIQUE GÉNÉRALE) (météorologiques et d'apports hydrauliques). Elles considèrent et conjuguent :

- ◆ Les débits entrants sur les différents Bassins Versants Intermédiaires (il y a 3 **BVI** sur la Vallée de l'Ain).
- ◆ Les températures (déterminant la limite pluie-neige) et leur modulation.
- ◆ Les besoins hydriques des sols et de la flore.
- ◆ Les conditions météorologiques sont parfois très variables et leur prévision difficiles si elles ne peuvent être intégrées dans le modèle de prévision.

Les apports hydrauliques résultent de la conjugaison de ces éléments. Ce sont des moyennes journalières de débit entrant sur le BVI. Par conséquent, les « coups d'eau » peuvent être ponctuels et nécessiter d'être « absorbés » par les retenues. Si les retenues ne peuvent retenir un débit trop fort, il faut alors que le débit soit turbiné à l'usine d'Allement.

LES PROGRAMMES DE PRODUCTION EDF. Ils doivent concilier :

- ◆ Les prévisions DTG (météo et hydrologie).
- ◆ Les volumes disponibles des « bassines » (c'est-à-dire des différentes retenues de la chaîne).
- ◆ Les objectifs pour chaque retenue (celle de Vouglans doit atteindre une cote minimale²¹ avant début juin pour assurer les activités touristiques de l'été).
- ◆ Le Bassin Versant Intermédiaire : la Vallée de l'Ain comporte plusieurs BVI (au total trois) qui sont fonction des apports des affluents et des capacités de stockage des retenues. Il est donc nécessaire de considérer le (ou « les » selon le cas) BVI correspondant(s) à l'aménagement étudié.
- ◆ La modulation des températures sur le secteur (et sur les secteurs influents) : prise en compte de la fonte des neiges et de l'intervalle de temps entre la fonte en elle-même et l'apport d'eau à la rivière.
- ◆ Les besoins du réseau (Cf. paragraphe sur l'*EOD* du 1.2.2 *Eclusées*).
- ◆ Le marché : prix et disponibilité des différentes énergies.
- ◆ La disponibilité des équipements (maintenances et avaries).

²¹ La « cote touristique »

PROGRAMMATION DES ESSAIS

Comme défini dans la procédure d'intervention, la programmation des essais est un processus. Il comporte plusieurs étapes : (1) la concertation, (2.A) la confirmation et (2.B) la révision.

1. Concertation :

Son objectif est de déterminer une date et les heures d'intervention ainsi que les caractéristiques de l'éclusee suivie.

Elle est effectuée en interne EDF, entre la Direction Concessions et la cellule IPR de la Direction Technique de l'État-major, elle-même en contact avec les services de programmation de la production générale (EDF – CPOH et EDF – CCH).

Un travail en amont entre EDF et le bureau d'études a abouti à la détermination de famille d'évènements à suivre. Ils sont présentés dans le tableau (*Tableau 1*) ci-après. Ces familles d'éclusées sont définies selon des gammes de débits maximum et d'amplitudes (Cf.1.2.2 *Eclusées*).

Aucun test de gradient n'a été effectué sur la campagne de mesures de 2019. Le gradient appliqué est le gradient validé lors des essais réalisés en 2018 (*Figure 2 : Gradient variable 2018* au 1.1.1 *Géographie et historique*).

Evènement	Typologie
Type 1	Débit maximal de l'éclusee : $Q_{\max} > 80 \text{ m}^3/\text{s}$ Amplitude de l'éclusee : $\Delta Q > 80 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 2	Débit maximal de l'éclusee : $Q_{\max} > 80 \text{ m}^3/\text{s}$ Amplitude de l'éclusee : $40 \text{ m}^3/\text{s} \leq \Delta Q \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 3	Débit maximal de l'éclusee : $Q_{\max} \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$ Amplitude de l'éclusee : $\Delta Q > 80 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 4	Débit maximal de l'éclusee : $Q_{\max} \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$ Amplitude de l'éclusee : $40 \text{ m}^3/\text{s} \leq \Delta Q \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 5	Débit maximal de l'éclusee : $Q_{\max} \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$ Amplitude de l'éclusee : $\Delta Q < 40 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 6	Baisse sous les $28 \text{ m}^3/\text{s}$ (retour au débit réservé de $12,3 \text{ m}^3/\text{s}$) (la première baisse à minima)

Tableau 1 : Tableau des types d'éclusées à suivre

En fonction des éléments cités plus haut, il est envisagé (ou non) de réaliser la semaine suivante une éclusee qui sera suivie par un comptage. On détermine alors le jour, les horaires et le profil exact de l'éclusee.

En général, le jour de la semaine de l'intervention est compris entre le mercredi et le samedi, car il est très compliqué d'assurer le maintien d'une intervention prévue le lundi ou le mardi. La semaine de travail considérée est de 5 jours pour les salariés d'EDF-EM et de 6 jours pour le bureau d'étude. En effet, l'étude d'impact présente un enjeu fort mais il ne nécessite pas de solliciter les acteurs hors de leurs horaires habituels.

Il faut également considérer le temps d'intervention, qui, comme précisé au paragraphe 2.1.2 *Procédure d'intervention* de ce rapport, est d'au moins 10h (paliers de 2h avant la baisse et de 8h après la baisse) sans compter le temps de baisse qui dépend de l'essai. Le début de l'essai ne peut avoir lieu trop tôt ou trop tard dans la journée.

De plus, afin de limiter l'impact économique de l'étude, les essais ont été, autant que possible, planifiés en suivant un programme énergétique proposé par CPOH

2. A : Confirmation

Son objectif est de vérifier que l'essai aura bien lieu tel qu'il a été prévu.

La procédure d'intervention préconise la demande de confirmation de la réalisation de l'essai prévu à $J_{\text{intervention}} - 2$ et à $J_{\text{intervention}} - 1$.

Si l'intervention est envisagée le lundi ou le mardi, cela impose une prise de renseignements le dimanche. Or le choix a été fait de ne pas solliciter les salariés de l'État-major ou du bureau d'études hors de leurs horaires classiques.

De plus, les programmes ne sont plus modifiables à partir de 10h du matin la veille de leur exécution, car ces programmes nécessitent l'utilisation d'un logiciel de modélisation. En d'autres termes, s'il fallait annuler la réalisation d'un essai prévu le mardi, il faudrait pouvoir prévenir le lundi matin avant 10h. Or la décision d'annuler l'essai nécessite la concertation d'EDF – EM – DC et EDF – EM – DT IPR, parfois même également du bureau d'études. Il est presque impossible d'effectuer la concertation dans les temps pour annuler l'essai. Ainsi, sauf cas particuliers, les lundis et mardis ne sont pas des journées d'intervention.

2. B : Révision et adaptation

Cette étape se produit lorsque les conditions hydrologiques et climatiques ont évolué de sorte que l'essai soit remis en cause.

Son objectif est de permettre, si possible et si cela présente un intérêt, la réalisation de l'essai, quitte à en changer les paramètres. En effet, les ressources humaines du bureau d'études ont été mobilisées et l'évènement modifié peut, en général, tout de même apporter des données intéressantes pour l'étude d'impact.

Si ce n'est pas le cas, on envisage alors de reporter l'essai tel quel ou de l'annuler.

2.2.2 RETOUR D'EXPERIENCE ET MISE A JOUR DE L'ANALYSE DE RISQUES AFFAIRE ET DE LA PROCEDURE D'INTERVENTION

De même que l'analyse de risques affaire, la procédure d'intervention est révisée et adaptée tout au long de la campagne de mesures.

En effet, bien que des parades aient été envisagées pour de nombreux points, certains aléas n'avaient pas été anticipés ou la parade n'était pas satisfaisante. Ils ont alors compliqué la mise en place des suivis.

On peut citer par exemple :

- **Les jours fériés** suisses et même les journées spécifiques au canton où est installé le bureau d'études, car ce sont ces jours-là que doit respecter le bureau d'études (dont le siège social est situé à Genève en Suisse) qui est prestataire d'EDF pour l'étude.
- **La disponibilité des équipes d'intervention**

Ce point a été en partie réglé au cours de la campagne. Au début de la campagne, les essais étaient préparés en interne EDF mais on consultait le bureau d'études afin de s'assurer qu'ils pouvaient solliciter les ressources humaines nécessaires au bon déroulement de l'intervention. Cette étape était très chronophage et imposait un délai important entre l'idée de programmer un essai et la programmation réelle de l'essai.

Par souci de réduction de ce délai, le bureau d'études a été moins intégré dans les réflexions de programmation des essais. Cependant, à la suite de l'annulation d'un essai par manque de personnel, le bureau d'études a fourni son calendrier d'indisponibilités. Ce calendrier n'est pas exhaustif (certains

intervenants ne se sont pas positionnés sur toutes les dates), et sa mise à jour n'est pas communiquée. Néanmoins, il permet à EDF de connaître les dates où il est certain qu'il n'y aura pas un personnel suffisant pour effectuer le suivi. Pour les autres dates, une confirmation de la disponibilité des intervenants est demandée au bureau d'études avant la programmation de l'intervention.

- **L'incertitude des modèles de prévision météorologiques et hydrologiques.**

Ce point est développé par la suite (Cf.3.1.2 *Aléas Non maîtrisables*).

- **Le facteur humain**

La chaîne opérationnelle est dense et complexe. En effet, une instruction transite fréquemment par un nombre important d'outils et de personnes. Cette chaîne d'information peut parfois aboutir à l'incompréhension de l'instruction et mener à la réalisation d'une action incohérente.

De plus, la procédure d'intervention a révélé des failles lors de son application, malgré la prise en compte des risques. Les principales différences entre ce qui était prévu et ce qui a été réalisé sont présentées dans le tableau ([Tableau 2](#)) ci-après.

Document	Sujet	Prévu	Réalisé
<p>Procédure d'intervention</p> <p>(Cf. ANNEXE 2 : Protocole d'intervention)</p>	Programmation	<ul style="list-style-type: none"> • Programmation en milieu de S-1 (intervention) • Vérification et adaptation le lundi de la semaine S (intervention) • Vérification à J-2 puis à J-1 (intervention) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les 1ers essais ont été réalisés ainsi • A partir de l'essai 2, il a fallu modifier la procédure selon la fiabilité des prévisions météorologiques et hydrologiques : <ul style="list-style-type: none"> - On essayait de fixer une date où l'on pensait pouvoir réaliser un essai. - Les caractéristiques de cet essai étaient définies tardivement, afin d'être plus précises. • Cependant, dès que possible, les essais étaient programmés et définis la semaine précédant l'intervention.
	Conditions de programmation	<p>Peu de contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le débit maximal de l'écluse est installé pendant 2h. • Le débit de base de l'écluse est maintenu pendant 8h au moins. 	<p>Des contraintes ont été ajoutées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'imposition d'un débit minimal pendant les 24 h précédant l'essai. Ce débit dépend du type d'écluse programmé. Les débits minimums sont présentés en ANNEXE 3 : Débits minimum.
<p>Protocole de comptage</p> <p>(Cf. ANNEXE 6 : Document d'ECOTEC de présentation de l'étude de 2019)</p>	Campagne de mesure des EP	<ul style="list-style-type: none"> • Le suivi est assuré par deux types de comptage : un protocole complet - AFB (exécuté par 4 équipes sur 5) mis en comparaison avec un protocole exhaustif (exécuté par 1 équipe sur 5) pour chaque essai. • L'intervention doit avoir lieu à débit stable et directement à la fin de la baisse annoncée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaque essai a bien été réalisé selon le protocole prévu. • Des observations supplémentaires ont été effectuées (à 2 ou 4 personnes). • L'intervention a eu lieu pour les 2 premiers essais directement à la fin de la baisse annoncée. • Pour les essais suivants, le suivi a commencé 1h30 environ après la fin de la baisse annoncée.

Tableau 2 : Retour d'expérience : prévu VS réalisé

3 ANALYSE DE LA METHODOLOGIE ET DISCUSSION

3.1 ECARTS ENTRE PREVISION ET REALISATION : CAUSES ?

Le principal élément divergent entre les prévisions et la réalisation est la programmation des essais. Le processus envisagé pour fiabiliser la programmation est trop théorique et son cadre n'est pas assez souple. Ainsi le processus ne pallie pas les différents aléas (quel que soit le degré de maîtrise que l'on ait sur eux). En effet :

- Hors du cadre de l'étude d'impact, la programmation de production d'hydroélectricité (pour les aménagements de fourniture d'énergie de pointe) est communiquée en interne pour J+1 et J+2. Sachant que ces programmes sont multifactoriels (Cf. [2.2.1 La programmation des essais](#)), ils sont susceptibles d'évoluer encore entre le J, le J+1 et le J+2.
- La programmation au mois d'avril a notamment été particulièrement compliquée du fait de la difficulté des services de prévisions météorologiques et hydrologiques de la DTG à modéliser les phénomènes hydrométéorologiques. Les prévisions (autant météorologiques qu'hydrologiques) n'étaient pas fiables à plus de deux jours (voire parfois un seul).
- La chaîne d'information comporte de nombreux acteurs, qui doivent, pour certains, agir avec des contraintes de temps (les microcentraliers doivent arrêter leurs groupes hydroélectriques deux heures avant le début de la baisse). Le fait de ne pouvoir anticiper les conditions climatiques, et donc les essais, à plus d'une journée entraîne alors des difficultés non négligeables directement sur l'organisation de ces acteurs.

Ces différents aléas ont motivé la mission de coordination objet de ce rapport.

3.1.1 ALEAS MAITRISABLES

Parmi les aléas maîtrisables, sont abordés ici : la mobilisation des ressources (principalement humaines) lors des interventions, le processus de programmation des essais et le comportement piscicole.

MOBILISATION DES RESSOURCES HUMAINES

Cet aléa n'est cependant pas totalement maîtrisable par EDF. En effet, la gestion des ressources humaines des interventions dépendait entièrement du bureau d'études qui s'assurait disposer de suffisamment de personnes.

Cependant, un essai (essai 4 du vendredi 19 avril – vendredi saint) a été annulé car, n'ayant été programmé que 3 jours avant le jour de l'intervention, les ressources humaines nécessaires n'étaient pas disponibles en totalité et il était impossible d'en mobiliser de nouvelles dans ce laps de temps.

Cette annulation aurait pu être évitée si le calendrier prévisionnel de disponibilité des ressources du bureau d'études avait été intégré dans la programmation (il indiquait bien que ce jour-là, le personnel nécessaire n'était pas disponible) ou si le bureau d'études avait été contacté avant de bloquer la programmation.

LE PROCESSUS DE PROGRAMMATION DES ESSAIS

A l'instar de l'aléa précédent, la programmation des essais n'est maîtrisable qu'en partie, car bien qu'elle ait majoritairement lieu en interne à EDF, elle met en jeu de nombreux acteurs (EDF – EM – DC, EDF – EM – DT – IPR, EDF – EM – DT – CCH et EDF – DOAAT – CPOH²²) et de nombreux paramètres (modélisation des programmeurs²³, météorologie, hydrologie, temps d'intervention, contexte hydrologique²⁴, des objectifs pour les retenues, ...). Cela impose de fortes contraintes sur la programmation et l'on ne peut parfois faire peser les contraintes des essais environnementaux plus fortement que les contraintes d'autres enjeux (la gestion d'une crue est prioritaire sur l'essai environnemental car il s'agit d'un enjeu de sûreté ; en revanche, l'enjeu économique peut être effacé devant un essai).

COMPORTEMENT PISCICOLE (STADE DE DEVELOPPEMENT, CAPACITE DE RECOLONISATION DES MILIEUX)

Le premier essai a été déclenché par le début de l'émergence. Le stade de vie des poissons n'est pas maîtrisable mais il est prévisible (de nombreuses études ont été réalisées, notamment sur les truites et ombres). Ainsi, grâce aux connaissances des durées de chaque stade de vie et suite à des observations et des mesures (température de l'eau), il est possible de prévoir la date d'émergence (à quelques jours près).

De même, bien que la capacité de recolonisation des milieux n'ait pas fait l'objet d'études, elle peut être évaluée (grâce à l'expertise des intervenants biologistes). Ce paramètre est primordial à spécifier dans les conclusions de l'étude mais il a influé sur la programmation : certains essais ne pouvaient se produire à quelques jours d'intervalle (seule une baisse (b) avec un débit maximum inférieur au débit de base de la précédente (a) pouvait être réalisée dans les quelques jours suivant la baisse (a).)

3.1.2 ALEAS NON MAITRISABLES

Parmi les aléas non maîtrisables, sont détaillés ici : la pluviométrie, l'hydrologie, la température (qui appartient au paramètre « météorologie »).

LA PLUVIOMETRIE

Les modèles de prévision de la DTG ont parfois atteint leurs limites. Cela a été observé à plusieurs reprises au cours du mois d'avril. Lors de cette période, les prévisions à 15 jours changeaient tous les jours. Parfois les valeurs de débit (qui sont des moyennes journalières) allaient du simple au double, voire plus, entre deux prévisions espacées d'une seule journée.

L'HYDROLOGIE

Les retenues, en fonction de leur capacité totale et de leur niveau de remplissage, peuvent « faire tampon » lors de forts épisodes pluvieux.

Cependant, en ce qui concerne l'aménagement d'Allement, le débit que l'on y turbine dépend majoritairement de celui de la Bienne²⁵, car elle ne peut être contenue par les retenues situées entre sa confluence avec l'Ain et l'aménagement d'Allement (retenues qui reçoivent également l'Ain amont).

²² Cf. 2.2.1 La programmation des essais

²³ Cette modélisation tient compte, entre autres, des contraintes imposées (signalées dans une application métier), des niveaux des retenues, de la disponibilité des ouvrages (maintenance, avarie, proposition à l'ajustement pour les besoins réseaux imprévus), de l'EOD, des prix du marché de l'électricité.

²⁴ C'est-à-dire de l'évolution des débits les jours précédant l'essai pour juger de sa pertinence.

