



La dévalaison de *Salmo trutta fario* (Linné 1758)

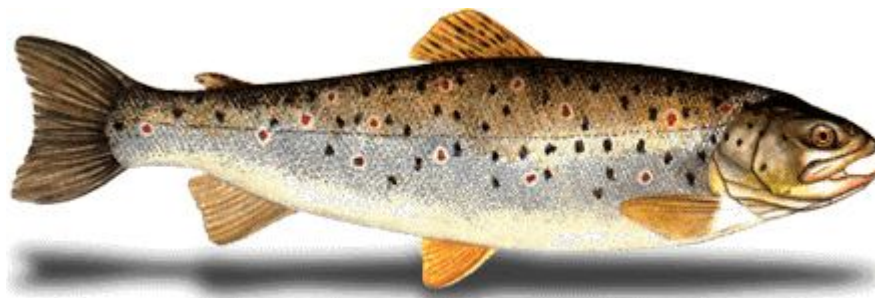
Recherche bibliographique

Evaluation de systèmes de dévalaison récents

- Prise d'eau du Rivier d'Allemont
- Prise d'eau de Queige

Rapport de stage

Mémoire technique



Salmo trutta fario (Linné 1758) (ONEMA)

Amélie CAUCHY

Pour l'obtention du M2 GHE - IMACOF
Avril - Août 2008

Je tiens tout d'abord à remercier le directeur du GEH Savoie Mont Blanc, M Guillaume MANTES, de m'avoir permis de réaliser mon stage de fin d'étude au sein de sa structure.

Je remercie, plus particulièrement, mon maître de stage, Edith BUISSIERE (Ingénieur BETE) de son aide, de ses conseils, de sa disponibilité et de son expertise.

Je remercie Sara FREY pour m'avoir accompagné lors des différentes phases de suivi.

Je remercie également toutes les personnes du GEH de m'avoir réservé un très bon accueil et de m'avoir aidé de quelques manières que ce soit

Je remercie toutes les personnes qui m'ont accompagnée dans mes démarches :

- Les agents du groupement de Beaufort (Dominique THABUIS,...)
- Les agents du groupement de Grand'Maison (à commencer par son responsable Romain SARRON, Jean Paul, André, Claude, Joël, les tex)
- Les ingénieurs de la DTG (Christophe RIEUX,)

Afin de réaliser cette étude, j'ai été amenée à rencontrer et à contacter des personnes travaillant dans différentes structures : Jean-Claude RAYMOND (ONEMA Délégation régionale Rhône-Alpes), Fabrice DECOUT (agent du service départemental de l'ONEMA 38), Jean Marc PELLENG (agent du service départemental de l'ONEMA 73), Manuel VALLAT (Fédération de pêche 73), Kattrin LINE (ingénieur EDF CIH), Stéphane PERROT, Laurent et Nina (Fédération de pêche 38)

REMERCIEMENTS	0
SOMMAIRE	1
RESUME	2
ABSTRACT	3
SIGLES ET ABBREVIATIONS	4
INTRODUCTION	5
I. LA DEVALAISON DE LA TRUITE FARIO	6
I.1. Salmo trutta fario : définition	6
I.2. La dévalaison	10
II. LES SITES D'ETUDE	14
II.1. La prise d'eau de Queige	14
II.2. Le Rivier d'Allemont	18
III. LES DONNEES ICHTYOLOGIQUES	23
III.1. Méthodologie employée pour l'échantillonnage et l'analyse	23
III.2. Résultats de l'analyse des peuplements	24
IV. MATERIEL ET METHODE	27
IV.1. La mesure des composantes abiotiques	27
IV.2. La mesure des composantes biotiques	31
IV.3. Les spécificités de chaque site	32
IV.4. Démarche statistique générale de l'analyse des résultats	35
V. RESULTATS ET DISCUSSIONS	37
V.1. La prise d'eau du Rivier d'Allemont	37
V.2. La prise d'eau de Queige	44
CONCLUSION	51
BIBLIOGRAPHIE	52
INDEX DES FIGURES ET TABLEAUX	55
TABLE DES MATIERES DETAILLEE	56
ANNEXES	I

Salmo trutta fario est une espèce migratrice holobiotique. Son cycle biologique est basé sur deux migrations principales au cours d'un même cycle. La première est la montaison, elle se met en place en automne et permet au poisson de retrouver ses zones de fraie. La seconde, la dévalaison, se produit au printemps, lorsque les truites rejoignent les zones amont pour grossir. C'est cette dernière migration qui est étudiée ici. Les différentes recherches bibliographiques montrent que la dévalaison est d'abord liée à l'habitabilité des rivières : s'il n'y a pas suffisamment d'habitat disponible, après l'émergence des jeunes truites, celles-ci vont se déplacer. A l'habitat est aussi ajoutée la quantité de nourriture disponible et la prédation. Néanmoins, cette migration, peu étudiée, semble être conditionnée par différents facteurs externes. Il s'agit ici de la température de l'eau, de la hauteur d'eau et son débit associé, de la turbidité. Ces facteurs jouent un rôle de déclencheur de migration pour des individus prêts à migrer. Ainsi, lorsque la température sera comprise entre 5 et 14°C, que la turbidité ne sera pas nocive ou qu'un coup d'eau augmentera la hauteur d'eau, la dévalaison se mettra en place, de préférence la nuit, et cela sur tout type d'individus (âge ou taille variable).

L'EDF a mis en place des systèmes de dévalaison, afin de rétablir une connexion amont/aval des cours d'eau, au moment du renouvellement de concession de deux barrages : le Rivier d'Allemont (sur l'Eau d'Olle dans l'Isère) et la prise de Queige (sur le Doron de Beaufort en Savoie). Pour évaluer leurs efficacités, un suivi a été mis en place : cinq semaines en alternance par site. Les analyses des mesures et pêches permettent d'évaluer l'efficacité et d'apprécier les facteurs favorisant le phénomène. Ainsi il ressort que la prise d'eau du Rivier d'Allemont ne possède pas de système de dévalaison efficace dans les conditions du suivi, problèmes certainement liés à la conception de l'ouvrage. A contrario, celui de Queige semble être efficace. Sur le dit site, les pêches ont permis de capturer 31 truites fario. Après étude graphique et statistique, il semble que pour le Doron de Beaufort, la dévalaison soit liée aux variations de débit et à la température de l'eau, pendant la fonte nivale. Ainsi, pendant cette période de printemps (ici du 06 mai au 06 juin 2008), les apports proposent une eau fraîche et en quantité importante (température entre 6 et 12°C et débit supérieur à 8 m³.s⁻¹). Lorsque la fonte s'arrête et que les niveaux d'eau diminuent ou que la température augmente, la migration se fige.

Mots clefs : EDF, Dévalaison, Passe à poissons, Efficacité, Prise d'eau de Queige, Prise d'eau du Rivier d'Allemont, *Salmo trutta fario*, Température, Débit, MES.

Salmo trutta fario is a migratory species. Its biological cycle is based on two movements during the same cycle. The first one is the upstream movement beginning in autumn when fishes go to spawn areas. The second, the downstream movement, occurs in spring, when brown trouts join the upstream area to grow. This migration is studied here. Bibliographical searches show that the downstream movement is bound to the habitability ecosystem of the river: adequacy of environment amount of nutriment and predators will influence the movement of young trout. Moreover, this migration seems to be conditioned by a variety of external factors. For example, there is the water temperature, water velocity and turbidity. This entire element will trigger migration. So, when the temperature will remain between 5 and 14°C, when the turbidity will not harm for fish and when the water level will increase, the downstream migration will begin most likely at night and will apply to all fish (irrespective of age or size).

The EDF built systems for downstream movement to restore a connection upstream/downstream, at the time of the renewal of the concession of two dams: the dam of Rivier d' Allemont (on L'Eau d'Olle in Isère) and the dam of Queige (on the Doron de Beaufort in Savoie). To estimate their effectiveness, a follow-up surveys were carried: five weeks alternately on each site. Analyses of the set up and fishing have helped estimate the effectiveness of the system and appreciate the factors improving the phenomenon. The survey has shown that the Rivier d' Allemont did not possess system an effective downstream system in the conditions of the study and the problems certainly resides in the conception of the works. Unlike, Queige appears to be effective: 31 brown trout have been caught. After graphic and statistical study, it seems that for the Doron de Beaufort the downstream movement is bound to the variations in the flow and in the temperature of the water, during the melting of glacier and snow. So, during this period at the beginning of spring (here from May 06th till June 06th, 2008), the water level increases (at temperature between 6 and 12°C and the flow is superior to 8 m³.s⁻¹). When the melting stops and when the level of water decreases or when the temperature increases, the migration stops.

Key words : EDF, Downstream movement, Fish pass, Effectiveness, Dam of Queige, Dam of Rivier d'Allemont, *Salmo trutta fario*, Temperature, Discharge, Turbidity.

BETE : Branche Eau Titre et Environnement

CHA : CHAbot : *Cottus gobio* (d'après le code CEMAGREF)

DTG : Division Technique Générale

EDF : Electricité de France

GEH : Groupement d'Exploitation Hydraulique

MES : Matières En Suspension

ONEMA : Office National des Eaux et des Milieux Aquatiques

SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau

SEQ-Eau : Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau

TCC : Tronçon Court-Circuité

TRF : Truite Fario : *Salmo trutta fario* (d'après le code CEMAGREF)

Ce stage de fin d'étude en Master 2 d'Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux s'est déroulé entre le 31 mars et le 31 août 2008, au sein de la Branche Eau Titre et Environnement de l'Unité de Production Alpes (Groupement d'Exploitation Hydraulique Savoie Mont Blanc) de l'Electricité De France et en partenariat avec l'ONEMA (délégation régionale de Lyon)

Pour créer de l'hydroélectricité, des retenues d'eau sont créées pour permettre une utilisation optimale de la ressource. Néanmoins, ces étendues d'eau ont un impact sur les poissons en provoquant des retards à la migration à cause du ralentissement des vitesses d'écoulements ou une désorientation des poissons concernés. Dans les cas les plus graves, une mortalité directe (passage dans les turbines ou les conduites forcées) ou indirecte (prédation, qualité de l'eau) peut avoir lieu sur les espèces migratrices. EDF, lors de ses renouvellements de concession, est de plus en plus sollicité pour mettre en place des systèmes rétablissant la connection entre l'amont et l'aval des ouvrages hydrauliques. C'est dans cette dynamique que deux systèmes de dévalaison ont été réalisés récemment pour la prise d'eau de Queige et la prise d'eau du Rivier d'Allemont. Les dispositifs de dévalaison ont un double objectif : éviter l'entraînement des poissons dans les conduites forcées ou turbines et permettre au poisson de transiter sans dommage. La mission de ce stage consiste à évaluer l'efficacité de ces nouveaux aménagements et les conditions de cette efficacité.

Les ouvrages ont été réalisés pour être adaptés à *Salmo trutta fario*, espèce repère dans les cours d'eau concernés. Cet excellent modèle biologique, grâce à ses comportements alimentaire, territorial, migrateur et reproducteur, effectue deux migrations au cours de son cycle biologique annuel. A cause de la prise en compte tardive de son caractère migrateur, les déplacements de cette espèce sont mal connus, surtout la migration de dévalaison. Ainsi, l'autre objectif du stage est de rechercher les différents facteurs pouvant intervenir ou déclencher le processus.

I.1. *Salmo trutta fario* : définition

La truite fario appartient à la famille des salmonidés, caractérisée par la présence d'une nageoire adipeuse entre la nageoire dorsale et la caudale. Il existe 3 types d'espèces de truite présente en France¹ qui se différencient principalement grâce à leur caractère migrateur spécifique (elles sont génétiquement très proches) :

- *Salmo trutta fario*, appelée aussi truite fario, truite commune ou truite de rivière,
- *Salmo trutta trutta*, appelée aussi truite de mer,
- *Salmo trutta lacustris*, appelé aussi truite de lac.

On différencie plusieurs formes géographiques de *Salmo trutta*, dont :

- La forme méditerranéenne : cours d'eau ayant leur exutoire en méditerranée, sa robe présente beaucoup de taches noires, notamment sur les opercules,
- La forme atlantique moderne : dans quasiment tous les cours d'eau de la côte atlantique, en limite de la Garonne, cette forme est la base de toutes les souches issues de pisciculture. Sa robe est claire avec peu de taches.

Des hybridations peuvent avoir lieu entre les différentes formes, et il apparaît aujourd'hui que la forme atlantique moderne supprime toutes les autres formes de truite plus ancestrales. Cette évolution est due à l'abondance de l'alevinage et de la pisciculture.

Dans cette étude, c'est l'espèce *Salmo trutta fario* qui sera uniquement prise en compte car il s'agit de l'espèce repère des rivières étudiées : elle est l'espèce la plus fréquente dans ces cours d'eau.

I.1.1. Description

Une truite fario mesure entre 250 et 500 mm, pour un poids de 150g à 3000g, à l'âge adulte. Elle peut vivre jusqu'à 6 ans. Sa robe est variable en fonction du milieu dans lequel elle vit, de son bagage génétique, de son sexe et de son âge. Généralement elle présente un dos sombre, de brun foncé à gris verdâtre, dégradé sur les flancs mais tachetés de points noirs ou rouges cerclés de rose, de bleu ou de blanc.

La truite fario est une espèce dite migratrice holobiotique potamotoque, c'est-à-dire qu'elle va effectuer des migrations mais dans un même milieu d'eau douce, à l'inverse des espèces amphibiotiques qui auront un cycle de vie dans plusieurs milieux strictement différents (mer/rivière par exemple). La migration des truites fario n'a été prise en compte que tardivement, car d'autre espèce migratrice comme l'anguille ou le saumon, ont un enjeu économique et halieutique plus fort. A cause de la méconnaissance de son caractère migrateur, la truite a longtemps été considérée comme un poisson sédentaire. Elle peut néanmoins

¹ Classification des Salmonidés en annexe 1

parcourir jusqu'à 20 km dans le réseau hydrographique. Ces déplacements correspondent à des besoins bien précis qui s'incluent dans son cycle de vie.

I.1.2. Habitat et comportement

La truite fario vit principalement dans la partie supérieure des cours d'eau, dans les zones appelées zone à truites. Il s'agit de la partie en tête de bassin versant lorsque le courant est rapide avec une pente assez forte, que l'eau est fraîche (température inférieure en moyenne, à 18°C en été), claire (peu à pas chargée en matières en suspension) et riche en oxygène (taux supérieur à 5,5 mg.l⁻¹). La truite fario va aussi préférer vivre dans des zones où la profondeur d'eau est relativement faible, avec un substrat minéral grossier. Même si elle est migratrice, la truite fario reste postée, immobile, pendant 86% de son temps à un poste bien spécifique. Elle nage dans le courant moins de 1% du temps. Ce comportement est expliqué par le souci d'économiser de l'énergie. Les postes de la truite fario sont précis de quelques centimètres voire millimètres, lui permettant de se maintenir avec précaution dans les veines de courant faible. Elle vit ainsi dans les eaux rapides mais à l'abri du courant, d'où l'importance d'un habitat très rocheux, avec de nombreuses caches. Elle possède généralement cinq à sept postes, parmi lesquels l'un est souvent préféré. Pour son alimentation, elle préférera des zones lotiques et, inversement, pour son repos des zones de type lentique. Son comportement territorial la mène à vivre sur une surface d'une dizaine de mètres carrés. On peut néanmoins trouver *Salmo trutta fario* sur une grande partie du territoire français, ce qui montre une certaine tolérance et une capacité d'adaptation de l'espèce au milieu.

La capacité d'accueil en truite fario d'une zone est fonction de deux facteurs :

- le nombre de proies disponibles pour son alimentation ;
- le nombre de caches proposées par le milieu.

Ainsi les densités de population de *Salmo trutta fario* vont varier en fonction de l'âge de celle-ci. Au stade alevin, le territoire de chaque individu sera de quelques centimètres carrés, tandis qu'au stade adulte il pourra atteindre plusieurs mètres carrés. De plus, les juvéniles vont préférer vivre dans des zones peu profondes (inférieures à 50 cm) et avec des vitesses de courants plus faibles (inférieures à 0,5 cm.s⁻¹).

I.1.3. Alimentation

La truite est un carnivore assez vorace qui se nourrit essentiellement d'invertébrés dérivants (diptères : *Chironomidae*, *Simuliidae* ; éphéméroptères : *Baetidae*, *Ephemerellidae* ; mollusques : *Ancylidae* ou amphipodes : *Gammaridae*) ou de petits poissons (vairons, loches et juvéniles de sa propre espèce) (Roussel et Bardonnnet, 2002, Bridcut et Giller, 1993). C'est un prédateur visuel chassant à l'affût : elle choisit une position bien spécifique, en général à l'aval d'un rocher immergé, d'où elle effectue de courts déplacements (moins de 2m) pour capturer les proies dérivant dans la colonne d'eau (Bachman, 1984). Elle chasse aussi bien la nuit que le jour, mais les truites dominantes vont préférer se nourrir au moment du crépuscule et au début

de la nuit. Son régime alimentaire varie en fonction de l'habitat, de la saison, de sa taille et de son âge, on dit qu'elle est un prédateur opportuniste. (Bridcut et Giller, 1995)

I.1.4. Cycle de vie de *salmo trutta fario*

Salmo trutta fario est holobiotique : elle effectue tout son cycle biologique en rivière. Il est ponctué de différentes étapes et de différentes migrations. La reproduction se déroule en hiver (d'octobre/novembre à janvier/février). La truite fario est sexuellement mature à partir de 2 ans pour les femelles et de 1 an pour les mâles. Les adultes migrent vers les zones de frai qui se situent en amont des rivières, c'est la période de montaison. Quelques centaines ou milliers d'oeufs (environ 2000 œufs/kg de poids de truite femelle) sont pondus parmi les graviers (d'un diamètre 2 à 5 cm) de la frayère. Relativement gros, leur développement dure environ 420 degrés-jours (par exemple 42 jours à 10° C). Ils sont déposés sur un substrat de gravier, à une température comprise entre 6 et 12°C, 6°C est le seuil thermique minimum pour la reproduction (Maisse et Baglinière, 1987). Après la ponte, les frayères et zones d'incubation ressemblent à des dômes de graviers précédés d'un surcreusement en amont (voir figure 1).



Figure 1 Schéma d'une frayère de Truite

Après éclosion, les alevins restent à proximité de la frayère jusqu'à l'épuisement de leurs réserves nutritives situées dans la vésicule vitelline (soit une durée d'environ 730 degrés-jours). Ils se disputent ensuite de petits territoires. La plupart descendent le cours d'eau, à la recherche d'une « situation », zone de grossissement. Cette migration peuplera la rivière plus en aval, c'est la dévalaison ou avalaison. La prédation est importante pendant cette période et à peine 10 % des alevins survivront à cette migration.

Ainsi au cours de sa vie la truite fario sera amenée à faire 2 types de migration :

1. Montaison (aval/amont) : les géniteurs remontent la rivière pour frayer en tête de rivière
2. Dévalaison ou avalaison (amont/aval) :
 - Les alevins se répartissent dans des zones de croissance.
 - Les juvéniles se dirigent dans des zones de grossissement, avec une nourriture abondante et un habitat adapté et diversifié.
 - Les géniteurs redescendent après avoir frayé.

Ainsi, en suivant ces cycles de migration, on peut supposer une répartition spatiale selon les âges de l'espèce *Salmo trutta fario* dans le réseau hydrographique français :

- En tête de bassin : forte proportion d'alevins et d'individus 0+ (truitelle de l'année), ainsi que quelques adultes matures,
- Partie médiane : forte proportion d'individus 1+ et 2+, superposition des zones de croissance et de recrutement, augmentation du nombre d'adultes matures,
- Partie aval : grande majorité d'individus 2+ (sub-adulte) et de supérieurs à 2+ (adulte).

En proportion, le nombre d'individus de l'espèce *Salmo trutta fario* augmente de l'aval vers l'amont.

Il est important de préciser que toutes les truites ne répondent pas à ce modèle, même si c'est celui qui nous intéresse dans cette étude. Certaines vont proposer des migrations beaucoup moins importantes. En synthèse, il existe différents types de comportement détaillés dans le schéma suivant :

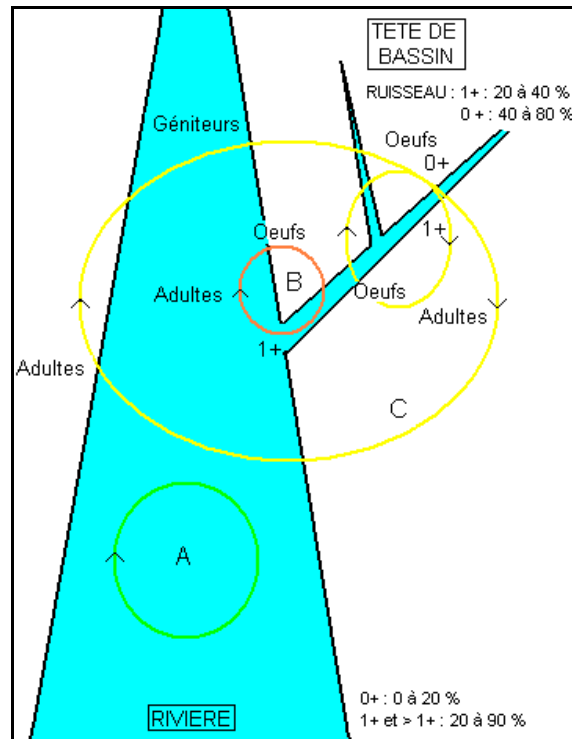


Figure 2 Localisation des classes d'âge et des différents cycles biologiques rencontrés pour la truite fario sur un réseau hydrographique (modifié, d'après Maisse et Baglinière, 1991)

Les individus répondant au « type A » vont vivre, se reproduire et pondre dans la rivière principale, sans remonter dans les affluents et sous-affluents. Ce comportement ne sera pas explicité davantage car l'individu n'effectuera ni montaison ou ni dévalaison, ce qui reste le phénomène qui nous intéresse

Les individus qui correspondent au cycle B et C vont nous intéresser davantage. En effet, les B vont remonter l'affluent, voire les sous affluents, après une croissance en rivière, pour frayer en tête de bassin. Les juvéniles restent en tête de bassin pendant un an et redescendent à l'âge 1+ dans les rivières principales. Ces individus vont donc effectuer des migrations assez importantes pour se reproduire et pour grossir. Les individus du type « C » sur la figure 2 effectuent des déplacements encore plus complexes. En effet, les individus adultes de rivière migrent en tête de bassin, fraient et retournent dans la rivière de départ. Les alevins issus de cette reproduction séjournent dans les sous affluents, jusqu'au stade 1+. Ils descendent ensuite vers l'affluent, grossissent, puis s'y reproduisent et rejoignent la rivière principale. On va avoir ici une alternance de lieux de reproduction : rivière ou sous-affluent. Dans les deux cas, on observera des migrations de montaison (pour la reproduction) ou de dévalaison (pour la phase de croissance ou de grossissement en rivière).

I.2. La dévalaison

La dévalaison de la truite fario est conditionnée par différents facteurs, liés aux conditions du milieu ou au développement de l'individu étudié :

- la saison et la photopériode,
- le débit,
- la maturité des individus et leurs tailles.

Néanmoins il est important de préciser que les conditions abiotiques ne déclenchent la dévalaison que chez des individus prêts à cette migration (Richard, 1967). Elles sont un déclencheur ou inhibiteur, selon le cas (Cuinat et Heland, 1979).

La dévalaison des juvéniles s'étend d'octobre à juillet avec un pic de migration en avril (Arrowomo, 1981). L'analyse globale de l'activité de descente permet de distinguer deux périodes différentes sur une année (Euzenat et Fournel, 1976) :

- La période creuse : de septembre à fin janvier, migration faible et éparse,
- La période pleine : de février à mai, migration importante et pratiquement continue.

I.2.1. La saison, la photopériode et la température

Salmo trutta fario va entrer en mouvement de dévalaison uniquement sur des périodes bien spécifiques. Différents cycles sont observables :

- Le cycle annuel : il correspond à l'enchaînement de période de croissance, de grossissement et de reproduction, calé sur les rythmes saisonniers et sur les températures moyennes
- Le cycle journalier : c'est ici l'alternance jour / nuit qui sera pris en compte avec un déplacement conditionné par l'influence de la photopériode.

I.2.1.1. Le cycle annuel

Le cycle annuel est à calquer sur le cycle biologique de *Salmo trutta fario* et le cycle des saisons. L'espèce étudiée fraie entre novembre et janvier, pendant cette période, l'avalaison sera très faible, car la plupart des adultes vont plutôt remonter les cours d'eau pour se reproduire. L'éclosion est liée à la température de l'eau. Ainsi pour une eau fraîche, le temps d'incubation sera beaucoup plus long que dans une eau à la température élevée. La dévalaison pour les individus 0+ ne se fera que 2 à 3 mois après l'éclosion puisque, dans un premier temps, c'est la réserve vitelline qui nourrira l'alevin. Ainsi, on peut estimer que la période de dévalaison pourrait commencer entre 4 et 5 mois après la reproduction, pour les individus 0+, soit entre avril et juin. Dans une étude menée sur la Garonne, il apparaît que pour 3 années consécutives, la période de forte dévalaison, sur deux ouvrages EDF distincts, se situe entre le 19 et 28 avril (Chambers, S. 2007). La thèse de Euzenat et Fournel (1976) place le pic de migration de dévalaison entre mars et avril ou février et mars, selon les années, dans le Scorff, cours d'eau Breton. Ces données sont à prendre avec un certain recul car les conditions du milieu ne sont pas toujours bien définies, la température de l'eau notamment. Ainsi, pour

transposer cette période au cas de cours d'eau alpin, il faut bien intégrer les conditions climatiques hivernales tardives. Ce point sera donc à développer dans les conclusions des résultats obtenus, en fin d'étude.

Pour ce qui est des individus sexuellement matures, la dévalaison a lieu juste après la période de reproduction. Elle s'inscrit donc dans la même période que celle des alevins. Il est important d'ajouter que l'augmentation de la température, au printemps, est un facteur déclenchant la dévalaison.

I.2.1.2. Le cycle journalier et rythme nycthéméral

Ce cycle correspond globalement à l'alternance jour / nuit. Il prend en compte l'éclairement, la température et la force de prédation du milieu. Globalement, les résultats obtenus des études effectuées à ce jour dans des milieux différents, montrent que les migrations de dévalaison se mettent en place la nuit. Il est noté dans l'étude de Chambers S. (2007) que 86 à 92% des truites matures ou juvéniles dévalent entre 21h et 7h, données confirmées par Euzenat et Fournel (1976) et Svendsen (2007) avec une moyenne de 00h56 $\pm$ 33 minutes (intervalle de confiance de 95%). Ces déplacements nocturnes se font sur détections tactiles des courants (Hauray, Ombredane et Baglinière, dans Baglinière et Maisse, 1991). Il a été observé, néanmoins, par Roussel J.M. et Bardonnnet A. (2002) que les activités de l'alevin de *Salmo trutta fario* est majoritairement diurne. Inversement, l'individu mature sera essentiellement nocturne. La truitelle ou le juvénile, pourra avoir une période d'activité mixte : diurne ou nocturne. Il est important de préciser que lors de nuits de pleine Lune, la dévalaison des adultes peut être ralentie à cause de l'éclairement (Thorpe, 1987).

I.2.1.3. La température

La température influence largement le phénomène de dévalaison (figure 3). On observe sur cette figure que plus la température croît, plus la population de truites dévalantes augmente. Globalement une augmentation de la température correspond à une augmentation de la capture d'individus en dévalaison (Euzenat et Fournel, 1976 et Arawomo, 1981). Inversement à une baisse de température correspond à un ralentissement de l'activité de dévalaison. Il n'existe apparemment pas de seuil minimal de température pour la migration, celle-ci étant mesurée pendant des températures allant jusqu'à 2°C, mais elle paraît néanmoins ralentir le processus. On peut voir sur la figure 3 que la fréquence des individus dévalant est 10% pour des températures inférieures à 5°C. En revanche, il semblerait qu'un seuil maximal de température existe. En effet, Euzenat et Fournel mesurent que la dévalaison s'arrête totalement une fois la température de 14°C atteinte. Cette idée est concordante avec les résultats obtenus par Arawomo dans la figure 3. Des températures basses hivernales tardives peuvent retarder la dévalaison, puisqu'elles retardent la reproduction.

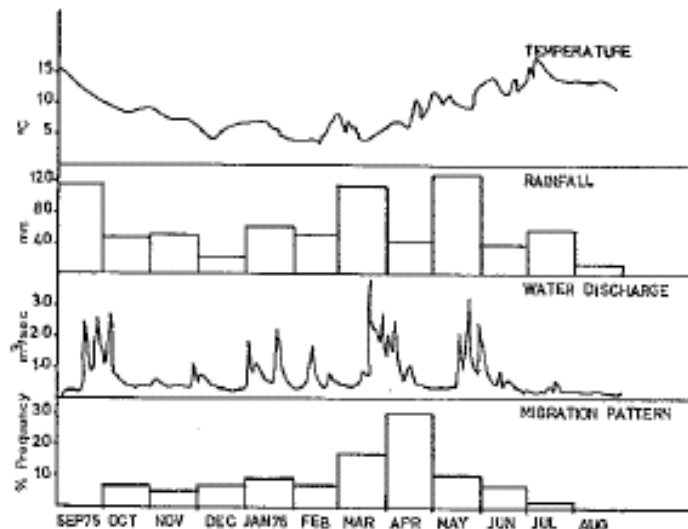


Figure 3 Migration de la truite juvénile en fonction de la température, de la pluviométrie et du débit (Arawono, 1981)

I.2.2. Le débit et la lame d'eau

Le niveau d'eau paraît influencer le comportement des individus pendant la dévalaison. En effet, pendant la période creuse (paragraphe I - 2), les migrations dévalantes ne se mettent en place qu'au moment de coups d'eau. En revanche, pour la période pleine, on peut constater que ce facteur physique ne joue pas un rôle de déclenchement des activités de dévalaison. On peut néanmoins affirmer que les augmentations de débit ont un rôle stimulant sur les migrations : les effectifs sont plus importants lors de période de crues (Euzenat et Fournel, 1976). La dévalaison peut se produire aussi bien pendant la phase ascendante que descendante des crues, néanmoins les captures sont plus nombreuses pendant cette dernière. Il a été observé que si la décrue est prolongée pendant la journée, la dévalaison s'arrête avant l'aube pour ne reprendre que le lendemain (Euzenat et Fournel, 1976). Arawono (1981) confirme, voir figure 3, que le débit, comme la température, paraît être un déclencheur de migration. Les précipitations sont aussi à prendre en compte car elles sont souvent à l'origine de coups d'eau important. Les individus de petite taille se déplacent avec les hautes eaux (Forseth, 1999).

L'étude de Sveders (2007) démontre que la truite fario va se positionner assez précisément dans la lame d'eau, à savoir à 0,70 m du substrat pour une hauteur d'eau totale de 1 m. De plus, l'espèce va davantage se déplacer au milieu du cours dans la dimension transversale de la rivière (là où les champs de vitesse sont les plus importants). Cette donnée est importante à prendre en considération car elle peut conditionner largement l'efficacité de certaines passes à poissons ou bassins d'amortissement.

I.2.3. MES et turbidité

Lors d'une augmentation de la turbidité, une dévalaison journalière plus importante est observée. Cette turbidité est liée au pic de crue et au début de décrue (Euzenat et Fournel, 1976). La migration de truite a été associée à l'augmentation du niveau de l'eau et de la turbidité (Salomon, 1975 dans Arawomo, 1981). On peut donc se questionner sur la réelle

influence de ce facteur puisqu'il est ici relié à la variation des hauteurs d'eau. Il est néanmoins important de préciser que la quantité de MES présente dans l'eau peu nuire à l'individu. En effet, les particules peuvent provoquer un stress physiologique du poisson en créant un colmatage ou des lésions des branchies par exemple, allant jusqu'à la mort parfois.