²⁵ Cf. encart « La Bienne » au 1.1.2 Enjeux et acteurs

LA TEMPERATURE

La température a une forte influence sur la quantité d'eau du bassin versant intermédiaire observé lors de l'étude. En effet, trois facteurs jouent un rôle sur le stock d'eau disponible au sein du BVI :

- La **limite pluie-neige** : Le BVI étudié comporte dans son périmètre des montagnes (Jura et Préalpes). Ces hauteurs sont donc soumises à la fonte des neiges ainsi qu'au gel des cours d'eau et du sol (qui peuvent différer l'introduction d'eau de précipitation dans le BVI).
- La **fonte des neiges** : Suite à la hausse des températures, la neige se liquéfie seule ou grâce à des averses de pluie. Le stock disponible est alors augmenté, à plus ou moins brève échéance, selon l'évolution des températures.
- L'**assèchement des sols associé au stress hydrique de la végétation** : En fonction du niveau de saturation des sols ainsi que des besoins hydriques²⁶ de la végétation présente sur le BVI, la quantité d'eau apportée par la pluie au BVI sera plus ou moins importante.

Ces phénomènes ont posé beaucoup de difficultés pour la programmation des essais. En effet, du fait de leur imprévisibilité et de l'absence de contrôle que l'on a sur eux, ils ont rendu la programmation très incertaine, et, fortement entravée, au vu du temps nécessaire à la concertation et à la mise en place d'une intervention.

²⁶ Ces besoins intègrent la part d'eau qui sera évacuée par le couvert végétal via l'évapotranspiration.

3.1.3 SYNTHÈSE DES CAUSES DES ÉCARTS

Le tableau (*Tableau 3*) ci-après correspond au tableau (*Tableau 2 : Retour d'expérience : prévu VS réalisé*) complété des causes des écarts.

Document et Sujet	Prévu	Réalisé	Causes
<p><i>Procédure d'intervention</i> (Cf. ANNEXE 2 : Protocole d'intervention) Programmation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programmation en milieu de S-1 (intervention) • Vérification et adaptation le lundi de la semaine S (intervention) • Vérification à J-2 puis à J-1 (intervention) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les 1ers essais ont été réalisés ainsi • A partir de l'essai 2, il a fallu modifier la procédure selon la fiabilité des prévisions météorologiques et hydrologiques : <ul style="list-style-type: none"> - On essayait de fixer une date où l'on pensait pouvoir réaliser un essai. - Les caractéristiques de cet essai étaient définies tardivement, afin d'être plus précises. • Cependant, dès que possible, les essais étaient programmés et définis la semaine précédant l'intervention. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les modèles de prédictions météorologiques et hydrologiques n'étaient pas suffisamment fiables pour garantir la réalisation d'un essai à moins de 2 jours. Or, au vu de la logistique pour le bureau d'études, il est très compliqué de programmer totalement un essai à moins de 2 jours de l'intervention.
<p><i>Procédure d'intervention</i> (Cf. ANNEXE 2 : Protocole d'intervention) Conditions de programmation</p>	<p>Peu de contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le débit maximal de l'écluse est installé pendant 2h. • Le débit de base de l'écluse est maintenu pendant 8h au moins. 	<p>Des contraintes ont été ajoutées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'imposition d'un débit minimal pendant les 24 h précédant l'essai. Ce débit dépend du type d'écluse programmé. Les débits minimums sont présentés en ANNEXE 3 : Débits minimum. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un essai a été manqué²⁷ à cause d'une absence de contrainte la veille de l'essai. Les programmes ont été modifiés en « temps réel » pour améliorer la gestion des volumes disponibles. Le débit en sortie de l'usine d'Allement a été réduit. L'essai a, en quelque sorte, été réalisé la veille de l'intervention.
<p><i>Protocole de comptage</i> (Cf. ANNEXE 6 : Document d'ECOTEC de présentation de l'étude de 2019) Campagne de mesure des EP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le suivi est assuré par deux types de comptage : un protocole complet - AFB (exécuté par 4 équipes sur 5) mis en comparaison avec un protocole exhaustif (exécuté par 1 équipe sur 5) pour chaque essai. • L'intervention doit avoir lieu à débit stable et directement à la fin de la baisse annoncée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaque essai a bien été réalisé selon le protocole prévu. Mais des observations supplémentaires ont été effectuées (à 2 ou 4 personnes). • L'intervention a eu lieu pour les 2 premiers essais directement à la fin de la baisse annoncée. Pour les essais suivants, le suivi a commencé 1h30 environ après la fin de la baisse annoncée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certains événements étaient intéressants à suivre mais ils n'avaient pas été programmés et la contrainte du débit minimum pendant 8h ne pouvait être ajoutée. Il était alors impossible de réaliser le protocole classique. Un protocole restreint a donc été mis en place pour acquérir des données supplémentaires. • Lors de la première intervention, les intervenants ont noté que le débit n'était pas stable exactement à l'heure théorique. Il a fallu attendre au moins 1h pour que le débit de l'Ain n'évolue plus.

Tableau 3 : Synthèse des causes des écarts prévisions VS réalisation

²⁷ Cf. paragraphe « éclusées à suivre » au [3.2.2 De la campagne \(protocole de mesure ; organisation...\)](#)

3.2 POINTS D'ATTENTION

Les modifications proposées ci-après n'ont pas été formalisées dans les procédures. Il s'agit en effet de potentielles améliorations qui pourraient être instaurées pour de nouvelles campagnes ou de points d'attention.

Un des points les plus chronophages au début du projet a été la détermination des besoins de l'étude. Cependant, la vallée de l'Ain est une vallée très « politique », dans le sens où les acteurs sont très variés et n'ont pas les mêmes priorités ; ils ne parlent alors pas le même langage et n'ont pas les mêmes données de base.

Il faut donc bien définir et retranscrire les objectifs (*qu'est-ce que l'on veut voir ?*) et envers qui (à l'externe et à l'interne). Pour cela, il est primordial de les traduire dans différents langages :

- **Technique** : entre acteurs scientifiques interne EDF et le bureau d'études, mais également auprès de l'externe.
- **Opérationnel** : en interne EDF, pour les services de programmation.
- **Public** : pour les comités mais également lors de présentations.

3.2.1 DE LA PROCEDURE

LES CONTRAINTES

La procédure d'intervention était trop standardisée pour le niveau de précision des objectifs. Il aurait fallu préciser plus de contraintes (seules quelques-unes étaient clairement identifiées). De plus, si les objectifs et contraintes avaient été plus précis, la procédure aurait pu être optimisée pour fiabiliser chaque objectif.

Cela aurait également permis de gagner du temps car les phases de concertation étaient très chronophages.

PROCESSUS DE COMMUNICATION LORS DE LA PROGRAMMATION

Les acteurs de la Basse Rivière d'Ain concernés par les essais étaient multiples :

- A l'externe
 - Le bureau d'études
 - Les producteurs autonomes (microcentraliers)
 - La DDT
 - L'AFB
- A l'interne EDF
 - La direction concessions (DC)
 - La direction technique d'Hydro Est (programmation) – IPR
 - La direction technique d'Hydro Alpes (gestion des automates) – CCH
 - La DOOAT (gestion des programmes de l'ensemble du parc énergétique national) – CPOH

Le problème majeur a résidé dans la communication en « temps réel ». En effet, certains acteurs opérationnels (EDF – CCH et EDF – CPOH) n'interagissent avec la EDF – EM – DC que via la cellule IPR d'EDF – EM – DT. Or les membres de la cellule IPR n'ont ni pour seul rôle de gérer la programmation des essais, ni une présence obligatoire 7J/7. Leur disponibilité sur le sujet n'est pas assurée tout au long de la semaine, il est donc difficile de gérer le « temps réel » (principalement en cas d'hydrologie capricieuse).

Il faudrait pour cela qu'il y ait un interlocuteur unique privilégié qui puisse alors contacter CPOH et CCH dans le cadre du « temps réel » (changement de programme), sans avoir l'obligation de passer par la cellule IPR lorsque celle-ci n'est pas disponible (*cela n'induit pas pour autant de totalement shunter la cellule IPR*). Cela permettrait de gagner en efficacité et en fiabilité car, les contraintes de disponibilité étant

réduites, les informations seraient agglomérées plus rapidement, permettant ainsi une meilleure résolution du problème posé.

Le schéma (Figure 12) ci-après représente les contacts entre les différents acteurs au cours des campagnes. Il est mis en comparaison avec la proposition d'instaurer un interlocuteur unique.

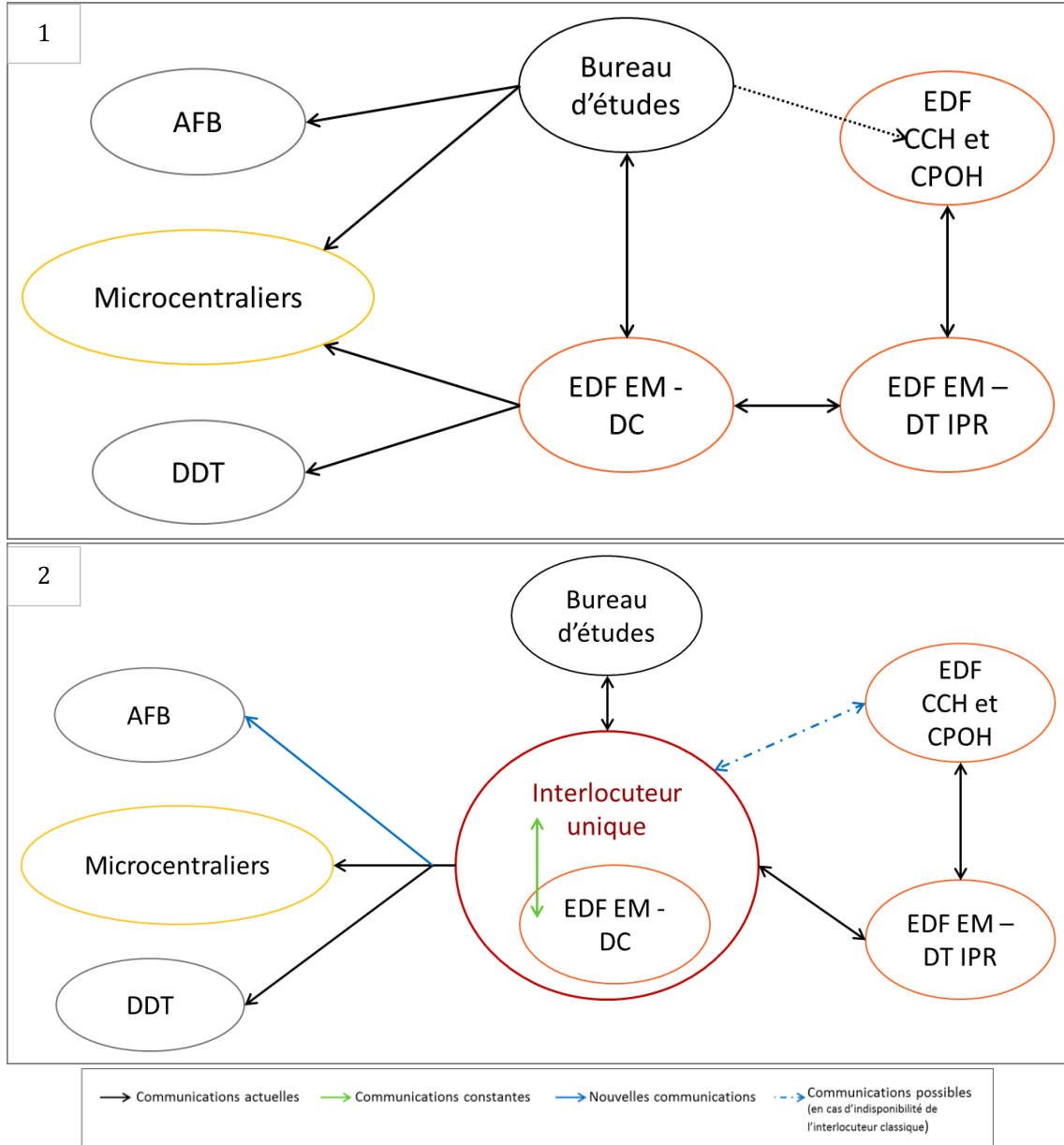


Figure 12 : Représentation de la communication lors des campagnes de mesure actuelle (1) et proposée (2)

3.2.2 DE LA CAMPAGNE (PROTOCOLE DE MESURE ; ORGANISATION...)

EVENEMENTS MANQUES

Il est primordial de noter qu'il est impossible de suivre la totalité des éclusées qui ont lieu au cours de la campagne. En effet, l'aménagement hydroélectrique d'Allement (et de fait la totalité de la chaîne d'aménagements de la Vallée de l'Ain) ne peut être entièrement et uniquement soumis à l'étude d'impact. L'aspect économique est majeur mais contrôlable. En revanche, le besoin énergétique, que ce soit pour répondre à la demande ou pour maintenir une tension suffisante sur le réseau pour éviter le « black-out »²⁸, est beaucoup plus exigeant. Aussi, le risque de devoir solliciter rapidement et fortement la chaîne d'aménagements de la Vallée de l'Ain est trop incontournable.

De même, la météorologie, très variable, génère des variations hydrologiques qui ne peuvent être toutes suivies.

DEFINITION DES ECLUSEES A SUIVRE

Le protocole de suivi de la campagne manque de précisions concernant les éclusées à observer.

En effet, les éclusées sont très variées et bien qu'il soit possible de les regrouper en « type » selon leur débit maximum²⁹ et leur amplitude (qui sont les deux paramètres majeurs), il ne faut pas négliger la notion de temporalité : quel était le débit les jours précédant l'intervention ? Etait-il stable ? Combien de temps était-il installé ?

Cet aspect contextuel, bien que non formalisé dans la procédure d'intervention, a tout de même été intégré dans les réflexions de programmations d'essais.

Il faut en outre considérer l'aspect politique de la mesure : sur la *Figure 13* ci-après, on voit qu'il est difficile de justifier la légitimité de suivre l'éclusée de Type 1 n°2 (essai 3 – en vert sur le schéma) alors qu'une éclusée de Type 1 a eu lieu la veille (Manœuvre autonome de CCH – en rouge sur le schéma).

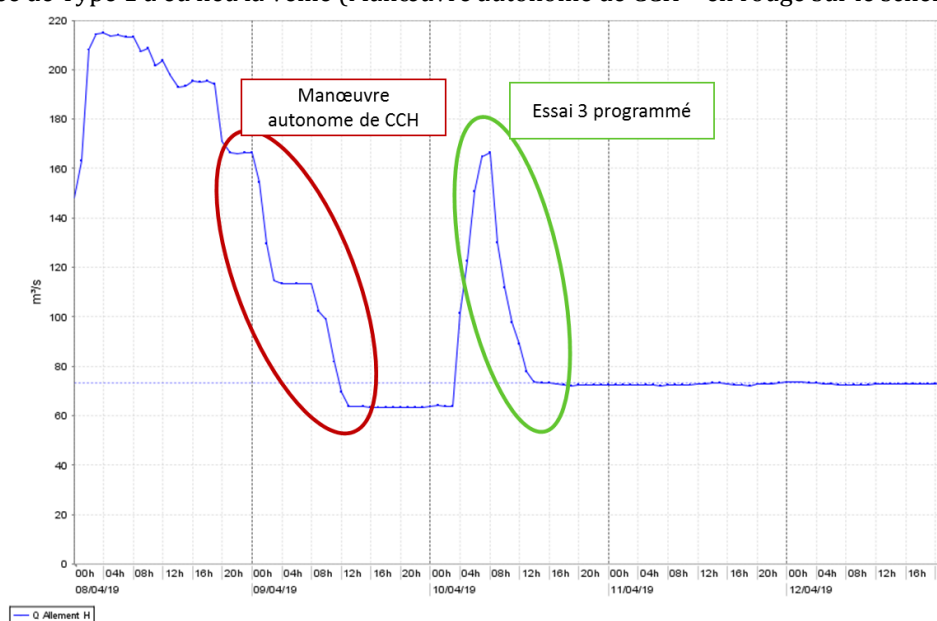


Figure 13 : Extrait de la chronique de débits du 8 avril au 12 avril à la sortie de l'usine d'Allement (application métier CASTOR)

En effet, un essai³⁰ (n°3) avait initialement été programmé le 10 avril. Aucune contrainte supplémentaire de débit minimum n'avait été imposée sur l'aménagement pour le 9 avril. Au vu des faibles intrants à venir, annoncés par la DTG, le EDF – CCH a voulu limiter l'utilisation des volumes disponibles dans les retenues en baissant le débit turbiné au cours de la journée du 9 avril. Or cette manœuvre autonome de la

²⁸ Cf. paragraphe « EOD » du 1.2.2 Eclusées

²⁹ Débit avant la baisse

³⁰ L'ANNEXE 4 : Tableau des essais réalisés répertorie les différents essais réalisés.

part de CCH, que rien ne contre-indiquait, a en quelque sorte « provoqué l'essai avant l'essai » car le profil de la baisse réalisée le 9 avril est similaire au profil de l'essai prévu le 10 avril. Le problème étant que cette manœuvre n'a pas été annoncée mais découverte, par les équipes d'EDF-EM, une fois enclenchée, et il était trop tard pour annuler l'essai du lendemain. Ainsi, la variation de débit correspondant à l'essai 3 initial allait être réalisée mais en effectuer le suivi n'était ni pertinent ni défendable auprès de l'externe : il y avait peu de chance de trouver des poissons piégés et/ou échoués qui auraient soit été lessivés par la hausse de débit de l'essai du 10 avril, soit été victimes de la prédation.

CONDITIONS DE REALISATION DES ESSAIS

De plus, les essais ont pour objectif d'évaluer l'impact des aménagements, notamment selon leur fonctionnement normal. Or les essais eux-mêmes ne reflétaient ni le fonctionnement normal de la chaîne d'aménagements, ni même les conditions idéales. En effet, le fonctionnement normal de la chaîne d'aménagement est trop imprévisible (même sans considérer la variable météorologie) : le marché de l'électricité est extrêmement changeant.

Quant aux conditions idéales de l'essai, la variable « météorologie » est la principale responsable de leur non-respect. Pour obtenir les conditions idéales, il faudrait réaliser les essais en laboratoire sur une « maquette » de la Basse Rivière d'Ain en taille réelle.

RESSOURCES HUMAINES

Quant à l'organisation, la campagne nécessitait un certain quota de ressources humaines dont le bureau d'études disposait. Cependant, ces ressources n'étaient pas disponibles tous les jours de la période de suivi et le planning d'indisponibilités n'avait pas été pris en compte lors des premières programmations. Néanmoins, tous les suivis ont été réalisés avec le bon nombre d'intervenants.

CONNAISSANCES DE LA RIVIERE A L'AVAL DES AMENAGEMENTS

Bien que les études portées sur ce tronçons de la rivière d'Ain aient lieu depuis plusieurs années, certains éléments de connaissance manquent pour permettre une interprétation au plus proche de la réalité tels que :

- Cartographier tout le linéaire pour connaître les zones piégeantes et leur débit de déconnexion. Il est à noter que le débit de déconnexion n'est pas le même pour toutes les zones piégeantes même si l'on peut déterminer un intervalle global.
- Déterminer le temps de recolonisation des zones annexes (selon les stades de développement et selon les espèces (cyprinidés ou salmonidés)).

CONCLUSION

La Basse Rivière d'Ain, d'une longueur d'environ 40 km, est une rivière rassemblant de nombreux acteurs et à forts enjeux, notamment politiques (socio-économiques, règlementaires et sociétaux), énergétiques et environnementaux.

De plus, la BRA est très dépendante de la Haute Rivière d'Ain et de sa gestion.

Aussi, il est extrêmement difficile de concilier tous les acteurs et leurs besoins.

C'est le rôle que tient principalement EDF en tant que concessionnaire des aménagements hydroélectriques de la Vallée de l'Ain (de Vouglans à Allement).

Ces ouvrages de production d'énergie électrique de pointe ont un impact sur le milieu naturel. Néanmoins, cet impact n'est actuellement pas totalement défini ni quantifié et il existe des tensions dans la vallée concernant la légitimité de la gestion des usines.

Aussi EDF, faisant suite aux décisions de différents comités de gestion de la vallée, a commandité en 2019 une étude d'impact environnemental des ouvrages dont elle est concessionnaire. Cette étude fait suite à des études moins complètes (axées sur quelques sites de la BRA uniquement) réalisées chaque année depuis 2016. Elle a pour objectif de quantifier l'impact des aménagements hydroélectriques, en termes d'échouage-piégeage piscicole sur la totalité de la Basse Rivière d'Ain.

Pour garantir la validité des données obtenues, il est primordial de fiabiliser la campagne de mesures (qui permet l'acquisition des données).

C'est pourquoi, avant le début de la campagne, une analyse de risques affaire accompagnée d'une procédure d'intervention ont été élaborées.

L'analyse de risques affaire avait pour objectif d'anticiper, en amont ou au cours de la campagne, tous les risques pouvant dégrader les conditions de mesures ou aboutissant à une donnée de mauvaise qualité.

La procédure d'intervention, élaborée à partir de l'analyse de risques affaire, établit des processus décisionnels pour la programmation des essais de baisse de débit (durant lesquels ont lieu les mesures).

La programmation de ces essais prend en compte de nombreux paramètres, plus ou moins variables. Parmi eux, les conditions météorologiques et hydrologiques, ainsi que leurs conséquences (remplissage des retenues, débits de l'Ain), et l'équilibre offre-demande ont été les plus significatifs.

De plus, bien que la programmation ait été réalisée avec soin, il a été nécessaire de s'adapter, notamment face aux variations de débit.

En effet, l'analyse de risques affaire et la procédure d'intervention ont nécessité des mises à jour au cours de la campagne.

Des écarts ont été constatés entre l'élaboration et la mise en place de la procédure d'intervention, et plus largement de la campagne de mesures.

La programmation des essais a été l'étape qui a subi le plus de transformations.

Les aléas responsables de ces différences sont :

- Maîtrisables (dans une certaine mesure), tels que la mobilisation des ressources humaines, le processus de programmation des essais et le comportement piscicole.
- Non maîtrisable comme notamment les diverses composantes de la météorologie que sont la pluviométrie, l'hydrologie et la température.

La gestion du « temps réel » est alors très complexe, surtout lorsque les acteurs sont nombreux et que leurs interactions nécessitent des intermédiaires. N'avoir qu'un interlocuteur unique et définir plus de contraintes pour cadrer les processus pourraient fluidifier cette gestion du « temps réel ».

En effet, certains ajustements effectués au cours de la campagne ont permis de ne pas reproduire certaines erreurs (par exemple : prise en compte du calendrier de disponibilités du personnel du bureau d'étude, application de contraintes de débits minimum).

La campagne de suivi réalisée dans le cadre de l'étude d'impact de l'hydroélectricité sur l'échouage-piégeage piscicole de la Basse Rivière d'Ain s'est déroulée dans de bonnes conditions malgré quelques imprévus.

Les essais réalisés ont permis de récolter suffisamment d'informations pour permettre au bureau d'étude d'effectuer les calculs d'impacts demandés par l'administration (DREAL, DDT, AFB, Agence de l'Eau).

La méthodologie mise en place, composée d'une analyse de risques affaire et d'une procédure d'intervention mises à jour au cours de l'étude, a fiabilisé l'obtention des informations nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact.

En effet, identifier, anticiper et prévoir les parades des risques potentiels pouvant provoquer l'échec de l'étude a permis de mieux la préparer et d'assurer l'acquisition de données de qualité.

BIBLIOGRAPHIE

Documentation interne à EDF :

- [1] BARILLIER, A. (2018). *Echouages et piégeages des espèces de salmonidés générés par les éclusées - Analyse bibliographique*. Rapport interne, EDF CIH. Consulté le Février 5, 2019
- [2] ECOTEC. (2018). *Protocole d'estimation de la mortalité par échouage-piégeage dans la Basse Rivière d'Ain*. Protocole d'estimation. Consulté le février 2019
- [3] EDF Division Production Ingénierie Hydraulique. (2013, août). Le Parc français. *EDF Leader européen de la production d'électricité d'origine hydraulique*, p.4 / 15. Consulté le 2019
- [4] EDF Division Production Ingénierie Hydraulique. (2013, août). Petits Aménagements Hydrauliques (PAH). *Glossaire*, p51 / 89. Consulté le mai 2019
- [5] EDF Division Production Ingénierie Hydraulique. (2014). *Aménagements de la vallée de l'Ain*. Consulté le Mai 2019
- [6] FAYE, M.-N. (2012). *Caractérisation de l'hydrosystème "Vallée de l'Ain" - Etat des connaissances et propositions d'étude*. Rapport interne, EDF - Direction Production de l'Ingénierie - Unité de production Est. Consulté le 2019

Documentation externe EDF :

- [7] A.U.P.R.A. (2019). *Les agressions subies par la rivière*. Consulté le Février 15, 2019, sur A.U.P.R.A.: <https://www.basserivieredain.fr/agressions-subies-par-la-riviere-d-ain/>
- [8] A.U.P.R.A. (2019). *Notre parcours*. Consulté le Avril 2019, sur A.U.P.R.A. - Basse Rivière d'Ain: <https://www.basserivieredain.fr/le-parcours-riviere-d-ain/#>
- [9] AUBERT, S., ROSET, N., & LANGON, M. (2013). *Suivi des échouages et piégeages de 2009 à 2012 sur la basse rivière d'Ain en lien avec le fonctionnement hydroélectrique par éclusées du barrage d'Allement*. ONEMA. Consulté le Avril 2019, sur http://www.peche-protection-vallee-ain.fr/uploads/file/BVA_suivi___chouage_2009-2012_ONEMA.pdf
- [10] BRUNNARIUS, I. (2017, mars 31). *Des truitelles de l'Ain à l'agonie : bras de fer entre les pêcheurs et EDF*. Consulté le mai 2019, sur France info - France 3 régions: <https://france3-regions.blog.francetvinfo.fr/vallee-de-la-loue/2017/03/31/des-truitelles-de-lain-a-lagonie-bras-de-fer-entre-les-pecheurs-et-edf.html>
- [11] Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de l'Ain. (2019). *Chiffres clés de l'Ain*. Consulté le mai 2019, sur CCI Ain: <https://www.ain.cci.fr/etudes-economiques-territoire/etudes-enquetes-chiffres-cles>
- [12] Commission Locale de l'Eau (CLE) Basse Vallée de l'Ain. (2013, octobre). *SAGE de la Basse Vallée de l'Ain - Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques (PGAD)*. Consulté le mai 2019, sur Gest'Eau: https://www.gesteau.fr/sites/default/files/gesteau/content_files/document/2-sage_pagd-adopte.pdf
- [13] CORNU, V. (2015). *Mesure de réduction de l'impact des éclusées sur l'écosystème en aval - Synthèse bibliographique des travaux menés à l'étranger*. Diffusion libre, EDF - ONEMA. Consulté le 2019
- [14] COURRET, D. (2014). *Caractérisation de la perturbation hydrologique induite par les régimes d'éclusées hydroélectriques et définition d'un indicateur. Réflexion sur les mesures de mitigation des impacts des éclusées sur les populations de poissons*. Thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse). Consulté le Mai 2019
- [15] DARAGON, M. (2017). *En quoi l'utilisation et la maîtrise des processus de gestion de projet influencent-elles la gestion de l'exécution des contrats, dans le cadre d'une agence territorial Suez Eau France (entreprise privée en délégation de service public)?* Mémoire de fin d'études. Consulté le mars 2019

- [16] DAZY, M. (2017, Juin 27). *Les truites de la rivière d'Ain risquent de crever de chaud*. Consulté le Février 15, 2019, sur Le Progrès: <https://www.leprogres.fr/environnement/2017/06/25/les-truites-de-la-riviere-d-ain-risquent-de-crever-de-chaud>
- [17] DOLEDEC, S. (2017). *Dynamique, fonctionnement et biodiversité des communautés aquatiques face aux pressions anthropiques sur la vallée de l'Ain*. Scientifique, CNRS. Consulté le Février 2019
- [18] Eau France. (2019, mai 21). *Règles d'évaluation de l'état des eaux*. Consulté le mai 29, 2019, sur Eau France le service public d'information sur l'eau: <https://www.eaufrance.fr/regles-devaluation-de-letat-des-eaux>
- [19] FAHRNER, G. (2010). *Typologie des impacts potentiels des ouvrages hydroélectriques sur les populations de truite situées en aval*. Thèse, AgroParisTech. Consulté le mai 2019, sur <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00575427/document>
- [20] GINOT, C. (2019). *Rapport Modèle 2D Echouage Ain*. IRSTEA. Consulté le Février 14, 2019
- [21] HUGUEUX, M. (2015). *Estimation de l'évaporation sur une retenue afin d'évaluer l'impact d'un barrage hydroélectrique sur l'environnement*. Mémoire de fin d'études.
- [22] IMS. (2018, Octobre 10). *Bilan été 2018*. Consulté le Février 15, 2019, sur A.U.P.R.A: <https://www.basserivieredain.fr/2018/10/10/bilan-ete-2018/>
- [23] ISO - Organisation internationale de normalisation. (2019). *ISO 31 000 - Management du risque*. Consulté le avril 2019, sur ISO: <https://www.iso.org/fr/iso-31000-risk-management.html>
- [24] La Voix Du Nord. (2019, janvier). *Réseau électrique : Comment la France a frôlé le black-out national jeudi dernier*. Consulté le avril 2019, sur La VDN - la Voix Du Nord: <https://www.lavoixdunord.fr/520608/article/2019-01-14/comment-la-france-frole-le-black-out-national-jeudi-dernier>
- [25] LE LAY, Y.-F., & al. (2016). *Habiter la rivière d'Ain*. Consulté le mai 2019
- [26] Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. (2019, mai). *SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1059-2019) - L'Ain à chazay-sur-Ain*. Consulté le mai 2019, sur Banque hydro - Eau France: <http://www.hydro.eaufrance.fr/stations/V2942010&procedure=synthese>
- [27] PIEGAY, H. (2016). *Caractérisation physique et thermique des habitats aquatiques de l'Ain*. CNRS. Consulté le Février 2019
- [28] REVEL, F. (2019, Janvier 06). *Un petit peu d'eau*. Consulté le Février 15, 2019, sur A.U.P.R.A: <https://www.leprogres.fr/environnement/2017/06/25/les-truites-de-la-riviere-d-ain-risquent-de-crever-de-chaud>
- [29] SIMON, D. (2019, janvier). *Comment la France a échappé de peu à un black-out électrique*. Consulté le avril 2019, sur France inter: <https://www.franceinter.fr/economie/comment-la-france-a-echappe-de-peu-a-un-black-out-electrique>
- [30] Syndicat Basse Vallée de l'Ain. (s.d.). *Basse Vallée de l'Ain - Présentation et enjeux*. Consulté le 2019, sur Basse Vallée de l'Ain: <http://www.bassevalleedelain.com/enjeux.php>
- [31] Syndicat Basse Vallée de l'Ain. (s.d.). *Le SAGE - Objectifs*. Consulté le 2019, sur Basse Vallée de l'Ain: <http://www.bassevalleedelain.com/objectifs.php>
- [32] Wikipédia. (2012). *Lac de Vouglans*. Consulté le mai 2019, sur Wikipédia L'encyclopédie libre: https://fr.wikipedia.org/wiki/Lac_de_Vouglans#Administration
-

ANNEXES

SOMMAIRE

ANNEXE 1 : ANALYSE DE RISQUES	53
ANNEXE 2 : PROTOCOLE D'INTERVENTION.....	69
ANNEXE 3 : DEBITS MINIMUM	77
ANNEXE 4 : TABLEAU DES ESSAIS REALISES	79
ANNEXE 5 : DEROULEMENT D'UN ESSAI	83
ANNEXE 6 : DOCUMENT D'ECOTEC DE PRESENTATION DE L'ETUDE DE 2019	87

ANNEXE 1 : ANALYSE DE RISQUES

ANALYSE DE RISQUES

SOMMAIRE

1	ACTEURS :	54
1.1	QUI DOIT PARTICIPER ?.....	54
1.2	QUI DOIT ETRE INFORME DE L'INTERVENTION ?.....	54
2	CONTEXTE	54
2.1	OBJECTIFS	54
2.2	METHODE UTILISEE.....	55
2.3	QUELS RISQUES ?	55
3	RISQUES	56
3.1	ADMINISTRATIFS	57
3.2	DE GOUVERNANCE/DE PLANNING.....	58
3.3	ECONOMIQUES	59
3.4	ENVIRONNEMENTAUX \ METEOROLOGIQUES \ NATURELS	60
3.5	PHYSIQUES \ SANITAIRES \ DE SECURITE.....	62
3.6	DE SURETE.....	65
3.7	TECHNIQUES	66

1 ACTEURS :

1.1 QUI DOIT PARTICIPER ?

- **EDF Hydro Est** – État-major (= commanditaire de l'étude d'impact) : Direction Concessions, Cellule IPR³¹ de la Direction Technique (Performance/Production)
- **Bureau d'étude** (=exécutant) : ECOTEC
- EDF – CCH
- EDF – CPOH
- EDF – Exploitant³² (Directeur Groupement d'Exploitation Hydraulique ou du Groupement d'Usines)

1.2 QUI DOIT ETRE INFORME DE L'INTERVENTION ?

- L'administration (DDT ; AFB)
- Les microcentraliers
- Le SR3A (Syndicat de la Rivière Ain Aval et ses Affluents – soit la Basse Rivière d'Ain et ses affluents)
- La fédération de pêche de l'Ain et les associations agréées de pêche associées.

2 CONTEXTE

Pourquoi une analyse de risques affaire (ARA)?

Il s'agit d'une procédure classique pour un projet liant plusieurs acteurs et domaines. Cette procédure tente d'identifier et de suivre les risques en élaborant et mettant en œuvre des parades et plans d'actions pour réduire (*a minima*), voire éviter, **tous** les risques potentiels de l'intervention.

D'un point de vue sécurité, EDF est très engagée pour améliorer la sécurité au sein de son entreprise et avec ses collaborateurs, ainsi que son impact sur l'environnement.

2.1 OBJECTIFS

Afin d'évaluer l'impact des aménagements hydroélectriques d'EDF sur la BRA, un protocole de mesure des échouages-piégeages est mis en place. Il couvrira 20 sites le long de la BRA qui seront étudiés à 6 reprises. Ce nombre d'interventions est important et les personnes employées sont nombreuses (5 équipes de 2 personnes pour la réalisation des campagnes de mesures) : il est donc nécessaire de mettre en place une bonne **coordination** des acteurs afin d'anticiper pour limiter les risques et éviter la non-connaissance. De plus, les mesures ne peuvent être programmées trop en amont, du fait de la nature première des aménagements hydroélectriques (produire de l'électricité placée). La décision d'effectuer une mesure est donc prévue à $J_{\text{intervention}} - 2$. Il est donc primordial d'établir une procédure de d'intervention. L'analyse de risques a donc comme objectifs de **fiabiliser cette procédure**, de **s'assurer que ladite procédure est bien complète** et couvre toutes les situations et de **faciliter sa rédaction** (assurer la liaison de l'information de l'éclusée à ECOTEC ; assurer le bon déroulement des mesures).

³¹ Ingénierie Production Régionale

³² L'exploitant est responsable des accidents qui ont lieu sur le territoire de la concession qu'il exploite. Il en autorise ou refuse l'accès.

Bien que des campagnes aient déjà eu lieu les années précédentes, la campagne de mesures de 2019 diffère d'elles car le protocole d'intervention est modifié. L'analyse de risque d'affaire prend alors tout son sens car elle va permettre de renforcer la méthodologie actuelle afin de l'adapter le plus sûrement possible au nouveau protocole.