I.2.4. La maturité et la taille des individus

La dévalaison est liée au cycle biologique de *Salmo trutta fario*, et donc, en conséquence, à la taille, l'âge et la maturité des individus. Il a été démontré que ces trois aspects sont liés, des corrélations ont déjà été mises en place². Néanmoins, les facteurs abiotiques (comme la température ou la diversité des habitats) conditionnent la taille des individus et parfois leur maturité. La dévalaison peut se mettre en place à différents moments de la vie d'une truite et donc à différentes tailles. La dévalaison serait dépendante de la taille selon Hoar (1976, dans Arawono, 1980). Elle est surtout conditionnée par la quantité d'habitats disponibles et le taux de survie dans ceux-ci (Jonsson, 1990 dans Forseth, 1996). Si un habitat devient trop petit par rapport à la croissance de l'individu ou surpeuplé, celui-ci va se déplacer. Les poissons migrants n'ont pas tous la même taille et cela au sein même d'une classe d'âge. Chez les individus âgés de 1+, on constate que les petits individus vont migrer en premier, la phase de dévalaison globale se terminera donc avec les individus les plus gros (Arawomo, 1980). Inversement, chez les truites fario âgées de 2+, les individus les plus gros vont migrer en premier puis les plus petits qui auront réussi à combler leur retard de taille (Euzenat et Fournel, 1976).

I.2.5. Le sexe des individus

Il est clair que le temps passé dans le ruisseau avant la descente varie d'un individu à l'autre. En revanche, il semblerait que les femelles restent moins longtemps que les mâles. En effet, les femelles dévalent en général une semaine après la reproduction mais elles peuvent rester un peu plus longtemps (3 à 57 jours), tandis que les mâles peuvent rester jusqu'à 5 mois dans les têtes de cours d'eau. La reproduction ayant lieu jusqu'en janvier, il est donc probable de trouver des géniteurs pendant la période d'étude de l'efficacité des bassins de dévalaison. (Euzenat et Fournel, 1976).

Il sera essentiel de vérifier dans les cas des deux cours d'eau étudiés, si les informations bibliographiques sont cohérentes avec les résultats obtenus, en ce concentrant sur :

- L'alternance jour nuit
- La quantité de matières en suspension
- La température de l'eau
- Les débits, hauteurs d'eau et coups d'eau

² Relation entre la taille le poids et l'âge des truites fario de l'Eau D'olle en annexe 2

La dévalaison des truites fario sera étudiée sur deux sites d'étude totalement distincts et différents. Sur les lieux un système pour aider les poissons dans leur dévalaison a été mis en place. Le premier, la prise d'eau de Queige est située en Savoie (73), dans le Beaufortain, sur le Doron de Beaufort et le second, la prise d'eau du Rivier d'Allemont est situé en Isère (38), dans l'Oisans sur L'Eau d'Olle. La localisation des 2 sites apparaît sur la figure 4.

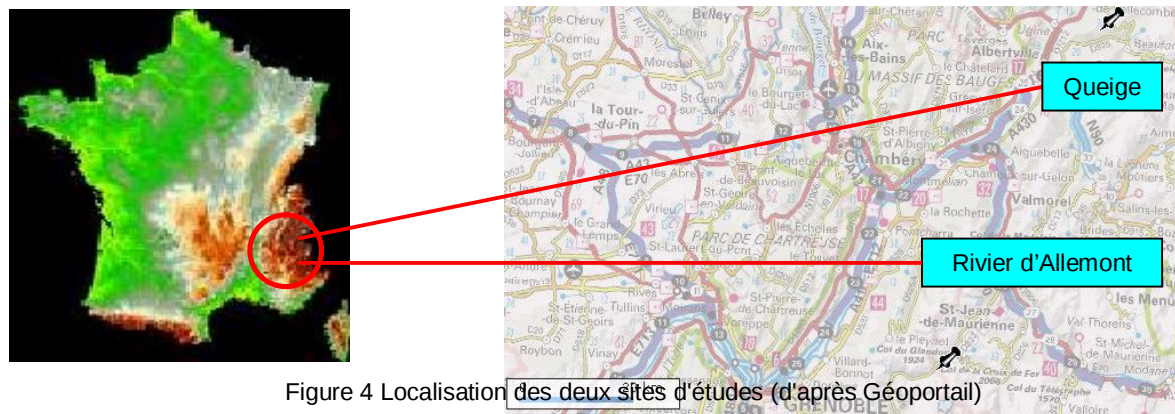


Figure 4 Localisation des deux sites d'études (d'après Géoportail)

II.1. La prise d'eau de Queige

II.1.1. Le Doron de Beaufort

II.1.1.1. Généralité

Le Doron de Beaufort est un affluent rive gauche de l'Arly et sous affluent de l'Isère. Il s'écoule sur 30 km au travers du massif du Beaufortain. Il prend sa source à 2000 m d'altitude au niveau du Cormet de Roselend. Trois affluents majeurs viennent grossir son lit au niveau de Beaufort : l'Argentine, la Gittaz et le Dorinet. Après la ville de Beaufort, il s'encaisse dans une gorge et conflue en rive gauche avec l'Arly à 350 m d'altitude, sa pente moyenne est de 4,7 %. Son bassin versant est ouvert à l'ouest et s'adosse à l'est à la chaîne du Beaufortain. Sa superficie est de 244 km² au niveau de Queige avec une altitude moyenne de 1712 m. Son débit moyen naturel estimé est de 10 m³.s⁻¹.

II.1.1.2. Contexte géologique

Le bassin du Doron peut se diviser en deux grandes zones géologiques :

- Sédimentaire et métamorphique (gneiss, gypses, marnes noires) en amont, de la source jusqu'à Beaufort
- Cristallin (mica schiste) sur le reste du bassin avec un noyau gypseux dans le sous bassin du Manant (affluent rive droite)

II.1.1.3. Contexte météorologique

Température : Le Doron se situe dans une zone au climat continental très marqué avec de forts écarts de température entre l'hiver (-10/-11°C) et l'été (20/25°C). On constate également des variations de la température avec l'altitude (un gradient thermique).

Précipitations : La vallée du Doron est soumise à de fortes précipitations. La moyenne interannuelle (sur 11 ans) est de 1610 mm d'eau à Beaufort (745 m d'altitude). Les valeurs maximales sont observées en août et en octobre tandis que les minimales sont recensées en hiver. Cependant, une grande partie de ces précipitations tombent sous forme de neige. On trouve ainsi un manteau neigeux d'environ 10 m au-dessus de 2500 m d'altitude.

II.1.1.4. Occupation du sol

L'occupation du sol est essentiellement constituée de pâturages et d'alpages, surtout dans la partie la plus élevée du bassin. La forêt (feuillus et conifères) occupe 20 à 25 de la surface totale. Le pourcentage de forêt a tendance à augmenter dans la partie inférieure du bassin suite au reboisement naturel des pâturages abandonnés en friches.

II.1.1.5. L'hydrologie

Le débit naturel: Le débit mesuré à la prise d'eau de Queige ne représente pas le débit naturel du cours d'eau. En effet, les barrages de Roselend, de St Guerin et de la Gittaz ainsi que leurs captages, dérivent environ 91,2 km² de bassin versant. Inversement l'adduction du Bon Nant dans le barrage de la Girotte accroît la surface du bassin versant de 27,2 km². Ainsi, par estimation, on peut calculer un module interannuel naturel de 10 m³.s⁻¹, au niveau de la prise d'eau de Queige.

Le régime : Le Doron a un régime hydrologique nival à légère composante pluvio-océanique (régime alpin de transition), c'est-à-dire :

- Hautes eaux en été, liées à la fonte des neiges
- Etiages concentrés en hiver, surtout en janvier
- Maximum secondaire en automne, lié aux pluies océaniques

Le débit réel de la prise d'eau de Queige : Le débit moyen mesuré est de 8,3 m³.s⁻¹. Le régime naturel est modifié, ainsi on peut observer :

- Des débits d'été réduits
- Des débits d'hiver renforcés
- Des variations relatives d'un mois sur l'autre plus faibles.

II.1.2. L'aménagement de Queige

La prise d'eau de Queige se trouve sur le Doron de Beaufort, en aval immédiat de la centrale de Villard sur Doron. Elle permet la dérivation des eaux sortant de la centrale de Villard sur Doron et/ou celles du Doron de Beaufort qui seront ensuite turbinées à la centrale de Queige. De la même manière, les eaux turbinées à Queige sont entonnées vers la centrale de Roengers

La carte illustre le tracé du Neni, ses affluents (Doron de Beaufort, Tignes, Lessest, Mascolard, Neni, Traversier, Buvet, Guesall), les ponts, les prises d'eau (Prise de Venthon, Prise de Roengers, Prise de Villard), et les centrales hydroélectriques (Centrale de Venthon, Centrale de Roengers, Centrale de Queige, Centrale de Villard). Une légende et une échelle sont également présentes.

II.1.2.1. Titre et concession

II.1.2.2. Description du barrage et de la prise d'eau

La prise d'eau latérale, équipée pour $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, est établie en rive droite. Les apports captés franchissent un jeu de pertuis verticaux, passent ensuite par-dessous au travers de panneaux horizontaux en tôles perforées et se jettent par un déversoir dans le canal de fuite de la centrale de Villard transitant $10,20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, canal par lequel les eaux sont ensuite dérivées vers la

16

centrale de Queige. Ce canal ne pouvant admettre qu'un débit maximal de $13,50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, la différence éventuelle est laissée au Doron. (Étude d'impact, mise à jour 2002).

L'eau est ensuite acheminée à la centrale de Queige par l'intermédiaire d'une galerie et d'une conduite forcée : l'écoulement dans la galerie (sur 3100 m) est à surface libre. La conduite forcée a une longueur de 360 m et un diamètre de 1,9 m. La hauteur de chute totale de l'ouvrage est de 98 m.

Une passe-à-poisson à ralentisseurs en éléments métalliques amovibles (n°2 sur la figure 7) a été mise en place sur un linéaire de 17,5 m en aval de la prise de d'eau, pour l'avalaison. Elle est composée de 3 volées de ralentisseurs séparées par deux bassins de repos. En aval, des enrochements ont été mis en place pour créer un bassin de réception. Un bassin de liaison est commun, en amont, à la passe de montaison et au bassin d'amortissement pour la dévalaison.



Figure 6 Photographie générale des principaux éléments du barrage de Queige

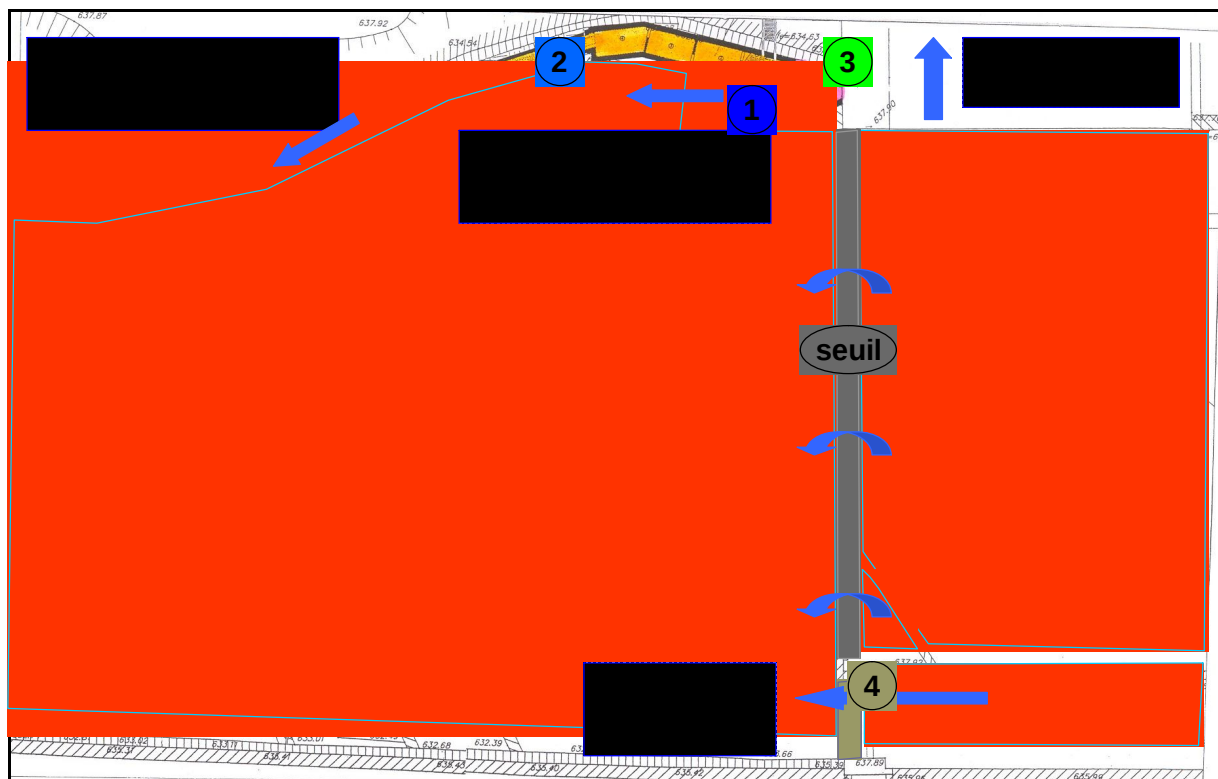


Figure 7 Vue en plan de la prise d'eau de Queige (extrait du dossier d'exécution)

II.1.2.3. Le bassin d'amortissement

Il s'agit d'un bassin de réception qui fait office de « matelas d'eau », permettant d'amortir la chute des poissons sur une hauteur de 1,20 m environ. Ses dimensions sont de 5,15 m de long par 1,57 m à 2,85 m de large soit une surface de 11,4 m², pour un volume noyé de 13,7 m³ environ. Le débit réservé dû au niveau de la prise d'eau de Queige est de 1000 l.s⁻¹. Le débit qui passe normalement par le bassin de dévalaison est d'environ 700 à 800 l.s⁻¹. Le reste du débit (200 à 300 l.s⁻¹) est restitué par la passe de montaison (voir valeur figure 7). Pendant le suivi, une plaque perforée à 20% de passage libre avec des orifices de 10 mm est mise en place sur l'orifice aval du bassin. Elle permet de relâcher, au maximum, 50% du débit de dévalaison. Il est important de préciser que si un débit trop important est mis en place dans le bassin, l'eau déverse au-dessus des murs transversaux et de la grille, permettant au poisson de s'échapper du piège, réduisant ainsi l'efficacité du suivi. De même, pour être sûr qu'aucun poisson ne dévale par la passe de montaison ou pour éviter que des poissons en montaison ne fassent demi-tour dans le bassin de liaison (voir partie n°3 figure 7), la vanne d'alimentation en eau de la passe de montaison sera fermée, condamnant l'ouvrage. Cette interruption temporaire de la montaison n'est pas préjudiciable à l'espèce puisque nous ne nous trouverons pas en période de montaison. Comme il est impossible, techniquement (débitance limitée par la grille) et pour la survie des poissons dévalants, de faire passer l'intégralité du débit réservé dans le bassin de réception, la vanne de crue (voir partie n°4 figure 7) (située en rive gauche) a été légèrement ouverte (ouverture inférieure à 4 cm), afin de pouvoir restituer à la rivière un maximum d'eau pendant la période de prélèvement tout en limitant l'attraction de la vanne ouverte pour les poissons candidats à la dévalaison qui alors nous échapperaient.

Une vanne amont permet de couper totalement le débit alimentant le bassin de dévalaison et facilite ainsi les prélèvements : cela permet de vider le bassin et de récupérer l'ichtyofaune dévalante à l'épuisette dans une très faible lame d'eau.

II.2. Le Rivier d'Allemont

II.2.1. L'Eau d'Olle

II.2.1.1. Généralités

L'Eau d'Olle prend sa source au Col de la Croix de Fer, à une altitude 2064 NGF et s'écoule sur 25 km environ. C'est un affluent rive droite de la Romanche, elle-même affluent du Drac, lui-même affluent de l'Isère). L'Eau d'Olle possède de nombreux affluents dont la plupart est captée : les Sagnes, la Chapelle, les Chabottes, le Grand et le Petit Bruyant, le Frénet, le Molard en rive droite et le Flumet en rive gauche. Elle circule entre le massif des Grandes Rousses en rive gauche et le massif des Sept Laux puis de Belledonne en rive droite. Les points culminants du bassin versant sont le pic de l'Etendard (3464 m), le grand pic de Belledonne (2978 m), les aiguilles d'Argentière (2927 m pour le Rocher Blanc et 2915 m pour

l'Aiguille Michel). Le bassin versant possède une superficie de 67 km² au niveau du Rivier d'Allemont avec une altitude moyenne de 2225 m.

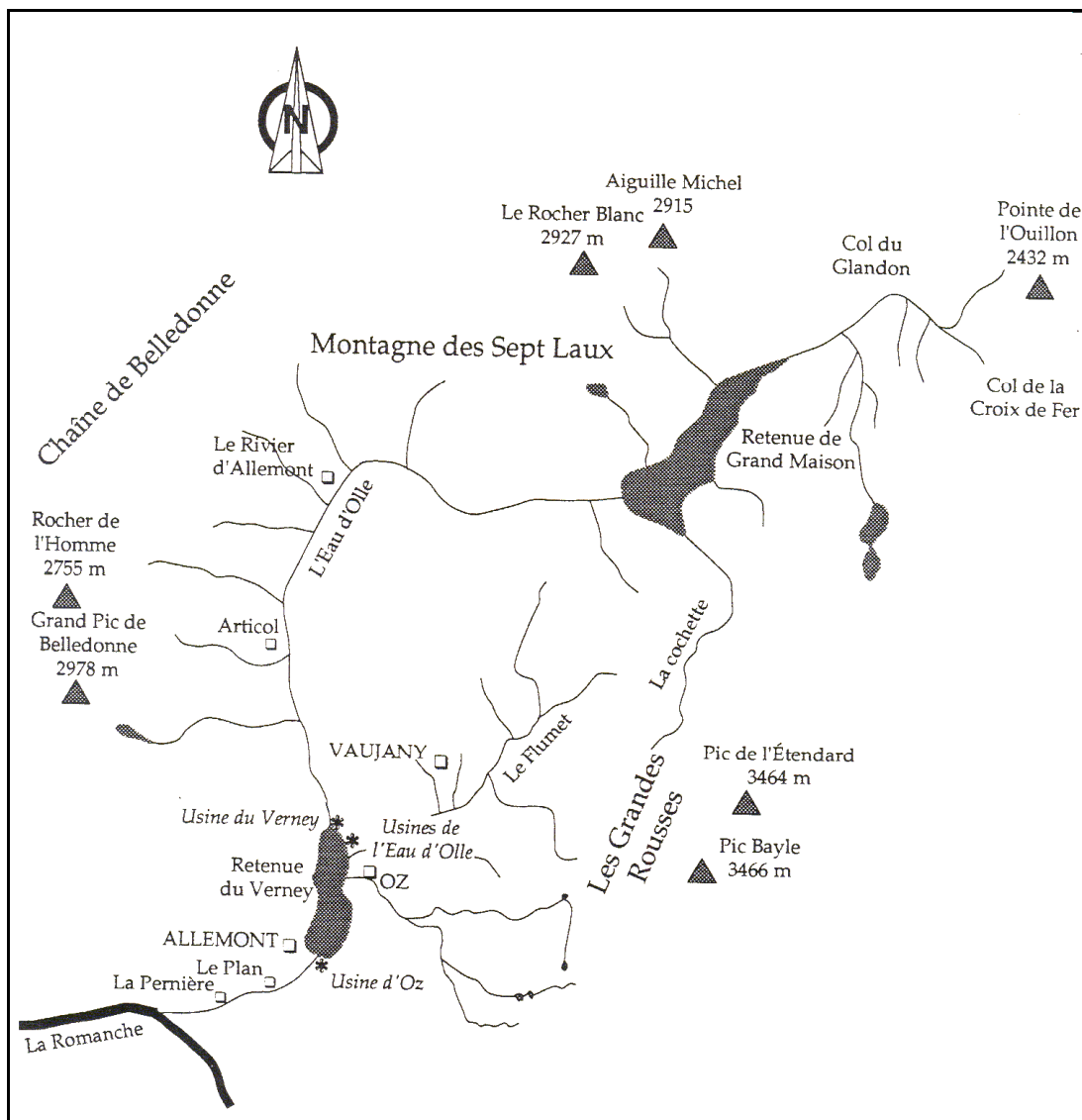


Figure 8 Présentation du linéaire de l'Eau d'Olle et de l'implantation des ouvrages EDF (extrait de l'étude d'impact)

II.2.1.2. Contexte géologique

Le bassin de l'Eau d'Olle capté au niveau de la prise d'eau du Rivier d'Allemont, se partage entre les granits et les gneiss du massif de Belledonne et les micaschistes des Grandes Rousses. De plus, hérité d'une activité de glacier importante, des dépôts morainiques sont observables dans le vallon de la Cochette en rive gauche.

II.2.1.3. Contexte météorologique

Température : L'Eau d'Olle se situe dans une zone de climat montagnard de transition à tendance continental, il existe une amplitude diurne très élevée : 20°C à cause de l'influence du relief. Néanmoins pendant la période de mai à septembre, les influences marines uniformisent les températures journalières. La température moyenne à l'altitude moyenne du bassin versant (2225 m) est de 4°C. La température moyenne (de 1977 à 1989) au Rivier d'Allemont est de 7,23°C.

Précipitation : Le bassin versant est très arrosé, ceci s'explique par son orientation (soumis aux vents du sud/sud-ouest) et son altitude. Il est exposé aux influences océaniques et méditerranéennes qui induisent de fortes précipitations de novembre à février-mars, renforcées par des orages en été, essentiellement au mois de juin. Ainsi, on peut observer annuellement, au maximum, jusqu'à 2 à 3 m de pluie sur les sommets et les parties supérieures du bassin. Toutefois, la moitié des précipitations observées tombe sous forme de neige.

II.2.1.4. Occupation des sols

La vallée de l'Eau d'Olle comporte environ 25% de forêt (résineux), jusqu'à 1800 m d'altitude et 35% d'alpage. Des landes à genévriers nains et rhododendrons ainsi que des affleurements de roches occupent le reste du sol. Enfin, le fond de vallée est constitué de prairies et de quelques vergers (pommiers).

II.2.1.5. Hydrologie

Le débit naturel : Le débit mesuré à la prise d'eau du Rivier d'Allemont ne représente absolument pas le débit naturel du cours d'eau. En effet, la retenue de Grand'Maison modifie largement l'hydrologie naturelle. La division technique générale d'EDF calcule un débit moyen inter annuel de $4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, cette valeur forte est expliquée par l'importance des précipitations sur le bassin versant.

Le régime : L'Eau d'Olle a un régime hydrologique nival avec une légère influence glaciaire, même si les glaciers ne représentent qu'une petite surface du bassin versant (glacier de la Cochette, glacier de la Barbarate, glacier des Rousses). L'hydrologie est également marquée par une influence méditerranéenne. Le régime est ainsi caractérisé par :

- Des débits importants de la mi-avril à juin,
- Des étiages en hiver (novembre à mars) avec des niveaux les plus bas en janvier.

Le débit réel du rivier d'Allemont : Le débit moyen entrant au Rivier est de $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, le débit réservé fixé étant de $0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. La superficie réelle du bassin versant du Rivier, suite à l'exploitation, est de 14 km^2 . La répartition mensuelle des débits est sensiblement la même que celle naturelle, si ce n'est une influence de la fusion nivale plus importante étant donnée une réduction de l'impact des glaciers dans la zone de la prise d'eau. Le débit maximal a lieu, en général, pendant la période de mai à juin qui correspond à la fonte.

II.2.1.6. La qualité physico chimique

La qualité physico-chimique de l'Eau d'Olle a été étudiée à deux reprises :

- au moment de l'étude d'impact de 1989, pour le renouvellement de concession
- et au moment de l'étude de « la cellule débit réservé » mise en place sur 8 sites EDF sur toute la France (dont le Rivier d'Allemont) en 2002.

Il apparaît dans ces études que les eaux de l'Eau d'Olle sont :

- moyennement minéralisées

- bien oxygénées
- froides toute l'année
- légèrement alcalines
- de bonne qualité en 1989 et 2002 en ce qui concerne la quantité de matières organiques azotées et phosphorées.

II.2.2. L'aménagement de la prise d'eau du Rivier d'Allemont

La prise d'eau du Rivier fait, elle aussi, partie d'un grand ensemble hydroélectrique sur l'eau d'Olle, il s'agit de l'aménagement du Verney. Le Rivier est la première prise d'eau de tout le complexe. L'aménagement complet comprend 11 prises d'eau distinctes, 9000 m de galeries d'amenée, 644 m de conduite forcée, notamment. Rappelons que l'aménagement du Verney est situé dans le tronçon court-circuité de la retenue de Grand'Maison.

II.2.2.1. Titre et concession

Depuis le 31 août 1910, une partie de l'Eau d'Olle est captée à la prise d'eau du Rivier d'Allemont. D'abord exploitée jusqu'en 1946 par la société de Hydroélectricité de l'Eau d'Olle, elle a été transférée au groupe régional de production hydraulique alpes d'EDF puis à EDF Energies Alpes. La concession a été renouvelée en 1993, puis 2007. Le site a été l'objet d'étude de « la cellule débit réservé » entre 1994 et 2002. Cette étude consistait à évaluer les changements biologiques et écologiques liés à la modification du débit réservé (passage du 1/40^{ème} au 1/12^{ème}) ayant eu lieu en 1998 (27 juillet).

II.2.2.2. Description de l'ouvrage : la prise d'eau du Rivier

La prise d'eau se situe à une altitude 1148 m. Le barrage est un barrage de type poids béton déversant, d'une hauteur de 4m. L'eau entonnée est turbinée à l'usine du Verney, 7.5 km en aval. Le tronçon court-circuité par l'aménagement global est de 7,5 km, pour une largeur allant de 3,5 m à 7,5 m, sa pente moyenne étant de 5%. Le débit réservé est de $0.4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

II.2.2.3. Bassin d'amortissement

Le bassin d'amortissement a été mis en service en Novembre 2007. Il s'agit là aussi d'un matelas d'eau permettant la réception des poissons. Beaucoup plus grand que celui de Queige, il a une surface de 90 m² environ. La figure 9 décrit le fonctionnement général de la prise d'eau et localise le bassin de dévalaison (partie rose n°4). La rivière est coupée en travers par une vanne (partie n°1), cette vanne peut être ouverte, en cas de fortes eaux par exemple. L'eau déverse sur un mur maçonné et passe dans le bassin de dessablage (partie n°2). Elle est ensuite entraînée dans la partie n°7 pour passer au travers d'un dégrilleur, puis être transmise à la conduite forcée.

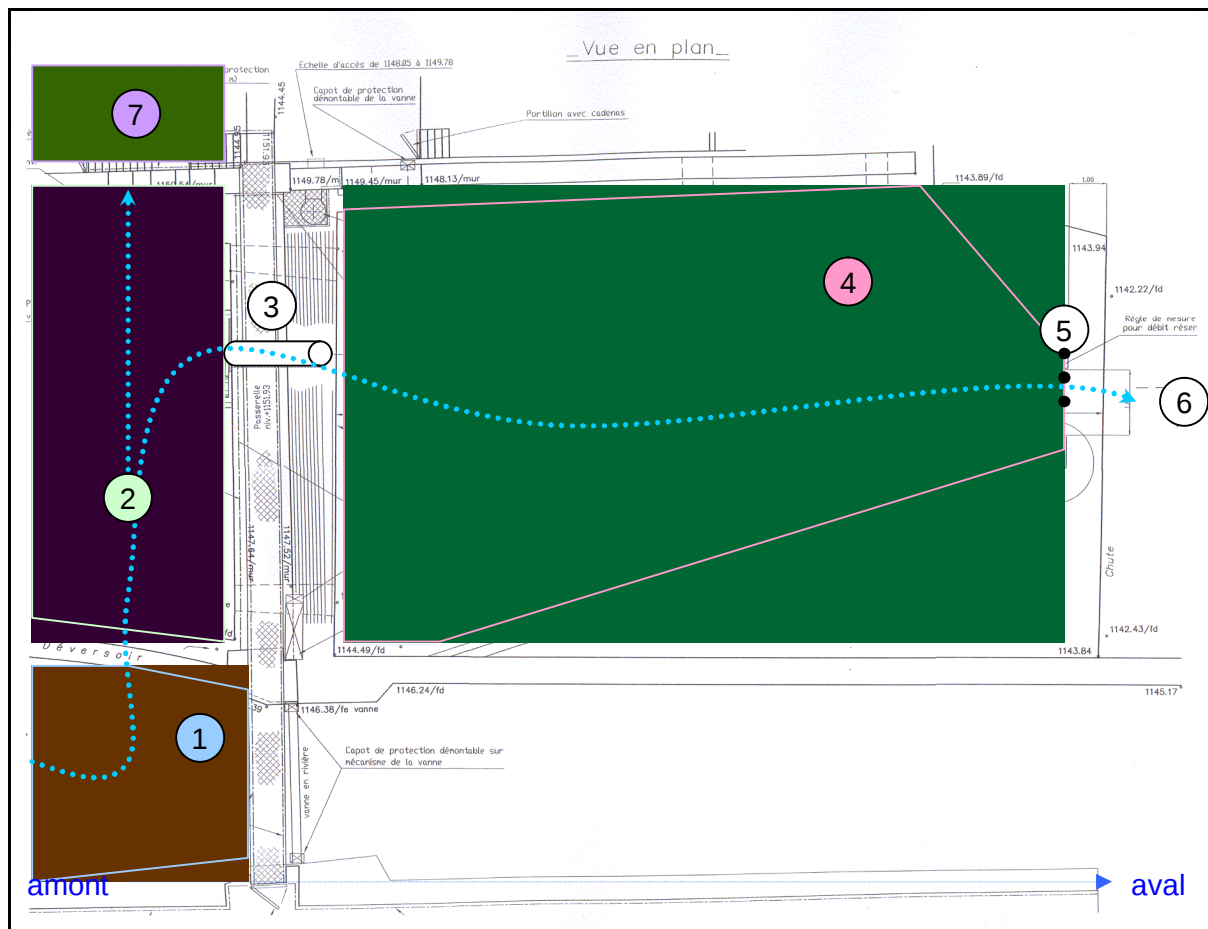


Figure 9 Vue en plan de la prise d'eau du Rivier d'Allemont

Dans le bassin de dessablage, une buse (partie n°3) a été mise en place, l'ouverture permet de restituer le débit réservé à la rivière ($0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). L'ouverture est limitée par une vanne reliée à un flotteur mécanique. Ainsi le débit réservé est toujours maintenu constant. La partie n°4 est le bassin de dévalaison. C'est là que le piégeage des poissons a lieu. Il est fermé, le temps du suivi, par une grille crénelée (partie n°5). L'eau retourne ensuite en rivière dans la partie 6, où il existe une chute d'eau (environ 1 m). Les poissons dévalants doivent donc en principe passer par le bassin de dessablage, la buse, le bassin dévalaison pour retourner ensuite en rivière.

III.1. Méthodologie employée pour l'échantillonnage et l'analyse

III.1.1. Echantillonnage : acteurs et méthode

Les deux sites étudiés ont fait l'objet de différents échantillonnages, lors des vingt dernières années. Les acteurs contactés pour récolter les résultats de ces captures apparaissent dans le tableau 1 suivant, en fonction des sites d'études.

Tableau 1 Les acteurs contactés pour la récolte de données piscicoles

L'eau d'Olle	ONEMA (données tableau excel et PDF) Cellule débits réservés
Le Doron de Beaufort	ONEMA (données tableau excel et PDF) Fédération de pêche 73 (données tableau excel)

Les résultats des pêches électriques effectuées par ces organismes ont été analysés d'après les formules de De Lury ou de Carl et Strub, afin d'obtenir une estimation des stocks en place. Les biomasses et densités par espèce et par classe de tailles sont obtenues en fonction de la surface. Les études d'impact des deux sites ont aussi été utilisées.

III.1.2. Analyse des données obtenues

III.1.2.1. Le peuplement théorique de référence

Il s'agit dans un deuxième temps de dresser le peuplement théorique de la station, c'est la représentation quantitative et qualitative du peuplement si le cours d'eau était naturel.

Pour évaluer les conditions du milieu et leurs potentialités, la méthode choisie est basée sur la méthode du référentiel biotypologique de Verneaux. « Les réseaux hydrographiques peuvent être découpés en unités homogènes et on peut y trouver des peuplements de poissons particulier à chaque unité ». Ainsi en calculant un référentiel pour chaque biocénotype, on peut évaluer les différences entre un peuplement théorique et ceux observés pour apprécier l'importance d'une perturbation. Le calcul du niveau typologique théorique se base sur des paramètres mésologiques : thermique, trophique et géomorphologique⁴. Une fois le niveau établi, il faut choisir les espèces à conserver parmi celles proposées sur l'abaque⁴. Chaque niveau est qualifié par la diversité d'espèces ainsi que par un score maximal constitué par la somme des classes d'abondance des espèces choisies. Pour construire le peuplement théorique, il faut prendre en compte les espèces proposées par l'abaque, les espèces des inventaires réalisées (anciens et récents) et celles communément présentes sur le bassin hydrographique.

⁴ abbaque et calcul en annexe 4

III.1.2.2. La comparaison des peuplements

Une fois le peuplement de référence établi, des histogrammes de comparaison entre les classes d'abondance réelles et théoriques pour chaque espèce sont réalisés. Ils prennent en compte les évolutions temporelles dans le cas où la station aurait été échantillonnée à différentes années.

III.2. Résultats de l'analyse des peuplements

III.2.1. Présentation des résultats

Les résultats obtenus sont présentés sous la forme d'histogrammes présentant l'abondance de chaque espèce du peuplement théorique et de celle du peuplement réel mesuré par année d'échantillonnage. Chaque cours d'eau présente 3 stations de mesures : amont, aval proche et aval lointain, localisé grâce à la carte. Chaque niveau typologique théorique a été calculé⁵.

III.2.2. Remarque sur la méthode de Verneaux

La méthode de Verneaux est utilisée ici, mais elle présente des limites. Cette méthode est d'abord basée sur le peuplement de macro invertébrés (puis extrapolée à l'ichyofaune) et sur les variations de température. Malheureusement, elle ne prend pas en compte le transport solide de la rivière et les variations de pente ne représentent qu'une partie réduite des conditions prises en compte. Or dans un contexte montagnard, ces deux aspects sont non négligeables car ils sont à l'origine de presque tout les évènements géomorphologiques de la rivière naturelle et peuvent montrer des variabilités normales très importantes. Cette méthode est donc à utiliser avec prudence dans des milieux comme ceux étudié ici, en tête de bassin et avec des ruptures de pente parfois importante. Néanmoins, elle permet de se questionner sur le peuplement piscicole et apparaît être aujourd'hui une des méthodes les plus usitées et demandant le moins de données extérieures (à l'inverse des méthodes des micro habitats ou, de l'indice poisson rivière).

⁵ Résultat des différents niveau typologique en annexe 5 pour le Doron et annexe 6 pour L'Eau d'Olle

III.2.3. Le Doron de Beaufort

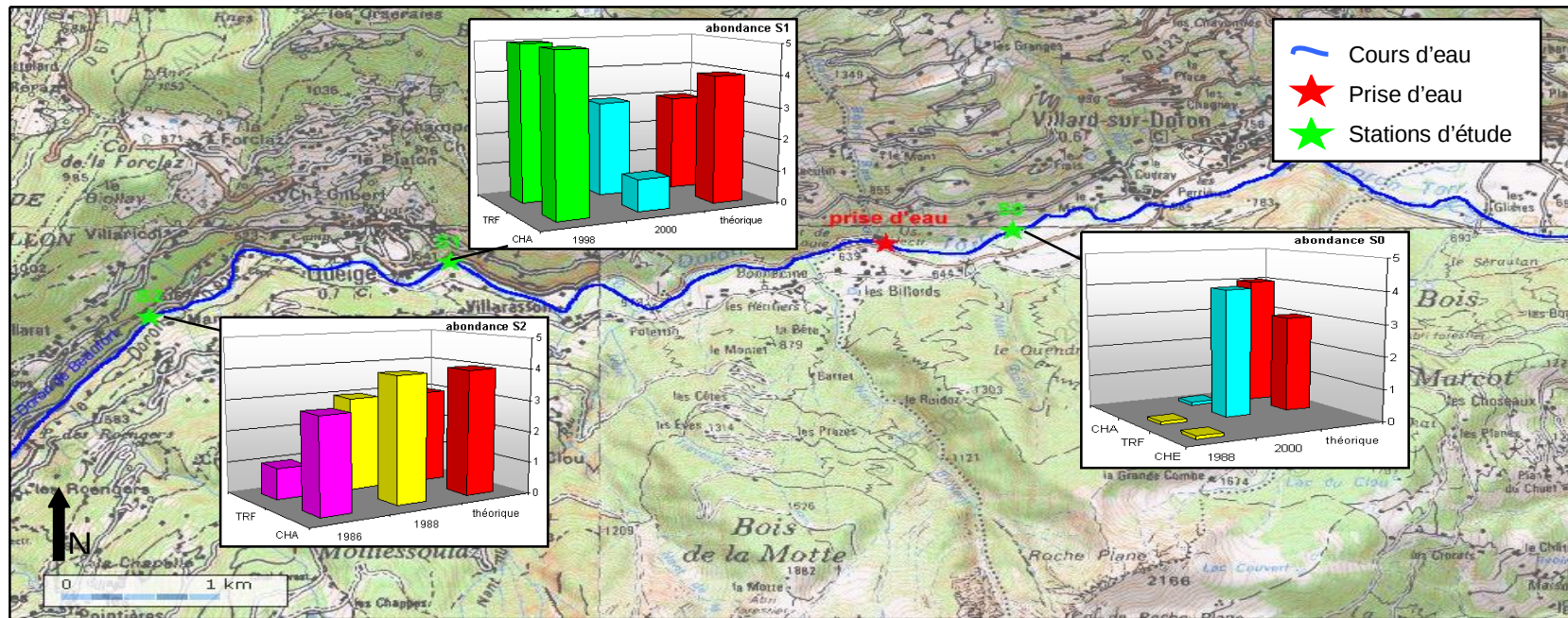


Figure 10 Comparaison des abondances du peuplement théorique et réel des 3 stations d'études du Doron de Beaufort en 1986 et 2000

Globalement, le Doron de Beaufort, sur les stations étudiées, n'est pas en concordance avec le peuplement théorique. Il apparaît que les données les plus anciennes présentent les plus faibles abondances de truite (à part 1988 S1). Cette population s'est bien développée durant les années 80 et 90, proposant aujourd'hui des stocks très convenables et ce sur tout le linéaire. En revanche, le chabot reste en marge en 2000 proposant ainsi la principale discordance avec le référentiel. La présence de truite est tout de même à prendre avec un certain recul car les apports exogènes à des fins halieutiques sont importants dans le secteur. Les discordances de peuplement peuvent être expliquées par la présence d'une agriculture d'élevage bovin importante et les traitements des rejets domestiques pas toujours suffisamment efficaces pendant les périodes de forte fréquentation touristiques (hiver et été). Les effluents mal traités peuvent expliquer l'absence des chabots (espèce polluosensible). De plus, il est à préciser que l'ensemble du linéaire du cours d'eau est infesté par *Fallopia japonica* (Renouée du Japon) ce qui limite, entre autre, l'habitat disponible.

III.2.4. L'eau d'Olle

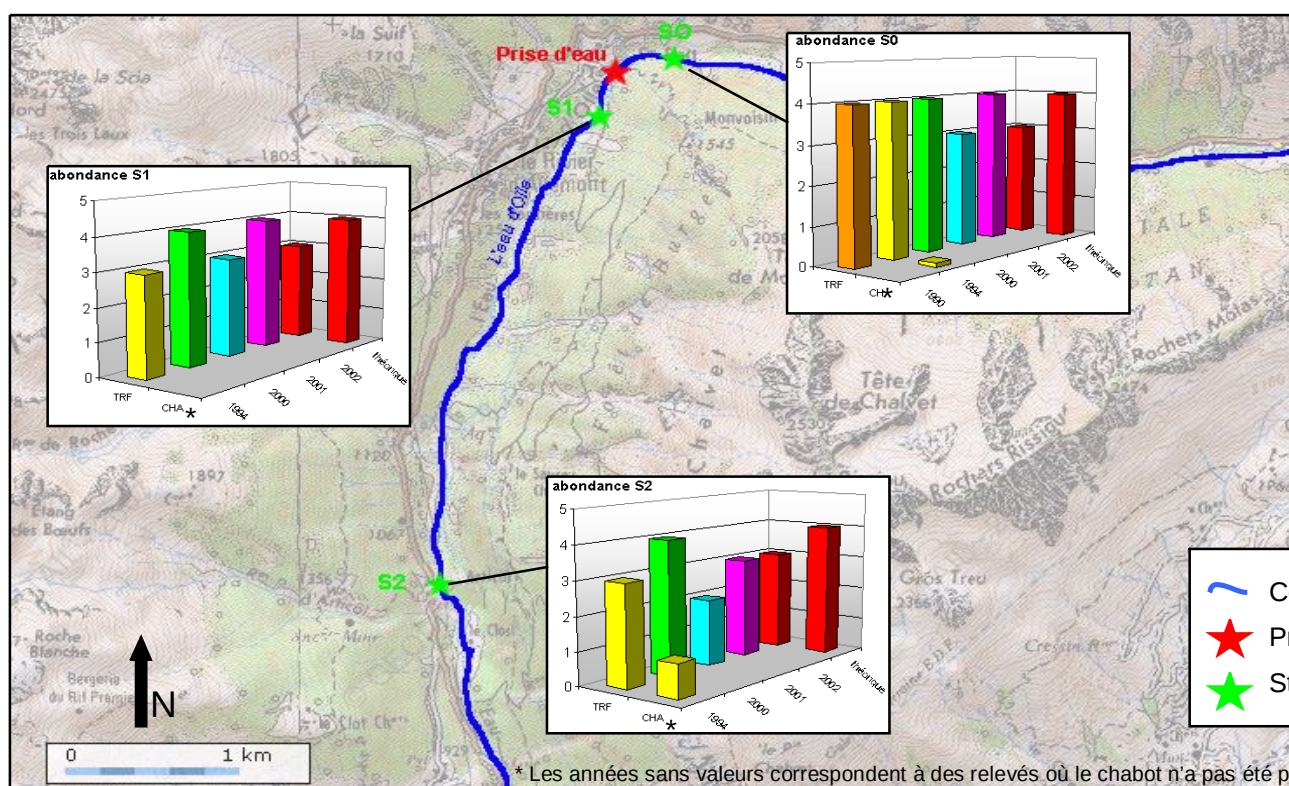


Figure 11 Comparaison des abondances du peuplement théorique et réel des 3 stations d'études de l'Eau d'Olle

Le peuplement réel mesuré ici n'est pas en concordance avec le peuplement théorique. L'espèce qui se... Lorsque celui-ci est pris en compte dans les campagnes de pêche, il s'est montré en quantité bien inférieure. Le nombre de relevés pour cette espèce n'est pas assez conséquent pour pouvoir tirer des conclusions pertinentes. Les populations de truites sont conformes ou supérieures aux valeurs théoriques. Mais ici aussi l'alevinage est... les résultats. Ainsi comme pour le Doron, les truites étant abondantes en amont et en aval de la prise d'eau... suivi, si elles entrent en phase de dévalaison et si l'ouvrage le permet.

La manipulation expérimentale est décomposée en plusieurs étapes. Même si, fondamentalement, le protocole est quasiment identique d'un site à l'autre, quelques spécificités apparaissent selon les conditions du milieu et de l'ouvrage. Les différentes étapes communes aux deux sites vont être développées dans les premières parties, puis la chronologie des étapes sera décrite ensuite par sites. Le matériel est commun pour les deux sites⁶, si ce n'est une spécificité de pêche électrique pour le Rivier d'Allemont. La manipulation a lieu deux fois dans la journée : le matin (8h environ) et le soir (18h30 environ). Ces deux périodes de mesures nous permettent de différencier et comparer les migrations effectuées la journée, des migrations effectuées la nuit.

IV.1. La mesure des composantes abiotiques

IV.1.1. Le niveau de l'eau

IV.1.1.1. En amont

Queige : Une échelle limnimétrique a été mise en place en amont du déversoir du barrage. On peut ainsi mesurer aisément la hauteur d'eau dans la retenue du barrage. La cote de la hauteur est donc notée, la mesure s'effectue à l'aide de jumelles, car il est interdit de traverser le barrage pour le lire à l'œil nu. La cote est notée en décimètres. Elle est aussi mesurée en continu par EDF et les graphiques sont ensuite récupérés à l'automate qui centralise les données à la tête de groupement pour une exploitation ultérieure. Les résultats sortent sous forme de graphique dont un exemple légendé apparaît dans la figure 12.

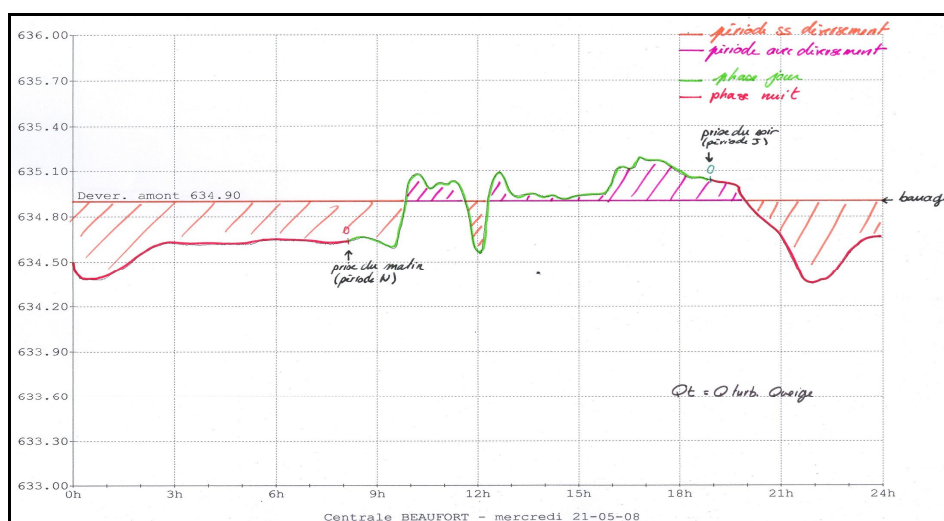


Figure 12 Exemple légendé de graphique montrant l'évolution de la hauteur d'eau de la rivière dans la retenue de la prise d'eau de Queige

Elle permet de pouvoir calculer les débits et vitesses de courant arrivant en amont.

⁶ Liste détaillée du matériel en annexe 7

Rivier d'Allemont : La hauteur d'eau est mesurée ici directement en rivière, à environ 50 m de la prise d'eau. Les hauteurs d'eau sont issues de mesure directe à un instant t. Cette mesure sur une échelle limnimétrique tarée permet la conversion en débit instantané.

IV.1.1.2. En amont de la passe de dévalaison

Queige : A partir de la 3^{ème} semaine de prélèvement une échelle limnimétrique a été installée en amont du bassin de dévalaison. Elle permet de mesurer la hauteur d'eau et donc le débit en amont de l'ouverture du bassin.

IV.1.1.3. Dans la passe de dévalaison

Queige : A partir de la 3^{ème} semaine de prélèvement une échelle limnimétrique a été installé dans le bassin de dévalaison, elle permet de mesurer la hauteur d'eau dans le bassin, lorsque celui ci n'est pas en déversement.

Rivier d'Allemont : Dès la première semaine une échelle limnimétrique, nous permet de mesurer la hauteur dans le bassin de dévalaison.

IV.1.2. Les températures

IV.1.2.1. Air

La température de l'air est mesurée grâce à un thermomètre, à l'ombre. Cette mesure viendra compléter et confirmer les données fournies par le service météorologie d'EDF.

IV.1.2.2. Eau

La température de l'eau est mesurée en continu pendant l'étude, à intervalle régulier (toutes les heures) grâce à une sonde thermique, plongée en permanence en amont des bassins de dévalaison. Des mesures de températures sont néanmoins réalisées manuellement au moment de la manipulation grâce à un thermomètre. Ces mesures ponctuelles sont faites à titre indicatif.

IV.1.3. Les Matières En Suspension et turbidité

Le disque de Secchi préalablement prévu pour déterminer la turbidité est inutilisable dans ce cas et ce, pour plusieurs raisons :

- La turbidité est très faible naturellement,
- La profondeur de l'eau n'est pas suffisante pour atteindre une disparition visuelle du disque.

Une mesure des MES est néanmoins réalisée. Elle répond à un protocole d'échantillonnage et de traitement bien spécifique.

IV.1.3.1. Le prélèvement rivière

Matériel de prélèvement :

Voici la liste du matériel utilisé pour prélever des échantillons, dans le but d'évaluer la quantité de MES.

- un seau de type maçon semi-rigide de 8 ou 10 litres,
- une corde de longueur suffisante fixée à la manille,
- des flacons de 500 ml à col large qui peuvent rentrer complètement dans le seau.

Méthode prélèvement :

Le flacon de prélèvement est étiqueté, la date, le lieu, l'heure sont notés dessus à l'encre indélébile. Le seau retenu par la corde est descendu jusqu'à affleurement de l'eau puis la corde est lâchée rapidement pour que le seau soit entraîné à l'envers dans le courant. La corde est remontée pour sortir le seau de l'eau sans le laisser tirer dans le courant. Le seau est remonté par la corde en évitant qu'il ne frotte sur le mur adjacent. Le flacon étiqueté, est plongé dans le seau et agité énergiquement et de manière désordonnée, de façon à rincer le flacon avec l'eau à analyser, le bouchon est aussi rincé. Le seau est ensuite vidé. La manipulation est recommencée mais le flacon est rempli à ras bord et le bouchon vissé. Les échantillons sont conservés au frais et à l'abri de la lumière. Le positionnement du prélèvement est important : il doit avoir lieu dans la veine centrale (zone de plus forte vitesse), soit dans une zone de turbulence forte (à l'arrière d'une pile du pont par exemple).

IV.1.3.2. Analyse du prélèvement

Matériel d'analyse

Voici la liste du matériel nécessaire :

- | | |
|--|---|
| - Filtre en papier Whatman 90 mm de diamètre | - Four |
| - Pompe à vide | - Balance à 10^{-3} g |
| - Fiole de filtration et pinces de fixation | - Marqueur |
| - Porte filtre | - Récipient jaugé à 428 ml |
| - Bocal de récupération du distillat | - Un échantillon de 500 ml d'eau |
| - Eau distillée | - Feuille de note de prélèvement ⁷ |

Méthode de prélèvement

Le filtre vide est numéroté et pesé, après avoir procédé à la tare de la balance. La masse du filtre clair est noté m_i . Il est ensuite placé sur la pompe à vide, le flacon pour récupérer le distillat est mis en place. La fiole à filtration est fixée sur le support du filtre. L'échantillon est versé dans la fiole, grâce au récipient jaugé à 428 ml, c'est le volume filtré, V_f . La pompe à vide est ensuite mise en marche. Le liquide traverse le filtre où les matières en suspension sont retenues par le

⁷Feuille de résultat des analyse de MES et exemple de filtre obtenu en annexe 8

papier. Le filtre est ensuite placé dans le four où il est séché pendant 8 minutes. Le filtre sec est ensuite pesé, la masse obtenue est notée m_f . Les différents ustensiles utilisés sont nettoyés à l'eau distillée pour la manipulation suivante. Le reste du prélèvement non utilisé est conservé en cas d'erreur de manipulation afin de pouvoir procéder à une nouvelle mesure.

IV.1.3.3. Les résultats

Il faut ensuite calculer la quantité de MES (m_{MES} en $mg.L^{-1}$) du prélèvement. Elle se calcule de la façon suivante :

$$m_{MES} = (m_f - m_i) / V_f$$

Pour information le seq-eau fixe comme limite pour les MES :

Tableau 2 Limite et seuil imposés par le SEQ Eau pour les quantités de MES dans l'eau (en $mg.L^{-1}$)

	bleu	vert	jaune	orange	rouge
MES ($mg.L^{-1}$)	25	50	100	150	

IV.1.4. Les débits

IV.1.4.1. La rivière

Il existe différentes façons pour évaluer le débit. Dans le cas où la hauteur de la lame d'eau est connue, on utilise la formule de Manning Strickler. Elle est couramment utilisée pour calculer le débit et la vitesse d'un cours d'eau en fonction de la pente, du rayon moyen et de la rugosité moyenne. L'hypothèse est celle du régime uniforme qui suppose que la vitesse est constante tout au long de sa section.

$$V = K_s * R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

$$Q = V * S_m$$

K_s : coefficient de Strickler (en cours d'eau montagnard du type de l'Eau d'Olle, celui-ci est compris entre 20 et 25, source CEMAGREF)
 R_h : rayon hydraulique (= S_m/P_m où P_m est le périmètre mouillé du lit)
 I : pente (m/m)
 S_m : section mouillée (m^2)

En plus des valeurs calculées grâce aux différentes mesures, des données de débits entonnés ou turbinés sont fournies par l'exploitant (uniquement pour le Doron de Beaufort), elles apparaissent sous la forme de moyenne journalière. Par extrapolation de ces valeurs, on peut évaluer le débit journalier moyen de la rivière.

IV.1.4.2. Le débit entrant dans les ouvrages de dévalaison

Doron de Beaufort :

L'arrivée d'eau dans le bassin de dévalaison se réalise grâce à un déversoir à paroi mince, à ouverture variable grâce aux vannes d'ouverture. Le débit Q se calcule de la façon suivante :

$$Q = m * L * H * \sqrt{2g.H}$$

Où l'on a :

Q : le débit en litres/seconde,

L : largeur du réservoir,

H : charge sur le seuil mesuré 1 m 50 en amont

$\sqrt{(2g.H)}$: vitesse théorique d'écoulement,

m : coefficient de dépense, dû à la contraction, varie, suivant le cas, de 0,38 à 0,42.

L'Eau d'Olle :

L'accès au bassin de dévalaison se fait par l'intermédiaire d'une buse à orifice noyé d'un diamètre de 600mm. Le calcul du débit Q sortant de cette buse se calcule de la façon suivante :

$$Q_{\text{buse}} = K * S * Rh^{2/3} * \sqrt{(H / H_{\text{max}})}$$

IV.2. La mesure des composantes biotiques

Après leur capture, les poissons sont placés dans un seau d'eau en attendant la fin de la manipulation, ils sont parfois endormis grâce à de l'Eugénol. La biométrie consiste à mesurer différents indices :

- **La taille de l'individu** : les poissons sont mesurés de l'extrémité de la tête à l'extrémité de la fourche caudale. Toutes les espèces sont mesurées (TRF, CHA)
- **Les écailles** : Elles sont prélevées à l'aide d'une lame de couteau, sur la partie haute du flanc entre la nageoire dorsale et la nageoire caudale. Une analyse scalimétrique sera effectuée ensuite afin d'évaluer l'âge des truites piégées. Cette manipulation n'est mise en place que pour les truites fario.

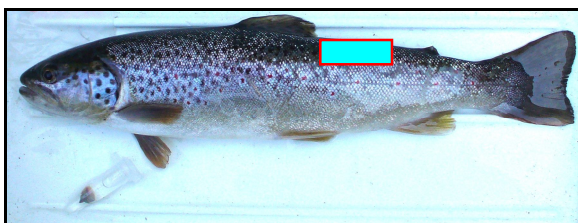


Figure 13 Localisation du prélèvement des écailles sur une truite ayant subi une ablation de l'adipeuse

- **L'adipeuse** : Un prélèvement de l'adipeuse est effectué. La nageoire est coupée à l'aide d'une paire de ciseaux incurvés. Le prélèvement est placé dans un tube numéroté et rempli d'alcool. Ces échantillons permettront de réaliser une analyse génétique des populations de truites, réalisée par les fédérations de pêche des deux départements. Cette manipulation n'est également mise en place que pour les truites fario.
- **Les pathologies** : Si le poisson présente des signes d'infection, de maladie, de blessure ou autres, ils sont notés, décrits selon le protocole SANDRE pour ce domaine⁸.
- **Le sexe** : Il peut être déterminé sur place visuellement grâce à l'examen des gonades (présence de grappe d'œuf jaune-orangés, plus ou moins développée en haut de la cavité abdominale des femelles) ou grâce à la forme de la bouche des individus adultes.⁹

⁸ Tableau des pathologies et localisation en annexe 9.

⁹ La détermination du sexe d'une truite fario en annexe 10

Il est important de préciser que chaque poisson se voit attribuer un numéro et est photographié sur place. Toutes les informations biotiques et abiotiques sont référencées dans des feuilles de terrain¹⁰ puis informatisées pour un traitement ultérieur des données. Une fois que les poissons ont subi toutes les étapes d'échantillonnage, ils sont relâchés en aval de la prise d'eau, après un éventuel réveil dans une eau claire en cas d'anesthésie.

IV.3. Les spécificités de chaque site

IV.3.1. La prise d'eau de Queige

Les prélèvements ont lieu deux fois dans la journée : l'un le matin aux alentours de 8h00, le second, le soir au alentour de 18h30. La manipulation dure environ 1 h.

La manipulation, identique pour les deux périodes, se déroule en plusieurs étapes :

1. La mesure des composantes abiotiques
2. La fermeture de la vanne d'arrivée d'eau
3. La récolte des poissons piégés dans le bassin d'amortissement¹¹ et isolement des poissons récoltés
4. Le nettoyage de la grille
5. La réouverture de l'arrivée d'eau
6. La biométrie des poissons récoltés

IV.3.1.1. La gestion de l'alimentation en eau du bassin

Le bassin d'amortissement de dévalaison est alimenté par une vanne. Celle-ci se trouve à l'extrémité d'un passage d'accès couvert et obscur. La vanne d'arrivée est composé de deux parties mobiles. Pendant le suivi, la vanne inférieure est maintenue relevée (en position fermée) en permanence, sa manœuvre difficile aurait significativement allongé le temps de manipulation. C'est donc la vanne supérieure qui est montée (ouverture) et baissée (fermeture) pour ajuster la quantité d'eau entrant dans le bassin de dévalaison. Généralement l'espace laissé pour l'apport est de 10 cm. Cette hauteur, définie empiriquement après quelques jours d'essais, correspond au débit maximum possible sans déverser. En effet, si un déversement a lieu, il existe un risque de fuite des poissons.

IV.3.1.2. L'entretien de la grille de piégeage

Pour le suivi une grille a été mise en place à l'extrémité aval du bassin. Elle agit comme un filtre en permettant le passage du débit tout en piégeant les poissons. Le diamètre des orifices de la grille est de 10mm, ce qui a priori ne permet pas le piégeage des individus de très petite taille (en particulier les alevins de l'année), ce point sera à vérifier au cours de l'analyse des

¹⁰ Feuille de terrain et résultat de mesure en annexe 11 et 12

¹¹ La pêche, dans le bassin d'amortissement de la prise d'eau de Queige, se réalise à l'épuisette. Néanmoins, lorsque la turbidité de l'eau est trop importante, le martin pêcheur® est utilisé.

résultats. Néanmoins, la grille est sujette à un fort colmatage, dû à l'apport de débris de végétaux, notamment. Ainsi de nombreuses feuilles, branches, viennent boucher les orifices, empêchant l'évacuation de l'eau. Dans les cas de très forts apports, le colmatage de la grille peut être à l'origine de déversement du bassin. Elle est fortement surveillée et nettoyée systématiquement à chaque période de manipulation. De plus, elle est reliée à un palan, ce qui permet de la relever après la pêche des poissons piégés, afin d'évacuer les débris dans la rivière. L'ouverture aval de la passe se trouve en rivière. Le bassin est ensuite remis en eau pour la manipulation suivante.

IV.3.2. Le Rivier d'Allemont :

Là aussi les prélèvements ont lieu deux fois dans la journée : l'un le matin aux alentours de 8h00, le second, le soir au alentour de 18h00.

La manipulation, identique pour les deux périodes, se déroule en plusieurs étapes :

1. Mesure des composantes abiotiques (température, hauteur d'eau dans le bassin)
2. Pêche à l'électricité (appareil du type « Martin pêcheur® ») et isolement des poissons récoltés
3. Retrait de la grille et nettoyage
4. Biométrie des individus capturés
5. Suite des mesures des composantes abiotiques (h eau rivière, MES)

Dans sa globalité, le temps de la manipulation est d'environ 1h30. La spécificité de ce site réside dans le fait que le bassin est plus encaissé qu'à Queige et dans un lieu non relié aux moyens de communication habituels. Ainsi des consignes de sécurité sont plus importantes et ajoutent des contraintes au protocole expérimental. En effet, chaque acteur doit être muni de baudriers de sécurité en plus de l'équipement habituel. Les échelles pour accéder au bassin sont munies de « stop-chute ».

IV.3.2.1. La gestion de l'alimentation en eau du bassin

Ici la vanne qui alimente le bassin de dévalaison est commandée par un flotteur dimensionné pour ajuster l'ouverture de la vanne en fonction de la hauteur d'eau dans le bassin intermédiaire, délivrant ainsi le juste débit réservé. Le bassin est finalement le seul endroit où l'eau peut passer pour rejoindre son lit naturel. Aussi il est inconcevable de fermer l'alimentation en eau du bassin pour récupérer les poissons, car la rivière ne serait plus alimentée. La pêche et les prélèvements doivent se réaliser dans un bassin où l'eau arrive en permanence, avec la prise en compte des risques liés à ces conditions (courant, substrat glissant...). Néanmoins, le débit arrivant (initialement tout le débit réservé) a été légèrement baissé de façon à faciliter et sécuriser les mesures. La hauteur d'eau passant dans la buse est de 15 à 20 cm, créant ainsi un débit de 0.10 à 0.15 m³.s⁻¹. Pour restituer une partie de la quantité d'eau manquante en rivière, la vanne rivière a été ouverte très légèrement (de l'ordre de 1 cm).