Remarque : Avant toute intervention, il est nécessaire d'approfondir et de regrouper les connaissances précises de :

- La Rivière d'Ain (notamment le tronçon siège de l'étude, soit la Basse Rivière d'Ain, localisée entre le barrage d'Allement et la confluence avec le Rhône)
- Les berges et le sol de la zone d'étude
- L'hydrologie de la zone d'étude (pluviométrie, comportement hydrologique...)

Mots clé : Identifier, anticiper, communiquer, éviter\éliminer le risque, fiabiliser, prévenir, réguler, contrôler.

On évalue le risque par la multiplication de 3 critères :

- Impact (gravité) s'il se réalisait
- Probabilité d'occurrence
- Niveau de contrôle/ maîtrise (selon le plan d'actions déjà mis en œuvre)

Pour le TFE :

L'analyse de risques est un exercice très global et d'anticipation. Il fait partie intégrante du métier d'ingénieur projet.

2.2 METHODE UTILISEE

Règlementairement, il existe la norme NF EN ISO 31 000. Elle n'est pas à proprement parler appliquée ici.

EDF applique une procédure commune dans chaque « région » de l'entité hydraulique (EDF Hydro) et qui est basée sur la norme. Cependant cette procédure est très générale et principalement axée sur les travaux (e.g. : construction d'ouvrages).

De plus, elle fonctionne au moyen d'une cotation. Ce système présente cependant un inconvénient majeur. La hiérarchisation des risques amène parfois à négliger la recherche de parades simples pour des risques minimales alors qu'ils pourraient être totalement évités.

Ainsi l'analyse de risques affaire menée ici ne se base pas sur la procédure générale interne mais sur des ARA antérieures réalisées pour des projets de types « études » ou pour la phase d'études de projets plus importants.

Elle cherche à définir des parades et/ou plans d'action pour tous les risques concernés.

On note néanmoins l'absence de méthodologie globale pour relever et anticiper les risques de ce type d'affaire de manière exhaustive.

2.3 QUELS RISQUES ?

L'analyse de risques est réalisée à différentes échelles.

On note des risques :

- administratifs
- de gouvernance, planification
- économiques
- environnementaux/ météorologiques/naturels

- physiques/ sanitaires/ liés à la sécurité
- liés à la sûreté
- techniques

NOTA : EDF définit la sécurité comme étant la sécurité du personnel de l'entreprise et la sûreté comme étant la sécurité d'autrui et des ouvrages.

3 RISQUES

Les risques sont identifiés selon leur occurrence par rapport à la campagne de réalisation des essais (qui a lieu de mi-mars à début juin) :

- en amont de la campagne ;
- au cours de la campagne
 - la veille des premiers essais
 - pendant la période de campagne
 - après la campagne

La ligne « rapport et interprétation » permet d'identifier des risques ayant lieu durant la campagne et qui pourraient affecter l'analyse statistique réalisée par le bureau d'études. Les présenter dans cette analyse de risques permet d'apporter une vigilance lors de la réalisation des campagnes mais également d'envisager des leviers sur lesquels EDF pourrait agir afin de fiabiliser l'analyse statistique (*cette analyse est à la charge du bureau d'étude*).

NB : cette mise en forme désigne ce qui relève de la compétence du bureau d'étude ECOTEC

3.1 ADMINISTRATIFS

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
Campagne	En amont	Risque d'invalidité de l'intervention car risque de transgression au cahier des charges (CdC) (validé par la DREAL) : <i>Les débits turbinés au cours des essais sont-ils conformes aux ordonnances du cahier des charges ?</i>	Etablir la nécessité ou non de demander les autorisations. → Si oui, effectuer les procédures → Décider qui les réalise et quand	Consultation des cahiers des charges (quel est le débit turbinable maximum autorisé ?) Rédaction des demandes d'autorisation de délivrance d'un débit supérieur aux seuils définis dans le CdC
		Risque de violation du droit de l'environnement : les éclusées du nouveau protocole sont-elles légales ? <i>Si les éclusées observées ne sont pas les éclusées « normales » (autrement dit autorisées par cahier des charges), elles peuvent être considérées comme une atteinte à l'environnement (car on « tue » volontairement des poissons afin d'observer l'impact de tel ou tel type d'éclusée)</i>	Si les éclusées respectent le cahier des charges, alors elles respectent <i>de facto</i> la loi française. En revanche, si les nouvelles éclusées sont hors du cadre du cahier des charges, il faut vérifier qu'elles ne présentent pas un débit trop impactant pour l'environnement.	Consultation de spécialistes (environnementaux ou juridiques)
	La veille			
	Pendant	Juridique : risque accident (mortel ou non)	Assurances (curatif) Responsabilités définies contractuellement. <i>Le mieux c'est d'éviter !</i>	Contrat de prestation entre ECOTEC et EDF. Contrats d'assurance EDF et ECOTEC
	Après			
Rapport et interprétation				

3.2 DE GOUVERNANCE/DE PLANNING

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
Campagne	En amont			
	La veille	Risque de mauvaises coordination et circulation de l'information	Etablir une procédure d'intervention pour encadrer les campagnes de mesures. Systématiser la traçabilité (fichiers partagés ?)	Rédaction et diffusion d'une procédure d'intervention (R : Aurore Yves-Ménager ; C : Cécile Bernhard, Alain Garnier ; A : Gérald Ramos)
	Pendant	Risque de décisions non tracées (e.g. <i>changement de date de mesure</i>) ; la prévision de la date de mesure étant établie de façon hebdomadaire pour garantir l'intervention à J-2.	La procédure d'intervention permet de vérifier que l'intervention aura bien lieu à J-1 Systématiser la traçabilité (fichiers partagés ?) En cas de changement ou de non-réalisation d'une éclusée programmée, le CPOH/CCH devra prévenir les interlocuteurs définis dans la procédure	
		Risque de changement de dernière minute	Ces situations sont envisagées dans la procédure d'intervention	
		Planning : risque de retard de la réalisation des campagnes (besoin d'aménager l'accès à l'Ain)	EN AMONT : Faire une reconnaissance des abords des sites envisagés par le protocole de mesures (en élargissant de x %) en amont de la campagne afin de déterminer si des actions de type travaux sont nécessaires ou s'il est possible d'accéder, directement ou via un détour, aux sites. Prévoir les procédures nécessaires.	Parcours des berges de la BRA notamment sur les sites d'intervention. Note d'observations. <i>ECOTEC va faire une vérification des stations en amont de la campagne.</i>
	Après			
Rapport et interprétation				

3.3 ECONOMIQUES

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
Campagne	En amont			
	La veille			
	Pendant	Lâchers d'eau impossibles ou avancés pour des raisons économiques	<p>EN AMONT : Surestimer le nombre d'interventions nécessaires à la campagne lors de la prévision.</p> <p>PENDANT LA PHASE DE CAMPAGNE : Ces situations sont envisagées dans la procédure d'intervention</p>	Rédaction et diffusion d'une procédure d'intervention (R : Aurore Yves-Ménager ; C : Cécile Bernhard, Alain Garnier ; A : Gérald Ramos)
	Après			
Rapport et interprétation				

3.4 ENVIRONNEMENTAUX\METEOROLOGIQUES\NATURELS

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
Campagne	En amont / La veille	Risque de crue morphogène → Remise en cause de l'échantillonnage des stations/des populations piscicoles (la crue peut avoir dégradé les frayères)	Prise en compte lors de l'interprétation des résultats Etude des impacts de la crue sur le milieu (modification de la morphologie du cours d'eau ; zones de piégeage modifiées...)	Etude de comparaison des états avant/après crue. Avant crue : <ul style="list-style-type: none"> Observations lors du parcours des berges de la BRA (ECOTEC va vérifier la conformité des stations EN AMONT DE LA CAMPAGNE). Après crue : <ul style="list-style-type: none"> Observations lors des interventions afin d'avoir un référentiel si une crue morphogène se produit entre 2 interventions. Les stations sont systématiquement décrites lors d'une intervention.
		Risque d'envasement de la rivière : Le SR3A réalise des recharges sédimentaires à Pont d'Ain qui peuvent perturber le lit du cours d'eau et des zones étudiées	Si les recharges sont effectuées en amont ou pendant la campagne de mesures : Vérification des stations lors des interventions ou en amont selon la période de recharge.	Contacter le SR3A pour savoir comment et à quel moment ils réalisent ses recharges.
		Affaissement des berges (risque d'impossibilité d'accès aux sites d'étude)	Etude de la géologie des terrains – évaluation du risque d'affaissement des berges. Surveillance de la météo et des facteurs provocateurs de l'affaissement des berges. Evaluation de l'impact potentiel de l'affaissement des berges sur l'étude (envasement de la rivière)	Observations lors du parcours des berges de la BRA et lors des interventions.
		Population piscicole trop faible (statistiquement)	<i>Estimer la population piscicole et comparer avec les moyennes antérieures pour déterminer si la population est suffisante.</i>	

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
	Pendant	Risque d'une crue qui pourrait emporter les populations piscicoles émergées.	<i>Dans le cas contraire : évaluer les impacts d'une population trop faible pour l'étude (représentativité statistique)</i> → ECOTEC	
		Pluviométrie trop forte\trop faible	Surveillance de la météo. La procédure d'intervention établit les conditions de report de la campagne de mesure. Etude de l'impact sur la rivière (modification du niveau - création de zones de piégeage) : CPOH et CCH gèrent les données météo → intégration dans la procédure d'intervention (logigramme de décision)	Note météo avant chaque intervention (à J _{i-2} et vérification le matin même) Procédure d'intervention
		Sécheresse	Surveillance de la météo et de l'hygrométrie du sol (visites terrains préalables et connaissance des sols). La procédure d'intervention établit les conditions de report de la campagne de mesure.	Procédure d'intervention
		Crue jour de l'intervention	Surveillance de la météo La procédure d'intervention établit les conditions de report de la campagne de mesure.	Note météo/hydrologie avant chaque intervention (à J _{i-2} et vérification le matin même) Procédure d'intervention
		Risque de perturbation anthropique et la faune et dégradation de la flore.	<i>Adopter de bonnes pratiques de respect de la nature. Ne rien jeter dans le cours d'eau ou sur ses abords lors des interventions. Limitation des véhicules et machines employés dans le cadre des campagnes de mesure.</i> → ECOTEC	Rappel des bonnes pratiques au début des interventions.
	Après			
Rapport et interprétation				

3.5 PHYSIQUES\SANITAIRES\DE SECURITE

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
Campagne	En amont	Risque sécuritaire : Autorisation d'accès de l'exploitant	Poser les questions à l'exploitant pour connaître la procédure Si la demande est à effectuer 1 fois et couvre les 2mois ½ de campagne ou s'il faut la faire à chaque intervention.	<u>Consultation</u> de l'exploitant pour convenir de la démarche à suivre (une convention d'information réciproque lie l'exploitant et l'intervenant) <u>Rédaction de l'autorisation d'accès</u> (R : exploitant)
		Management général SST		
		Certification des personnels (aussi de la sûreté)		
		Analyse de risque de l'entreprise (BE Ecotec)	→ ECOTEC	
	La veille	L'intervention est intégrée par tous ? (toute la chaîne d'aménagements ?, autres acteurs ?) ; risque de défaut de programmation	Assurer une chaîne d'information\de communication. La procédure d'intervention établit les conditions de communication de l'intervention.	<u>Procédure d'intervention.</u>
	Pendant	Risque de douleur au dos (Méthodologie de comptage)	<i>Vérifier les conditions d'intervention et les protocoles de mesures.</i> <i>Etablir des bonnes pratiques pour limiter la sollicitation du dos lors du comptage</i> → ECOTEC	Point sécurité EN AMONT et avant chaque intervention. → ECOTEC
Risque de blessures (notamment aux chevilles)		<i>Port des EPI, notamment de chaussures de sécurité (si possibles montantes), voire de bottes de sécurité.</i> <i>Rappel des règles d'attention et de sécurité auprès des équipes d'intervention.</i> → ECOTEC	Point sécurité EN AMONT et avant chaque intervention. → Procédure d'intervention d'ECOTEC	

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
		Période de chasse ?	Si oui, sensibilisation des intervenants et de la fédération de chasse. Interdire les sites d'intervention (et leurs abords) aux chasseurs afin de limiter les dérangements de la faune dans cette zone (faune qui pourrait venir sur les sites d'intervention)	<p>Rédaction et diffusion d'une note d'information des conditions et sites de la campagne de mesure aux communes et associations/fédérations concernées.</p> <p>La période de campagne est hors période de chasse ³³(la chasse à courre est autorisée jusqu'au 31 mars mais aucun évènement n'est programmé dans le département de l'Ain³⁴)</p>
		Risque de noyade	<p>Cartographie des zones à risques (pièges) pour chaque site d'étude et fourniture de ces cartes aux intervenants.</p> <p>Bonne pratique : rester sur la berge et la longer (pas de site de comptage hors berges)</p> <p>Cas des transferts en canoë :</p> <p>Respect des consignes données par les référents de la société nautique.</p> <p>Nécessité des intervenants de savoir nager</p> <p>Port de gilets de sauvetage pour les transferts et si une intervention a lieu sur un banc dans la rivière.</p>	<p>Carte des zones à risque (aux abords des berges surtout)</p> <p>Point sécurité EN AMONT et avant chaque intervention avec les équipes ECOTEC et les membres des associations de canoë-kayak participant à l'intervention</p>
		Incendies	<p>Prévoir plan d'action incendie.</p> <p>Informers les secours du lieu et de la période d'intervention ainsi que du nombre d'intervenants</p> <p>Surveiller la météo pour anticiper des fortes chaleurs</p>	<p>Note d'information diffusée aux secours compétents.</p> <p>→ ECOTEC</p>

³³ D'après l'ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage) : [période de chasse en France](#)

³⁴ D'après la Fédération Départementale des Chasseurs de l'Ain (FDCAin) : [dates chasse Ain 2018-2019](#)

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
			exceptionnelles.	
		Présence de pêcheurs <i>La période de pêche aura débuté lors des campagnes</i>	Information de la campagne (sites et période) à la fédération de pêche et aux associations de pêcheurs.	Rédaction et diffusion d'une note d'information (comprenant une cartographie) des conditions et sites de la campagne de mesure aux communes et associations/fédérations concernées.
		Accès difficile, voire impossible, aux sites	Vérification des chemins d'accès en AMONT DES CAMPAGNES . <i>Contactez les associations de canoë – kayak pour permettre des accès à des sites difficiles et respecter les instructions sécurité de ces associations</i> <i>Balisage, information et adaptation du site (mise en place d'éléments temporaires facilitant l'accès)</i> → ECOTEC	Rédaction et diffusion d'une note d'information des conditions et sites de la campagne de mesure aux communes concernées. Si besoin, rédaction d'une convention avec les associations de canoë-kayak pour assurer un accès à des sites peu accessibles → ECOTEC
		Risque d'incapacité de communiquer ? (Équipements ? réseau téléphonique ?...)	Vérification lors de visites terrains de la disponibilité du réseau et de la portée. Etablir une liste des numéros de téléphones des intervenants sur sites	Parcours des berges de la BRA en vérifiant la disponibilité du réseau téléphonique chez au moins 1 opérateur.
		Risque de malaise ou de blessure grave	Informez les secours de la campagne (sites et période)	Note d'information diffusée aux secours compétents. → ECOTEC
	Après			
Rapport et interprétation				

3.6 DE SURETE

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
Campagne	En amont	Sécurité des tiers	Balisage et information aux citoyens de la zone (communes, fédérations d'usagers et syndicats ?).	<u>Note d'information</u> diffusée aux communes concernées.
	La veille			
	Pendant			
	Après			
Rapport et interprétation				

Il est à noter que le risque pour les tiers n'est pas plus fort que hors campagnes.

3.7 TECHNIQUES

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
Campagne	En amont			
	La veille			
	Pendant	Défaillance technique (ouverture des organes de régulation du débit impossible ? ou permanente ? non manœuvrables ?; casse)	Se référer aux mesures d'urgence de l'exploitant Vérification de l'état des aménagements (maintenance effectuée ?)	
		Risque de manque d'information : Pas assez de personnel pour effectuer la campagne Pas assez de temps alloué pour réaliser les mesures dans de bonnes conditions (2 x 20 stations → assez de temps prévu pour pouvoir tout effectuer ? ou mauvaise coordination des équipes par rapport au temps de transfert)	Prévoir plus d'interventions (préférer un retard plutôt qu'un manque de données)	Le protocole de mesure d'ECOTEC prend en charge ce risque
		Confusion des espèces	<i>Présence de spécialistes. Mise à disposition de guides décrivant les points clé de reconnaissance des espèces aux différents stades de vie potentiellement rencontrés. Prise de photo en cas d'impossibilité d'identification certaine.</i>	→ ECOTEC
		Temps d'intervention trop long (les comptages doivent avoir lieu dans les 2h après la baisse de débit)	Quantifier les impacts sur les résultats ainsi que leur significativité. Au besoin, invalider les mesures. Apprentissage entre les interventions permettant de corriger les erreurs effectuées lors de l'intervention précédente et/ou de réduire le temps d'intervention	
Microcentraliers : s'ils turbinent, la vitesse de baisse du débit est augmentée et les résultats sont faussés. Ils sont censés fonctionner en transparence lors des	Vérifier ladite transparence : lors des campagnes, l'exploitant peut aller attester ou non de l'arrêt des turbines.	Demander aux microcentraliers s'ils n'ont pas rencontré de problèmes.		