IV.3.2.2. La pêche à l'électricité

Principe de la pêche à l'électricité :

Le principe de la pêche électrique est de créer un champ électrique dans l'eau entre les deux électrodes (la cathode et l'anode) qui va agir sur les poissons : une différence de potentiel est instaurée entre la tête et la queue du poisson. Ce champ électrique va inhiber les actes volontaires du poisson en l'anesthésiant, voire provoquer une nage forcée pour certains champs électriques. Les poissons peuvent être facilement capturés à l'épuisette. Dans la zone, dite d'attractivité de l'anode (environ 1 m à 1.50m), les flux électriques vont interférer sur les messages nerveux du poisson, via le système nerveux central, sensitif et moteur, provoquant les effets escomptés décrits précédemment. Dans le cas du bassin de dévalaison du Rivier d'Allemont, c'est le martin pêcheur® qui est utilisé. C'est un appareil de pêche à l'électricité portable autonome destiné à la pêche en eau douce, peu profonde, dans la plage de conductivité de 35 à 1700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Matériel nécessaire à la manipulation :

- Le martin pêcheur® : Boîtier d'insertion de la batterie placé sur le dos et relié à une commande ventrale (interrupteur "marche/arrêt", commutateurs de fréquences et tensions, potentiomètre de puissance)
- une anode
- un porte-anode (en deux parties pour le transport) et un câble d'anode 1,2 m
- une paire de gants magnétiques
- une cathode en tresses de cuivre étamé, relié au boîtier
- un chargeur de batterie
- une cantine de transport
- une batterie
- une paire de gants isolants pour l'accompagnateur
- épuisette
- les 2 acteurs portent des wadders en néoprène intègre permettant d'isoler du courant électrique

Méthode :

La pêche électrique se pratique à pied, en remontant les courants de façon à ce que l'eau reste claire devant le pêcheur. Deux personnes sont nécessaires, l'une d'entre elles porte l'appareil de pêche, l'autre se tient en aval du pêcheur avec une épuisette. Le pêcheur perturbe les poissons et ceux-ci peuvent être capturés à l'épuisette. Le pêcheur appuie en permanence sur un interrupteur de sécurité sur l'anode grâce à un aimant placé sur son gant isolant, au niveau du pouce droit. La cathode est vissée sous le boîtier et traîne derrière le pêcheur. Les poissons capturés sont ensuite placés dans un seau en attente de la réalisation de la biométrie. La

prospection s'effectue par deux fois consécutives dans tout le bassin de façon à capturer tout les individus présents.

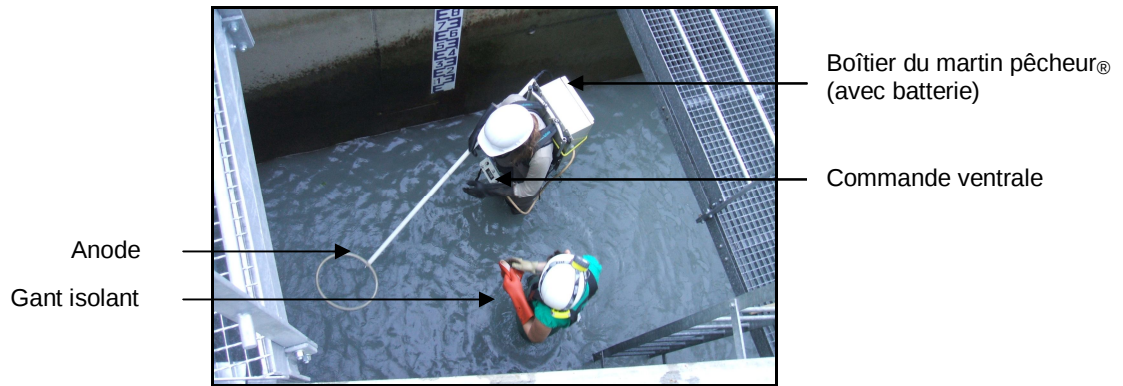


Figure 14 Photographie d'une pêche au martin pêcheur® dans le bassin de dévalaison de la prise d'eau de Queige

IV.3.2.3. L'entretien de la grille de piégeage

Comme pour le site de Queige, une grille a été placée à l'extrémité aval du bassin. Contrairement à celle de Queige qui est une tôle perforée, il s'agit d'une grille à maille carrée en brins d'acier inox de 5 mm de côté. De plus, pour augmenter la surface de contact avec l'eau, la grille est crénelée (celle de Queige est parfaitement lisse). L'autre point de différence est lié aussi au fait que la grille n'est pas reliée à un treuil ou à un palan. Ainsi elle doit être démontée et portée manuellement pour un nettoyage efficace. Le poids assez important est contraignant et l'importance du débit arrivant dessus augmente la difficulté de retrait et de nettoyage.

IV.4. Démarche statistique générale de l'analyse des résultats

Afin de savoir si le nombre de prises quotidiennes est influencé par un ou des facteurs extérieurs, des tests statistiques vont être réalisés. Les différents facteurs concernés sont :

- Les variations de hauteurs d'eau
- La température de l'eau
- Les MES

(Il s'agira, chacune des variables, de moyennes journalières des données)

La démarche statistique est la même pour chacun des facteurs cités. En exemple, c'est le lien entre la température de l'eau et le nombre de prise qui sera expliqué, cette démarche est ensuite transposée aux autres variables.

Nous avons un seul échantillon, avec deux variables indépendantes et quantitatives (nombre de prise et facteur extérieur).

Nous cherchons à mettre en évidence s'il existe un lien entre le facteur extérieur et nombre de prise journalière. L'échantillon est de petite taille (31 captures < 50) aussi c'est le test de signification du coefficient de corrélation de Spearman P qui sera utilisé.

Deux hypothèses sont posées préalablement :

- H0 : Le facteur extérieur et le nombre de prise journalière ne sont pas liés
- H1 : Le facteur extérieur et le nombre de prise journalière sont liés

A chaque jour de suivi est associé un couple de données (facteur ; nombre de prise). A chacune des variables (facteur ou prise) est associé un rang r_f pour la température et r_p pour le nombre de prise, sachant que tous les couples de rang sont ordonnés. Le coefficient de corrélation P se calcule de la façon suivante, sachant que l'on pose $d = r_f - r_p$:

$$P = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N}$$

Le seuil de signification est posé à $\alpha = 0,05$

Si $P < \alpha = 0,05$, alors l'hypothèse nulle H0 est rejetée, le test est significatif à α .

Si $P > \alpha = 0,05$, alors l'hypothèse H1 est rejetée, le test n'est pas significatif à α .

V.1. La prise d'eau du Rivier d'Allemont

Il est important de préciser avant toute chose qu'aucun poisson¹² n'a jamais été piégé dans le bassin de dévalaison mis en place pour cette prise d'eau. Nous nous intéresserons donc aux causes probables de l'absence de résultat. Chaque paramètre sera détaillé et interprété.

V.1.1. Le niveau de l'eau et débit

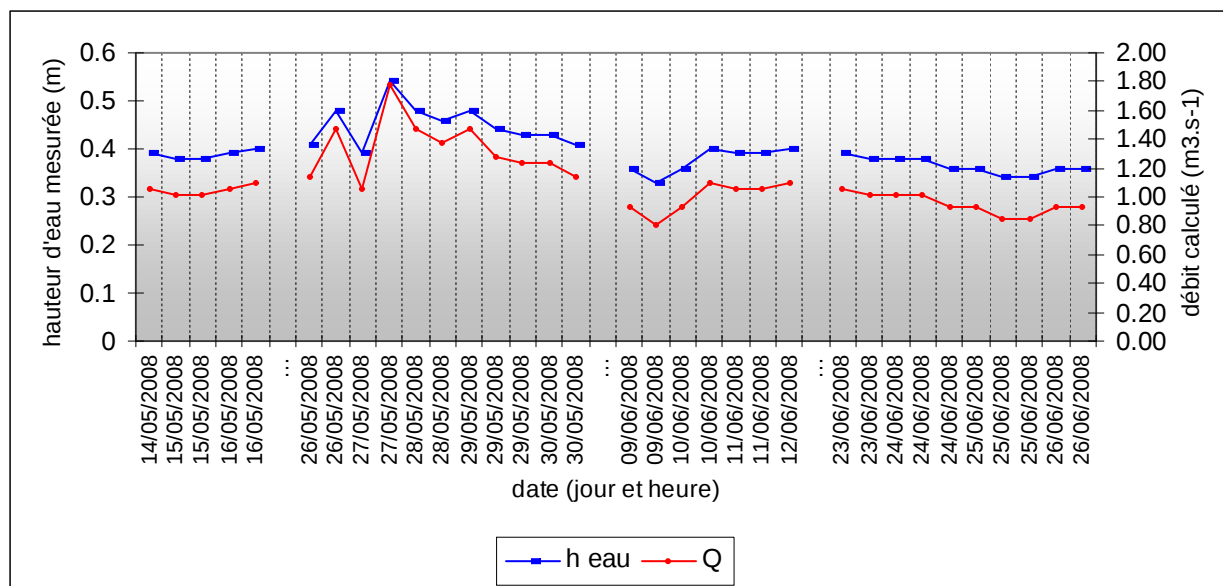


Figure 15 Evolution, au cours du suivi au Rivier d'Allemont, de la hauteur et du débit de l'Eau d'Olle

Le débit calculé, (voir résultat dans la figure 15) grâce à la hauteur d'eau mesurée, est cohérent avec les débits moyens mesurés pendant la même période, sur la station S0, à savoir : 1,56 m³.s⁻¹ de moyenne entre 1994 et 2002 en juin et 1,74 m³.s⁻¹ pour le mois de juillet (source : Cellule débits réservés).

Tableau 3 Résultats statistiques de l'étude des débits calculés pendant le suivi au Rivier d'Allemont sur la station S0

Valeurs extrêmes	Mini	0,8 m ³ .s ⁻¹
	Maxi	1,77 m ³ .s ⁻¹
Moyenne		1,10 m ³ .s ⁻¹
Ecart type		0,21
Nombre de mesure		34

L'analyse des données statistiques des débits (tableau 3) montre qu'ils sont relativement constants : l'écart type assez faible et les extremums sont relativement proches.

L'augmentation rapide du débit pendant la deuxième semaine (entre le 26, 27 et 28 mai) de prélèvement est due aux conditions climatiques : une forte augmentation de la pluviométrie pendant cette période. Après l'épisode pluvieux et orageux, la situation se stabilise. Ici, les conditions hydrologiques traduites par l'évolution du débit n'expliquent pas l'absence de truites

¹² Feuille de mesure du Rivier d'Allemont en annexe12

dans le bassin de dévalaison. On remarque que les débits sont même propices à la dévalaison puisque l'on observe plusieurs coups d'eau modérés (26 et 27 mai, 09 et 10 juin) qui auraient pu être déclencheurs de migration.

V.1.2. La température de l'eau

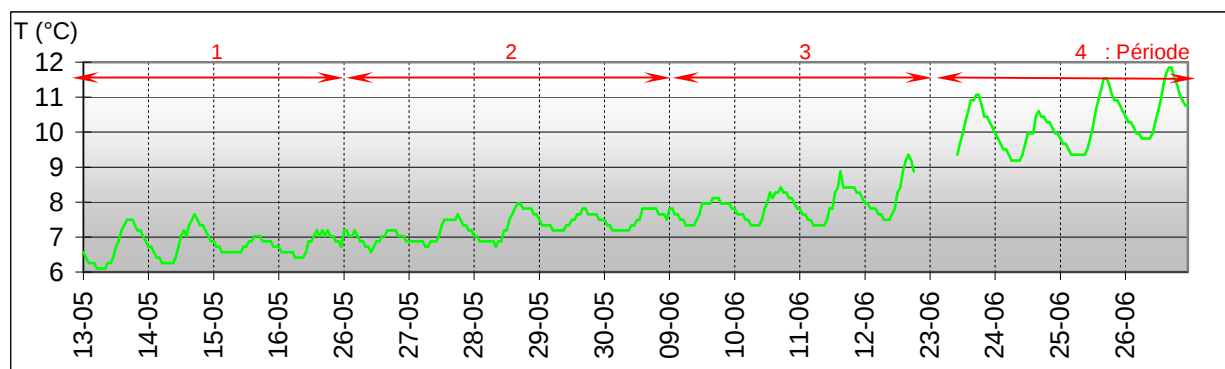


Figure 16 Evolution de la température de l'eau sur le site du Rivier d'Allemont pendant les périodes de suivi

L'évolution de la température de l'eau¹³, pendant les phases de suivi, mesurée par la sonde thermique apparaît dans le graphique précédent (figure 16). Les valeurs extrêmes mesurées vont de 6,1°C (le 13/05/2008 entre 5h et 8h) à 9,35°C (le 12/06/2008 à 16h). Globalement, ces valeurs sont le reflet d'une eau assez fraîche. On peut voir sur le graphique la variation jour/nuit de 24h avec un refroidissement entre 18h et 6h et un réchauffement entre 8h et 16h. Dans un premier temps, l'absence de truite piégée aurait pu être expliquée par des températures très fraîches, ralentissant les différents phénomènes physiologiques et retardant ainsi les migrations de descente, même si, dans la littérature, des migrations ont été observées jusqu'à 2°C. L'évolution des valeurs dans le sens croissant ont permis de réfuter cette hypothèse. Les causes d'absence de poisson piégé sont probablement liées à d'autres facteurs.

V.1.3. Les MES

Les résultats du suivi et l'analyse des matières en suspension apparaissent dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4 Résultats statistiques de l'analyse des MES au Rivier d'Allemont

Valeurs extrêmes	Mini	Trace*
	Maxi	105,14 mg.l ⁻¹
Moyenne		17,690 mg.l ⁻¹
Ecart type		35,43
Nombre d'échantillon		14

L'écart type calculé est fort, nous avons ici une dispersion importante des résultats. Lorsque l'on observe l'histogramme de répartition des valeurs de MES (voir figure 17 ci après), il apparaît que la majorité des résultats (78,57%) est située entre 0 mg.l⁻¹ (équivalent à « trace ») et 10 mg.l⁻¹ pour ensuite avoir une proportion 85,71% de l'effectif en dessous de 20 mg.l⁻¹. Ainsi,

¹³ Relevés de mesure de la sonde thermique en annexe 13

on peut donc dire que, la plupart du temps, la quantité de matière en suspension est très faible et que, pour ce paramètre la qualité de l'eau est très bonne (voir tableau 2 du SEQ Eau)

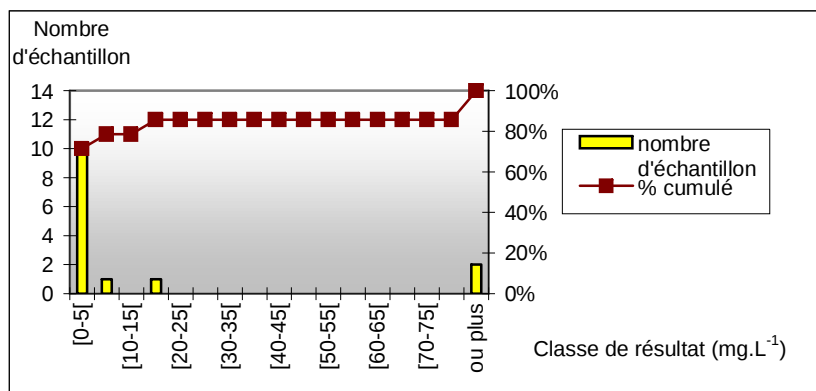


Figure 17 Répartition des classes des quantités de MES au Rivier d'Allemont

En reliant ces résultats aux préférences de la truite fario et aux différentes conditions influençant leur migration, il s'avère que nous « devrions » trouver des poissons, la concentration de MES (et de fait la turbidité) étant optimale.

V.1.4. La température de l'air et condition météorologique

Les conditions climatiques pendant le suivi ont été globalement normales :

- La première semaine a été composée d'une alternance de soleil et d'épisode nuageux. Les températures de l'air ont oscillées entre 9°C (le 16/05/08 à 8h30) et 18°C (le 14/05/08 à 09h30).
- Les deuxième et troisième semaines ont été marquées par une pluviométrie importante et un ciel très nuageux. Les chutes d'eau marquées du 26/05/08 au 29/05/08 apparaissent dans les variations des hauteurs d'eau de la rivière, voir figure 15. Les températures extérieures ont varié entre 9°C et 16°C. Les températures sont ici aussi normales pour la saison.
- La quatrième semaine de prélèvement a été très ensoleillée et les températures de l'air relativement chaude (de 12 à 24°C). Cela coïncide avec l'augmentation de la température de l'eau, voir figure 16.

Les variations météorologique pendant la période de suivi répondent au processus normal et typique du climat du site. Elles ne peuvent pas expliquer à elles seules l'absence de piégeage de truite dans le bassin de dévalaison.

V.1.5. Une solution de substitution

A la suite de l'étude des résultats des différents facteurs, il apparaît qu'aucun n'explique l'absence de prise de truite. Aussi d'autres hypothèses doivent être posées, elles sont liées au peuplement piscicole amont, à l'habitabilité du tronçon amont et/ou à la conception même de l'ouvrage. Toutes les hypothèses apparaissent dans la figure 18 suivante, sous la forme d'une arborescence :

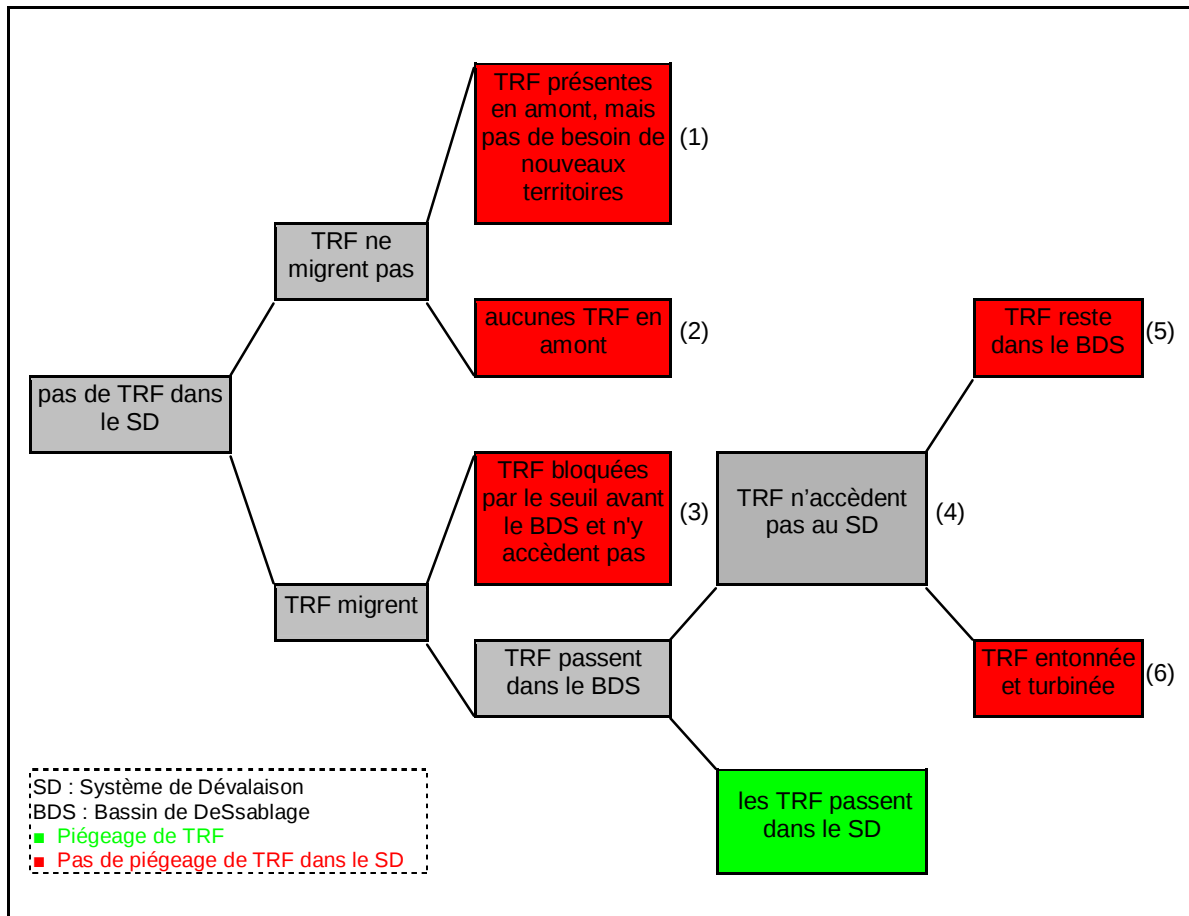


Figure 18 Arborescence des hypothèses pouvant expliquer l'absence de prise au Rivier d'Allemont

Dans le cas où il n'y a pas de piégeage alors qu'il y a une migration de poisson, l'efficacité du système de dévalaison peut être mise en cause. La mission première du stage est d'évaluer cette efficacité. Pour répondre à cette problématique, une solution a été trouvée. Elle consiste à placer juste avant le seuil déversant du barrage un échantillon de population de truite du tronçon amont. Déplacer une population autochtone est plus pertinent que de mettre des truites issues de pisciculture pour différentes raisons :

- Les truites autochtones sont habituées aux conditions du milieu (vitesse d'eau rapide, température fraîche, etc....)
- L'introduction de souche atlantique est fortement remise en cause par le monde scientifique à cause de la disparition ou de l'hybridation des souches autochtones (méditerranéenne dans ce cas)
- Cela permet un inventaire non-exhaustif de la population piscicole en place récent.

V.1.5.1. Protocole suivi pour la pêche amont

Ainsi, la manipulation présente différentes étapes, se déroulant toute le 23 juin 2008 entre 14h et 18h, avec différents acteurs : représentant de l'EDF, de l'ONEMA et de la fédération de pêche de l'Isère.

- **Pêche à l'aide d'un martin pêcheur®** dans les 1000 m environ du linéaire en amont de la prise d'eau. L'utilisation de cet appareil ne propose qu'un échantillonnage non

exhaustif de la population, ce qui permet de laisser des individus en place, et est adapté à la rivière torrentielle et difficile d'accès.

- **Comptage, mesure de chaque individu.** Des photographies de chaque individu sont réalisées, ainsi qu'un prélèvement d'écaillés et le marquage par ablation de la nageoire adipeuse (cet échantillon permettra par ailleurs à la Fédération de Pêche de l'Isère de réaliser une étude génétique). Pour les chabots capturés, le premier rayon de la nageoire dorsale est coupé, ils sont aussi mesurés et photographiés. Au total, 47 truites fario et 5 chabots ont été capturés (mesurant de 129 à 76 mm pour les chabots).
- **Le lâcher des poissons** a ensuite lieu : une partie en rivière juste en amont du seuil et l'autre partie dans le bassin de dessablage. Environ une vingtaine d'individu est placée dans celui-ci, les plus gros individus de truite et chabot ont été placés dans la rivière. Le lâcher a lieu à 17h24.

V.1.5.2. Résultat de la pêche amont

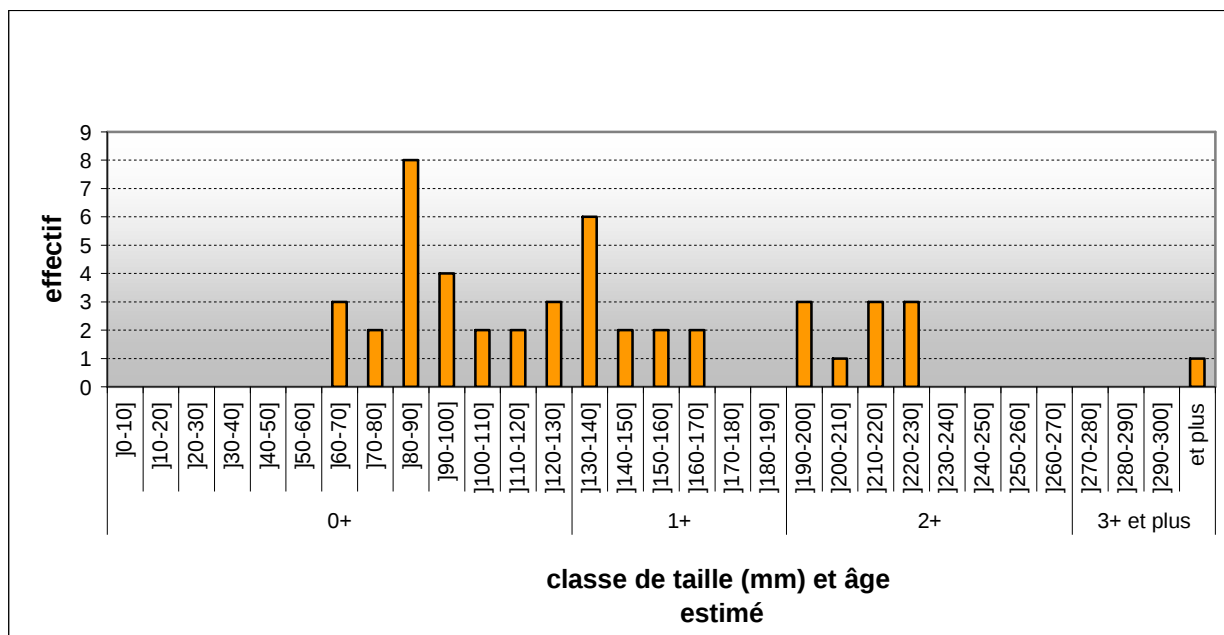


Figure 19 Structure de la taille et du nombre d'individus du peuplement de TRF prélevé en amont de la prise du Rivier et relâcher en amont proche du barrage, le 23/006/2008

Grâce au graphique précédent, la structure de la population de truite en place en amont de la prise d'eau du Rivier d'Allemont apparaît clairement : toutes les tailles (et donc classes d'âge) sont présentes. En revanche, on peut voir une majorité de 0+ et de 1+, les truites de 3+ étant très en marge. Même si cette population est légèrement déséquilibrée au niveau de la répartition des âges, elle est acceptable et témoigne donc de la présence de truites en amont de la prise d'eau, réfutant ainsi l'hypothèse (2) de l'arborescence. De plus, la capture de chabot témoigne d'une population se rapprochant davantage de la population piscicole attendue par le référentiel de Verneaux (voir chapitre III.2.3), même si cet inventaire n'est pas exhaustif.

V.1.5.3. Résultats des pêches suivantes de suivi

Dans le bassin de dévalaison : Durant les jours suivant le lâcher des poissons en amont du système de dévalaison, 3 pêches journalières ont été réalisées dans le bassin de dévalaison, à intervalle régulier. Pendant toute la semaine, aucun débordement du bassin n'a eu lieu et les conditions hydrologiques étaient optimales (débit constant, eau très claire). Malheureusement, aucune truite fario n'a été repêchée dans le bassin. Ce point important montre que les truites n'accèdent pas au bassin de dévalaison dans les conditions de suivi, confirmant l'hypothèse (4) de l'arborescence.

Pêche dans le bassin de dessablage : Afin de savoir, si elles accèdent néanmoins au bassin de dessablage, une pêche a été réalisée le Vendredi 27 juin 2008 à 08h00 dans le ce dit bassin. La vanne rivière a été ouverte et 8 truites fario marquées ont été repiégées. Elles mesuraient de 87 à 217 mm avec une répartition bien équilibrée et étaient en bonne santé (sans marque de blessure récente). Ces captures démontrent donc bien la présence de truites dans le bassin de dessablage et que ces individus n'ont pas été attirés par le système de dévalaison. En revanche, on ne peut pas savoir si ces individus ont été versés dans le dit bassin ou dans la rivière. On ne sait pas à ce jour si les truites accèdent à ce bassin. Vu la proportion de truites récoltées dans le bassin de dessablage (17% des truites capturées le 23 juin), il existe une forte probabilité qu'un certain nombre aient été entonné et turbiné. Il est néanmoins possible que certaines placées en amont du seuil aient fait demi-tour et soient remontées en rivière.

V.1.6. Conclusion pour la prise d'eau du Rivier d'Allemont

Dans les conditions de manipulation mises en place pendant tout le suivi, le système de dévalaison n'est pas efficace. Les truites n'accèdent pas au système de dévalaison. Cette affirmation est à relativiser car le débit entrant dans le bassin de dévalaison est bien inférieur au débit réservé normalement mis en place. Différentes autres causes peuvent être à l'origine de ce dysfonctionnement :

- La vitesse d'appel de la buse n'est pas assez forte compte tenu de celle de l'entonnement vers le dégrilleur et la conduite forcée
- La buse est trop profonde et les truites ne plongent pas pour accéder au système de dévalaison

De plus il n'existe aucune certitude quand à accessibilité du bassin de dessablage pour les truites dévalantes.

V.1.7. Proposition de solutions

Un autre suivi dans les conditions normales d'utilisation :

Il apparaît donc, au la vue des différents résultats obtenus, que le bassin de dévalaison mis en place n'est pas fonctionnel dans les conditions du protocole réalisé. Pour affirmer avec certitude qu'il n'est absolument pas efficace il faudrait s'assurer qu'avec un débit réservé normal (donc à

0.4 m³.s⁻¹), les résultats seraient les mêmes. Il est donc conseillé de réaliser un autre suivi avec des conditions identiques aux conditions habituelles de fonctionnement, en utilisant du radio pistage par exemple.

Systèmes attractifs ou répulsifs :

Néanmoins des améliorations peuvent être apportées au système actuel. Des systèmes attractifs (pour l'entrée du bassin de dévalaison) ou répulsifs (pour l'entrée de la prise d'eau) pourraient être mis en place. Il s'agit de barrières physiques ou comportementales, certaines ont déjà vu le jour sur d'autres ouvrages en France ou à l'étranger (Ecosse, USA).

Les barrières physiques sont des grilles à espacement inférieur à la taille des poissons. Il en existe différents types : verticales « en V », rotatives auto-nettoyantes, pivotantes, etc. Même si elles barrent le passage des poissons, des systèmes doivent néanmoins être mis en place pour les guider vers un exutoire. Malheureusement, elles risquent d'augmenter la perte de charge et il faudrait donc agrandir la prise d'eau pour pouvoir entonner le débit d'équipement et conserver la production de l'aménagement. Comme les coûts et travaux d'agrandissement risquent d'être très importants et pas adaptés à cet ouvrage, il semble que le choix de barrières comportementales soit plus pertinent.

Les barrières comportementales ont un effet de répulsion, d'attraction ou de guide des poissons. Elles agissent sur des stimuli : visuels, auditifs, électriques ou hydrodynamiques. Elles doivent être adaptées aux conditions du milieu, aux sites et aux espèces considérées. Il en existe différents types. Certains systèmes n'existent encore qu'à titre expérimental, néanmoins il semble que les écrans hydrodynamiques et l'attraction lumineuse soient les plus efficaces. Vu les conditions du milieu à la prise d'eau du Rivier d'Allemont (faible turbidité), il apparaît que les écrans lumineux attractifs (vapeur de Mercure) sont les systèmes adaptés à l'ouvrage et à l'espèce visée. Ils demandent néanmoins un entretien régulier pour nettoyer les lampes et empêcher l'accumulation d'embâcle. Les lampes attractives peuvent être placées à l'entrée du bassin de dévalaison. Pour repousser les poissons de l'entonnement, une barrière lumineuse (lampes stroboscopiques) ou une barrière sonore (inférieure à 100 Hz pour les salmonidés) peuvent être installée à l'entrée de la prise d'eau.

V.2. La prise d'eau de Queige

Les résultats de piégeage obtenus sur ce site sont plus probants. En effet, tout au long du suivi, 31 truites fario ont été capturées dans le bassin de dévalaison¹⁴. On peut conclure que la passe de dévalaison est efficace. Il reste néanmoins à étudier les conditions d'efficacité pendant le suivi.

Nous allons donc nous intéresser aux différents éléments permettant d'expliquer les migrations de truites et dans quelle mesure ils interviennent dans la migration.

V.2.1. Description de la population de truite capturée

Au total, 31 truites fario ont été capturées. Leurs tailles varient de 105 mm à 300 mm. En plus de cet effectif, une truite d'environ 150 mm s'est échappée sous la grille et 2 de tailles inconnues ont été aperçues par des agents lors de manœuvres d'entretien. Ces 3 individus cités ne seront pas pris en compte dans les analyses suivantes. Les tailles des individus capturés se répartissent de la façon suivante (voir figure 20) :

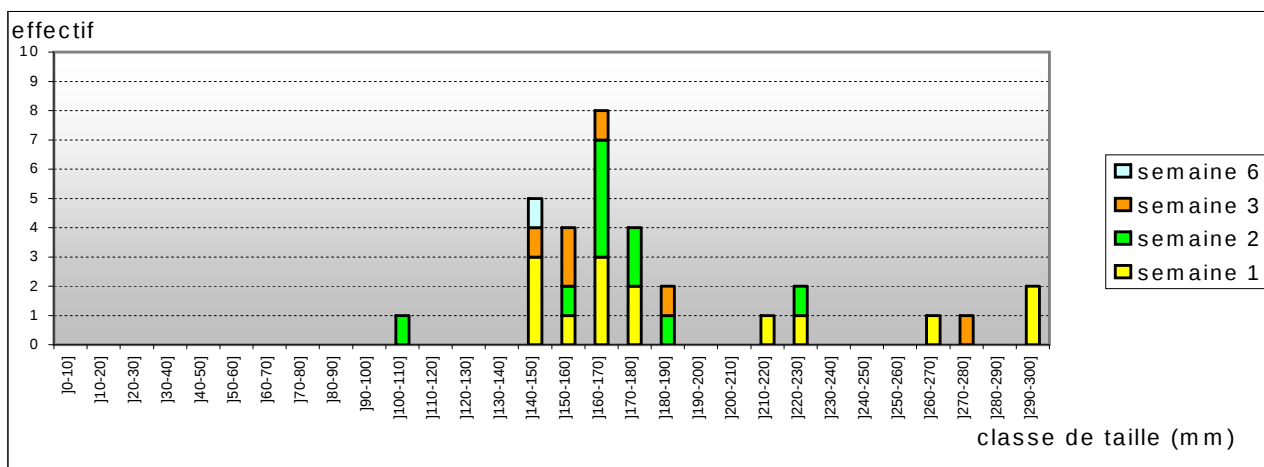


Figure 20 Répartition des effectifs de truites fario capturées en fonction de leurs tailles et de la semaine de suivi

En observant la répartition générale des classes de tailles, il ressort que la majeure partie des prises mesure entre 140 et 190 mm, pour 74,2% de l'effectif total. Ces tailles correspondent à des individus 1+. Il apparaît aussi que les alevins de l'année sont totalement absents. Cela peut s'expliquer par le diamètre des orifices de la grille (10 mm) qui pourraient laisser s'échapper les individus les plus petits. On remarque aussi que les individus plus matures 2+ et 3+ sont moins capturés.

V.2.2. L'alternance jour/nuit

Le nombre de prises réalisées à la suite des périodes de jour et nuit apparaissent dans le diagramme de la figure 21. Les prises réalisées après des phases d'absence n'ont pas été prises en compte car la période de déplacement des truites est incertaine (week end, suivi au Rivier d'Allemont).

¹⁴ Feuille de prélèvement globale en annexe 11

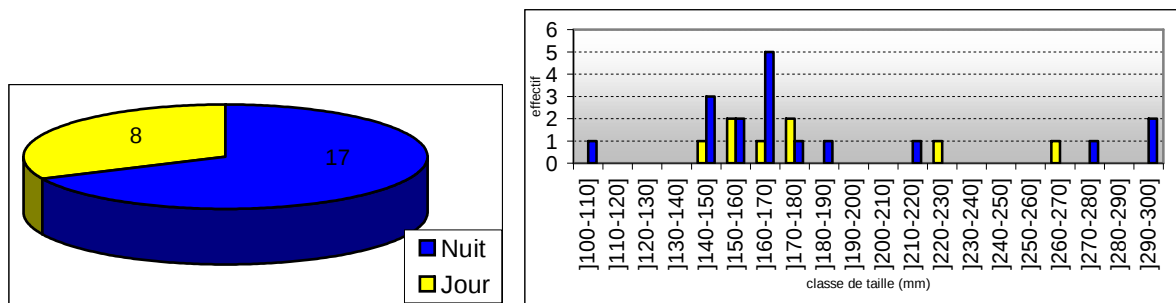


Figure 21 Répartition jour/nuit des déplacements de dévalaison des truites fario et leurs classes de taille associées. Il apparaît clairement sur le diagramme circulaire que les truites ont tendance à se déplacer majoritairement la nuit. Ce constat corrobore la thèse de Roussel J.M. et Bardonnnet A. (2002) énoncée dans la partie I.2.1.2. Sur l'histogramme associé, présentant les classes de tailles des truites en fonction de leur période déplacement, on constate que pendant la période de nuit les classes d'âge sont très étalées, ainsi on observe 17 individus mesurant de 105 mm à 300 mm. En ce qui concerne les déplacements de jour, la dynamique est la même : les tailles s'étalent de 140 à 270 mm, pour 8 individus. Ainsi pour ce site d'étude, la dévalaison des truites fario se fera majoritairement la nuit, sans différence de tailles ou d'âge entre les individus concernés.

V.2.3. La température de l'eau

Il faut répondre ici à la question suivante : comment intervient la température de l'eau dans le déclenchement de la dévalaison de la truite fario sur le site d'étude ? La figure suivante (figure 22) présente les résultats de mesure de température moyenne journalière¹⁵ et le nombre de prise journalière.

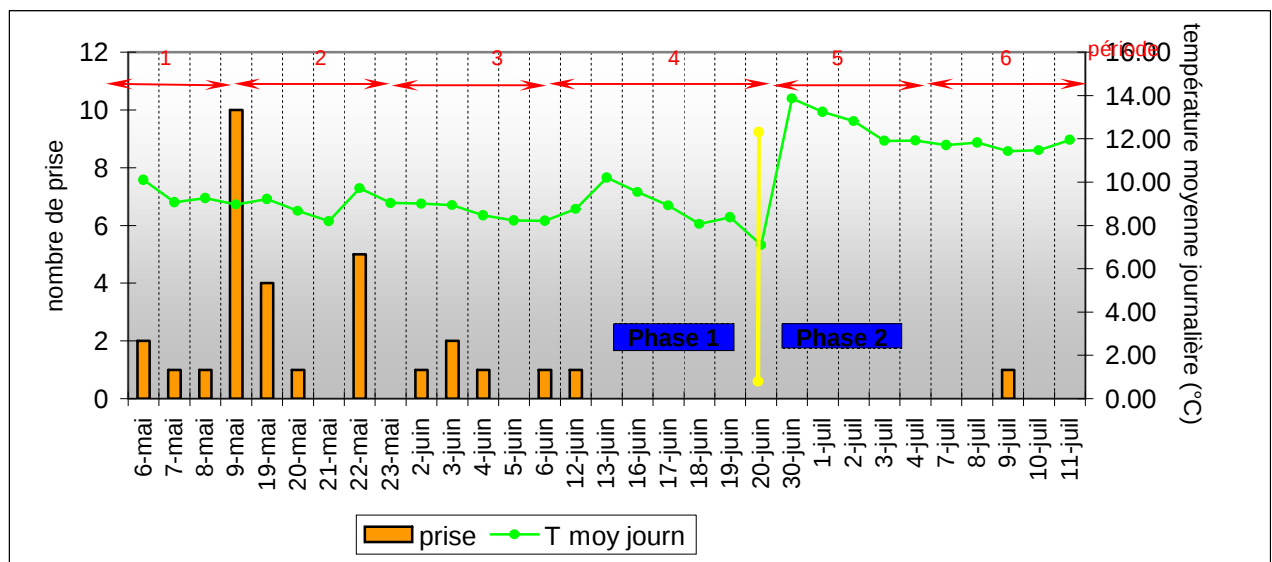


Figure 22 Evolution de la température moyenne journalière et nombre de prise quotidienne pendant les périodes de suivi du site de Queige

¹⁵ Relevé de température mesurée par la sonde thermique en annexe 15

On peut facilement identifier, sur le graphique, deux phases bien distinctes. Leurs différents éléments statistiques et comparatifs apparaissent dans le tableau 5. La première a lieu au début du suivi et inclut l'essentiel des captures de Truites fario, pendant les semaines 1, 2, 3 et 4 du suivi. La seconde se déroule pendant les semaines 5 et 6 du suivi, les températures y sont plus importantes et les prises très rares.

Tableau 5 Eléments comparatifs des 2 phases de variation de température observées à la prise d'eau de Queige

Phase		1	2
Période		06/05 au 20/06	30/06 au 11/07
Valeurs extrêmes	Mini	6,5°C le 20/06 à 10h	9,66°C le 09/07 à 8h
	Maxi	12,56°C le 19/06 à 19h	15,59°C 01/07 à 18h
Moyenne		8,84°C	12,15°C
Médiane		8,52°C	11,99°C
Ecart type		1,16	1,40
Nombre d'échantillon		487	231
Nombre de prise		31	1

V.2.3.1. Analyse de la première phase

Pendant cette première phase, la température est restée relativement stable, hormis les variations journalières. Il est important de noter que les amplitudes de variation journalière sont conséquentes, elles sont liées à l'alternance fonte de neige et réchauffement en surface de l'eau par la luminosité. L'écart type est important et confirme les fluctuations journalières. On remarque que 96,8 % des captures de l'intégralité du suivi ont eu lieu pendant cette période où les températures oscillent entre 6,5 et 12,56 °C.

V.2.3.2. Analyse de la seconde phase

Ici, les températures sont beaucoup plus importantes, passant d'une moyenne de 8,78°C à 12,15°C. Ce phénomène s'explique par l'arrêt de l'apport des eaux de fonte ainsi qu'un réchauffement de l'air et donc des eaux de surface grâce aux rayons lumineux, liée à la saison estivale. L'écart entre les valeurs minimales et maximales se creuse davantage que dans la phase 1. Ici, on a un nombre de prises très réduit.

V.2.3.3. Analyse statistique

Statistiquement les résultats corroborent les conclusions graphiques. Le test de Spearman réalisé donne un résultat de $P = 0,043 > \alpha = 0,05$, alors l'hypothèse H_0 est rejetée, le test est significatif à α : la température de l'eau et le nombre de prise sont liés statistiquement. Pour le test ce sont les températures minimales journalières qui ont été prise en compte car les variations journalières sont parfois très importantes. De plus, toutes les truites ont été incluses dans le nombre de prise.

V.2.3.4. Conclusion au sujet de la température

Le nombre de prises varie largement d'une phase à l'autre. On voit que lorsque les températures sont les plus hautes (phase 2), les truites dévalantes sont quasiment absentes. En revanche, lorsque les températures sont plus basses, en début de suivi (phase1) les truites sont capturées en plus grande quantité. Ces comparaisons peuvent laisser supposer que pendant la seconde phase, les températures sont devenues si importantes que la phase de dévalaison s'est interrompue pour la majeure partie des individus présents en amont. Ainsi la température ici doit avoir une influence sur la migration de *Salmo trutta fario* : elles préfèrent se déplacer lorsque les températures de l'eau sont fraîches, entre 8 et 10°C de moyenne journalière.

V.2.4. Les variations de hauteurs d'eau de la rivière

La hauteur d'eau est mesurée en continu par l'exploitant. Les résultats sont obtenus sous forme de graphique où apparaissent les variations de hauteur d'eau journalières et la hauteur du seuil amont de la retenue.

V.2.4.1. Les variations de hauteur d'eau dans la retenue

Lorsque l'on compare les phases de déversement¹⁶ au nombre de prise journalière, on s'aperçoit que les prises les plus importantes ont lieu lorsque le déversement est absent. Ainsi les journées du vendredi 09/05/2008, du lundi 19/05/2008, du jeudi 22/05/2008 dont le déversement a été inexistant ou très faible, présentent respectivement 10, 4 et 5 prises (soit 61% des prises totales). Ce point laisse supposer que le système de dévalaison est logiquement plus efficace lorsque le déversement du barrage n'a pas lieu. Pendant les périodes de déversement, des prises ont lieu mais sont moins spectaculaires, même si les conditions du milieu sont identiques (pendant la première phase). Les truites sont néanmoins en période de migration vers l'aval et passent certainement l'obstacle de la prise d'eau en déversant au-dessus. Ce point doit notamment concerner les truites les plus matures, ce qui peut expliquer leurs quantités moins importantes dans les résultats de captures.

V.2.4.2. Les variations de débit

Les débits utilisés ici sont les débits turbinés à la centrale de Queige, soit les débits entonnés à la prise de Queige. Ils ne correspondent pas exactement au débit de la rivière, en effet, comme cela est précisé dans le paragraphe II.1.2., une partie de la quantité de l'eau est restituée en rivière après la retenue. En revanche, ces valeurs sont intéressantes car elles témoignent de la variation du débit dans la rivière, le débit réservé restant constant. Le graphique de figure 23 met en relation ces variations de débits et le nombre de prise journalière. Comme pour la température, il apparaît deux phases pendant le suivi :

¹⁶ Toutes les variations de hauteurs d'eau dans la retenue apparaissent en annexe 14

- L'une avec des débits importants, variant de 12,76 à 9,74 m³.s⁻¹, avec 96,8 % des prises de tout le suivi.
- L'autre avec débits faibles, variant de 6.57 à 4.47 m³.s⁻¹, avec une quantité de prise très faible.

Les deux phases sont séparées par une période de transition de baisse importante du débit pendant 3 jours (du 17 au 20 juin). L'analyse de ce graphique peut démontrer que les débits jouent un rôle sur la dévalaison et que les truites vont préférer dans quantités d'eau importante pour se déplacer.

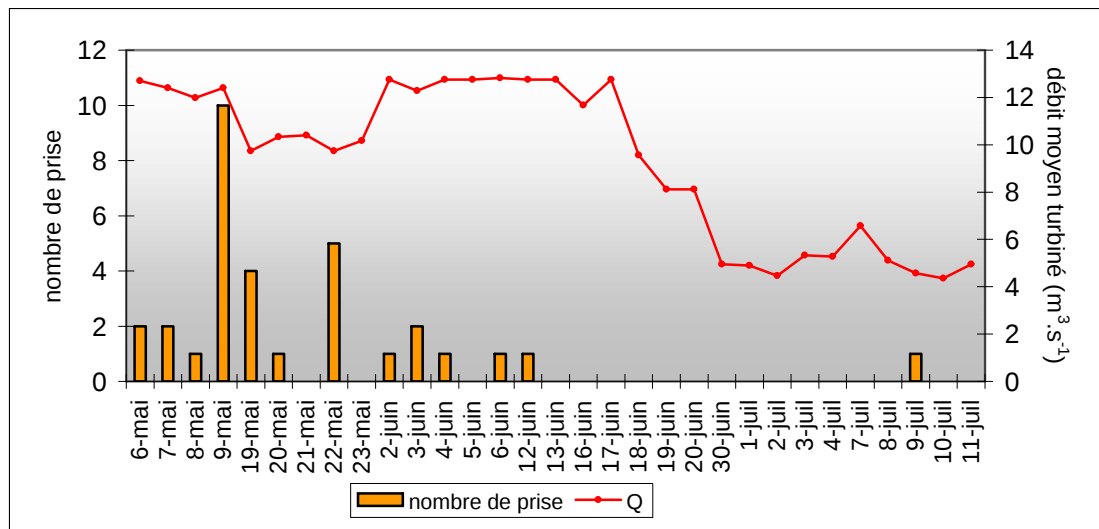


Figure 23 Evolution du débit turbiné à Queige et nombre de prise quotidienne pendant les périodes de suivi du site de Queige

V.2.4.3. Analyse statistique des variations de débit

Dans ce cas, c'est la corrélation entre le débit entonné à la prise d'eau et le nombre de prise qui sera testée. Le test de Spearman réalisé donne un résultat de $P = 0,017 < \alpha = 0,05$, alors l'hypothèse H_0 est rejetée, le test est significatif à α : le débit et le nombre de prise sont liés statistiquement.

V.2.5. Les Matières En Suspension

Les résultats du suivi et l'analyse des matières en suspension apparaissent dans le tableau 6 suivant :

Tableau 6 Résultats statistiques de l'analyse des MES à la prise d'eau de Queige

Valeurs extrêmes	Mini	4,67 mg.l ⁻¹
	Maxi	1313,08 mg.l ⁻¹
Moyenne		94,95 mg.l ⁻¹
Ecart type		264,12
Nombre d'échantillon		25

L'écart type calculé est fort, nous avons ici une dispersion importante des résultats. Ce phénomène est normal et typique des cours d'eau montagnards qui présentent des fluctuations hydrologiques importantes, liées notamment à la variation importante du climat et des précipitations. Lorsque l'on observe l'histogramme de répartition des valeurs de MES (voir

figure 24 suivante), on constate que la majorité des résultats (80,77%) est située entre 4,67 et 70 mg.l⁻¹ (qualité de l'eau très bonne pour les MES selon le SEQ-Eau).

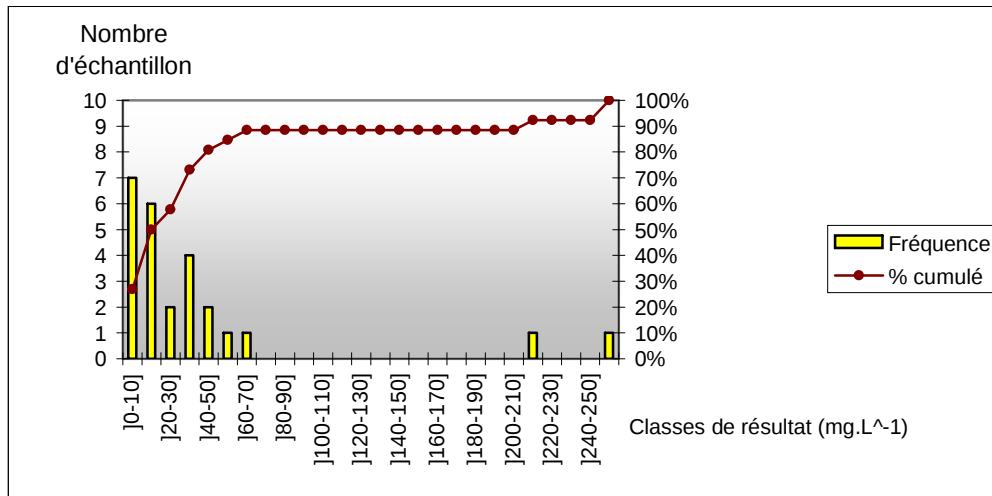


Figure 24 Répartition des classes des quantités de MES à la prise d'eau de Queige

En comparant les valeurs mesurées de MES et les captures de truites dans le bassin de dévalaison, graphiquement (voir figure 25), on s'aperçoit que la répartition de chacune des variables ne se ressemble pas. Lorsque les matières en suspension sont faibles (entre 0 et 50 mg/l), les prises varient de 0 à 10 quotidiennement. La même dynamique est observée pour des concentrations plus importantes.

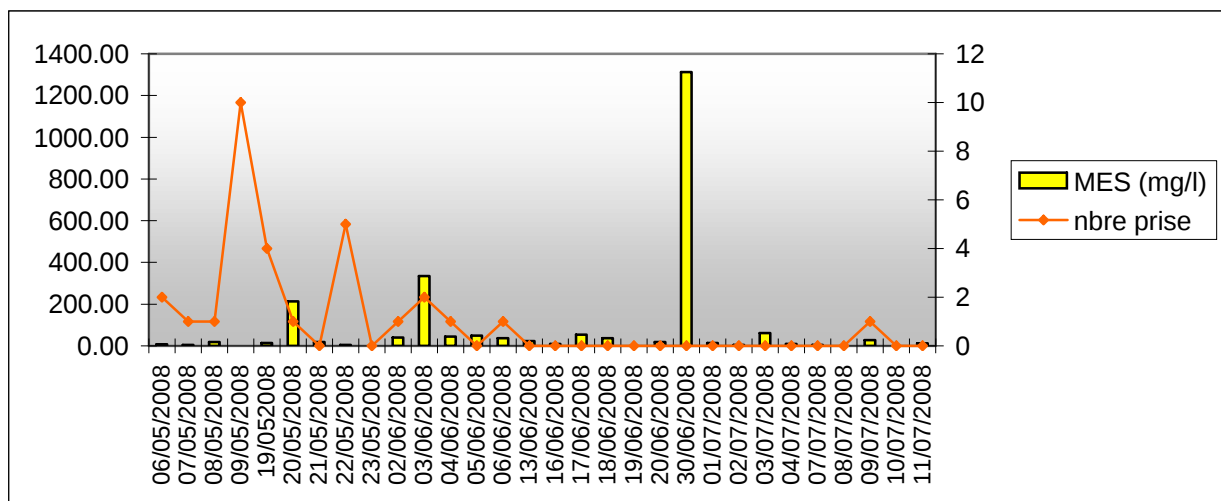


Figure 25 Evolution de la concentration en MES et du nombre de captures journalières pendant les période de suivi à la prise d'eau de Queige

Statistiquement les résultats corroborent les conclusions graphiques. Le test de Spearman réalisé donne un résultat de $P = 0,831 > \alpha = 0,05$, alors l'hypothèse H1 est rejetée, le test n'est pas significatif à α : la concentration en MES et le nombre de prise ne sont pas liés statistiquement. Pour conclure, la concentration en matière en suspension ne semble pas avoir d'impact, pour le site de la prise d'eau de Queige et dans ces conditions de manipulation, sur la dévalaison de la truite fario et sur le fonctionnement du système de dévalaison.

V.2.6. Relation débit / température

Il est évident que d'étudier les facteurs les uns après les autres n'est pas en adéquation avec la réalité. En effet, chaque facteur influence l'autre : ainsi lors de conditions climatiques très pluvieuses, on pourra observer une quantité de MES plus importante, des températures plus fraîches et des hauteurs d'eau et débits plus importants. Il apparaît dans cette analyse que les MES n'ont pas ou peu d'impact sur la dévalaison, à l'inverse de la température de l'eau et du débit. Pour mesurer le lien entre ces deux facteurs, un test de Spearman est réalisé. Il donne comme résultat : $P = 0,006 < \alpha = 0,05$, alors l'hypothèse H_0 est rejetée, le test est significatif à α : le débit et la température sont donc statistiquement liés. Graphiquement (figure 26), les évolutions liées sont aussi bien visibles :

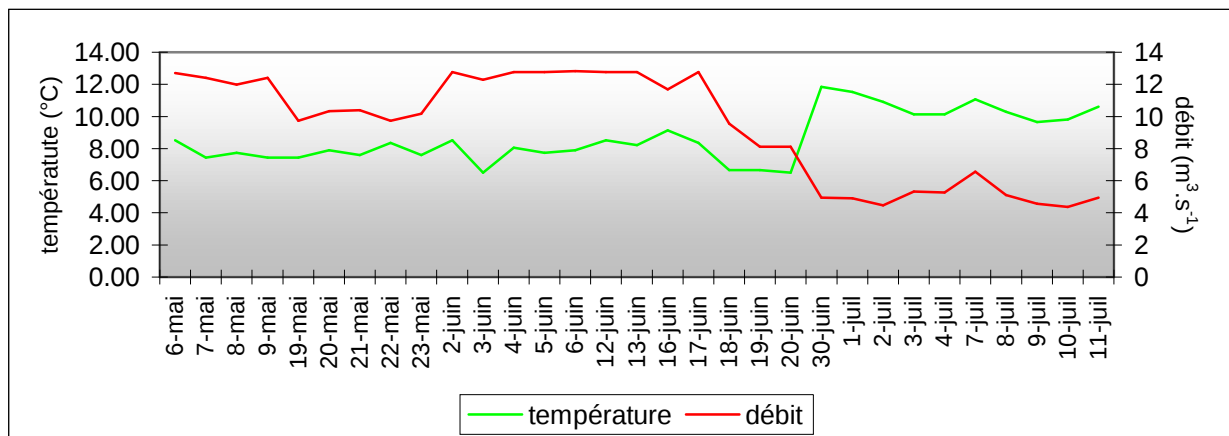


Figure 26 Evolution de la température et du débit pendant la période de suivi pour la prise d'eau de Queige

Finalement, comme c'est l'ensemble débit / température qui semble être la condition de dévalaison, on pourrait conclure que la dévalaison est conditionnée par une variation saisonnière pour ce site, certainement liée à la saison de fonte du manteau neigeux annuel. Une fois cette période passée, la dévalaison semble s'arrêter. Les dates extrêmes de cette phase dans le cycle de *Salmo trutta fario* sont le 06 mai et 06 juin, pendant le suivi. Il serait intéressant de vérifier si la migration commence avant le 06 mai, en réalisant un autre suivi qui commencerait plus tôt et pour vérifier que les conclusions proposées ici se confirment pour l'année suivante.

Le but de cette étude était de réaliser un point sur les connaissances en matière de dévalaison de *Salmo trutta fario*, d'évaluer l'efficacité des systèmes de dévalaison de la prise d'eau de Queige et de la prise d'eau du Rivier d'Allemont et de spécifier les conditions favorisant la migrations pour chacun des sites.

L'étude bibliographique a permis de montrer les différents éléments influençant cette migration. Malheureusement, il n'existe que peu d'articles ciblés sur ce thème et les informations récoltées sont souvent trop générales. Il apparaît que la migration conditionnée par l'habitabilité du milieu et par la proposition en nourriture. La mise en mouvement est liée à certains facteurs extérieurs, comme la température, les variations de hauteurs d'eau. Néanmoins ces facteurs sont spécifiques à chaque site d'étude ou rivière. Il est compliqué de faire des rapprochements entre certaines rivières de plaine et celles étudiées ici.

Le suivi de terrain des deux sites a permis de mesurer l'efficacité des systèmes de dévalaison. Ainsi, il apparaît que le site du Rivier d'Allemont n'est pas efficace dans les conditions de suivi mise en œuvre ici. Il serait pertinent de réaliser un autre suivi sans modifier les conditions d'exploitation, sans baisse du débit de dévalaison notamment. De plus, une évaluation réelle et récente du stock de poissons devrait être réalisée, ainsi qu'une surveillance des déplacements de truites. Il est indispensable de savoir si les truites du site entrent bien en migration. En ce qui concerne le site de la prise d'eau de Queige, les résultats sont plus probants. Il existe une population de truites migrantes et elles utilisent le système de dévalaison, surtout lorsque le barrage ne déverse pas. La migration semble plus intense lorsque les températures sont comprises entre 8 et 10°C moyen journalier et lorsque les débits sont assez forts. Finalement, ces conditions témoignent d'un passage saisonnier essentiel qui correspond à la fonte de neige d'altitude. C'est ce phénomène qui permettrait, ainsi, l'entrée en migration de *Salmo trutta fario* pour le Doron de Beaufort. Il faudrait pour valider ces résultats refaire un suivi pendant la prochaine phase de dévalaison, en le commençant plus tôt, début avril par exemple, car les conditions climatiques hivernales cette année ont été assez tardives. De plus, il faudrait aussi s'assurer que la passe à poisson de montaison est aussi efficace.

Ouvrage :

- Arrignon, J. 1982. *Aménagement piscicole des eaux douces*. Lavoisier Tec&Doc, Paris. 5^e édition 1998. 598 pp.
- Baglinière, J.L. et Maisse G., 1991, *La truite, biologie et écologie*, INRA Editions, Paris, 303 pages
- Keith P. et Allardi J., 2001, *Atlas des poissons d'eau douce de France*, Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, 387 pp.
- Larinier, M. – Porcher, J.P. – Travade, F. et Gosse, C. 1993. *Passes à Poissons : Expertise Conception des ouvrages de franchissement*. Conseil Supérieur de la Pêche, Paris. 335 pp. Collection Mise au point.
- Richard, A. 1998. *Gestion piscicole : interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles*. Conseil Supérieur de la Pêche, Paris. 256 pp. Collection Mise au point.

Publication :

- Aramowo, G.A.O. 1981. *Downstream movement of juvenile brown trout, in the tributaries of loch even, kinross, scotland*. Hydrologia 77, 129-131. 3 pp.
- Beall, E. – Davaine, P. et Bazin, D. 1992. *Etude scalimétrique de la truite commune à Kerguelen, Taaf. Principale difficultés et validation*. 199-210. 21pp. pdf sur horizon.documentation.ird.fr
- Burell, KH. – Isely JJ. – Bunnell D. – Van Lear D. – Dolloff CA. 2000. *Seasonal movement of Brown trout in a southern Appalachian River*. American fisheries society. 1373-1379. 6 pp.
- Croze, O. et Larinier, M. 1999. *Etude du comportement de smolts de saumon atlantique (salmo salar L.) au niveau de la prise d'eau de l'usine hydroélectrique de Pointis sur la garonne et estimation de la dévalaison au niveau du barrage de Rodère*. Bull. Fr. Pêche Piscic. 353/354 : 141-156, 16 pp.
- Cuinat, R. et Heland, M. 1979. *Observation sur la dévalaison d'alevins de truite commune (Salmo trutta L.) dans le Lissugara*. Bull. Fr. Pêche Piscic. 274 : 2-17, 15 pp.
- Forseth, T. - Naesje, TF. - Jonsson, B. - Harsaker, K. - 1999, *Juvenile migration in brown trout : a consequence of energetic state*, Journal of animal ecology, 68 (), pp 783-793
- Gouraud, V. – Capra, H. – Souchon, Y. – Sabaton, C. – Tissot, L. – Lim, P. et Vandewalle, F. 2008. *Long-term simulations of the dynamics of trout populations on river reaches bypassed by hydroelectric installations – Analysis of the impact of different hydrological scenarios*. EDF R&D. 40 pp.
- Klemetsen, A. – Amundsen, PA. – Dempson, JB. – Jonsson, B. – Jonsson, N. - O'Connell, MF. – Mortensen, E. - 2003, *Atlantic salmon Salmo salar L., brown trout Salmo trutta L. and Arctic charr Salvelinus alpinus L. : a review of aspects of their life histories*, Ecology of freshwater fish, 12 (), pp 1-59
- Lagarrigue, T. – Baran, P. - Lascaux, J.M. - Delacoste, M - Abad, N. et Lim, P. 2001. *Taille à 3 ans de la truite commune (salmo trutta L.) dans les rivières des Pyrénées françaises : relations avec les caractéristiques mésologiques et influence des aménagements hydroélectriques*. Bull. Fr. Pêche Piscic. 257/360 : 549-571, 22 pp.
- Larinier, M. et Travade, F. 1999. *La dévalaison des migrateurs : problèmes et dispositifs*. Bull. Fr. Pêche Piscic. 353/354 : 181-210. 29 pp.
- Larinier, M. et Croze, O. 2001 *Guide technique n°4 : Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière*. Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. 51 pp.
- Malavoi, J.R. 2003. *Stratégie d'intervention de l'agence de l'eau sur les seuils en rivière*. Agence de l'eau Loire Bretagne – AREA eau-environnement. 133 pp.
- Ovidio, M. 1999. *Cycle annuel de la truite commune adulte : étude par radio-pistage dans un cours d'eau de l'Ardenne Belge*. Bull. Fr. Pêche Piscic. 352 : 01-18. 18 pp.

- Reyes Marchant, P. et Moreau, J. *Repeuplement de Salmo fario dans les milieux aquatiques de sud ouest de la France : approche écologique*. Laboratoire d'Ichtyologie appliquée de Toulouse. Chapitre étudié : « 3. Maintien dans le milieu et dévalaison ». téléchargé d'Internet sur <http://www.fao.org/docrep/009/ae996b/AE996B18.htm>.
- Roussel, J.M. et Bardonnnet, A. 2002. *Habitat de la truite commune (Salmo trutta L.) pendant la période juvénile en ruisseau : préférences, mouvements, variations journalières et saisonnières*. Bull. Fr. Pêche Piscic. 365/366 : 435-454. 19 pp.
- Svendsen, JC. - Eskesen, AO. - Aarestrup, K. - Koed, A. et Jordan, AD. 2007. *Evidence for non-random spatial positioning migrating smolts in a small lowland stream*. Freshwater biology. 52, 1147-1158. 11 pp.
- Thorpe, JE. - 1974, *The movements of brown trout, Salmo trutta L. in Loch Leven, Kinross, Scotland*, J Fish Biol, 6 (), pp 153-180
- Young, MK. - 1995, *Resident trout and movement : consequence of a New Paradigm*. Fish Habitat Relationship Technical Bulletin, number 18, 5 pp.
- Wasson, JG. – 1989, *Éléments pour une typologie fonctionnelle des eaux courantes : revue critique de quelques approches existantes*. Bull. Ecol. t.20 ,2 ,1989 , p 109-127, 18 pp.