Phase		Risque	Parade/plan d'action	Livrable (R : Rédacteur / C : Contributeur / A : Approbateur)
		campagnes.	<p>Possibilité de mettre en place une contrainte administrative sur les microcentraliers (ne permet pas s'assurer de la transparence).</p> <p>Des données de vitesses sont disponibles à Pont d'Ain (ville située à l'aval de toutes les microcentrales). Il est possible de vérifier si les microcentrales étaient ou non en transparence. <i>Ce potentiel non-respect est à intégrer dans les interprétations → ECOTEC.</i></p>	→ La DDT est en train d'étudier la question de la contrainte administrative. Un arrêté préfectoral est délivré pour régler l'activité des microcentraliers lors de la campagne de mesures.
	Après			
Rapport et interprétation		Mauvaises valeurs / incertitude trop forte des débits éclusés, des gradients	Identification des facteurs responsables de l'erreur et quantification de cette erreur et détermination de sa significativité	<p>Fiabilisation des données : Vérification sur Vigicrues des gradients, Δdébits et Δhauteurs mesurés en rivière et comparaison du laminage des crues à l'aval d'Allement.</p> <p>Récupération de chroniques de débits d'applications métier.</p>
		Données non valides	Identification des facteurs responsables de l'erreur et quantification de cette erreur (significativité ?)	→ ECOTEC
		<p>Erreurs statistiques</p> <p>Identifiée : surestimation due à la sensibilité des stations étudiées (choisie pour cet attribut)</p> <p>Pas de comptage au cœur du lit (mm si zones exondées type banc...)</p>	<p>Quantification et significativité de l'erreur.</p> <p>Application d'un coefficient correcteur</p>	Le protocole de calcul d'ECOTEC prend en compte cette erreur statistique (le biais observateur est compensé)
		Erreurs d'interprétation avec les résultats de l'AFB : L'AFB intervient s'il y a eu des plaintes pour préjudice contre l'environnement. Leurs comptages sont indépendants de ceux récoltés par ECOTEC et ne nécessitent pas de contact avec EDF (donc ils ne correspondent pas à des éclusées)	<p>Intégration des résultats dans ses interprétations et calculs en prenant le recul nécessaire au traitement des données AFB</p> <p>→ ECOTEC</p>	

ANNEXE 2 : PROTOCOLE D'INTERVENTION

PROTOCOLE D'INTERVENTION

SOMMAIRE

1	CONTEXTE	70
1.1	CONTEXTE GENERAL	70
1.2	LOCALISATION SPATIO-TEMPORELLE DES CAMPAGNES DE MESURE	70
2	CONTENU DU PROTOCOLE D'INTERVENTION	70
3	PLANIFICATION :.....	71
4	FICHES	74
4.1	DECLENCHEMENT ET CONTROLE.....	74
4.2	REPORT ET ANNULATION DE L'INTERVENTION	75
4.3	COMMUNICATION ³⁵	

³⁵ Cette fiche n'a pas été intégrée car elle répertorie les coordonnées de tous les acteurs, cela n'est pas essentiel à la compréhension du protocole.

1 CONTEXTE

1.1 CONTEXTE GENERAL

Des campagnes de mesures des échouages-piégeages de la macrofaune aquatique sont réalisées sur les berges de la Basse Rivière d'Ain (BRA).

Ces campagnes ont pour but de quantifier l'impact, en termes d'échouage-piégeage piscicole, des éclusées des aménagements hydroélectriques de l'Ain, sur la BRA.

Ainsi :

- Des éclusées à suivre sont définies (*a minima* Q_{base} , Q_{max} , gradient).
- Elles sont programmées à l'avance (un mois à l'avance serait un plus) et envoyées à CPOH pour intégration dans leur gestion.
- Elles sont identifiées et rediscutées en $S_{intervention} - 1$ afin de permettre aux différents acteurs (bureau d'études effectuant les campagnes, CCH, Exploitant, microcentraliers...) de s'organiser et de vérifier que rien ne viendra perturber l'essai.

1.2 LOCALISATION SPATIO-TEMPORELLE DES CAMPAGNES DE MESURE

Les campagnes de mesures ont lieu de mi-mars à fin mai et sont localisées sur tout le linéaire des berges de la Basse Rivière d'Ain (de l'aval du barrage d'Allement à la confluence de l'Ain avec le Rhône).

2 CONTENU DU PROTOCOLE D'INTERVENTION

Intervenants :

- EDF
 - CPOH – service national de programmation et d'optimisation
 - CCH – entité de programmation et de contrôle des usines
 - Direction Concessions (DC)
 - Direction Technique Performance/Production Service IPR (*Ingénierie de Production Régionale*) – ce service fait le lien entre les services de programmation (CPOH et CCH) et les autres entités (Direction Concessions et exploitant)
 - Exploitant
- ECOTEC (bureau d'étude chargé de la réalisation de l'étude d'impact)

Moyens d'alerte : téléphone et mail avec accusé de réception (correspondance avec microcentrales)

Temporisation : Points de contrôle à ($S_{intervention} - 1$) puis à ($J_{intervention} - 1$) et enfin le matin du $J_{intervention}$.

Procédures à suivre sous forme de processus ou tableaux.

3 PLANIFICATION :

- 1) Définir un champ de contraintes à faire parvenir à CPOH/ CCH afin qu'ils puissent ajuster le programme de 2019.
 - a. Avoir défini les éclusées à suivre et des conditions restrictives de réalisation (e.g. : mettre les aménagements (Vouglang) hors ajustement pour la durée des campagnes)
 - b. Expliciter l'attendu de l'essai
 - c. Avoir défini précisément les conditions de l'intervention (début et fin notamment)
 - d. Définir la journée souhaitée
 - e. Définir les retours en conditions normales d'exploitation
 - f. Définir les acteurs et leurs rôles et leurs responsabilités
 - g. Avoir établi les conditions de non-réalisation des interventions (permettant l'autonomie de CPOH/CCH si ces cas se présentent)

- 2) Déroulement
 - 1 mois avant le début des campagnes : les événements à suivre sont définis et communiqués à CPOH pour être intégrés au programme énergétique de 2019.
 - a. S-1

	Etape 1		Etape 2	
Option A	IPR CPOH CCH Exploitant	Vérifient le maintien du jour de l'intervention ainsi que ses caractéristiques	CCH CPOH	Se coordonnent pour que le Q_{base} soit atteint au début de l'intervention
Option B	IPR CPOH CCH Exploitant	Il est impossible de réaliser l'intervention et le suivi la semaine suivante	Annulation ou report de l'intervention	

b. Lundi matin de S_{intervention} : **IPR appelle CPOH**

Les conditions techniques, hydrologiques, hydrauliques et énergétiques peuvent avoir entraîné une modification du programme d'utilisation de la chaîne hydroélectrique de l'Ain (Cf. fiche 4.2 *Report et annulation de l'intervention*).

	Etape 1		Etape 2	
Option A.1 <i>Le programme n'a pas changé</i>	IPR/ DC	Contacte ECOTEC pour donner les caractéristiques de l'éclusee programmée.	J-1 (ci-dessous)	
Option A.2 <i>Le programme a changé</i>	IPR/ DC	Etudient les possibilités avec CPOH : <ul style="list-style-type: none"> • ESSAI modifié • ESSAI reporté • ESSAI annulé 		
Option A.2 <i>Le programme a changé</i>	IPR/ DC		IPR/ DC	Contacte ECOTEC pour signaler le report/annulation
Option B.1 <i>Le programme a changé → l'éclusee est réalisable à J+2 au plus tôt</i>	IPR/ DC	Contacte ECOTEC pour donner les caractéristiques de l'éclusee programmée.	J-1 (ci-dessous)	
Option B.2 <i>Le programme n'a pas changé → il est toujours impossible de réaliser l'éclusee.</i>	Annulation de l'intervention			

c. I-1

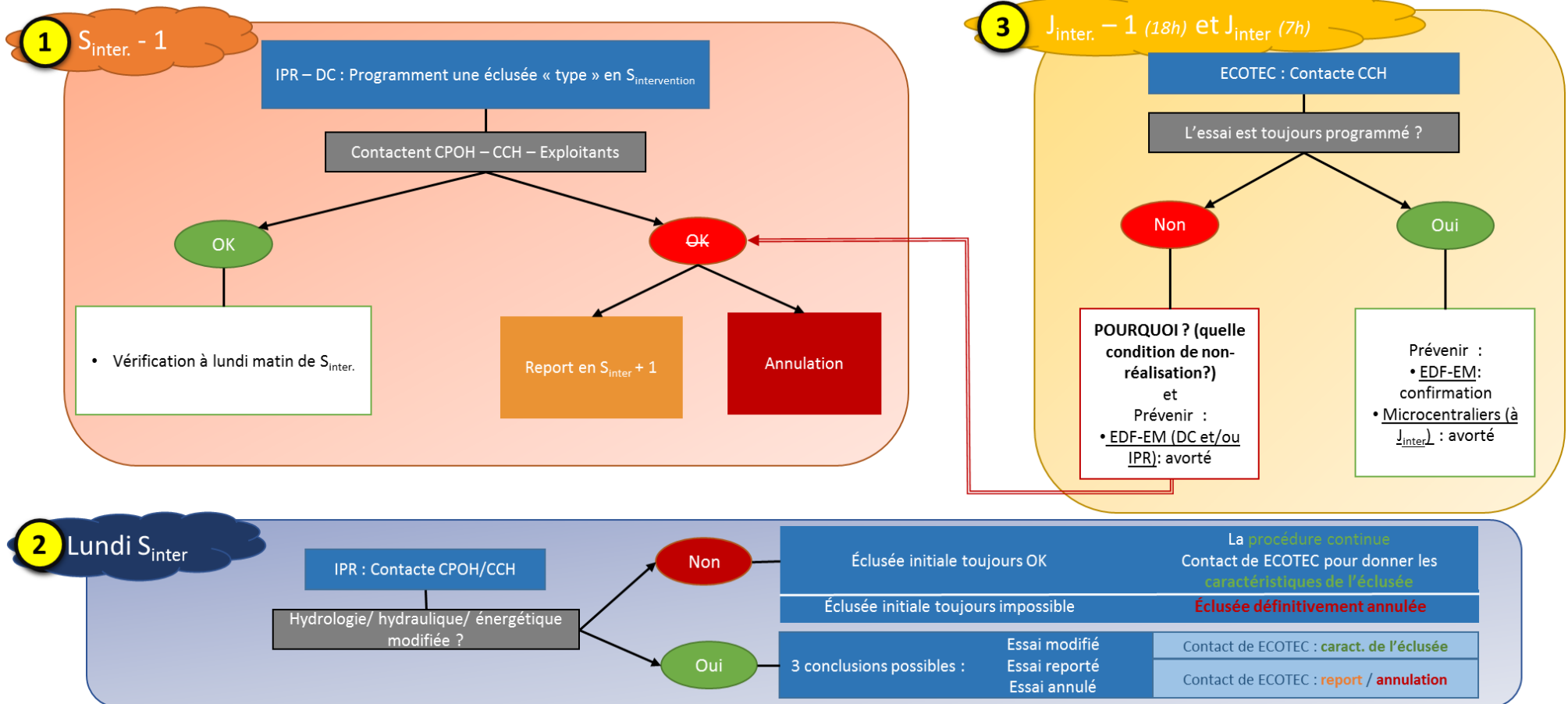
	Etape 1		Etape 2		Etape 3	
Option 1.1 <i>Le programme n'a pas changé</i>	CPOH CCH	Programment les automates pour que le Q_{base} soit atteint au début de l'intervention	Procédure d'enclenchement du protocole			
Option 1.2 <i>Le programme a changé</i>	CPOH CCH	L'aléa est une condition de non-réalisation (une contrainte) du suivi	Annulation ou report de l'intervention			
		L'aléa n'est pas une condition de non-réalisation du suivi	A juste titre	CPOH CCH	Se coordonnent pour que le Q_{base} soit atteint au début de l'intervention.	Procédure d'enclenchement du protocole
				<i>L'éclusee suivie n'est pas modifiée</i>		
		A tort : ce cas n'avait pas été envisagé dans les conditions de non-réalisation	CPOH CCH	Signalent les caractéristiques de l'éclusee suivie	Procédure d'enclenchement du protocole	
<i>L'éclusee suivie est modifiée</i>						
		CPOH CCH	Appellent IPR ou DC pour discuter du cas	Annulation ou report de l'intervention		

ROCEDURE D'ENCLENCHEMENT DU PROTOCOLE		
A J-1 (18h)	ECOTEC	<ul style="list-style-type: none"> • Appelle CCH pour assurer son intervention • Appelle microcentraliers pour qu'ils se mettent en transparence suffisamment en amont de l'intervention (au moins 4h avant le début de la baisse)
A J (7h)		

Les conditions de non-réalisation de l'intervention : les conditions de report et d'annulation (autrement dit : les « changements de programme ») (Cf. fiche [4.2 Report et annulation de l'intervention](#)).

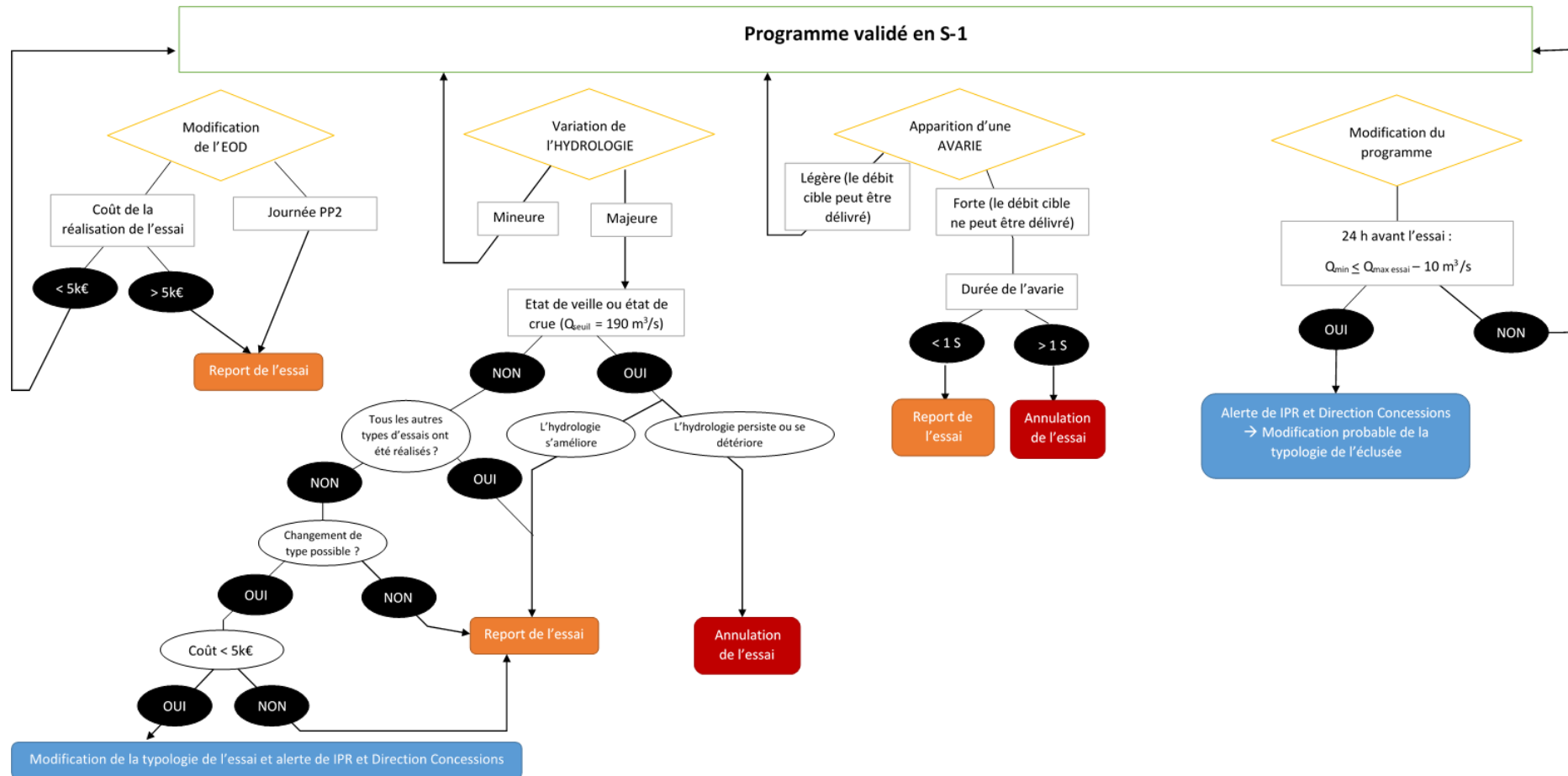
4 FICHES

4.1 DECLENCHEMENT ET CONTROLE



4.2 REPORT ET ANNULATION DE L'INTERVENTION

Suivi du logigramme de décision établi à partir de discussions IPR – DC (- CPOH). Ce logigramme détermine les données d'entrées (météo, hydrologie, prix, ressource limitantes) qui sont des conditions de non-réalisation de l'essai.



ANNEXE 3 : DEBITS MINIMUM

Les débits minimum présentés dans le tableau ci-dessous sont des contraintes imposées aux services de programmation d'EDF afin d'assurer la réalisation des essais dans de bonnes conditions.

En effet, si l'on n'impose pas de contraintes aux services de programmation, ils peuvent réaliser des variations de débit, fonctionnement de base de l'aménagement.

Or, il arrive que ces variations installent, à une date antérieure à celle d'un essai programmé, des conditions similaires à celles de l'essai que l'on veut suivre. Cela a pour conséquence de « réaliser l'essai avant l'essai »³⁶.

Autrement dit, puisqu'il est question ici de suivi d'échouage-piégeage, on va provoquer potentiellement des échouages-piégeages (lors des manœuvres autonomes des services de programmation) avant la date de réalisation de l'essai. Il serait impossible de les observer car les ressources humaines nécessaires à la réalisation du suivi n'auront pu être prévenues à temps pour intervenir (les manœuvres autonomes ne sont pas signalées aux personnes extérieures à l'équipe ; les membres de la direction concessions les constatent à travers des outils métier).

De plus, lorsque l'essai est tout de même réalisé (annulation impossible), on risque de provoquer un « lessivage » de la zone d'étude car l'essai entraîne généralement une augmentation du débit (afin d'observer la baisse).