Documents techniques :

- Cheruy, O. 2006. *Passe à poissons de Queige - Dossier exécution*. EDF – DPIH – UP Alpes
- Cabinet Gay Environnement – 1994, *Suivi hydrobiologique de l'Eau d'Olle*, 177pp. et annexes
- Cabinet Gay, Guilhot, E. – 1998, *Chutes du Verney sur l'Eau d'Olle, département de l'Isère, Demande de concession Etude d'impact sur l'environnement*. 197 pp et annexes.
- Gay et Guilhot, R. 1993. *Chutes de Queige, Roengiers et Venthon - Demande de concession - Etude d'impact sur l'environnement*. Mise à jour le 29 mars 2002. 279 pp. et annexes 201 pp.
- Lascaux, JM. - Sabaton, C. - Lauters, F. - Vandewalle, F. - Paty, G., 2004, *Groupe de travail national « Cellule débits réservés » - Synthèse des expérimentations sur le site du Verney sur l'Eau D'Olle*, EDF, ECOGEA
- Sabaton, C. – Souchon, Y. – Merle, G. – Lascaut, JM. – Capra, H. – Gouraud, V. – Baran, P. – Baril, D. - Lim, P. - Suard G. – Lauters, F. - 2005, *Groupe de travail national « Cellule débits réservés » - Synthèse des expérimentations*, EDF, ONEMA, Cemagref, ECOGEA, ENSAT Toulouse
- Sabaton, C. – Souchon, Y. – Merle, G. – Lascaut, JM. – Capra, H. – Gouraud, V. – Baran, P. – Baril, D. - Lim, P. - Suard G. – Lauters, F. - 2005, *Groupe de travail national « Cellule débits réservés » - Synthèse des expérimentations - Figures*, EDF, ONEMA, Cemagref, ECOGEA, ENSAT Toulouse
- CSP Délégation régional de Lyon, Fédération de Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique *Observatoire savoyard de l'environnement, Bilan des peuplements piscicoles de Savoie*, Année 2000, 24 pp. et annexe
- Sabaton, C. – Souchon, Y. – Merle, G. – Lascaut, JM. – Capra, H. – Gouraud, V. – Baran, P. – Baril, D. - Lim, P. - Suard G. – Lauters, F. - 2005, *Groupe de travail national « Cellule débits réservés » - Synthèse des expérimentations - Tableaux et annexes*, EDF, ONEMA, Cemagref, ECOGEA, ENSAT Toulouse

Thèse :

- De Crespin de Billy, V. - 2001, *Régime alimentaire de la truite (Salmo trutta L.) en eaux courantes : rôle de l'habitat physique et des traits des macroinvertébrés*, Université Claude Bernard, Lyon
- Euzenat, G. et Fournel, F. 1976. *Recherches sur la truite commune (salmo trutta fario, L.) dans une rivière de bretagne, le Scorff*. Thèse de troisième cycle. Université de Rennes I. 213 pp.
- Olson M. 2005. *Downstream migration of brown trout smolts past hydropower plants in the river Emån*. Biology D-level Thesis- Division for environmental sciences. 17 pp.

Rapports d'étude :

- Chambers, S. 2007. *La dévalaison de la truite fario*, rapport de stage Master 2 IUP Génie de l'environnement, université Paul Sabatier, Toulouse III. 53 pp.
- Frey, S. 2007. *Dévalaison des poissons et dérive des macro invertébrés : rythme et déterminisme*. Synthèse bibliographique. 21 pp.

Logiciels utilisés :

Word, Excel, Excel stat (démonstration), Adobe Photoshop 6.0, Arcview, Microsoft photo editor

Cours utilisés :

- Boisneau Catherine, *Statistiques descriptives* et supports associés, année universitaire 2006-2007, IUP 2 IMACOF
- Boisneau Catherine, *Ecologie des poissons d'eau douce* et supports associés, année universitaire 2005-2006, IUP 1 IMACOF
- Boisneau Catherine, Travaux dirigés : *Outils d'études des communautés* et supports associés, année universitaire 2005-2006, IUP 1 IMACOF
- Travade François, *Migration de dévalaison, problèmes et dispositifs* et supports associés, année universitaire 2007 -2008, Master 2 IMACOF

INDEX DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 Schéma d'une frayère de Truite.....	8
Figure 2 Localisation des classes d'âge et des différents cycles biologiques rencontrés pour la truite fario sur un réseau hydrographique (modifié, d'après Maisse et Baglinière, 1991).....	9
Figure 3 Migration de la truite juvénile en fonction de la température, de la pluviométrie et du débit (Arawono, 1981).....	12
Figure 4 Localisation des deux sites d'études (d'après Géoportail).....	14
Figure 5 : Partie aval du linéaire du Doron de Beaufort et localisation des ouvrages hydroélectriques	16
Figure 6 Photographie générale des principaux éléments du barrage de Queige	17
Figure 7 Vue en plan de la prise d'eau de Queige (extrait du dossier d'exécution)	17
Figure 8 Présentation du linéaire de l'Eau d'Olle et de l'implantation des ouvrages EDF (extrait de l'étude d'impact)	19
Figure 9 Vue en plan de la prise d'eau du Rivier d'Allemont	22
Figure 10 Comparaison des abondances du peuplement théorique et réel des 3 stations d'études du Doron de Beaufort en 1986 et 2000.....	25
Figure 11 Comparaison des abondances du peuplement théorique et réel des 3 stations d'études de l'Eau d'Olle entre 1990 et 2002.....	26
Figure 12 Exemple légendé de graphique montrant l'évolution de la hauteur d'eau de la rivière dans la retenue de la prise d'eau de Queige.....	27
Figure 13 Localisation du prélèvement des écailles sur une truite ayant subi une ablation de l'adipose	31
Figure 14 Photographie d'une pêche au martin pêcheur® dans le bassin de dévalaison de la prise d'eau de Queige	35
Figure 15 Evolution, au cours du suivi au Rivier d'Allemont, de la hauteur et du débit de l'Eau d'Olle	37
Figure 16 Evolution de la température de l'eau sur le site du Rivier d'Allemont pendant les périodes de suivi	38
Figure 17 Répartition des classes des quantités de MES au Rivier d'Allemont.....	39
Figure 18 Arborescence des hypothèses pouvant expliquer l'absence de prise au Rivier d'Allemont	40
Figure 19 Structure de la taille et du nombre d'individus du peuplement de TRF prélevé en amont de la prise du Rivier et relâcher en amont proche du barrage, le 23/006/2008	41
Figure 20 Répartition des effectifs de truites fario capturées en fonction de leurs tailles et de la semaine de suivi	44
Figure 21 Répartition jour/nuit des déplacements de dévalaison des truites fario et leurs classes de taille associées	45
Figure 22 Evolution de la température moyenne journalière et nombre de prise quotidienne pendant les périodes de suivi du site de Queige	45
Figure 23 Evolution du débit turbiné à Queige et nombre de prise quotidienne pendant les périodes de suivi du site de Queige.....	48
Figure 24 Répartition des classes des quantités de MES à la prise d'eau de Queige	49
Figure 25 Evolution de la concentration en MES et du nombre de captures journalières pendant les période de suivi à la prise d'eau de Queige	49
Figure 26 Evolution de la température et du débit pendant la période de suivi pour la prise d'eau de Queige.....	50
Tableau 1 Les acteurs contactés pour la récolte de données piscicoles	23
Tableau 2 Limite et seuil imposés par le SEQ Eau pour les quantités de MES dans l'eau (en mg.l ⁻¹).....	30
Tableau 3 Résultats statistiques de l'étude des débits calculés pendant le suivi au Rivier d'Allemont sur la station S0	37
Tableau 4 Résultats statistiques de l'analyse des MES au Rivier d'Allemont.....	38
Tableau 5 Eléments comparatifs des 2 phases de variation de température observées à la prise d'eau de Queige...	46
Tableau 6 Résultats statistiques de l'analyse des MES à la prise d'eau de Queige.....	48

TABLE DES MATIERES DETAILLEE

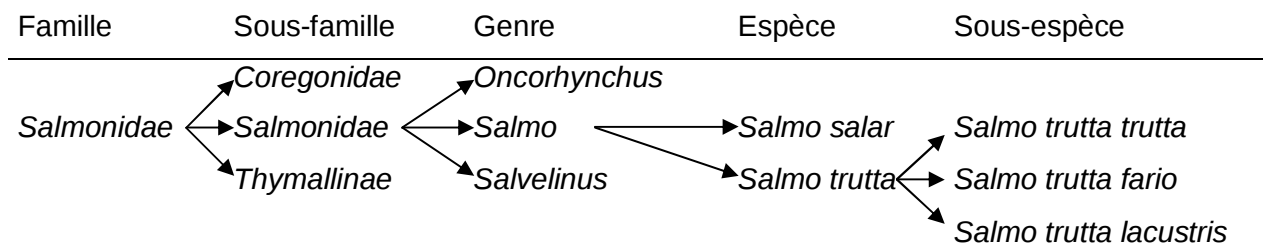
REMERCIEMENTS	0
SOMMAIRE	1
RESUME	2
ABSTRACT	3
SIGLES ET ABBREVIATIONS	4
INTRODUCTION	5
I. LA DEVALAISON DE LA TRUITE FARIO	6
I.1. Salmo trutta fario : définition	6
I.1.1. Description	6
I.1.2. Habitat et comportement	7
I.1.3. Alimentation	7
I.1.4. Cycle de vie de <i>salmo trutta fario</i>	8
I.2. La dévalaison	10
I.2.1. La saison, la photopériode et la température	10
I.2.1.1. Le cycle annuel	10
I.2.1.2. Le cycle journalier et rythme nycthéméral	11
I.2.1.3. La température	11
I.2.2. Le débit et la lame d'eau	12
I.2.3. MES et turbidité	12
I.2.4. La maturité et la taille des individus	13
I.2.5. Le sexe des individus	13
II. LES SITES D'ETUDE	14
II.1. La prise d'eau de Queige	14
II.1.1. Le Doron de Beaufort	14
II.1.1.1. Généralité	14
II.1.1.2. Contexte géologique	14
II.1.1.3. Contexte météorologique	15
II.1.1.4. Occupation du sol	15
II.1.1.5. L'hydrologie	15
II.1.2. L'aménagement de Queige	15
II.1.2.1. Titre et concession	16
II.1.2.2. Description du barrage et de la prise d'eau	16
II.1.2.3. Le bassin d'amortissement	18
II.2. Le Rivier d'Allemont	18
II.2.1. L'Eau d'Olle	18
II.2.1.1. Généralités	18
II.2.1.2. Contexte géologique	19

II.2.1.3.	Contexte météorologique	19
II.2.1.4.	Occupation des sols.....	20
II.2.1.5.	Hydrologie.....	20
II.2.1.6.	La qualité physico chimique	20
II.2.2.	L'aménagement de la prise d'eau du Rivier d'Allemont	21
II.2.2.1.	Titre et concession	21
II.2.2.2.	Description de l'ouvrage : la prise d'eau du Rivier.....	21
II.2.2.3.	Bassin d'amortissement.....	21
III.	LES DONNEES ICHTYOLOGIQUES	23
III.1.	Méthodologie employée pour l'échantillonnage et l'analyse.....	23
III.1.1.	Echantillonnage : acteurs et méthode	23
III.1.2.	Analyse des données obtenues	23
III.1.2.1.	Le peuplement théorique de référence.....	23
III.1.2.2.	La comparaison des peuplements.....	24
III.2.	Résultats de l'analyse des peuplements	24
III.2.1.	Présentation des résultats.....	24
III.2.2.	Remarque sur la méthode de Verneaux.....	24
III.2.3.	Le Doron de Beaufort	25
III.2.4.	L'eau d'Olle	26
IV.	MATERIEL ET METHODE.....	27
IV.1.	La mesure des composantes abiotiques.....	27
IV.1.1.	Le niveau de l'eau	27
IV.1.1.1.	En amont.....	27
IV.1.1.2.	En amont de la passe de dévalaison.....	28
IV.1.1.3.	Dans la passe de dévalaison.....	28
IV.1.2.	Les températures	28
IV.1.2.1.	Air	28
IV.1.2.2.	Eau	28
IV.1.3.	Les Matières En Suspension et turbidité	28
IV.1.3.1.	Le prélèvement rivière.....	29
IV.1.3.2.	Analyse du prélèvement.....	29
IV.1.3.3.	Les résultats.....	30
IV.1.4.	Les débits.....	30
IV.1.4.1.	La rivière	30
IV.1.4.2.	Le débit entrant dans les ouvrages de dévalaison.....	30
IV.2.	La mesure des composantes biotiques.....	31
IV.3.	Les spécificités de chaque site	32
IV.3.1.	La prise d'eau de Queige	32
IV.3.1.1.	La gestion de l'alimentation en eau du bassin	32

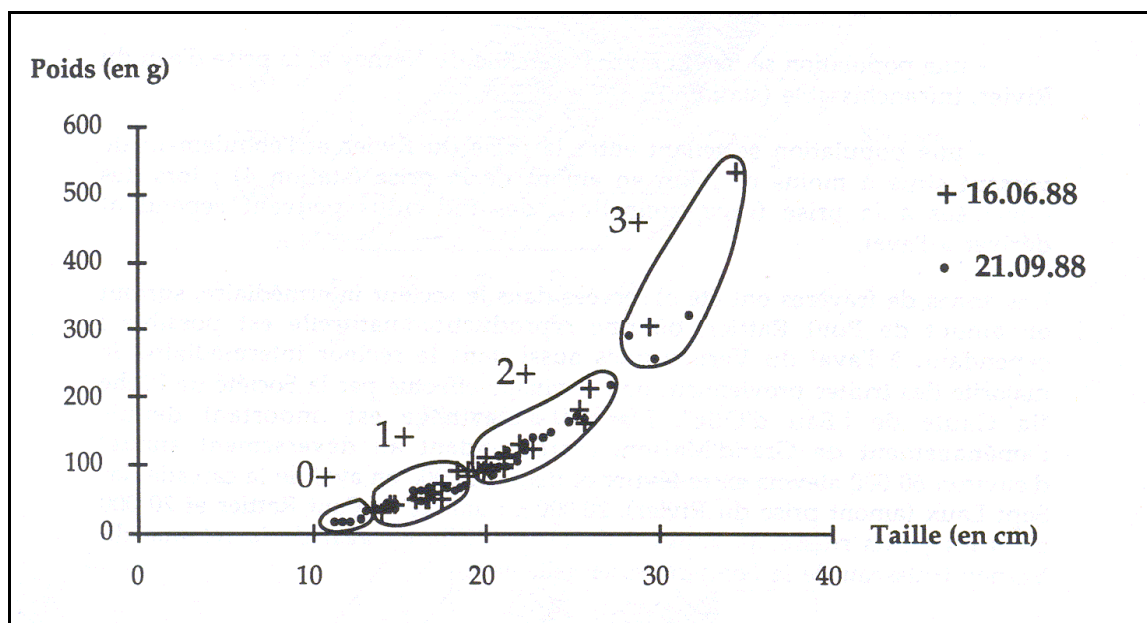
IV.3.1.2.	L'entretien de la grille de piégeage.....	32
IV.3.2.	Le Rivier d'Allemont :	33
IV.3.2.1.	La gestion de l'alimentation en eau du bassin	33
IV.3.2.2.	La pêche à l'électricité.....	34
IV.3.2.3.	L'entretien de la grille de piégeage.....	35
IV.4.	Démarche statistique générale de l'analyse des résultats.....	35
V.	RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	37
V.1.	La prise d'eau du Rivier d'Allemont	37
V.1.1.	Le niveau de l'eau et débit.....	37
V.1.2.	La température de l'eau	38
V.1.3.	Les MES	38
V.1.4.	La température de l'air et condition météorologique	39
V.1.5.	Une solution de substitution	39
V.1.5.1.	Protocole suivi pour la pêche amont.....	40
V.1.5.2.	Résultat de la pêche amont.....	41
V.1.5.3.	Résultats des pêches suivantes de suivi	42
V.1.6.	Conclusion pour la prise d'eau du Rivier d'Allemont.....	42
V.1.7.	Proposition de solutions	42
V.2.	La prise d'eau de Queige	44
V.2.1.	Description de la population de truite capturée.....	44
V.2.2.	L'alternance jour/nuit.....	44
V.2.3.	La température de l'eau	45
V.2.3.1.	Analyse de la première phase	46
V.2.3.2.	Analyse de la seconde phase.....	46
V.2.3.3.	Analyse statistique	46
V.2.3.4.	Conclusion au sujet de la température	47
V.2.4.	Les variations de hauteurs d'eau de la rivière.....	47
V.2.4.1.	Les variations de hauteur d'eau dans la retenue	47
V.2.4.2.	Les variations de débit	47
V.2.4.3.	Analyse statistique des variations de débit.....	48
V.2.5.	Les Matières En Suspension.....	48
V.2.6.	Relation débit / température	50
	CONCLUSION	51
	BIBLIOGRAPHIE.....	52
	INDEX DES FIGURES ET TABLEAUX	55
	TABLE DES MATIERES DETAILLEE	56
	ANNEXES	I

Annexe 1 : Place de salmo trutta fario dans la classification de la famille des salmodinés, (d'après Baglinière, 1991)	II
Annexe 2 : Relation entre la taille, le poids et l'âge des truites fario de L'eau d'Olle	II
Annexe 3 : Les différents types de barrage	III
Annexe 4 : Répartition longitudinale (au sens biotypologique) des abondances optimales potentielles de 40 espèces, selon Verneaux et calcul du niveau typologique théorique	IV
Annexe 5 : Résultats des différents biotypes en fonction des différents sites de prélèvements pour le Doron de Beaufort et données d'analyse ichtyologique	V
Annexe 6 Résultats des différents biotypes en fonction des différents sites de prélèvements pour l'Eau d'Olle et données d'analyse ichtyologique	VI
Annexe 7 :Liste et photographie du matériel utilisé pour les manipulations de terrain.....	VII
Annexe 8 : Feuille de résultat des analyses de MES et exemple de résultat sur le filtre.....	VIII
Annexe 9 : Code des pathologies et de leurs localisations, extrait du SANDRE	IX
Annexe 10 : Détermination visuelle du sexe de la truite fario.....	X
Annexe 11 Feuille de terrain globale et résultats de mesure Queige.....	XI
Annexe 12 : Feuille de terrain globale et résultats de mesure Rivier	XIV
Annexe 13 : Relevé de température de la sonde thermique au Rivier d'Allemont.....	XV
Annexe 14 : Graphique d'évolution de la hauteur d'eau de la rivière par rapport au seuil amont à la retenue de la prise d'eau de Queige	XVI
Annexe 15 : Relevé de température de la sonde thermique dans la prise d'eau de Queige	XVIII

Annexe 1 : Place de *salmo trutta fario* dans la classification de la famille des salmodinés, (d'après Baglinière, 1991)



Annexe 2 : Relation entre la taille, le poids et l'âge des truites fario de L'eau d'Olle

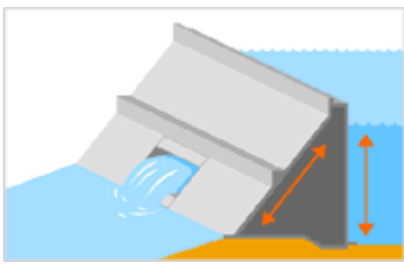
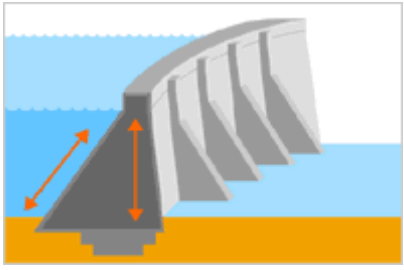
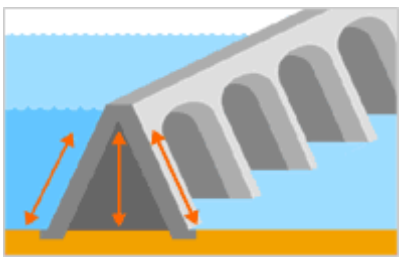


Annexe 3 : Les différents types de barrage

Le barrage poids : c'est un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau. Il est souvent réalisé en béton ou en maçonnerie et nécessite une fondation naturelle géologique très stable.

Le barrage voûte : il est constitué d'un mur en béton armé arqué. Le barrage a parfois une double courbure verticale et horizontale. Le barrage de la Girotte en est un exemple

Le barrage à contreforts : il est constitué de terre, d'enrochement, de béton et est créé grâce à des techniques de terrassement. Il est utilisé dans les vallées larges. Le barrage du Verney est un barrage à contreforts

	
Le barrage poids (prise d'eau de Queige)	
	
Le barrage voûte (barrage de la Girotte) source : www.techno-science.net	
	
Le barrage à contreforts (barrage du Verney)	

Il existe aussi les barrages mobiles (à aiguilles ou à battants)

Annexe 4 : Répartition longitudinale (au sens biotypologique) des abondances optimales potentielles de 40 espèces, selon Verneaux et calcul du niveau typologique théorique

APP	DISP	AMPL	Ordre	ESP	IS	IH	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
1	4,0	4	1	SDF	70	88	2	3	5	3	2	1	1										
1,5	7,0	7	2	CHA	70	91	2	3	4	5	5	4	3	3	2	2	1	1	1				
1,5	8,0	8	3	TRF	45	88	1	2	3	3	4	5	5	4	3	4	2	1	1	1	1		
2	7,5	7	4	LPP	75	85	0,1			2	3	3	4	4	5	5	4	3	2	1			
2	8,0	7	5	VAI	55	77		0,1		1	3	4	5	4	3	3	2	1	1	1	1		
2,5	7,0	5	6	BAM	70	88				0,1	1	1	3	5	5	4	3	1	1				
2,5	8,5	7	7	LOF	30	85				1	2	3	4	5	5	4	3	3	2	1	1	1	
2,5	1,0	6	8	OBR	70	88				0,1	1	2	3	4	5	5	4	3	2	1	1		
3	9,0	7	9	EPI	25	45				0,1		1	3	4	5	5	4	3	3	2	2	1	1
3,5	8,0	5	10	BLN	60	79					0,1	1	2	3	4	5	3	1	1	1			
3,5	8,0	6	11	CHE	30	38					0,1	1	3	3	3	4	4	5	3	3	2	1	
3,5	9,0	6	12	GOU	45	74					0,1		2	3	3	4	5	5	3	3	2	1	
3,5	9,0	5	13	APR	85	95						0,1	1	3	4	5	4	3	1	1			
3,5	8,0	5	14	BLE	45	75						0,1	1	3	4	5	4	2	1	1			
4,5	8,5	5	15	HOT	40	83							0,1	1	3	5	4	3	2	1	1		
4,5	8,5	5	16	TOX	40	82								0,1	1	3	5	4	3	2	1	1	
4,5	9,0	5	17	BAF	50	85								0,1	1	2	3	4	5	5	3	2	1
4,5	8,5	5	18	LOT	60	95								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1	
4,5	9,0	5	19	SPI	50	74								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1	1
4,5	9,0	5	20	VAN	55	63								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1	1
5	9,0	5	21	EPT	25	45									0,1		2	3	5	5	4	3	3
5,5	9,0	4	22	BOU	45	86									0,1	1	4	3	5	5	4	4	
5,5	9,0	4	23	BRO	45	95										0,1	1	2	3	5	5	4	3
5,5	9,0	4	24	PER	50	76										0,1	1	2	3	5	5	4	3
5,5	9,0	4	25	GAR	20	46										0,1	1	2	3	4	5	4	3
5,5	9,0	4	26	TAN	35	81										0,1	1	2	3	4	4	5	5
6,5	9,0	4	27	ABL	25	46											0,1	0,1	3	4	5	4	4
6	9,0	4	28	CAR	40	81											0,1	1	2	3	5	5	4
6	9,0	4	29	PSR	15	35											0,1	1	3	4	5	5	4
6,5	9,0	3	30	CCO	40	84												0,1	1	3	5	4	3
6,5	9,0	3	31	SAN	30	73												0,1	1	3	5	4	4
6,5	9,0	3	32	BRB	25	71												0,1	1	3	4	4	5
6,5	9,0	3	33	BRE	30	74												0,1	1	3	4	4	5
7	9,0	3	34	GRE	30	54													0,1	3	5	4	3
7	9,0	3	35	PES	45	70													0,1	3	4	5	5
7	9,0	3	36	ROT	40	89													0,1	2	3	4	5
7,5	9,0	3	37	BBG	55	95													0,1	1	3	5	5
7,5	9,0	2	38	PCH	35	80														0,1	3	5	5
7,5	9,0	2	39	SIL	30	80														0,1	3	5	5
4	9,0	6	40	ANG	31	55							0,1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
SCORE D'ABONDANCE OPTIMAL							1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
							2	5	8	12	14	16	20	22	24	36	48	56	60	76	84	80	76
VARIÉTÉ OPTIMALE OBSERVÉE							1	1	2	3	3	4	5	7	9	12	15	18	21	23	25	23	17
VARIÉTÉ OPTIMALE THÉORIQUE							1	2	3	4	5	6	7	9	12	15	18	21	24	27	30	28	28
le max							140	220	415	635	695	815	1040	1180	1420	1975	2290	2640	2750	2920	3495	3145	2590
lh max							176	358	628	889	1038	1367	1702	1871	2146	3099	3763	4291	4529	5380	6739	6358	5411

Calcul du niveau typologique théorique (NT) :

$$NT = 0,45 T1 + 0,30 T2 + 0,25 T3$$

Avec : Facteur thermique : $T1 = 0,55 T_m - 4,34$

Facteur trophique : $T2 = 1,17 \ln (d_0 * D * 10^{-2}) + 1,5$

Facteur géomorphologique : $T3 = 1,75 \ln \{(S_m * 10^2) / (p * L^2)\} + 3,92$

T_m : température maximale de l'eau du mois le plus chaud (en °C)

d_0 : Distance à la source (en km)

D : Dureté totale (calcium et magnésium) (en mg/l)

S_m : Section mouillée à l'étiage (en m²)

p : Pente moyenne du secteur (en %)

L : Largeur du lit mineur (en m)

Annexe 5 : Résultats des différents biotypes en fonction des différents sites de prélèvements pour le Doron de Beaufort et données d'analyse ichtyologique

	tm (°C)	d0 (km)	D (mg/L)	Sm (m²)	P (m/km)	I (m)	T1	T2	T3	NT	Espèce	Classe théo
S0	10	20	80	6	30	15	1.16	4.74	-0.32	1.87	CHA	4
											TRF	3
S1	10	25	50	3	30	10	1.16	4.46	-0.11	1.83	CHA	4
											TRF	3
S2	10	27	50	3	21	9	1.16	4.55	0.88	2.11	CHA	4
											TRF	3

nom station	date		source	X	Y	espèce	effectif	densité pour 100m²	densité pour 1000m²	% eff.	poids (g)	biomasse (g pour 100m²)	% poids	classe D numérique	classe D pondérale	classe retenue	classe théorique
S0 - Amont prise d'eau (passerelle de coeudra)																	
552	11/08/88	1988	XL ONEMA			CHA	1	1	10		215	2150		0.1	0.1	0.1	0
						TRF	3	3	30		545	5450		0.1	0.1	0.1	3
6730266	27/09/00	2000	PDF ONEMA	924611	2088430	CHA	2	<<	<<	1	62	10	0	0.1	2	0.1	4
						TRF	178	28	280	99	13254	2083	100	4	5	4	3
S1 - Aval prise d'eau (amont centrale de Queige)																	
553	11/08/88	1988	XL ONEMA			CHA	159	1514	15140		3555	33857		5	5	5	4
						TRF	120	1143	11430		8305	79095		5	5	5	3
6730257	02/08/00	2000	PDF ONEMA	920748	2088068	CHA	7	1	10	6	170	28	4	1	4	1	4
						TRF	114	19	190	94	4280	706	96	3	5	3	3
S2 - Aval aval (la chamioterie)																	
554	12/08/88	1988	XL ONEMA			CHA	62	98	980		1285	20397		3	4	3	4
						TRF	22	35	350		2915	46270		1	2	1	3
623	16/10/1986	1986	XL ONEMA			CHA	63	126			1005	20100		4	5	4	4
						TRF	69	138			7420	148400		3	4	3	3

Annexe 6 Résultats des différents biotypes en fonction des différents sites de prélèvements pour l'ichtylogique

	tm (°C)	d0 (km)	D (mg/L)	Sm (m²)	P (m/km)	l (m)	T1	T2	T3	NT	Espèce	C
S0	11.19	14.5	30	2.67	30	8.9	1.81	4.03	0.09	2.05	TRF	
											CHA	
S1	11.19	16	25	1.47	36	4.9	1.81	3.93	0.82	2.20	TRF	
											CHA	
S2	11.19	19	25	2.67	30	8.9	1.81	4.13	0.09	2.08	TRF	
											CHA	

nom station	date	source	X	Y	espèce	effectif	densité pour 100m²	densité pour 1000m²	% eff.	poids (g)	biomasse (g pour 100m²)	% p
S0 - Amont prise d'eau												
266	26/10/1990	XL ONEMA			TRF							
amont prise d'eau	09/11/1994	PDF ONEMA	13114341	2030095	TRF	181	22	220	99	4955	609	9
					CHA	1	<<	<<	1	30	4	
S0	nov-94	cellule Q res.	2030.1	891.92	TRF			222.36			59.5	
S0	sept-00	cellule Q res.	2030.1	891.92	TRF			588.22			201.3	
S0	sept-01	cellule Q res.	2030.1	891.92	TRF			273.47			85.3	
S0	sept-02	cellule Q res.	2030.1	891.92	TRF			366.35			136.6	
S1 - Aval prise d'eau												
aval prise d'eau	09/11/1994	PDF ONEMA	891720	2029875	TRF	35	10	100	100	2105	624	1
S1	nov-94	cellule Q res.	2029.37	891.04	TRF			103.8			61.8	
S1	sept-00	cellule Q res.	2029.37	891.04	TRF			348.72			125.1	
S1	sept-01	cellule Q res.	2029.37	891.04	TRF			188.83			51.3	
S1	sept-02	cellule Q res.	2029.37	891.04	TRF			523.14			134.9	
S2 - Articol (Aval aval)												
articol-le-bas	09/11/1994	PDF ONEMA	891020	2026625	TRF	110	17	170	93	5426	815	9
					CHA	8	1	10	7	114	17	
S2	nov-94	cellule Q res.	2026.8	890.92	TRF			163.64			80.5	
S2	sept-00	cellule Q res.	2026.8	890.92	TRF			255.13			115.9	
S2	sept-01	cellule Q res.	2026.8	890.92	TRF			115.49			45.1	
S2	sept-02	cellule Q res.	2026.8	890.92	TRF			273.07			58.9	

Annexe 7 : Liste et photographie du matériel utilisé pour les manipulations de terrain

Manipulation et lieu →	Nettoyage grille		Pêche		Biométrie		T° air		T° eau		MES	
Matériel	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R
Gant en cuir	X	X					X	X			X	X
Wadders	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Casque	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Baudrier		X		X		X		X		X		X
Clé à molette		X										
Lame raclette	X											
Levier		X										
Brosse métallique		X										
Martin pêcheur + accessoire et gants isolants				X								
Epuisette	X	X	X	X								
Seau			X	X	X	X					X	X
Corde			X	X							X	X
Eugénol					X	X						
Alcool					X	X						
Petite épuisette					X	X						
Couteau					X	X						
Paire de ciseaux courbées					X	X						
Enveloppe pour écailles					X	X						
Tube prélèvement pour adipeuse					X	X						
Appareil photo numérique					X	X						
Règle graduée					X	X						
Feuille de terrain					X	X	X	X	X	X	X	X
Marqueur					X	X						
Crayon de papier							X	X	X	X	X	X
Thermomètre							X	X	X	X		
Sonde thermique									X	X		
Bidon 500 mL											X	X



Annexe 8 : Feuille de résultat des analyses de MES et exemple de résultat sur le filtre

EDF – DTG

Site :

Service RESSOURCES EN EAU

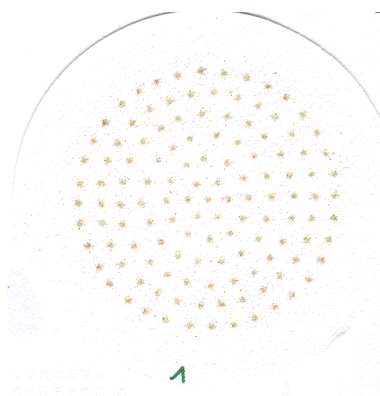
Branche T.E

MATIERES EN SUSPENSION

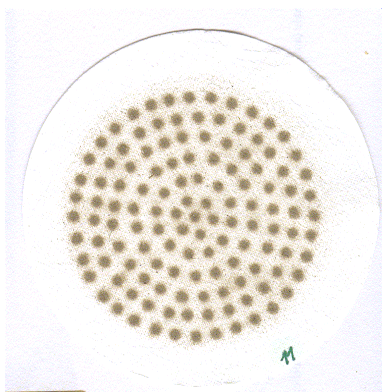
Tableau n° :

Prélèvements :

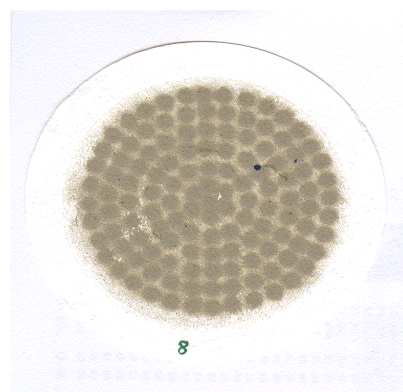
Date et heure	Volume filtre (ml)	N° du filtre	Poids du filtre clair (mg)	Poids du filtre chargé (mg)	Observations



mMES = 7 mg.l⁻¹



mMES = 105.14 mg.l⁻¹



mMES = 212.61 mg.l⁻¹

Annexe 9 : Code des pathologies et de leurs localisations, extrait du SANDRE

Code pathologie

Code	Valeur
00	Ni poux, ni traces de poux
01	Traces de poux
11	< 10 poux ; sans flagelles
21	< 10 poux ; avec flagelles
31	> 10 poux, sans flagelles
42	> 10 poux, avec flagelles
AA	Altération de l'aspect
AC	Altération de la couleur
AD	Difforme
AG	Grosseur, excroissance
AH	Aspect hérissé (écailles)
AM	Maigreur
AO	Absence d'organes
BG	Bulle de gaz
CA	Coloration anormale
CB	Branchiures (Argulus...)
CC	Copépodes (Ergasilus, Lema,...)
CO	Coloration opaque (oeil)
CR	Crustacés
CS	Coloration sombre
CT	Coloration terne (pâle)
HA	Acanthocéphales
HC	Cestodes (Ligula, Bothriocephalus, ...)
HE	Hémorragie
HH	Hirudinés (Piscicola)
HN	Nématodes (Philometra, Philimena...)
HS	Stade pre-mortem
HT	Trématodes (Bucephalus, ...)
IS	Individu sain
LD	Lésions diverses
NE	Nécrose
NN	Pathologie non renseigné
PA	Parasitisme
PB	Points blancs
PC	Champignons (mousse, ...)
PL	Plaie - blessure
PN	Points noirs
SM	Sécrétion de mucus importante

UH	Ulcère hémorragique
VL	Vésicule contenant un liquide
ZO	Etat pathologie multiforme

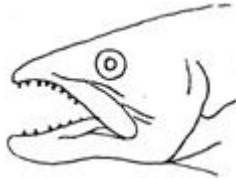
Code localisation des pathologies

Code	Valeur
A	Abdomen
B	Branchie
C	Tout le corps
D	Nageoire dorsale
E	Ecaille
G	Bouche
H	Dos
L	Lèvre
M	Mâchoire
N	Nageoires (sans précision)
O	Opercule
Q	Nageoire caudale
S	Non renseigné
T	Tête
U	Orifice urogénital
Y	Oeil

Annexe 10 : Détermination visuelle du sexe de la truite fario

Le mâle a le corps plus allongé sa tête est plus grande que celle de la femelle. Ses mâchoires sont caractéristiques, très longues, et leur articulation plus largement en arrière. La mâchoire inférieure dessine souvent un bec. Les dents sont plus fortes, crochues, bien recourbées en arrière. La femelle est plus courte, plus ramassée ; ses mâchoires sont plus petites et l'inférieure n'est pas crochue. Les dents sont moins marquées.

Mâle



Femelle



Annexe 11 : Feuille de terrain globale et résultats de mesure Queige

semaine	date	heure	période	h eau retenue (m)	h eau dev (dm)	h eau liaison (dm)	T°C eau	T°C air	Q (m ³ .s ⁻¹)	MES (Mg.l-1)	Météo	n°	sp	Taille (mm)	écaille	adipeuse	sexe	pathol.	remarque
1	06/05/08	8:20	N	16	*	*	*	*	12.7	7.01	ens	1	TRF	145	O	O	ind	cicatrice DAR	débordement
1	06/05/08	18:30	J	18	*	*	*	*	12.7	N	ens	2	TRF	142	O	O	ind	RAS	débordement
1	07/05/08	8:30	N	<0	*	*	*	*	12.4	4.67	ens	3	TRF	300	O	O	F	RAS	très faible Q (W en amont), pas de surverse
1	07/05/08	18:30	J	17	*	*	*	17	12.41	N	couv pluie	*	TRF	env 150	N	N	ind	RAS	surverse barrage et débord.
1	08/05/08	8:30	N	4	*	*	*	11	11.98	N	ens	*	*	*	*	*	*	*	très faible Q, pas de surverse
1	08/05/08	18:30	J	23	*	*	*	19	11.98	18.69	ens	4	TRF	155	O	O	ind	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	8:30	N	25	*	*	*	*	12.4	N	ens	5	TRF	167	O	O	ind	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	8:30	N	25	*	*	*	*	12.4	N	ens	6	TRF	180	O	O	ind	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	8:30	N	25	*	*	*	*	12.4	N	ens	7	TRF	161	O	O	ind	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	8:30	N	25	*	*	*	*	12.4	N	ens	8	TRF	150	O	O	ind	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	8:30	N	25	*	*	*	*	12.4	N	ens	9	TRF	215	O	O	F	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	8:30	N	25	*	*	*	*	12.4	N	ens	10	TRF	295	O	O	M	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	17:30	J	14	*	*	*	*	12.4	N	ens	11	TRF	263	O	O	M	AO Y – PL D nbreus cicatrices	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	17:30	J	14	*	*	*	*	12.4	N	ens	12	TRF	225	O	O	F	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	17:30	J	14	*	*	*	*	12.4	N	ens	13	TRF	174	O	O	ind	RAS	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	17:30	J	14	*	*	*	*	12.4	N	ens	14	TRF	168	O	O	ind	PL NP	surverse barrage pas de débord.
1	09/05/08	17:30	J	14	*	*	*	*	12.4	N	ens	*	CHA	115	N	N	ind	RAS	surverse barrage pas de débord.
2	19/05/08	08:30	N+sem prec	<0	*	*	*	8	9.74	N	clair	15	TRF	162	O	O	ind	RAS	débor. passe + pas déverse. bar.
2	19/05/08	08:30	N+sem prec	<0	*	*	*	8	9.74	N	clair	16	TRF	185	O	O	ind	RAS	débor. passe + pas déverse. bar.
2	19/05/08	08:30	N+sem prec	<0	*	*	*	8	9.74	N	clair	17	TRF	168	O	O	ind	RAS	débor. passe + pas déverse. bar.
2	19/05/08	08:30	N+sem prec	<0	*	*	*	8	9.74	N	clair	18	TRF	228	O	O	ind	RAS	débor. passe + pas déverse. bar.
2	19/05/08	18:30	J	<0	*	*	10	16	9.74	14.02	couvert	*	*	*	*	*	*	*	débor. passe + pas déverse. bar.
2	20/05/08	08:30	N	<0	*	*	*	11	10.34	N	couvert	*	*	*	*	*	*	*	débor. passe + pas déverse. bar.
2	20/05/08	14:00	*	20	*	*	*	15	10.34	212.62	couvert pluie	*	*	*	*	*	*	*	débor. passe + déverse. bar.
2	20/05/08	18:30	J	<0	*	*	8	15	10.34	N	couvert pluie	19	TRF	175	O	O		RAS	débor. passe + pas déverse. bar.
2	21/05/08	08:00	N	<0	*	*	*	11	10.4	N	couvert	*	*	*	*	*	*	*	débor. passe + pas déverse. bar.
2	21/05/08	19:10	J	22	*	*	*	13	10.4	18.69	couvert	*	*	*	*	*	*	*	débor. passe + déverse. bar.
2	22/05/08	07:30	N	<0	*	*	8	11	9.74	N	couvert	20	TRF	165	O	O	ind	RAS	pas débor. passe + pas déverse. bar.

2	22/05/08	07:30	N	<0	*	*	8	11	9.74	N	couvert	21	TRF	166	O	O	ind
2	22/05/08	07:30	N	<0	*	*	8	11	9.74	N	couvert	22	TRF	178	O	O	ind
2	22/05/08	07:30	N	<0	*	*	8	11	9.74	N	couvert	23	TRF	152	O	O	ind
2	22/05/08	07:30	N	<0	*	*	8	11	9.74	N	couvert	24	TRF	105	O	O	ind
2	22/05/08	18:30	J	<0	*	*	*	15	9.74	4.67	clair	*	*	*	*	*	*
2	23/05/08	07:30	N	<0	*	*	*	8	10.17	N	clair	*	*	*	*	*	*
2	23/05/08	18:30	J	17	*	*	9	24	10.17	N	clair	*	*	*	*	*	*
3	02/06/08	08:30	N + sem prec	16	>	7.2	*	15	12.76	39.72	couvert	25	TRF	190	O	O	ind
3	02/06/08	19:00	J	18	*	7.5	*	20	12.76	N	ens	*	*	*	*	*	*
3	03/06/08	08:30	N	18	<	7.1	9	12	12.28	334.11	clair	26	TRF	170	O	O	ind
3	03/06/08	08:30	J	18	<	7.1	9	12	12.28	N	clair	27	TRF	155	O	O	ind
3	03/06/08	19:00	J	40	>	9.7	8	18	12.28	N	pluie	*	*	*	*	*	*
3	04/06/08	08:30	N	19	>	7.7	8	12	12.76	44.39	pluie	28	TRF	280	O	O	ind
3	04/06/08	19:00	J	26	>	8.3	9	13	12.76	N	pluie	*	*	*	*	*	*
3	05/06/08	08:30	N	12	8.5	7.7	7.5	11	12.76	49.07	couvert	*	*	*	*	*	*
3	05/06/08	19:00	J	20	4.5	7.7	8.5	16	12.76	N	pluie	*	*	*	*	*	*
3	06/06/08	08:30	N	19	3.5	7.8	8	11	12.82	N	pluie	29	TRF	155	O	O	ind
3	06/05/08	19:00	J	19	0	7.6	8	12	12.82	37.38	pluie	*	*	*	*	*	*
3'	12/06/08	21:00	J + sem prec	*	>	7.3	9	14	12.76	N	orageux	30	TRF	147	O	O	ind
3'	13/06/08	09:00	N	20	>	7.9	8	12	12.76	N	ens	*	*	*	*	*	*
3'	13/06/08	19:00	J						12.76	23.36		*	*	*	*	*	*
4	16/06/08	08:30	N + Wend	<	>	3.2	9	11	11.68	N	pluie	*	*	*	*	*	*
4	16/06/08	19:00	J	<	>	3.2	9	12	11.68	9.35	pluie	*	*	*	*	*	*
4	17/06/08	08:30	N	34	>	9.3	8.5	12	12.76	53.74	pluie	*	*	*	*	*	*
4	17/06/08	19:00	J	26	>	8.5	9.5	13.5	12.76	N	couvert	*	*	*	*	*	*
4	18/06/08	08:30	N	30	>	8.2	9.5	11.5	9.56	N	ens	*	*	*	*	*	*
4	18/06/08	19:00	J	36	>	9.5	9.5	18.5	9.56	37.38	ens	*	*	*	*	*	*
4	19/06/08	08:30	N	36	<	9.4	8.5	12	8.11	N	ens	*	*	*	*	*	*
4	19/06/08	19:00	J	<	>	7.5	12	22	8.11	N	ens	*	*	*	*	*	*
4	20/06/08	08:30	N	30	<	9.1	6.5	12	8.11	18.69	ens	*	*	*	*	*	*
4	20/06/08	19:00	J	30	<	8.8	9	24	8.11	N	ens	*	*	*	*	*	*
5	30/06/08	08:30	N + week end	<	>	9.9	12	18	4.95	1313.08	soleil	*	*	*	*	*	*
5	30/06/08	19:00	J	<	>	7.6	15	20	4.95	N	soleil	*	*	*	*	*	*
5	01/07/08	08:30	N	<	2.9	7.1	9	17	4.9	14.02	soleil	*	*	*	*	*	*

5	01/07/08	19:00	J	<	<	6.9	14	20	4.9	N	soleil	*	*	*	*	*	*
5	02/07/08	08:30	N	<	>	7.1	10	15	4.47	N	soleil	*	*	*	*	*	*
5	02/07/08	18:15	J	<	<	7.0	15	22	4.47	4.67	soleil	*	*	*	*	*	*
5	03/07/08	08:30	N	<	<	7.0	10	14	5.33	N	pluie	*	*	*	*	*	*
5	03/07/08	18:15	J	<	>	4.6	12	15	5.33	60.75	pluie	*	*	*	*	*	*
5	04/07/08	08:30	N	<	>	3.5	10	12	5.27	N	soleil	*	*	*	*	*	*
5	04/07/08	18:00	J	<	6.2	3.1	14	20	5.27	9.35	soleil	*	*	*	*	*	*
6	07/07/08	08:15	N + Wend préc	<	>	4.9	9	12	6.57	N	pluie	*	*	*	*	*	*
6	07/07/08	18:15	J	<	5.5	4.5	12	16	6.57	4.67	soleil	*	*	*	*	*	*
6	08/07/08	08:30	N	<	*	4.1	10	12	5.11	N	soleil	*	*	*	*	*	*
6	08/07/08	18:30	J	<	3.6	4.9	13	15	5.11	N	soleil	*	*	*	*	*	*
6	09/07/08	08:30	N	<	3	4.9	10	11	4.57	N	soleil	31	TRF	142	O	N	RAS
6	09/07/08	18:30	J	<	>	6	13	20	4.57	28.04	soleil	*	*	*	*	*	*
6	10/07/08	08:30	N	<	>	3.1	10	12	4.36	N	soleil	*	*	*	*	*	*
6	10/07/08	18:30	J	<	>	3.6	13	19	4.36	N	soleil	*	*	*	*	*	*
6	11/07/08	08:30	N	<	>	4.3	10	14	4.95	11.68	orageux	*	*	*	*	*	*
6	11/07/08	18:30	J	<	>	3.6	14	17	4.95	N	orageux	*	*	*	*	*	*

Légende :

* absence de mesure ou de données

< niveau d'eau en dessous de l'échelle limnimétrique

> niveau supérieur à l'échelle limnimétrique

température de l'eau prise à l'aide d'un thermomètre, mesure indicatrice, pour une mesure précise voir sonde ther

N pas de prélèvement

Pour écaille et adipeuse : O : prélèvement réalisé – N : pas de prélèvement

Sexe : F : Femelle – M : Mâle – ind : indéterminé

RAS : Rien A Signaler

Annexe 12 : Feuille de terrain globale et résultats de mesure Riv

semaine	date	heure	période de prise	h eau rivière	h eau bassin	T°C eau	T°C air	MES	Météo	n°	sp	
1	14/05/08	9:30	*	*	>0.7	*	*	N	ens	*	*	
1	14/05/08	19:30	J	3.9	>0.7	*	18	2.34	couv	*	*	
1	15/05/08	8:30	N	3.8	>0.7	6	14.5	N	couv - pluie	*	*	
1	15/05/08	18:20	J	3.8	>0.7	*	13	0	couv - pluie	*	*	
1	16/05/08	8:30	N	3.9	>0.7	*	9	2.34	clair	*	*	
1	16/05/08	17:30	J	4	>0.7	*	13	N	couvert	*	*	
2	26/05/08	07:30	*	4.1	>7	*	12	105.14	pluie	*	*	Q réservé
2	26/05/08	18:30	J	4.8	>7	7	16	N	orage	*	*	
2	27/05/08	09:30	N	3.9	>7	7	14	4.672	pluie	*	*	
2	27/05/08	14:30	J		>7	*	16	N	pluie	*	*	
2	27/05/08	19:15	J	5.4	3.4	*	12	N	couvert	*	*	
2	28/05/08	09:00	N	4.8	6.4	7	11	95.79	couvert	*	*	V
2	28/05/08	18:30	J	4.6	>7	*	16	N	couvert	*	*	
2	29/05/08	09:00	N	4.8	>7	*	11	712.62	couvert	*	*	
2	29/05/08	14:30	J	4.4	4.6	*	*	N	pluie	*	*	Q réservé dimin
2	29/05/08	19:00	J	4.3	3.8	*	11.5	N	couvert	*	*	
2	30/05/08	09:00	N	4.3	5.3	7	11	7.01	couvert	*	*	
2	30/05/08	18:15	J	4.1	4.6	*	*	N	couvert	*	*	
3	09/06/08	09:00	*	3.6	*	6.5	14	N	gris	*	*	mise en place
3	09/06/08	18:30	J	3.3	4.2	8	16	N	gris	*	*	globalement sur la se
3	10/06/08	09:00	N	3.6	4.4	6.5	9	0	ensoleillé	*	*	
3	10/06/08	19:30	J	4	4.5	7	11	N	pluie	*	*	
3	11/06/08	09:00	N	3.9	4.5	6.5	11	N	ensoleillé	*	*	pêche impossible à l'
3	11/06/08	18:30	J	3.9	4.4	7	11	N	pluie	*	*	la semaine,
3	12/06/08	08:00	N	4	5.5	6.5	11	4.67	couvert	*	*	
4	23/06/08	09:00	*	3.9	*	9	14	2.34	soleil	*	*	
4	23/06/08	14:00	*	*	*	*	*	N	soleil	*	*	
4	23/06/08	20:00	J	3.8	4	9	13	N	soleil	*	*	
4	24/06/08	09:00	N	3.8	4	9	12	N	couvert chaud	*	*	
4	24/06/08	13:30	J	3.8	3.4	9	23	N	soleil	*	*	
4	24/06/08	20:00	J	3.6	3.2	9	15	2.34	soleil	*	*	
4	25/06/08	08:30	N	3.6	3.7	9	12	N	soleil	*	*	
4	25/06/08	14:00	J	3.4	3	9	24	N	soleil	*	*	
4	25/06/08	19:30	J	3.4	4	9	19	N	soleil	*	*	
4	26/06/08	08:30	N	3.6	4.2	9	14	2.34	couvert chaud	*	*	
4	26/06/08	20:00	J	3.6	3.8	9	18	N	soleil	*	*	
4	27/06/08	09:00	N	*	*	9.5	14	N	soleil			Pêche dans le bass

Légende :

* absence de mesure ou de données

< niveau d'eau en dessous de l'échelle limnimétrique

> niveau supérieur à l'échelle limnimétrique

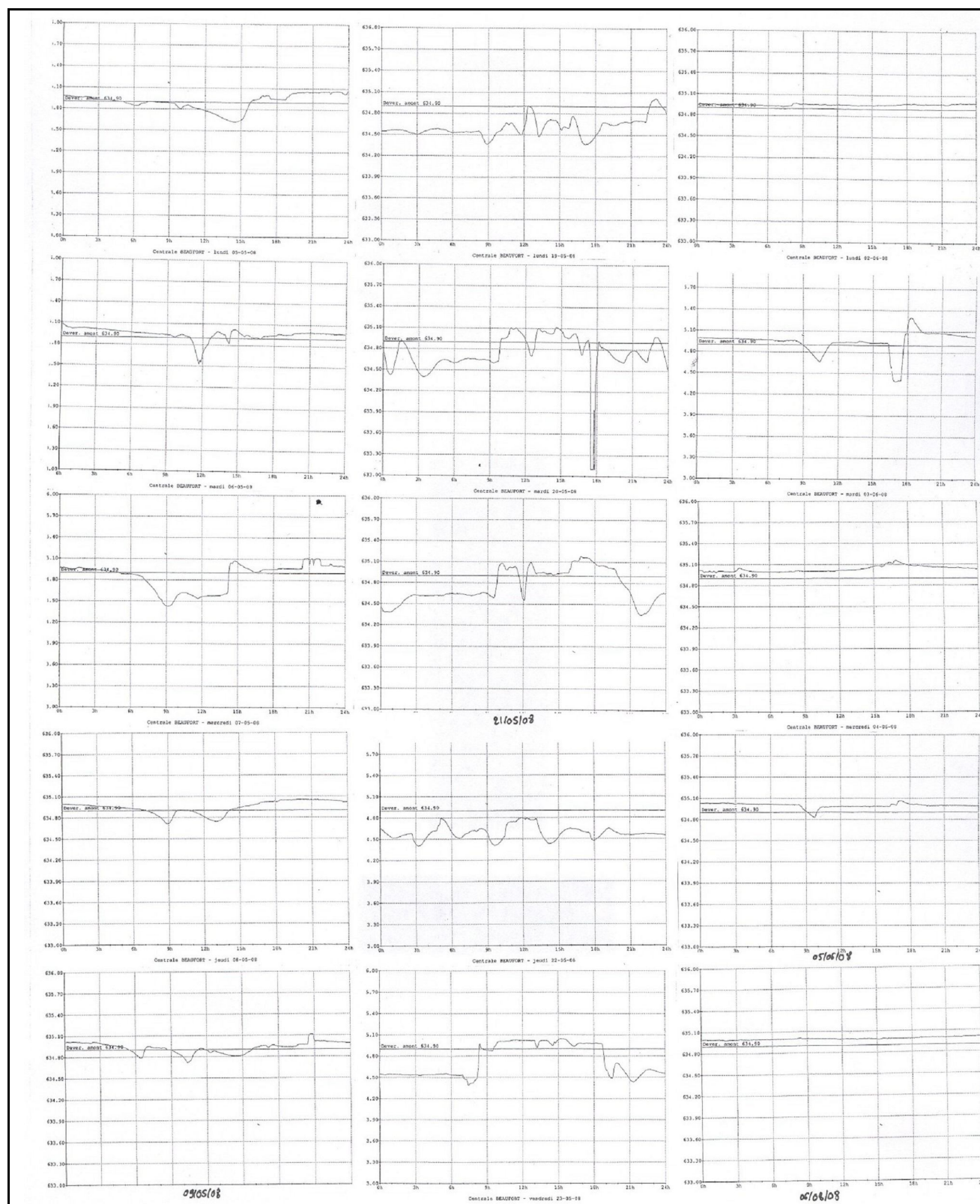
température de l'eau prise à l'aide d'un thermomètre, mesure indicatrice, pour une mesure précise voir sonde ther