Type de l'essai	Condition de débit minimum
Type 1 : Débit $Q_{max} > 100 \text{ m}^3/\text{s}$ amplitude $> 70 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{min} \geq Q_{base \text{ essai}} + 70 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 2 : Débit $Q_{max} > 100 \text{ m}^3/\text{s}$ amplitude entre 40 et 70 m^3/s	$Q_{min} \geq Q_{max \text{ essai}} - 10 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 3 : Débit $Q_{max} \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$ amplitude $> 70 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{min} \geq Q_{max \text{ essai}}$ ou $Q_{min} > Q_{base \text{ essai}} + 70 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 4 : Débit $Q_{max} \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$ amplitude entre 40 et 70 m^3/s	$Q_{min} \geq Q_{max \text{ essai}} - 10 \text{ m}^3/\text{s}$
Type 5 : Débit $Q_{max} \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$ amplitude $< 40 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{min} > Q_{max \text{ essai}}$
Type 6 : Débit $Q_{max} \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$ amplitude $< 40 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{min} > Q_{max \text{ essai}}$
Type 7 : Baisse sous les 28 m^3/s (la première baisse à minima)	$Q_{min} = Q_{max \text{ essai}}$

³⁶ Ce phénomène s'est produit le 10 avril 2019 (essai 3) (Cf. ANNEXE 4 : Tableau des essais réalisés)

ANNEXE 4 : TABLEAU DES ESSAIS REALISES

Type		1	2	3
Typologie EDF DC + externe		$Q_{max} > 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta Q \geq 80 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{max} > 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $40 \text{ m}^3/\text{s} \leq \Delta Q \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{max} \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta Q \geq 80 \text{ m}^3/\text{s}$
1	J Réalisation	3. 05/04	1. le 23/03	
	Caractéristiques	145 → 65 m³/s ($\Delta Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$) Début de l'essai à 145m ³ /s le 05/04 à 7:00 Début de la baisse à 9:00, pendant 3 h Qstable atteint à 12 :00 Maintien des 65 m ³ /s pendant 9h Fin de l'essai samedi à 21h	130 → 60 m³/s ($\Delta Q = 70 \text{ m}^3/\text{s}$) Début de l'essai à 130m ³ /s le 23/03 à 01 :00 Début de la baisse à 3:00, baisse pendant 4 h Qstable atteint à 07 :00 Maintien des 60m ³ /s pendant 8h Fin de l'essai samedi à 15h	
	Complet/Restreint	COMPLET	COMPLET	
	Réalisé/ Annulé Commentaire	ANNULE L'hydrologie a évolué à la baisse, ne permettant pas de délivrer les débits initialement prévus. Une observation est envisagée → 3.bis (6/04)-T2	MODIFIE L'hydrologie a évolué à la baisse mais l'essai a été réalisé le même jour et a conservé son type (T2)	
2	J Réalisation	3.10/04	1. 23/03	
	Caractéristiques	157 → 65 m³/s ($\Delta Q = 92 \text{ m}^3/\text{s}$) Début de l'essai à 157 m ³ /s le 10/04 à 06:00 Maintien des 157 m ³ /s pendant 2h Début de la baisse à 08:00, pendant 5h30 Qstable atteint à 13 :30 Maintien des 65 m ³ /s pendant 8h Fin de l'essai à 21 :30	95 → 28 m³/s ($\Delta Q = 67 \text{ m}^3/\text{s}$) Début de l'essai à 95m ³ /s le 22/03 à 22:00 Maintien des 95m ³ /s pendant 2h Début de la baisse à 00:00, pendant 9 h Qstable atteint à 09 :00 Maintien des 28 m ³ /s pendant 8h Fin de l'essai samedi à 17h	
	Complet/Restreint	COMPLET	COMPLET	
	Réalisé/ Annulé Commentaire	ANNULE Une baisse similaire a été réalisée la veille de l'essai rendant celui-ci caduque. Un autre essai programmé → 3.2 (13/04)-T5	REALISE	
3	J Réalisation	4.3 01/05	2. 30/03	
	Caractéristiques	120 → 28 m³/s ($\Delta Q = 92 \text{ m}^3/\text{s}$) Début de l'essai à 120 m ³ /s le 30/04 à 19:30 Maintien des 120 m ³ /s pendant 2h Début de la baisse à 21:30, pendant 10h30 Qstable atteint à 08 :00 le 01/05 Maintien des 28 m ³ /s pendant 10h Fin de l'essai samedi à 18 :00	90 → 40 m³/s ($\Delta Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$) Début de l'essai à 90m ³ /s le 29/03 à 22:30 Maintien des 90m ³ /s pendant 2h Début de la baisse à 00 :30, pendant 6h30 Qstable atteint à 07 :00 Maintien des 40 m ³ /s pendant 8h Fin de l'essai samedi à 15h	
	Complet/Restreint	COMPLET	COMPLET	
	Réalisé/ Annulé	REALISE	MODIFIE puis REPORTE	

Type		1	2	3
Typologie EDF DC + externe		$Q_{\max} > 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta Q \geq 80 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{\max} > 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $40 \text{ m}^3/\text{s} \leq \Delta Q \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{\max} \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta Q \geq 80 \text{ m}^3/\text{s}$
4	Commentaire		L'hydrologie a évolué à la baisse, modifiant la typologie de l'essai prévu : T2 → T5 Puis, une baisse était programmée quelques jours avant la date initiale de l'essai, celui-ci a donc été anticipé → 2.2 (28/03)-T5	
	J Réalisation		3. bis 06/04	
	Caractéristiques		120 → 80 m³/s ($\Delta Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$) 120 m ³ /s du 05/04 à 04:30 Maintien des 120 m ³ /s pendant 24h Baisse le 06/04 de 04:30 à 07 :30 Qstable atteint à 07 :00 – 07 :30 Maintien des 80 m ³ /s jusqu'à 15 :00 Observation de quelques secteurs piégeants	
	Complet/Restreint		RESTREINT – OBSERVATION	
	Réalisé/ Annulé Commentaire		REALISE	
5	J Réalisation		4.19/04	
	Caractéristiques		95 → 28 m³/s ($\Delta Q = 67 \text{ m}^3/\text{s}$) Début de l'essai à 95m ³ /s le 19/04 à 22:00 Maintien des 95m ³ /s pendant 2h Début de la baisse à 00:00, pendant 9 h Qstable atteint à 09 :00 Maintien des 28 m ³ /s pendant 8h Fin de l'essai samedi à 17h	
	Complet/Restreint		COMPLET	
	Réalisé/ Annulé Commentaire		ANNULE Manque de personnel pour réaliser le suivi Programmation d'un autre essai le 4.2 (27/04)-T5	
6	J Réalisation		4. bis 08/05	
	Caractéristiques		134 → 65 m³/s ($\Delta Q = 69\text{m}^3/\text{s}$) Observation de quelques secteurs piégeants	
	Complet/Restreint		RESTREINT – OBSERVATION	
	Réalisé/ Annulé Commentaire		REALISE	

Type	4	5	6
Typologie EDF DC + externe	$Q_{max} \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $40 \text{ m}^3/\text{s} \leq \Delta Q \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{max} \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta Q \leq 40 \text{ m}^3/\text{s}$	Type 5 dont passage sous $28 \text{ m}^3/\text{s}$
1			
J Réalisation	2. bis 30/03	2.2. 30/03 → 2.2. 28/03	6. 17/05
Caractéristiques	80 → 40 m³/s (ΔQ = 40 m³/s) Observation de quelques secteurs piégeants	65 → 28 m³/s (ΔQ = 37 m³/s) Début de l'essai à 65m ³ /s le 22/03 à 23:30 Maintien des 65m ³ /s pendant 2h Début de la baisse à 01:30, pendant 5h30 Qstable atteint à 07 :00 Maintien des 28 m ³ /s pendant 9h Fin de l'essai à 16h	50 → 12,3 m³/s (ΔQ = 37,7 m³/s) 50 m ³ /s le 17/05 à 03:00 Maintien des 50 m ³ /s pendant 2h Baisse le 17/05 de 05:00 à 11 :00 Qstable atteint à 11 :00 Maintien des 12,3 m ³ /s jusqu'à 19 :00
Complet/Restreint	RESTREINT – OBSERVATION	COMPLET	COMPLET
Réalisé/ Annulé Commentaire	REALISE	REALISE	REALISE Le gradient fixe a été appliqué 2h trop tôt, ce qui a accéléré la fin de la baisse
2			
J Réalisation		3.2 13/04	7. 29/05
Caractéristiques		65 → 28 m³/s (ΔQ = 37 m³/s) 65 m ³ /s le 13/04 à 01:00 Maintien des 65 m ³ /s pendant 2h Baisse le 13/04 de 03:00 à 10 :00 Qstable atteint à 10 :00 Maintien des 28 m ³ /s jusqu'à 18 :00	28 → 12,3 m³/s (ΔQ = 15,7 m³/s) 28 m ³ /s le 29/05 à 02:00 Maintien des 28 m ³ /s pendant 2h Baisse le 29/05 de 04:00 à 08 :00 Qstable atteint à 08 :00 Maintien des 12,3 m ³ /s jusqu'à 16 :00
Complet/Restreint		COMPLET	COMPLET
Réalisé/ Annulé Commentaire		REALISE	REALISE
3			
J Réalisation		4.2. 27/04	
Caractéristiques		65 → 28 m³/s (ΔQ = 37 m³/s) 65 m ³ /s le 27/04 à 01:00 Maintien des 65 m ³ /s pendant 2h Baisse le 27/04 de 03:00 à 10 :00 Qstable atteint à 10 :00 Maintien des 28 m ³ /s jusqu'à 18 :00	
Complet/Restreint		COMPLET	
Réalisé/ Annulé Commentaire		ANNULE L'hydrologie a évolué à la hausse, modifiant le profil de l'essai. De plus, au cours de la semaine, l'hydrologie était trop faible et aucune variation journalière n'a été réalisée.	

Type		4	5	6
Typologie EDF DC + externe		$Q_{max} \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $40 \text{ m}^3/\text{s} \leq \Delta Q \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{max} \leq 80 \text{ m}^3/\text{s}$ $\Delta Q \leq 40 \text{ m}^3/\text{s}$	Type 5 dont passage sous $28 \text{ m}^3/\text{s}$
4	J Réalisation		5. 14/05	
	Caractéristiques		65 → 28 m³/s ($\Delta Q = 37 \text{ m}^3/\text{s}$) 65 m ³ /s le 14/05 à 04:00 Maintien des 65 m ³ /s pendant 2h Début de la baisse à 06:00, pendant 6h30 Qstable atteint à 12 :30 Maintien des 28 m ³ /s jusqu'à 20 :30	
	Complet/Restreint		COMPLET	
	Réalisé/ Annulé Commentaire		REALISE	
5	J Réalisation		6 bis. 22/05	
	Caractéristiques		(80→) 65 → 50 m ³ /s ($\Delta Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$) Observation axée sur les ombrets (sites très échouants/ piégeants différents de ceux qui le sont pour les truitelles) Observation de quelques secteurs piégeants	
	Complet/Restreint		RESTREINT / OBSERVATION	
	Réalisé/ Annulé Commentaire		REALISE	

Légende :

Essais réalisés

Essais annulés, reportés

ANNEXE 5 : DEROULEMENT D'UN ESSAI

DEROULEMENT D'UN ESSAI

SOMMAIRE

1	QUELQUES JOURS AVANT L'ESSAI	84
1.1	PREPARATION DES TRAJETS	84
1.2	PREPARATION DU MATERIEL	84
2	LE JOUR DE L'ESSAI	84
2.1	DEBUT DE L'INTERVENTION :	84
2.2	L'INTERVENTION :	84
2.3	FIN DE L'INTERVENTION	86
3	APRES L'ESSAI	86

1 QUELQUES JOURS AVANT L'ESSAI

1.1 PREPARATION DES TRAJETS

- ◆ Localisation sur une carte des différentes stations
- ◆ Evaluation du temps de trajet jusqu'à ces stations (voiture \pm marche)
- ◆ Répartitions des stations entre les 4 équipes (*la 5^{ème} équipe réalisera le protocole exhaustif sur certaines stations. Elle ne peut réaliser et ces protocoles exhaustifs et le protocole complet sur le même nombre de stations que les autres équipes*).

1.2 PREPARATION DU MATERIEL

- ◆ Cartes des stations et de leur chemin d'accès
- ◆ Fiches d'identification
- ◆ Fiche terrains + support et stylos
- ◆ Appareils photos/ téléphones portables
- ◆ Appareil de localisation GPS
- ◆ Epuisettes
- ◆ Récipients d'échantillonnage pour recueillir les poissons émergents échoués (truitelles ou non identifiés)
- ◆ Equipement étanche : bottes, cuissardes, waders,...

2 LE JOUR DE L'ESSAI

2.1 DEBUT DE L'INTERVENTION :

Rassemblement 30 min avant l'heure de l'intervention pour distribuer le matériel à chaque équipe et rappeler les règles de sécurité, ainsi que quelques préconisations sur la réalisation des protocoles.

Le responsable de l'intervention prévient le CCH et l'exploitant du début de l'intervention et de la présence de personnel en rivière.

Chaque équipe se dirige vers sa première station.

2.2 L'INTERVENTION :

Que l'équipe applique le protocole complet ou le protocole exhaustif, les étapes sont similaires :

1. Identifier et Caractériser la station (des photos sont recommandées pour bien évaluer les dimensions de la station).



2. Repérer les zones de piégeage et d'échouage

Leurs caractéristiques dépendent selon les espèces recherchées : les truitelles ont tendance à se réfugier dans des gouilles ou flaques ; les ombrets s'échouent très souvent sur les bancs de galets inclinés ; certains cyprinidés (comme les loches) cherchent à s'enfoncer dans le substrat (sable, gravier), elles sont alors très souvent échouées et difficiles à trouver car il faut retourner tous les cailloux de la station³⁷.

Le protocole d'intervention de la campagne de 2019 est axé sur les truitelles (Cf. photos ci-dessous).



C'est donc cette espèce qui est recherchée, identifiée avec beaucoup d'attention et scrupuleusement comptabilisée.

³⁷ Lors de l'application du protocole exhaustif, la marche à suivre est de fouiller la station dans sa totalité dans un but de recensement complet des espèces piscicoles piégées et échouées.

3. Identifier et comptabiliser les espèces piscicoles (ou les estimer au mieux).



4. Remettre à l'eau (*dans une zone donnant accès à la BRA*) les individus piégés en passe d'être échoués.

AU MILIEU DE L'INTERVENTION

Le responsable appelle chaque équipe pour faire un bilan sur les observations (réalisées ou non et pourquoi), sur les conditions d'accès aux stations, les difficultés rencontrées...

2.3 FIN DE L'INTERVENTION

Les équipes appellent le responsable pour l'informer qu'elles ont terminé.

Rassemblement au lieu de rendez-vous du départ (où a été réalisé le point avant l'intervention).

Le responsable appelle CCH et l'exploitant pour signaler la fin de l'intervention et la sortie du personnel de la rivière.

Le matériel est récupéré et un bilan rapide à chaud est réalisé.

3 APRES L'ESSAI

Les résultats sont rassemblés et synthétisés.

Un rapport des observations est produit à partir de ces résultats.

**ANNEXE 6 : DOCUMENT D'ECOTEC
DE PRESENTATION DE L'ETUDE DE
2019**



Protocole d'estimation de la mortalité par échouage-piégeage dans la Basse Rivière d'Ain

Propositions pour l'année 2019

Septembre 2018



ECOTEC Environnement SA
3, rue François-Ruchon - 1203 Genève
t : 022 344 91 19
info@ecotec.ch - www.ecotec.ch



SA Expertises
Genève Études d'impact
19 Recherche appliquée

1. RÉSUMÉ

Ce protocole propose un nouvel échantillonnage de la Basse Rivière d'Ain afin d'estimer la mortalité totale liée aux échouages-piégeages sur le tronçon entre Neuville-sur-Ain et la confluence avec le Rhône. Les mesures actuelles de mortalité sont concentrées dans des zones préalablement sélectionnées pour leur risque élevé d'échouage-piégeage et par conséquent non représentatives de l'ensemble de la rivière. Il n'est donc actuellement pas possible d'estimer l'impact global de l'échouage-piégeage sur la communauté piscicole. Ce nouveau protocole a pour but d'échantillonner toute la rivière au cours du temps et permettra d'estimer le nombre total d'individus concernés par les échouages-piégeages ainsi que l'impact de différents types d'éclusées dans la Basse Rivière d'Ain.

L'échouage-piégeage concerne toute la communauté piscicole et la mortalité de toutes les espèces de poissons concernées sera relevée. Toutefois les analyses populationnelles se concentreront sur la truite, espèce parapluie qui jouit d'une grande représentation dans la bibliographie scientifique et dont le cycle de vie est très bien documenté (Figure 1). Une fois la mortalité issue d'échouage-piégeage correctement estimée, il sera ensuite possible d'estimer son impact sur la dynamique de la population de truites de la rivière d'Ain à l'aide des différents suivis déjà effectués (pêches électriques en été et suivis de frayères en hiver) et de la littérature scientifique.

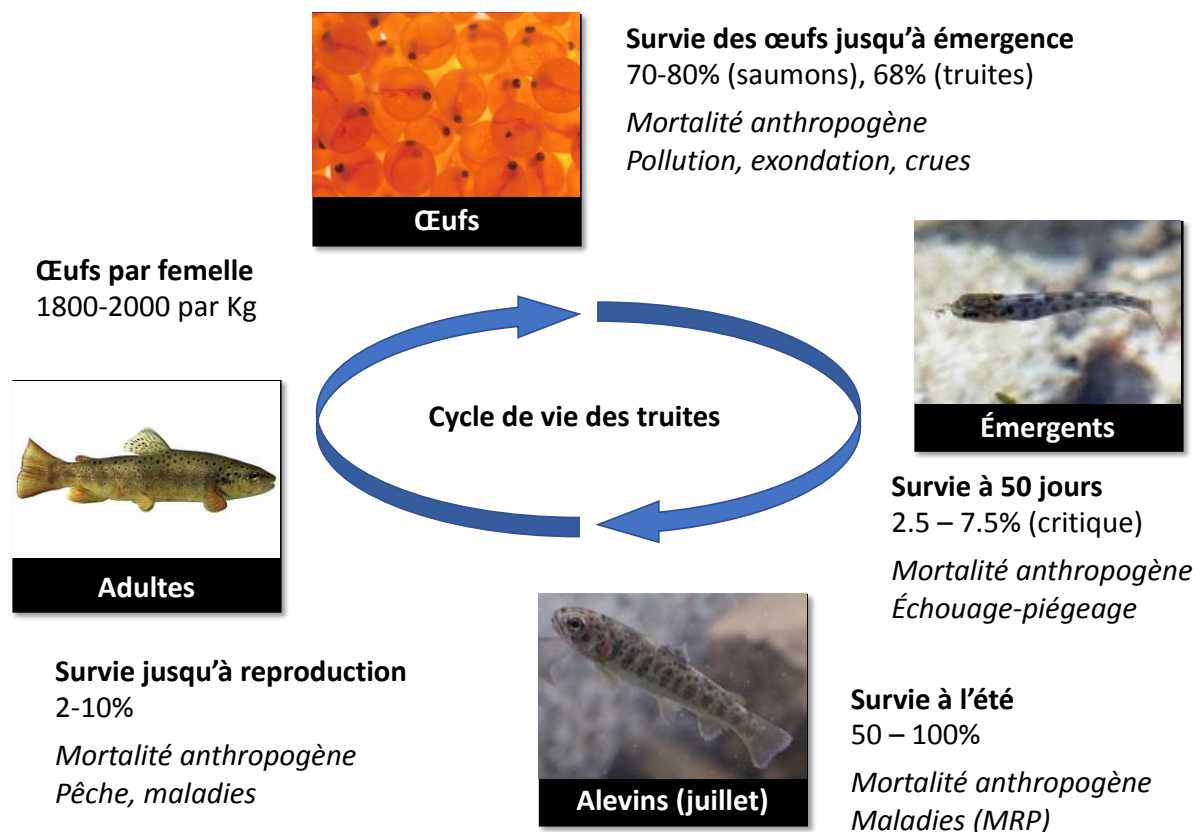


Figure 1 : Cycle de vie de la truite, avec les mortalités naturelles et anthropogènes entre les différents stades.

1.1 LA TRUITE ESPÈCE PARAPLUIE

Dans la pratique, il est très difficile de protéger toutes les espèces d'un milieu, c'est pourquoi les concepts d'espèce « parapluie », d'espèce « clé de voûte » (*keystone species*) ou encore d'espèce « emblème » (*flagship species*) ont été développés. L'idée est de cibler la protection d'une espèce emblématique qui va ensuite bénéficier à tout le milieu [1].

La truite de rivière est un choix idéal dans le cadre de l'assainissement des éclusées, car elle y est particulièrement sensible, contrairement à l'ombre de rivière dont les alevins sont meilleurs nageurs et n'ont pas de comportement d'enfouissement lors de baisses de débit. De plus, la truite est l'espèce caractéristique de cette zone piscicole, dominant la chaîne alimentaire et potentiellement menacée

selon la liste rouge [2]. Elle est donc généralement définie comme l'espèce parapluie ou emblème et sa protection apporte un gain écologique à la plupart des espèces du milieu [3,4]

2. ÉTAT DE L'ART : MORTALITÉ DES TRUITELLES ET VULNÉRABILITÉ AUX VARIATIONS DE DÉBIT

La mortalité des jeunes truites est très variable au cours du temps [5] et certains stades juvéniles sont particulièrement sensibles aux variations de débit [6]. Il est donc important de bien comprendre les causes de mortalité aux différents stades de vie des truitelles afin de pouvoir cibler les mesures servant à la mitigation de l'impact des éclusées [7].

2.1 DE L'INCUBATION À L'ÉMERGENCE

La mortalité naturelle des jeunes truites est relativement faible tant que les œufs et les alevins sont protégés dans les graviers du lit de la rivière. Une femelle truite pesant un kilo peut en effet pondre entre 1'500 et 2'000 œufs chaque hiver [5,8] et on estime qu'environ 80% d'entre eux vont survivre entre la ponte et l'émergence quand les conditions environnementales sont bonnes [5,9-12].

Pendant cette période, qui peut durer six mois [9-13], les œufs et les alevins sont toutefois vulnérables aux variations de débit qui peuvent mobiliser la charge de fond et entraîner la destruction des œufs lors de fortes crues, ou encore exonder les frayères et détruire les pontes lors de bas débits [3,14-16]. D'autres sources de mortalité comme la pollution, en particulier issue des stations d'épurations, peuvent décimer les œufs et les alevins avec des mortalités pouvant atteindre jusqu'à 95% dans des milieux particulièrement atteints [17].

Dans la Basse Rivière d'Ain, l'exondation des frayères est relativement rare grâce au débit plancher de 28 m³/s maintenu pendant toute la période de reproduction. Aucune exondation des frayères n'a été observée lors des suivis de 2015 à 2018 [18], toutefois il arrive que quelques frayères soient exondées lorsque l'hydrologie est très élevée pendant la période pré-reproduction, comme par exemple en 2012 [19].

2.2 PÉRIODE CRITIQUE ENTRE L'ÉMERGENCE ET 50 JOURS

Quand les alevins ont épuisé leurs réserves vitellines, les jeunes truitelles vont devenir territoriales et apprendre à se nourrir seules [3,8,14,20]. On observe dès lors une « période critique » d'une cinquantaine de jours avec une très forte mortalité liée à l'échec de parvenir à l'autonomie alimentaire [15,16,21-23]. À faibles densités, la survie moyenne est de 8 - 10% et diminue quand la densité de truitelles augmente, avec des survies aussi faibles que 1 - 5% [5,9,21,24]. Dans la Basse Rivière d'Ain, cette période se situe entre mi-mars et début juin.

Les jeunes truitelles émergentes sont de petite taille, peu mobiles, et affectionnent les zones de refuge le long des rives. Elles sont par conséquent particulièrement vulnérables aux variations de débit qui peuvent provoquer des échouages-piégeages et des dérives [25-27]. Une fois que les truitelles ont atteint une taille suffisante (35 mm pour l'échouage et 50 mm pour le piégeage), elles sont moins sensibles aux baisses de débit car elles quittent les habitats rivulaires et nagent suffisamment bien pour s'adapter aux changements de niveau d'eau [25-28]. La sévérité de l'échouage dépend principalement de la vitesse à laquelle le niveau d'eau descend après l'éclusée et de la morphologie de la rivière. En général, avec une diminution de la hauteur d'eau inférieure à 0.1 cm par minute, ou des pentes rivulaires supérieures à 5%, les truitelles sont capables d'éviter l'échouement en bordure de rivière [6,29-31]. Dans la marche à suivre pour l'assainissement des éclusées en Suisse, l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) indique que pour les larves de truites, des gradients inférieurs à 0.2 cm/min sont excellents, bons entre 0.2 et 0.3 cm/min, moyens entre 0.3 et 0.4 cm/min et médiocre à mauvais en dessous [31].



Figure 2 : La rivière d'Ain à Villieu-Loyes-Mollon (© Mairie2vlm, wikimedia). Banc de gravier à faible pente.

Toutefois, même des gradients de baisse très faible (inférieurs à 0.1 cm/min) ne peuvent empêcher la mortalité si les poissons sont piégés dans des dépressions [32] ou dans des bras secondaires s'asséchant [33]. Des mesures de restauration ont ainsi été mises en place dans la Maronne afin de favoriser des bras précédemment piégeant et qui offrent maintenant des habitats favorables au grossissement des salmonidés [28,34]. Dans la rivière d'Ain, on observe des échouages de cyprinidés à des vitesses inférieures à 0.1 cm/min dans des dépressions et des bras déconnectés asséchés. Ces zones pourraient faire l'objet de mesures hydro-morphologiques de restauration pour les maintenir en eau à bas débits.

2.3 PROBLÈMES MÉTHODOLOGIQUES DES ÉCHOUAGES-PIÉGEAGES

En France, l'impact de l'échouage-piégeage a été quantifié dans la Maronne, où des mortalités par éclusée entre 2 et 12 alevins de salmonidés pour 100 mètres de rive ont été observées. Les zones problématiques représentent 10% des 6.3 kilomètres de la rivière et la mortalité totale a été estimée à 10'000 alevins par année [28]. Des suivis similaires ont été effectués dans la Dordogne, représentant 13% d'un linéaire de 19.6 km, où des mortalités entre 2 et 6 alevins étaient observées par éclusée pour 100 mètres de rive, représentant une mortalité totale d'environ 15'000 alevins par année [26]. Ces suivis ont également mis en évidence qu'une douzaine d'espèces étaient à risque. Dans la Basse Rivière d'Ain, des suivis effectués entre 2009 et 2018 ont montré que les événements d'échouages piégeages étaient très variables (entre 0 et 50 truitelles échouées par éclusée, Tableau 1). En moyenne, après une éclusée, on retrouve 2.5 truitelles échouées ou piégées sur une longueur variant de 20 à 360 mètres.

Le comptage direct d'individus échoués est hasardeux car on ne retrouve qu'environ un tiers des poissons échoués [35]. Certains poissons se réfugient dans les sédiments, d'autres sont victimes de prédation. De plus, les échouages-piégeages ne sont pas répartis uniformément le long d'un cours d'eau mais sont généralement concentrés dans certains endroits « à risque » [26,28]. La plupart des poissons s'échouent dans des habitats dont la pente est inférieure à 5%, généralement dans les

espaces interstitiels entre les galets et dans des dépressions. Généralement, l'envergure de la fluctuation n'a que peu d'influence sur la mortalité [30]. De plus, la mortalité de l'échouage-piégeage n'est pas uniforme et diminue au cours du temps grâce à des phénomènes d'adaptation, de sélection ou d'apprentissage et encore une meilleure capacité de nage au cours du temps [31,36,37]. On peut encore observer un gradient d'éclusée qui s'assouplit sur la distance, ce qui peut faire diminuer la mortalité [27].

L'estimation de la mortalité est donc complexe et très peu d'études estiment de manière satisfaisante l'impact de l'échouage-piégeage au niveau de toute une population [38]. Chaque rivière est unique et il est difficile de transférer les paramètres d'une rivière à l'autre. Pour estimer la mortalité totale liée aux échouages-piégeages, il est donc important de pouvoir répéter des observations dans toute la rivière et au cours du temps. Le protocole proposé répond à ces exigences et permettra d'estimer le mieux possible le nombre total d'individus concernés par les échouages-piégeages dans la rivière d'Ain.

3. CONTEXTE

Les effectifs d'échouages-piégeages sont très variables dans les zones échantillonnées (voir Tableau 1) et la quantification de la mortalité totale extrapolée à toute la rivière n'est pas possible avec les données récoltées jusqu'à maintenant. En effet, les sites ont été choisis spécifiquement car ils sont connus pour des événements d'échouages et de piégeages, mais on ne connaît pas le risque dans les autres secteurs de la rivière.

Une estimation maximaliste considèrerait que la mortalité observée dans les zones à risque est la même sur toute la rivière et que la mortalité totale est de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de truitelles. A l'autre extrême, on peut considérer que la mortalité ne se fait que dans les secteurs échantillonnés et que la mortalité totale n'est que de quelques centaines de truitelles. Afin d'affiner les estimations et surtout d'extrapoler la mortalité observée pour toute la population (mortalité totale), il est nécessaire de procéder à un échantillonnage statistique de toute la rivière.

Site	Onema 2013	Ecotec 2015	Ecotec 2016	Onema 2016	Ecotec 2017	AFB 2017	Ecotec 2018
Neuville-sur-Ain	6 (2)	0 (2)	5 (4)	25 (8)	22 (5)	12 (3)	10 (5)
Oussiat	-	-	-	-	0 (1)	-	-
Pont d'Ain	5 (5)	-	0 (4)	-	12 (7)	8 (6)	2 (6)
Priay	26 (4)	3 (2)	0 (2)	-	2 (1)	46 (6)	0 (3)
Villieu	-	-	0 (4)	-	7 (5)	-	0 (3)
Château Gaillard	-	-	-	-	-	20 (5)	-
Varambon	4 (3)	-	-	-	-	14 (2)	0 (3)
Chazey-sur-Ain	16 (13)	0 (3)	1 (7)	1 (2)	4 (4)	9 (2)	0 (4)
Blyes	0 (1)	-	1 (3)	-	50 (3)	-	2 (2)
TOTAL	57 truites	3 truites	7 truites	26 truites	97 truites	100 truites	14 truites

Tableau 1 : nombre total d'échouages et de piégeages, avec le nombre de campagnes (entre parenthèses) effectuées par Ecotec et l'AFB (anciennement Onema) entre 2016 et 2018.

4. ÉCHANTILLONNAGE

4.1 DÉFINITION DE L'ÉCHANTILLONNAGE ALÉATOIRE SIMPLE

Le but de ce protocole est d'estimer la mortalité d'échouage piégeage sur l'ensemble de la rivière et non plus sur quelques secteurs particulièrement à risque. Pour ce faire, nous recommandons un échantillonnage aléatoire sur l'entier de la rivière.

L'échantillonnage aléatoire simple est un type d'échantillonnage où les observations (stations) sont sélectionnées de façon aléatoire dans un ensemble qui a une probabilité d'échantillonnage déterminée (nombre d'échantillons / nombre total de stations possibles). Dans le cas de la Basse rivière d'Ain, la longueur considérée est de 35 kilomètres de rivière, l'ensemble peut ainsi être caractérisé par 350 tronçons de 100 mètres. Seule la partie le long de la berge qui est le plus à risque d'échouage-piégeage sera échantillonnée. En effet, l'échouage piégeage a principalement lieu dans les parties convexes des berges, sur les bancs de gravier par exemple.

4.2 NOMBRE DE STATIONS NÉCESSAIRES

Afin d'estimer le nombre de stations nécessaires pour couvrir l'ensemble de la rivière, nous avons simulé 350 tronçons de 100 mètres de long et répété des tirages aléatoires en fonction de la probabilité réelle d'échouage-piégeage. Comme cette probabilité réelle de tronçons à risque d'échouage-piégeage est inconnue, nous avons modélisé l'échantillonnage en fonction de tous les cas de figures possible (i.e., avec une proportion de rivière à risque comprise entre 0% et 100% par intervalles de 5%). Nous avons ensuite testé un nombre de stations à échantillonner entre 5 et 150 et effectué 100'000 échantillonnages aléatoires pour chaque combinaison afin d'estimer la variabilité possible des observations (voir Figures 3 et 4).

Plus le nombre de stations échantillonnées est grand, plus l'estimation est précise. Toutefois, le gain n'est pas linéaire et le bénéfice d'augmenter le nombre de stations en termes de variabilité des estimations diminue avec les stations (Figure 3). Un échantillonnage compris entre 30 et 50 stations est un bon compromis coût-efficacité. Dans le but d'étudier différentes éclusées nous proposons d'échantillonner 40 stations. Pour des questions logistiques, il est difficile d'échantillonner plus de 20 stations par jours, nous proposons de suivre de 20 stations trois fois, soit 6 éclusées au total.

Trois variantes ont été retenues, (1) échantillonnage aléatoire choisissant 40 stations au hasard dans tout le linéaire, (2) échantillonnage systématique, la première station est tirée au hasard dans le premier kilomètre, puis une station est échantillonnée tous les 900 mètres environ, et (3) un échantillonnage stratifié qui donnerait plus d'importance aux zones potentiellement riches en truitelles (frayères), voir point 4.4.

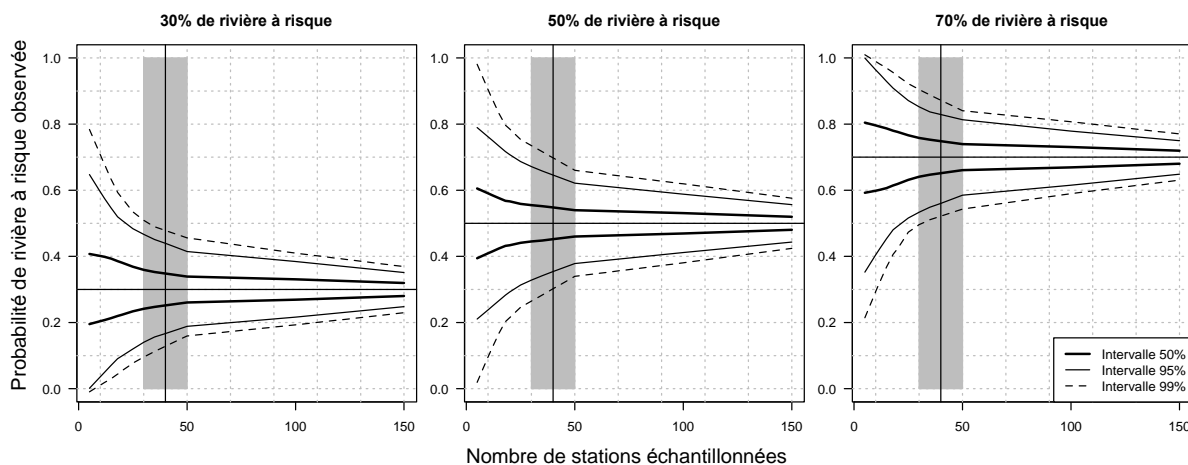


Figure 3 : variabilité de l'estimation en fonction du nombre de stations échantillonnées. Remarque, cette variabilité n'est valable que pour une seule éclusée et nous nous sommes limités à trois valeurs possibles pour la proportion de rivière à risque (30%, 50%, et 70%). Les différentes lignes représentent les intervalles de confiance, ainsi 50% des échantillonnages possible se situent entre les lignes en gras, 95% entre les lignes continues et 99% entre les traitillées.

4.3 EFFICACITÉ DE L'ÉCHANTILLONNAGE

L'efficacité de l'échantillonnage proposé (40 stations) a été estimée pour l'ensemble des combinaisons possibles de proportion de rivière à risque. Nous avons également testé l'effet de multiples éclusées (voir figure 4).