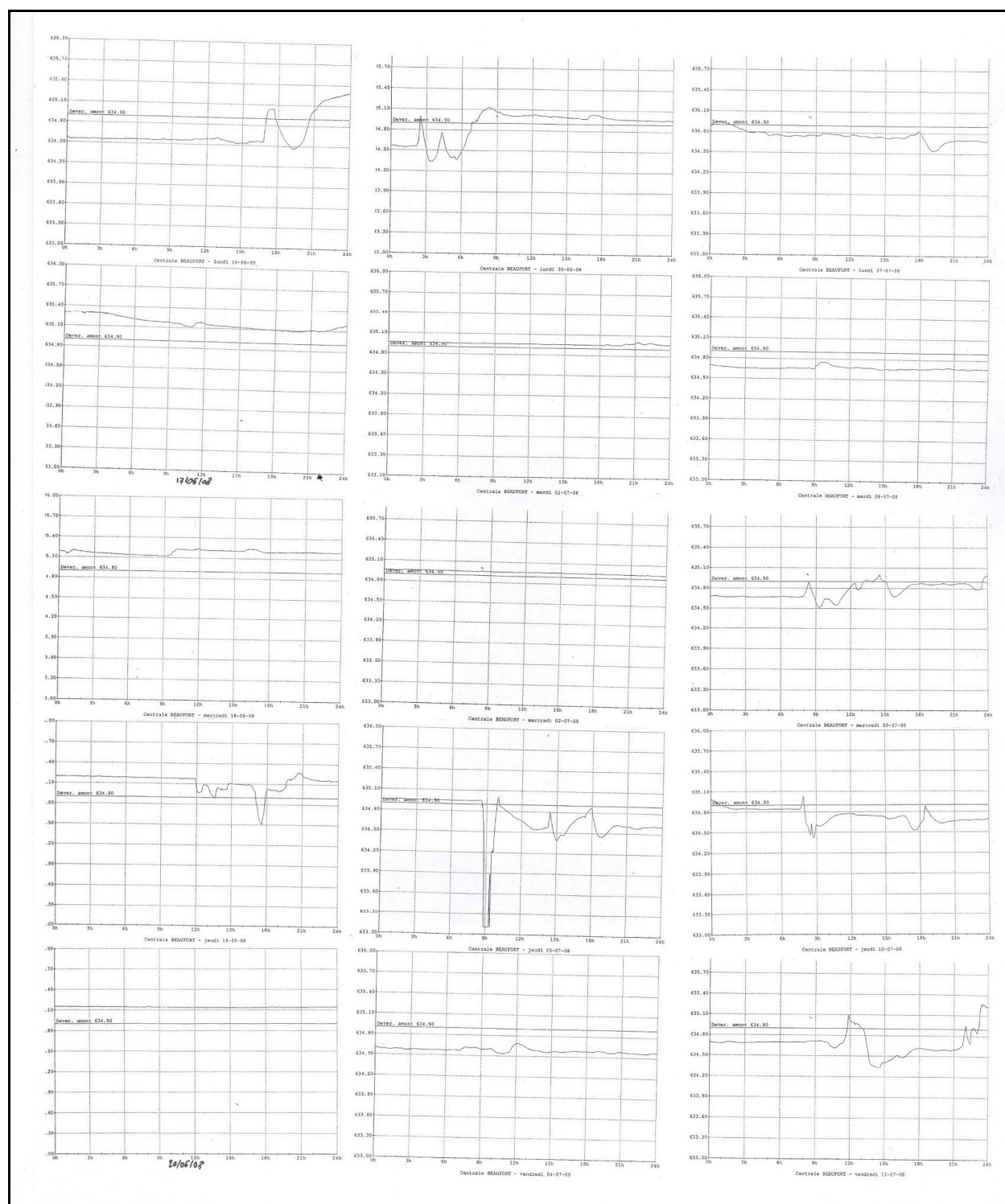
N pas de prélèvement

Annexe 13 : Relevé de température de la sonde thermique au Rivier d'Allemont

Date	heure	T°C	Date	heure	T°C	Date	heure	T°C	Date	heure	T°C
période 1			période 2			période 3			période 4		
13-mai	0:00	6.57	26-mai	0:00	7.19	9-juin	0:00	7.81			
13-mai	1:00	6.41	26-mai	1:00	7.19	9-juin	1:00	7.81			
13-mai	2:00	6.26	26-mai	2:00	7.03	9-juin	2:00	7.65			
13-mai	3:00	6.26	26-mai	3:00	7.03	9-juin	3:00	7.65			
13-mai	4:00	6.26	26-mai	4:00	7.19	9-juin	4:00	7.49			
13-mai	5:00	6.1	26-mai	5:00	7.03	9-juin	5:00	7.49			
13-mai	6:00	6.1	26-mai	6:00	6.88	9-juin	6:00	7.34			
13-mai	7:00	6.1	26-mai	7:00	6.88	9-juin	7:00	7.34			
13-mai	8:00	6.1	26-mai	8:00	6.72	9-juin	8:00	7.34			
13-mai	9:00	6.26	26-mai	9:00	6.72	9-juin	9:00	7.34			
13-mai	10:00	6.26	26-mai	10:00	6.57	9-juin	10:00	7.49	23-juin	10:00	9.35
13-mai	11:00	6.41	26-mai	11:00	6.72	9-juin	11:00	7.65	23-juin	11:00	9.66
13-mai	12:00	6.72	26-mai	12:00	6.88	9-juin	12:00	7.96	23-juin	12:00	9.97
13-mai	13:00	6.88	26-mai	13:00	6.88	9-juin	13:00	7.96	23-juin	13:00	10.29
13-mai	14:00	7.19	26-mai	14:00	7.03	9-juin	14:00	7.96	23-juin	14:00	10.6
13-mai	15:00	7.34	26-mai	15:00	7.03	9-juin	15:00	7.96	23-juin	15:00	10.91
13-mai	16:00	7.49	26-mai	16:00	7.19	9-juin	16:00	8.12	23-juin	16:00	10.91
13-mai	17:00	7.49	26-mai	17:00	7.19	9-juin	17:00	8.12	23-juin	17:00	11.07
13-mai	18:00	7.49	26-mai	18:00	7.19	9-juin	18:00	8.12	23-juin	18:00	11.07
13-mai	19:00	7.34	26-mai	19:00	7.19	9-juin	19:00	7.96	23-juin	19:00	10.76
13-mai	20:00	7.19	26-mai	20:00	7.03	9-juin	20:00	7.96	23-juin	20:00	10.44
13-mai	21:00	7.19	26-mai	21:00	7.03	9-juin	21:00	7.96	23-juin	21:00	10.44
13-mai	22:00	7.03	26-mai	22:00	7.03	9-juin	22:00	7.96	23-juin	22:00	10.29
13-mai	23:00	6.88	26-mai	23:00	6.88	9-juin	23:00	7.81	23-juin	23:00	10.13
14-mai	0:00	6.72	27-mai	0:00	6.88	10-juin	0:00	7.81	24-juin	0:00	9.97
14-mai	1:00	6.72	27-mai	1:00	6.88	10-juin	1:00	7.65	24-juin	1:00	9.82
14-mai	2:00	6.57	27-mai	2:00	6.88	10-juin	2:00	7.65	24-juin	2:00	9.66
14-mai	3:00	6.41	27-mai	3:00	6.88	10-juin	3:00	7.65	24-juin	3:00	9.51
14-mai	4:00	6.41	27-mai	4:00	6.88	10-juin	4:00	7.49	24-juin	4:00	9.51
14-mai	5:00	6.26	27-mai	5:00	6.88	10-juin	5:00	7.49	24-juin	5:00	9.35
14-mai	6:00	6.26	27-mai	6:00	6.72	10-juin	6:00	7.34	24-juin	6:00	9.19
14-mai	7:00	6.26	27-mai	7:00	6.72	10-juin	7:00	7.34	24-juin	7:00	9.19
14-mai	8:00	6.26	27-mai	8:00	6.88	10-juin	8:00	7.34	24-juin	8:00	9.19
14-mai	9:00	6.26	27-mai	9:00	6.88	10-juin	9:00	7.34	24-juin	9:00	9.19
14-mai	10:00	6.41	27-mai	10:00	6.88	10-juin	10:00	7.49	24-juin	10:00	9.35
14-mai	11:00	6.72	27-mai	11:00	7.03	10-juin	11:00	7.81	24-juin	11:00	9.66
14-mai	12:00	7.03	27-mai	12:00	7.34	10-juin	12:00	7.96	24-juin	12:00	9.97
14-mai	13:00	7.19	27-mai	13:00	7.49	10-juin	13:00	8.27	24-juin	13:00	9.97
14-mai	14:00	7.03	27-mai	14:00	7.49	10-juin	14:00	8.12	24-juin	14:00	9.97
14-mai	15:00	7.34	27-mai	15:00	7.49	10-juin	15:00	8.27	24-juin	15:00	10.44
14-mai	16:00	7.49	27-mai	16:00	7.49	10-juin	16:00	8.27	24-juin	16:00	10.6
14-mai	17:00	7.65	27-mai	17:00	7.49	10-juin	17:00	8.42	24-juin	17:00	10.44
14-mai	18:00	7.49	27-mai	18:00	7.65	10-juin	18:00	8.27	24-juin	18:00	10.44
14-mai	19:00	7.34	27-mai	19:00	7.49	10-juin	19:00	8.27	24-juin	19:00	10.29
14-mai	20:00	7.34	27-mai	20:00	7.34	10-juin	20:00	8.12	24-juin	20:00	10.29
14-mai	21:00	7.19	27-mai	21:00	7.34	10-juin	21:00	8.12	24-juin	21:00	10.13
14-mai	22:00	7.03	27-mai	22:00	7.19	10-juin	22:00	7.96	24-juin	22:00	9.97
14-mai	23:00	6.88	27-mai	23:00	7.19	10-juin	23:00	7.81	24-juin	23:00	9.97
15-mai	0:00	6.88	28-mai	0:00	7.03	11-juin	0:00	7.81	25-juin	0:00	9.82
15-mai	1:00	6.72	28-mai	1:00	7.03	11-juin	1:00	7.65	25-juin	1:00	9.66
15-mai	2:00	6.72	28-mai	2:00	6.88	11-juin	2:00	7.65	25-juin	2:00	9.66
15-mai	3:00	6.57	28-mai	3:00	6.88	11-juin	3:00	7.49	25-juin	3:00	9.51
15-mai	4:00	6.57	28-mai	4:00	6.88	11-juin	4:00	7.49	25-juin	4:00	9.35
15-mai	5:00	6.57	28-mai	5:00	6.88	11-juin	5:00	7.34	25-juin	5:00	9.35
15-mai	6:00	6.57	28-mai	6:00	6.88	11-juin	6:00	7.34	25-juin	6:00	9.35
15-mai	7:00	6.57	28-mai	7:00	6.88	11-juin	7:00	7.34	25-juin	7:00	9.35
15-mai	8:00	6.57	28-mai	8:00	6.72	11-juin	8:00	7.34	25-juin	8:00	9.35
15-mai	9:00	6.57	28-mai	9:00	6.88	11-juin	9:00	7.34	25-juin	9:00	9.35
15-mai	10:00	6.57	28-mai	10:00	6.88	11-juin	10:00	7.49	25-juin	10:00	9.51
15-mai	11:00	6.72	28-mai	11:00	7.19	11-juin	11:00	7.81	25-juin	11:00	9.82
15-mai	12:00	6.72	28-mai	12:00	7.19	11-juin	12:00	7.81	25-juin	12:00	10.13
15-mai	13:00	6.88	28-mai	13:00	7.49	11-juin	13:00	8.27	25-juin	13:00	10.6
15-mai	14:00	6.88	28-mai	14:00	7.65	11-juin	14:00	8.42	25-juin	14:00	10.91
15-mai	15:00	7.03	28-mai	15:00	7.81	11-juin	15:00	8.88	25-juin	15:00	11.22
15-mai	16:00	7.03	28-mai	16:00	7.96	11-juin	16:00	8.42	25-juin	16:00	11.53
15-mai	17:00	7.03	28-mai	17:00	7.96	11-juin	17:00	8.42	25-juin	17:00	11.53
15-mai	18:00	6.88	28-mai	18:00	7.81	11-juin	18:00	8.42	25-juin	18:00	11.37
15-mai	19:00	6.88	28-mai	19:00	7.81	11-juin	19:00	8.42	25-juin	19:00	11.07
15-mai	20:00	6.88	28-mai	20:00	7.81	11-juin	20:00	8.42	25-juin	20:00	10.91
15-mai	21:00	6.88	28-mai	21:00	7.81	11-juin	21:00	8.27	25-juin	21:00	10.91
15-mai	22:00	6.72	28-mai	22:00	7.65	11-juin	22:00	8.27	25-juin	22:00	10.76
15-mai	23:00	6.72	28-mai	23:00	7.65	11-juin	23:00	8.12	25-juin	23:00	10.6
16-mai	0:00	6.72	29-mai	0:00	7.49	12-juin	0:00	7.96	26-juin	0:00	10.44
16-mai	1:00	6.57	29-mai	1:00	7.34	12-juin	1:00	7.96	26-juin	1:00	10.29
16-mai	2:00	6.57	29-mai	2:00	7.34	12-juin	2:00	7.81	26-juin	2:00	10.29
16-mai	3:00	6.57	29-mai	3:00	7.34	12-juin	3:00	7.81	26-juin	3:00	10.13
16-mai	4:00	6.57	29-mai	4:00	7.34	12-juin	4:00	7.81	26-juin	4:00	9.97
16-mai	5:00	6.57	29-mai	5:00	7.19	12-juin	5:00	7.65	26-juin	5:00	9.97
16-mai	6:00	6.41	29-mai	6:00	7.19	12-juin	6:00	7.65	26-juin	6:00	9.82
16-mai	7:00	6.41	29-mai	7:00	7.19	12-juin	7:00	7.49	26-juin	7:00	9.82
16-mai	8:00	6.41	29-mai	8:00	7.19	12-juin	8:00	7.49	26-juin	8:00	9.82
16-mai	9:00	6.41	29-mai	9:00	7.19	12-juin	9:00	7.49	26-juin	9:00	9.82
16-mai	10:00	6.57	29-mai	10:00	7.34	12-juin	10:00	7.65	26-juin	10:00	9.97
16-mai	11:00	6.88	29-mai	11:00	7.34	12-juin	11:00	7.81	26-juin	11:00	10.29
16-mai	12:00	6.88	29-mai	12:00	7.49	12-juin	12:00	8.27	26-juin	12:00	10.6
16-mai	13:00	7.03	29-mai	13:00	7.49	12-juin	13:00	8.42	26-juin	13:00	10.91
16-mai	14:00	7.19	29-mai	14:00	7.65	12-juin	14:00	8.88	26-juin	14:00	11.37
16-mai	15:00	7.03	29-mai	15:00	7.65	12-juin	15:00	9.19	26-juin	15:00	11.68
16-mai	16:00	7.19	29-mai	16:00	7.81	12-juin	16:00	9.35	26-juin	16:00	11.84
16-mai	17:00	7.03	29-mai	17:00	7.81	12-juin	17:00	9.19	26-juin	17:00	11.84
16-mai	18:00	7.19	29-mai	18:00	7.65	12-juin	18:00	8.88	26-juin	18:00	11.53
16-mai	19:00	7.03	29-mai	19:00	7.65				26-juin	19:00	11.37
16-mai	20:00	7.03	29-mai	20:00	7.65				26-juin	20:00	11.07
16-mai	21:00	6.88	29-mai	21:00	7.65				26-juin	21:00	10.91
16-mai	22:00	6.88	29-mai	22:00	7.49				26-juin	22:00	10.76
16-mai	23:00	6.72	29-mai	23:00	7.49				26-juin	23:00	10.76
			30-mai	0:00	7.49				27-juin	0:00	10.6
			30-mai	1:00	7.34				27-juin	1:00	10.44
			30-mai	2:00	7.34				27-juin	2:00	10.29
			30-mai	3:00	7.19				27-juin	3:00	10.13
			30-mai	4:00	7.19				27-juin	4:00	9.97
			30-mai	5:00	7.19				27-juin	5:00	9.82
			30-mai	6:00	7.19				27-juin	6:00	9.82
			30-mai	7:00	7.19				27-juin	7:00	9.66
			30-mai	8:00	7.19				27-juin	8:00	9.66
			30-mai	9:00	7.19				27-juin	9:00	9.66
			30-mai	10:00	7.34						
			30-mai	11:00	7.34						
			30-mai	12:00	7.49						

Annexe 14 : Graphique d'évolution de la hauteur d'eau de la rivière par rapport au seuil amont à la retenue de la prise d'eau de Queige





Annexe 15 : Relevé de température de la sonde thermique dans la prise d'eau de Queige

date	heure	T°C	date	heure	T°C	date	heure	T°C	date	heure	T°C	date	heure	T°C	date	heure	T°C	date	heure	T°C
période 1			période 2			période 3			période 4					période 5			période 6			
6-mai	17:00	11.31	19-mai	0:00	8.67	2-juin	0:00	8.98	12-juin	0:00	9.29	16-juin	0:00	9.59	30-juin	0:00		7-juil	0:00	12.62
6-mai	18:00	11.16	19-mai	1:00	8.36	2-juin	1:00	8.98	12-juin	1:00	9.13	16-juin	1:00	9.44	30-juin	1:00		7-juil	1:00	12.31
6-mai	15:00	11	19-mai	2:00	8.21	2-juin	2:00	8.82	12-juin	2:00	8.98	16-juin	2:00	9.44	30-juin	2:00		7-juil	2:00	11.84
6-mai	16:00	11	19-mai	3:00	7.9	2-juin	3:00	8.82	12-juin	3:00	8.82	16-juin	3:00	9.29	30-juin	3:00		7-juil	3:00	11.84
6-mai	19:00	10.69	19-mai	4:00	7.74	2-juin	4:00	8.67	12-juin	4:00	8.67	16-juin	4:00	9.29	30-juin	4:00		7-juil	4:00	11.53
6-mai	14:00	10.38	19-mai	5:00	7.59	2-juin	5:00	8.52	12-juin	5:00	8.67	16-juin	5:00	9.13	30-juin	5:00		7-juil	5:00	11.37
6-mai	20:00	10.07	19-mai	6:00	7.43	2-juin	6:00	8.52	12-juin	6:00	8.52	16-juin	6:00	9.13	30-juin	6:00		7-juil	6:00	11.22
6-mai	21:00	9.76	19-mai	7:00	7.43	2-juin	7:00	8.52	12-juin	7:00	8.52	16-juin	7:00	9.13	30-juin	7:00		7-juil	7:00	11.07
6-mai	13:00	9.59	19-mai	8:00	7.59	2-juin	8:00	8.52	12-juin	8:00	8.52	16-juin	8:00	9.13	30-juin	8:00		7-juil	8:00	11.07
6-mai	22:00	9.13	19-mai	9:00	7.9	2-juin	9:00	8.67	12-juin	9:00	8.52	16-juin	9:00	9.13	30-juin	9:00	11.84	7-juil	9:00	11.07
6-mai	12:00	8.67	19-mai	10:00	7.9	2-juin	10:00	8.67	12-juin	10:00	8.82	16-juin	10:00	9.29	30-juin	10:00	12.15	7-juil	10:00	11.22
6-mai	23:00	8.52	19-mai	11:00	8.36	2-juin	11:00	8.98	12-juin	11:00	9.29	16-juin	11:00	9.29	30-juin	11:00	12.46	7-juil	11:00	11.22
7-mai	0:00	8.36	19-mai	12:00	9.13	2-juin	12:00	9.29	12-juin	12:00	10.07	16-juin	12:00	9.44	30-juin	12:00	12.93	7-juil	12:00	11.22
7-mai	1:00	8.06	19-mai	13:00	9.91	2-juin	13:00	9.44	12-juin	13:00	10.69	16-juin	13:00	9.76	30-juin	13:00	13.39	7-juil	13:00	11.22
7-mai	2:00	7.9	19-mai	14:00	10.22	2-juin	14:00	9.44	12-juin	14:00	11.46	16-juin	14:00	9.76	30-juin	14:00	14.01	7-juil	14:00	11.53
7-mai	3:00	7.74	19-mai	15:00	10.53	2-juin	15:00	9.59	12-juin	15:00	11.62	16-juin	15:00	10.07	30-juin	15:00	14.8	7-juil	15:00	11.84
7-mai	4:00	7.59	19-mai	16:00	11.16	2-juin	16:00	9.29	12-juin	16:00	11.93	16-juin	16:00	9.91	30-juin	16:00	15.44	7-juil	16:00	12.46
7-mai	5:00	7.59	19-mai	17:00	11.31	2-juin	17:00	9.13	12-juin	17:00	11.62	16-juin	17:00	9.76	30-juin	17:00	15.59	7-juil	17:00	12.46
7-mai	6:00	7.59	19-mai	18:00	11.16	2-juin	18:00	9.29	12-juin	18:00	11.46	16-juin	18:00	9.91	30-juin	18:00	15.44	7-juil	18:00	12.46
7-mai	7:00	7.43	19-mai	19:00	11.16	2-juin	19:00	9.44	12-juin	19:00	11	16-juin	19:00	10.22	30-juin	19:00	14.96	7-juil	19:00	12.31
7-mai	8:00	7.59	19-mai	20:00	10.84	2-juin	20:00	9.44	12-juin	20:00	10.38	16-juin	20:00	10.07	30-juin	20:00	14.32	7-juil	20:00	11.99
7-mai	9:00	7.74	19-mai	21:00	10.53	2-juin	21:00	9.13	12-juin	21:00	10.07	16-juin	21:00	9.91	30-juin	21:00	14.01	7-juil	21:00	11.84
7-mai	10:00	8.06	19-mai	22:00	10.22	2-juin	22:00	8.98	12-juin	22:00	9.76	16-juin	22:00	9.59	30-juin	22:00	13.55	7-juil	22:00	11.68
7-mai	11:00	8.67	19-mai	23:00	9.91	2-juin	23:00	8.98	12-juin	23:00	9.44	16-juin	23:00	9.29	30-juin	23:00	13.08	7-juil	23:00	11.53
7-mai	12:00	9.59	20-mai	0:00	9.59	3-juin	0:00	8.82	13-juin	0:00	9.29	17-juin	0:00	8.98	1-juil	0:00	12.93	8-juil	0:00	11.22
7-mai	13:00	10.22	20-mai	1:00	9.44	3-juin	1:00	8.82	13-juin	1:00	9.13	17-juin	1:00	8.82	1-juil	1:00	12.62	8-juil	1:00	11.07
7-mai	14:00	11.16	20-mai	2:00	9.13	3-juin	2:00	8.67	13-juin	2:00	8.98	17-juin	2:00	8.67	1-juil	2:00	12.46	8-juil	2:00	10.91
7-mai	15:00	11.93	20-mai	3:00	9.13	3-juin	3:00	8.52	13-juin	3:00	8.82	17-juin	3:00	8.67	1-juil	3:00	12.15	8-juil	3:00	10.76
7-mai	16:00	11.16	20-mai	4:00	8.98	3-juin	4:00	8.52	13-juin	4:00	8.67	17-juin	4:00	8.52	1-juil	4:00	11.99	8-juil	4:00	10.6
7-mai	17:00	11.46	20-mai	5:00	8.82	3-juin	5:00	8.36	13-juin	5:00	8.67	17-juin	5:00	8.52	1-juil	5:00	11.84	8-juil	5:00	10.6
7-mai	18:00	11.16	20-mai	6:00	8.82	3-juin	6:00	8.36	13-juin	6:00	8.52	17-juin	6:00	8.36	1-juil	6:00	11.68	8-juil	6:00	10.44
7-mai	19:00	11.93	20-mai	7:00	8.67	3-juin	7:00	8.21	13-juin	7:00	8.21	17-juin	7:00	8.36	1-juil	7:00	11.53	8-juil	7:00	10.44
7-mai	20:00	10.22	20-mai	8:00	8.67	3-juin	8:00	8.21	13-juin	8:00	8.21	17-juin	8:00	8.36	1-juil	8:00	11.53	8-juil	8:00	10.29
7-mai	21:00	8.21	20-mai	9:00	8.52	3-juin	9:00	8.21	13-juin	9:00	8.52	17-juin	9:00	8.98	1-juil	9:00	11.68	8-juil	9:00	10.44
7-mai	22:00	7.9	20-mai	10:00	8.67	3-juin	10:00	8.52	13-juin	10:00	8.52	17-juin	10:00	8.36	1-juil	10:00	11.84	8-juil	10:00	10.6
7-mai	23:00	8.36	20-mai	11:00	8.52	3-juin	11:00	9.29	13-juin	11:00	8.52	17-juin	11:00	8.52	1-juil	11:00	12.31	8-juil	11:00	11.07
8-mai	0:00	8.67	20-mai	12:00	8.21	3-juin	12:00	9.59	13-juin	12:00	8.98	17-juin	12:00	8.52	1-juil	12:00	12.93	8-juil	12:00	11.68
8-mai	1:00	8.36	20-mai	13:00	8.06	3-juin	13:00	9.76	13-juin	13:00	9.13	17-juin	13:00	8.67	1-juil	13:00	13.39	8-juil	13:00	12.31
8-mai	2:00	8.21	20-mai	14:00	7.9	3-juin	14:00	10.38	13-juin	14:00	9.44	17-juin	14:00	8.82	1-juil	14:00	14.17	8-juil	14:00	13.08
8-mai	3:00	8.06	20-mai	15:00	7.9	3-juin	15:00	10.69	13-juin	15:00	9.76	17-juin	15:00	9.13	1-juil	15:00	14.96	8-juil	15:00	13.7
8-mai	4:00	7.9	20-mai	16:00	8.21	3-juin	16:00	10.69	13-juin	16:00	10.07	17-juin	16:00	9.44	1-juil	16:00	15.44	8-juil	16:00	14.01
8-mai	5:00	7.9	20-mai	17:00	8.36	3-juin	17:00	10.53	13-juin	17:00	10.22	17-juin	17:00	9.59	1-juil	17:00	15.59	8-juil	17:00	14.17
8-mai	6:00	7.9	20-mai	18:00	9.29	3-juin	18:00	6.5	13-juin	18:00	9.76	17-juin	18:00	9.59	1-juil	18:00	15.59	8-juil	18:00	14.01
8-mai	7:00	7.74	20-mai	19:00	8.98	3-juin	19:00	8.52	13-juin	19:00	9.76	17-juin	19:00	10.07	1-juil	19:00	15.28	8-juil	19:00	13.55
8-mai	8:00	7.74	20-mai	20:00	8.52	3-juin	20:00	8.98	13-juin	20:00	9.44	17-juin	20:00	9.44	1-juil	20:00	14.64	8-juil	20:00	12.93
8-mai	9:00	7.9	20-mai	21:00	8.67	3-juin	21:00	8.82	13-juin	21:00	9.29	17-juin	21:00	9.44	1-juil	21:00	14.17	8-juil	21:00	12.46
8-mai	10:00	8.06	20-mai	22:00	8.52	3-juin	22:00	8.82	13-juin	22:00	8.98	17-juin	22:00	9.29	1-juil	22:00	13.7	8-juil	22:00	11.99

8-mai	11:00	8.82	20-mai	23:00	8.52	3-juin	23:00	8.67	13-juin	23:00	8.82	17-juin	23:00	9.13	1-juil	23:00	13.55	8-juil	23:00	11.68
8-mai	12:00	9.59	21-mai	0:00	8.36	4-juin	0:00	8.67				18-juin	11:00	6.66	2-juil	0:00	13.08	9-juil	0:00	11.22
8-mai	13:00	10.22	21-mai	1:00	8.67	4-juin	1:00	8.36				18-juin	12:00	6.66	2-juil	1:00	12.62	9-juil	1:00	10.91
8-mai	14:00	11	21-mai	2:00	8.67	4-juin	2:00	8.36				18-juin	13:00	6.81	2-juil	2:00	12.15	9-juil	2:00	10.6
8-mai	15:00	11.62	21-mai	3:00	8.67	4-juin	3:00	8.36				18-juin	14:00	7.12	2-juil	3:00	11.84	9-juil	3:00	10.6
8-mai	16:00	12.08	21-mai	4:00	8.52	4-juin	4:00	8.21				18-juin	10:00	7.28	2-juil	4:00	11.53	9-juil	4:00	10.29
8-mai	17:00	11.77	21-mai	5:00	8.36	4-juin	5:00	8.21				18-juin	15:00	7.43	2-juil	5:00	11.37	9-juil	5:00	9.97
8-mai	18:00	11.16	21-mai	6:00	8.52	4-juin	6:00	8.06				18-juin	16:00	7.74	2-juil	6:00	11.07	9-juil	6:00	9.82
8-mai	19:00	10.53	21-mai	7:00	8.36	4-juin	7:00	8.06				18-juin	17:00	8.06	2-juil	7:00	11.07	9-juil	7:00	9.82
8-mai	20:00	10.07	21-mai	8:00	8.36	4-juin	8:00	8.06				18-juin	18:00	8.06	2-juil	8:00	10.91	9-juil	8:00	9.66
8-mai	21:00	9.44	21-mai	9:00	8.21	4-juin	9:00	8.21				18-juin	23:00	8.06	2-juil	9:00	11.07	9-juil	9:00	9.82
8-mai	22:00	8.98	21-mai	10:00	8.21	4-juin	10:00	8.21				18-juin	22:00	8.21	2-juil	10:00	11.37	9-juil	10:00	10.13
8-mai	23:00	8.67	21-mai	11:00	8.06	4-juin	11:00	8.36				18-juin	6:00	8.36	2-juil	11:00	11.84	9-juil	11:00	10.76
9-mai	0:00	8.36	21-mai	12:00	8.21	4-juin	12:00	8.36				18-juin	7:00	8.36	2-juil	12:00	12.31	9-juil	12:00	11.22
9-mai	1:00	8.21	21-mai	13:00	8.06	4-juin	13:00	8.36				18-juin	8:00	8.36	2-juil	13:00	13.08	9-juil	13:00	11.99
9-mai	2:00	8.06	21-mai	14:00	8.06	4-juin	14:00	8.52				18-juin	9:00	8.36	2-juil	14:00	13.86	9-juil	14:00	12.62
9-mai	3:00	7.9	21-mai	15:00	7.59	4-juin	15:00	8.82				18-juin	19:00	8.36	2-juil	15:00	14.64	9-juil	15:00	12.93
9-mai	4:00	7.74	21-mai	16:00	7.74	4-juin	16:00	8.82				18-juin	20:00	8.36	2-juil	16:00	15.12	9-juil	16:00	13.39
9-mai	5:00	7.74	21-mai	17:00	7.74	4-juin	17:00	8.98				18-juin	21:00	8.36	2-juil	17:00	15.28	9-juil	17:00	13.55
9-mai	6:00	7.59	21-mai	18:00	7.59	4-juin	18:00	8.82				18-juin	5:00	8.52	2-juil	18:00	15.12	9-juil	18:00	13.39
9-mai	7:00	7.43	21-mai	19:00	7.74	4-juin	19:00	9.44				18-juin	3:00	8.67	2-juil	19:00	14.48	9-juil	19:00	13.08
9-mai	8:00	7.43	21-mai	20:00	8.06	4-juin	20:00	8.52				18-juin	4:00	8.67	2-juil	20:00	14.17	9-juil	20:00	12.62
9-mai	9:00	7.43	21-mai	21:00	8.21	4-juin	21:00	8.52				18-juin	2:00	8.82	2-juil	21:00	13.55	9-juil	21:00	12.31
9-mai	10:00	7.9	21-mai	22:00	8.36	4-juin	22:00	8.36				18-juin	1:00	9.13	2-juil	22:00	13.24	9-juil	22:00	11.99
9-mai	11:00	8.21	21-mai	23:00	8.52	4-juin	23:00	8.36				18-juin	0:00	9.29	2-juil	23:00	12.93	9-juil	23:00	11.68
9-mai	12:00	8.67	22-mai	0:00	8.52	5-juin	0:00	8.21				19-juin	10:00	6.66	3-juil	0:00	12.46	10-juil	0:00	11.37
9-mai	13:00	9.59	22-mai	1:00	8.67	5-juin	1:00	8.06				19-juin	11:00	6.66	3-juil	1:00	12.31	10-juil	1:00	11.22
9-mai	14:00	10.38	22-mai	2:00	8.67	5-juin	2:00	8.06				19-juin	8:00	6.81	3-juil	2:00	12.15	10-juil	2:00	10.91
9-mai	15:00	11	22-mai	3:00	8.67	5-juin	3:00	7.9				19-juin	9:00	6.81	3-juil	3:00	11.99	10-juil	3:00	10.6
9-mai	16:00	11.46	22-mai	4:00	8.52	5-juin	4:00	7.9				19-juin	12:00	6.81	3-juil	4:00	11.68	10-juil	4:00	10.44
9-mai	17:00	11.46	22-mai	5:00	8.52	5-juin	5:00	7.9				19-juin	6:00	6.97	3-juil	5:00	11.68	10-juil	5:00	10.13
9-mai	18:00	11.16	22-mai	6:00	8.36	5-juin	6:00	7.74				19-juin	7:00	6.97	3-juil	6:00	11.53	10-juil	6:00	9.97
9-mai	19:00	10.69	22-mai	7:00	8.52	5-juin	7:00	7.74				19-juin	4:00	7.12	3-juil	7:00	11.37	10-juil	7:00	9.97
9-mai	20:00	10.07	22-mai	8:00	8.98	5-juin	8:00	7.74				19-juin	5:00	7.12	3-juil	8:00	11.37	10-juil	8:00	9.97
9-mai	21:00	8.36	22-mai	9:00	8.52	5-juin	9:00	7.9				19-juin	3:00	7.28	3-juil	9:00	12.46	10-juil	9:00	9.82
9-mai	22:00	9.29	22-mai	10:00	8.67	5-juin	10:00	8.21				19-juin	2:00	7.43	3-juil	10:00	10.13	10-juil	10:00	10.13
9-mai	23:00	8.98	22-mai	11:00	8.82	5-juin	11:00	8.67				19-juin	1:00	7.59	3-juil	11:00	11.84	10-juil	11:00	10.44
			22-mai	12:00	9.13	5-juin	12:00	8.52				19-juin	0:00	7.74	3-juil	12:00	11.99	10-juil	12:00	10.91
			22-mai	13:00	9.76	5-juin	13:00	8.52				19-juin	15:00	7.74	3-juil	13:00	12.15	10-juil	13:00	11.53
			22-mai	14:00	10.53	5-juin	14:00	8.52				19-juin	16:00	7.74	3-juil	14:00	12.15	10-juil	14:00	12.15
			22-mai	15:00	11.46	5-juin	15:00	8.52				19-juin	23:00	7.9	3-juil	15:00	12.31	10-juil	15:00	12.77
			22-mai	16:00	11.93	5-juin	16:00	8.67				19-juin	22:00	8.21	3-juil	16:00	12.31	10-juil	16:00	13.24
			22-mai	17:00	12.08	5-juin	17:00	8.52				19-juin	21:00	9.76	3-juil	17:00	12.31	10-juil	17:00	13.55
			22-mai	18:00	11.93	5-juin	18:00	8.52				19-juin	20:00	9.91	3-juil	18:00	12.46	10-juil	18:00	13.55
			22-mai	19:00	11.31	5-juin	19:00	8.36				19-juin	13:00	10.07	3-juil	19:00	12.46	10-juil	19:00	13.24
			22-mai	20:00	11	5-juin	20:00	8.36				19-juin	14:00	11	3-juil	20:00	11.99	10-juil	20:00	12.77
			22-mai	21:00	10.53	5-juin	21:00	8.36				19-juin	17:00	11.93	3-juil	21:00	11.68	10-juil	21:00	12.46
			22-mai	22:00	10.22	5-juin	22:00	8.36				19-juin	18:00	12.24	3-juil	22:00	11.53	10-juil	22:00	12.15
			22-mai	23:00	9.76	5-juin	23:00	8.36				19-juin	19:00	12.56	3-juil	23:00	11.37	10-juil	23:00	11.99
			23-mai	0:00	9.44	6-juin	0:00	8.36				20-juin	0:00	7.74	4-juil	0:00	11.07	11-juil	0:00	11.68
			23-mai	1:00	9.13	6-juin	1:00	8.36				20-juin	1:00	7.59	4-juil	1:00	11.07	11-juil	1:00	11.37

	23-mai	2:00	8.82	6-juin	2:00	8.21	20-juin	2:00	7.28	4-juil	2:00	10.91	11-juil	2:00	11.07
	23-mai	3:00	8.52	6-juin	3:00	8.21	20-juin	3:00	7.12	4-juil	3:00	10.76	11-juil	3:00	10.91
	23-mai	4:00	8.21	6-juin	4:00	8.21	20-juin	4:00	7.12	4-juil	4:00	10.6	11-juil	4:00	10.91
	23-mai	5:00	8.06	6-juin	5:00	8.21	20-juin	5:00	6.81	4-juil	5:00	10.6	11-juil	5:00	10.6
	23-mai	6:00	7.74	6-juin	6:00	8.06	20-juin	6:00	6.81	4-juil	6:00	10.44	11-juil	6:00	10.6
	23-mai	7:00	7.74	6-juin	7:00	8.06	20-juin	7:00	6.66	4-juil	7:00	10.29	11-juil	7:00	10.6
	23-mai	8:00	7.9	6-juin	8:00	8.06	20-juin	8:00	6.66	4-juil	8:00	10.13	11-juil	8:00	10.6
	23-mai	9:00	7.59	6-juin	9:00	8.06	20-juin	9:00	6.66	4-juil	9:00	10.29	11-juil	9:00	10.6
	23-mai	10:00	7.9	6-juin	10:00	8.06	20-juin	10:00	6.5	4-juil	10:00	10.6	11-juil	10:00	10.91
	23-mai	11:00	8.06	6-juin	11:00	8.06	20-juin	11:00	6.66	4-juil	11:00	10.91	11-juil	11:00	10.91
	23-mai	12:00	8.21	6-juin	12:00	8.21	20-juin	12:00	6.66	4-juil	12:00	11.53	11-juil	12:00	11.37
	23-mai	13:00	8.52	6-juin	13:00	8.36	20-juin	13:00	6.81	4-juil	13:00	12.31	11-juil	13:00	11.68
	23-mai	14:00	9.29	6-juin	14:00	8.52	20-juin	14:00	6.97	4-juil	14:00	13.08	11-juil	14:00	12.62
	23-mai	15:00	9.91	6-juin	15:00	8.52	20-juin	15:00	7.28	4-juil	15:00	13.7	11-juil	15:00	13.55
	23-mai	16:00	10.07	6-juin	16:00	8.36	20-juin	16:00	7.59	4-juil	16:00	14.32	11-juil	16:00	14.01
	23-mai	17:00	10.38	6-juin	17:00	8.36	20-juin	17:00	7.9	4-juil	17:00	14.48	11-juil	17:00	14.17
	23-mai	18:00	10.69	6-juin	18:00	8.36	20-juin	18:00	8.06	4-juil	18:00	14.17	11-juil	18:00	13.86
	23-mai	19:00	10.38	6-juin	19:00	8.52				4-juil	19:00	13.86	11-juil	19:00	13.55
	23-mai	20:00	10.22	6-juin	20:00	8.06				4-juil	20:00	13.24	11-juil	20:00	13.24
	23-mai	21:00	9.91	6-juin	21:00	8.06				4-juil	21:00	12.93	11-juil	21:00	12.93
	23-mai	22:00	10.07	6-juin	22:00	7.9				4-juil	22:00	12.46	11-juil	22:00	11.53
	23-mai	23:00	10.07	6-juin	23:00	7.9				4-juil	23:00	12.15	11-juil	23:00	13.24