Ainsi, si des échouages-piégeages sont observés dans la moitié des observations (ligne noire horizontale dans la Figure 4), la proportion réelle de rivière à risque sera comprise entre 37% et 63% avec une certitude de 95% (courbe bleue pleine) et entre 42% et 57% si on mesure la même station trois fois et qu'il n'y a pas d'effet au cours du temps (courbe noire pleine). Ces valeurs pourront être utilisées pour calculer différents scénarios de mortalité suite au nouveau protocole d'échantillonnage.

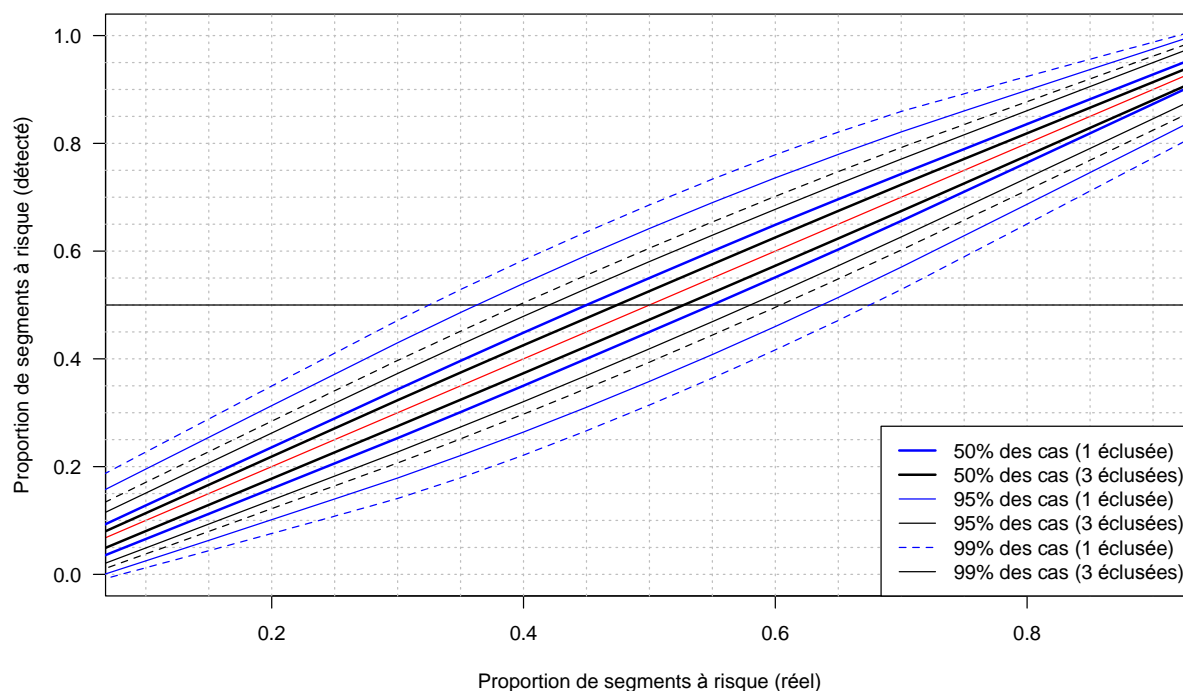


Figure 4 : variabilité de l'estimation (avec 20 ou 30 stations) en fonction de la probabilité réelle d'échouage-piégeage. Les lignes bleues représentent un échantillonnage avec 40 stations et les lignes noires 40 stations échantillonnées trois fois. Les lignes en gras représentent la limite dans lesquelles la moitié des échantillonnages possibles se situent (une chance sur deux d'être entre les lignes en gras), les lignes pleines représentent la limite à 95% (19 chances sur 20 d'être entre les lignes), et les traitillées représentent la limite à 99% (99 chances sur 100 d'être entre les lignes).

4.4 ÉCHANTILLONNAGE ALÉATOIRE STRATIFIÉ (VARIANTE)

Pour limiter les biais liés à l'échantillonnage, et dans un souci d'efficacité pour ne pas perdre de temps à échantillonner inutilement des zones peu attractives pour les truitelles, nous proposons d'effectuer un échantillonnage aléatoire stratifié pour concentrer l'effort dans les zones où la densité de truitelles est supposée comme importante [39-41].

La première étape consisterait à diviser l'ensemble des 350 tronçons en trois catégories (strates) : (1) les zones de frayères, y compris les zones amont sur 100 mètres et aval sur 300 mètres qui sont les zones avec la plus grande densité présumée de truitelles [3,8], (2) les zones potentiellement problématiques car favorables aux truitelles, définie par un modèle d'habitat (par exemple une approche Casimir [42]) et par avis d'experts, et (3) les zones peu favorables aux truitelles définies de la même manière. Les zones de frayères se baseront sur les observations effectuées jusqu'à ce jour et seront complétées par une observation par hélicoptère lors de la fraie de 2018. La deuxième étape consistera à échantillonner aléatoirement chacune des trois strates avec des efforts d'échantillonnages différents, par exemple 12 stations dans les zones de frayères, dont la proportion est estimée à environ 10% de la rivière, 20 stations dans les zones potentiellement favorables, et 8 stations dans les zones défavorables à la reproduction de la truite (à l'aval de Blyes).

5. PROTOCOLE PAR STATION

Les mesures se feront dès la fin de l'émergence des truites (fin mars), jusqu'au premier passage au débit plancher de 12.5 m³/s. Six campagnes sont prévues, soit environ une toutes les semaines et demi, une attention particulière sera mise sur les éclusées de fin de semaine dont l'amplitude est particulièrement importante. De plus, afin de comparer les nouvelles données avec les données récoltées lors des précédentes campagnes, seulement 31 stations seront échantillonnées aléatoirement et les 9 dernières seront reprises des dernières campagnes.

Chaque station sera échantillonnée trois fois. Comme il y a deux groupes de 20 stations, six éclusées différentes seront couvertes ce qui permettra d'étudier différents gradients et amplitudes. Cela

permettra également de mettre en évidence un éventuel effet temporel. Ces échantillonnages se feront sur 100 mètres linéaires de rivière, avec un double protocole. Le premier sera semblable à celui effectué lors des dernières campagnes pour comparer les nouvelles observations avec les observations de 2016 à 2018 (protocole « continu »). Le second, protocole « quantitatif » sera effectué afin de quantifier la mortalité totale d'une station et également de comparer/contrôler le protocole continu.

Une des sources d'erreur la plus probable est la distribution agrégative de la mortalité, concentrant les alevins échoués dans des petites surfaces difficilement détectables avec un tirage aléatoire. La combinaison des deux méthodes d'échantillonnage permettra donc d'estimer avec une plus grande précision l'impact des échouages.

5.1 ÉCHANTILLONNAGE QUANTITATIF

Les stations seront définies par tirage aléatoire. Dans chacune des stations, tous les 25 mètres environ, un cadre d'un mètre carré sera posé dans la zone exondée et sera complètement fouillé pour trouver tous les poissons et alevins échoués de toutes les espèces. Cinq carrés seront nécessaires pour couvrir une distance de berge de 100 mètres. La fouille totale se fera en soulevant tous les cailloux, toutes les herbes, et en observant toutes les cavités. Les expérimentateurs relèveront la largeur de la berge exondée à chaque station afin d'estimer la surface totale.

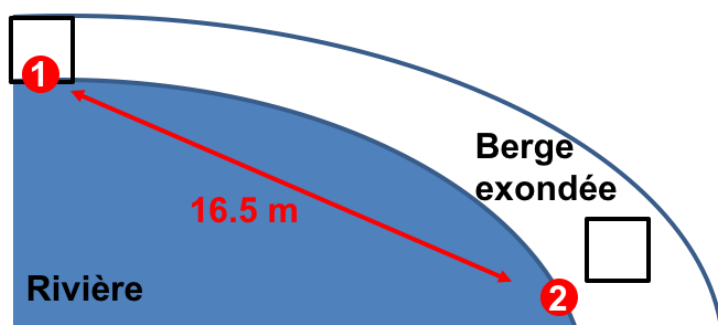


Figure 5 : un carré est posé perpendiculairement à la berge, tous les 25 mètres, sur 100 mètres, soit 5 carrés. Si la surface exondée est plus petite ou égale à 1 mètre, le carré est posé sur la berge (1), sinon dans la surface exondée (2) (à l'endroit le plus favorable à l'échouement ou aléatoirement s'il n'y a pas de zone favorable).

Dans les zones avec des berges exondées plus petites qu'un mètre, tout le carré depuis la berge sera

fouillé. Dans les zones plus grandes, le carré sera placé sur les zones les plus propices aux échouages. L'endroit précis où le cadre sera posé sera déterminé par l'expertise des expérimentateurs si possible, sinon, aléatoirement sur la surface exondée. Dans les zones où le carré n'est pas directement applicable (berge en enrochement par exemple) une zone au sol d'un mètre carré environ sera définie arbitrairement. Le temps nécessaire pour chaque carré ne devrait pas dépasser 15 minutes, soit environ une heure et demi par station.

5.2 ÉCHANTILLONNAGE QUALITATIF

En plus de l'échantillonnage quantitatif, un échantillonnage restreint sera effectué sur chaque site. Le protocole est semblable au protocole effectué lors des dernières campagnes (protocole « continu »). Le but est de parcourir rapidement toute la surface exondée correspondant aux 100 mètres de berge et d'identifier les endroits de piégeage (racines, gouilles, dépressions) pour comptabiliser tous les individus de toutes les espèces qui n'auraient pas été comptés avec l'échantillonnage quantitatif. La comparaison entre les échantillonnages qualitatifs et quantitatifs permettra d'identifier les éventuels biais et de comparer les données actuelles avec les données des campagnes précédentes.

5.3 BIAIS POTENTIELS

Deux sources de biais sont prévues par le protocole, mais les deux sources sont conservatrices dans le sens où elles vont surestimer la mortalité totale. Le premier biais consiste à reprendre 5 stations du protocole précédent. Ces stations sont connues pour être vulnérables et donc vont surestimer la proportion de rivière à risque. L'autre source de biais est la position du carré dans la zone la plus à risque d'échouage-piégeage qui va sélectionner les endroits les plus piégeant et donc à nouveau surestimer la mortalité totale.

6. ESTIMATION DE LA MORTALITÉ TOTALE

La première valeur estimée sera la probabilité d'échouage-piégeage sur l'ensemble du linéaire échantillonné. Dans la Maronne et la Dordogne, entre 10% et 15% de ces rivières sont à risque [26,28], mais il est probable que cette proportion soit plus élevée dans la Basse Rivière d'Ain à cause des nombreux bancs de galets à faible pente potentiellement piégeant. Nous allons ensuite estimer la mortalité moyenne par éclusée dans chaque secteur et comparer les données du nouvel échantillonnage avec les relevés des campagnes de suivi précédentes pour obtenir une estimation précise du nombre de poissons concernés par l'échouage-piégeage lors d'une éclusée. La combinaison de ces deux mesures (probabilité d'échouage-piégeage et mortalité moyenne) nous permettra ensuite d'estimer la mortalité totale sur l'ensemble de la rivière.

La répétition des campagnes au cours du temps (6 campagnes et trois répétitions par station) permettra également d'affiner les estimations et éventuellement de caractériser les éclusées les plus problématiques.

Sébastien Nusslé (Dr ès sci.), Julien Bergé (Dr ès sci.) et Patrick Durand
ECOTECH Environnement SA / septembre 2018.

7. BIBLIOGRAPHIE

- 1 Fleishman, E. *et al.* (2000) A New Method for Selection of Umbrella Species for Conservation Planning. *Ecol. Appl.* 10, 569–579
- 2 OFEV (2008) Liste rouge des espèces menacées en Suisse: Poisson et cyclostomes.
- 3 Lobon-Cervia, J. and Sanz, N. (2018) *Brown Trout: Biology, Ecology and Management*, John Wiley & Sons Ltd.
- 4 Kalinkat, G. *et al.* (2017) Flagship umbrella species needed for the conservation of overlooked aquatic biodiversity. *Cons. Biol.* 31, 481–485
- 5 Borsuk, M.E. *et al.* (2006) Assessing the decline of brown trout (*Salmo trutta*) in Swiss rivers using a Bayesian probability network. *Ecol. Model.* 192, 224–244
- 6 Young, P.S. *et al.* (2011) Hydropower-related pulsed-flow impacts on stream fishes: a brief review, conceptual model, knowledge gaps, and research needs. *Rev Fish Biol Fisheries* 21, 713–731
- 7 Bruder, A. *et al.* (2016) A conceptual framework for hydropeaking mitigation. 568, 1204–1212
- 8 Bruslé, J. and Quignard, J.P. (2001) *Biologie des poissons d'eau douce européens*, Editions Tec & Doc.
- 9 Crisp, D.T. (1981) A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of five species of salmonid fishes. *Freshwater Biol* 11, 361–368
- 10 Elliott, J.M. and Hurley, M.A. (1998) An individual-based model for predicting the emergence period of sea trout fry in a Lake District stream. *J. Fish Biol.* 53, 411–433
- 11 Ojanguren, A.F. and Braña, F. (2003) Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. *J. Fish Biol.* 62, 580–590
- 12 Jungwirth, M. and Winker, H. (1984) The temperature dependence of embryonic development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*), Arctic char (*Salvelinus alpinus*) and Brown trout (*Salmo trutta fario*). *Aquaculture* 38, 315–327
- 13 Elliott, J.M. (1984) Numerical Changes and Population Regulation in Young Migratory Trout *Salmo trutta* in a Lake District Stream, 1966-83. *J Anim Ecology* 53, 327–350
- 14 Baglinière, J. and Maisse, G. (2002) La biologie de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la rivière Scorff, Bretagne: une synthèse des études de 1972 à 1997. *INRA Production Animale* 15, 319–331
- 15 Beverton, R.J.H. and Holt, S.J. (1957) *On the dynamics of exploited fish populations*, Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food.
- 16 Hjort, J. (1914) Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe viewed in the light of biological research. *Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 20, 237 p.
- 17 Kobler, B. (2004), Effects of treated wastewater on trout: A case study of a Swiss river.
- 18 Bergé, J. (2017) *Suivi frayères 2016/2017 – Risques d'exondation*,
- 19 Aubert, S. *et al.* (2013) *Suivi des échouages et piégeages de 2009 à 2012 sur la basse rivière d'Ain*,
- 20 Johnsson, J.I. *et al.* (1999) Territorial competition among wild brown trout fry: effects of ownership and body size. *J. Fish Biol.* 54, 469–472
- 21 Elliott, J.M. (1989) The critical-period concept for juvenile survival and its relevance for population regulation in young sea trout, *Salmo trutta*. *J. Fish Biol.* 35, 91–98
- 22 Li, S. and Mathias, J.A. (1987) The critical period of high mortality of larvae fish - a discussion based on current research. *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 51, 80–96
- 23 Armstrong, J.D. and Nislow, K.H. (2006) Critical habitat during the transition from maternal provisioning in freshwater fish, with emphasis on Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Zoology* 269, 403–413
- 24 Elliott, J.M. (1993) The pattern of natural mortality throughout the life cycle in contrasting populations of brown trout, *Salmo trutta* L. *Fish. Res.* 17, 123–136
- 25 Hvidsten, N. (1985) Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, central Norway. *J. Fish Biol.* 27, 711–718
- 26 Cazeneuve, L. *et al.* (2009) Etude de l'impact écologique des éclusées sur la rivière Dordogne.
- 27 Courret, D. (2015) Problématique des impacts de la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques sur les populations de poissons : caractérisation des régimes d'éclusées et du niveau de perturbation hydrologique.
- 28 Lascaux, J. *et al.* (2008) *Cartographie des zones d'échouages-piégeages de la Maronne en aval de l'usine hydroélectrique de Hauteffage et essai d'estimation des mortalités totales d'alevins de salmonidés sur le cours d'eau*,
- 29 Auer, S. *et al.* (2017) Effects of river bank heterogeneity and time of day on drift and stranding of juvenile European grayling (*Thymallus thymallus* L.) caused by hydropeaking. *Science of the Total Environment* 575, 1515–1521
- 30 Bell, E. *et al.* (2008) Salmonid fry stranding mortality associated with daily water level fluctuations in trail bridge reservoir, Oregon. *N Am J Fish Manage* 28, 1515–1528
- 31 OFEV (2017) Éclusées – Mesures d'assainissement.
- 32 Bradford, M.J. (1997) An experimental study of stranding of juvenile salmonids on gravel bars and in sidechannels during rapid flow decreases. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 13, 395–401
- 33 Dauwalter, D. *et al.* (2013) *A pilot study of fish stranding on the South Fork Boise River, 2012*, (1st edn) Routledge.

- 34 Courret, D. (2014), Problématique des impacts de la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques sur les populations de poissons : caractérisation des régimes d'éclusées et du niveau de perturbation hydrologique.
- 35 Saltveit, S.J. *et al.* (2001) Field experiments on stranding in juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. 17, 609–622
- 36 Bryner, A. (2011) (2011) Hydroélectricité et écologie – Fiche d'information.
- 37 Bureau Suisse de Conseil pour la Pêche (FIBER) «L'effet d'éclusées». (2009), 8 p.
- 38 Nagrodski, A. *et al.* (2012) Fish stranding in freshwater systems: sources, consequences, and mitigation. *J. Environ. Manage.* 103, 133–141
- 39 Fox, G.A. *et al.* (2015) *Ecological Statistics*, Oxford University Press.
- 40 Hirzel, A. and Guisan, A. (2002) Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling. *Ecol. Model.* 157, 331–341
- 41 Danz, N.P. *et al.* (2005) Environmentally stratified sampling design for the development of great lakes environmental indicators. *Environ Monit Assess* 102, 41–65
- 42 Noack, M. *et al.* (2013) *The Habitat Modelling System CASiMiR: A Multivariate Fuzzy Approach and its Applications*, 8Wiley-Blackwell.