

Département Aménagement et Environnement

Organisme d'accueil : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA)

Tuteur universitaire: Boisneau Catherine

Tuteur professionnel : Roset Nicolas

Evolution des peuplements de Poissons et de la qualité Piscicole en lien avec l'évolution de la qualité des milieux et l'hydrologie.



Leclerc Nicolas

Mots clés : ONEMA, Réseau Hydro-biologique et Piscicole, Peuplement de poissons, Hydrologie, Qualité physico-chimique

+mots géographiques (Bron, Rhône, Auvergne-Rhône-Alpes, 69)

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier Nicolas Roset (Ingénieur Connaissance et tuteur) pour son suivi et ses précieux conseils tout au long de mon stage. Je tiens aussi à le remercier pour l'aide qu'il a pu m'apporter sur les différentes manipulations informatiques, notamment sur le logiciel Systat, mais aussi pour la rédaction de ce rapport.

Mes remerciements vont également à l'ensemble du personnel de l'ONEMA pour leur accueil et leur gentillesse et leurs conseils tout au long de mon stage.

Plus précisément je remercie :

- Francis LORIEAU (Technicien connaissance), Sandro PARUSSATTI (Technicien connaissance) et Michael SADOT (Technicien connaissance) pour m'avoir fait participer aux opérations de pêches électriques et leur partage de connaissance en termes de biodiversité.
- Lionel MATHERON (Technicien Sigiste), pour son aide et ses conseils lors de la réalisation de la cartographie sur le logiciel Qgis.
- Anne AESCHIMANN, Nicole MICHAUD et Zaima BOURALAH pour l'aide qu'elles ont pu m'apporter sur le plan administratif lors de ce stage.

Résumé

Ce rapport propose une analyse des résultats du Réseau Hydro biologique et Piscicole (RHP) sur la région Rhône Alpes du bassin Rhône méditerranéen et Corse (RMC) mis en place par le Conseil Supérieur de la Pêche (devenu ONEMA) dans les années 1990. Ce réseau a pour but de faire un suivi interannuel des peuplements de poissons par pêche électrique en lien avec l'évolution des conditions hydro-climatique et de la qualité du milieu.

Cette mission va consister à :

- * Compiler, mettre en forme et analyser les données piscicoles et environnementales de l'ONEMA sur près de 48 stations RHP
- * La recherche, la compilation et la mise en forme des données hydrologiques (banque Hydro) et de qualité physico-chimique (Agence de l'eau RMC).
- * Rechercher, estimer et analyser l'impact hydrologique sur le peuplement de poisson par une étude statistique.

Ce rapport se compose de 3 parties :

- * Un bilan de toutes les données disponibles pour les stations du réseau RHP : données piscicoles, Hydrologiques et physico-chimiques.
- * La proposition et la mise en forme d'une fiche synthétique pour chacune des stations, décrivant l'ensemble des caractéristiques environnementales et piscicoles et leurs évolutions conjointes.
- * Une étude sur le rôle de l'hydrologie et de la qualité de l'eau sur l'évolution interannuelle des peuplements de poissons étudiée à travers des descripteurs globaux que sont la richesse spécifique, la densité et la biomasse totale ainsi que la qualité des peuplements selon l'Indice Poisson Rivière.

Site banque Hydro : <http://www.hydro.eaufrance.fr/>

Site agence de l'eau : <http://www.eaurmc.fr/>

Summary

This report provides an analysis of the results of hydrobiological and Fish Culture Network (RHP) on the Rhône Alpes region of Rhône Mediterranean and Corsica area (RMC) set up by the Higher Council of the Fishing (now ONEMA) in the 1990s its network aims to make an interannual monitoring of fish populations by electrofishing in connection with the development of hydro-climatic conditions and the quality of the environment.

This mission will be to:

- * Compile, format and analyze environmental data and fish ONEMA on nearly 48 stations RHP
- * Research, compilation and formatting of hydrological data (Hydro bank) and physicochemical quality (RMC Water Agency).
- * Look, estimate and analyze the hydrological impact on the population of fish in a statistical study.

This report consists of 3 parts:

- * A review of all available data for stations of the network RHP: fish data, hydrological and physicochemical.
- * The proposal and the shaping of a summary sheet for each station, describing all environmental and fishery characteristics and joint developments.
- * A study on the role of hydrology and water quality on the interannual evolution of fish populations studied through global descriptors are species richness, density and total biomass and the quality of stands as the Fish River Index.

Site Hydro Bank : <http://www.hydro.eaufrance.fr/>

Site water agency : <http://www.eaurmc.fr/>

Préambule :

Evolution des peuplements de Poissons et de la qualité Piscicole en lien avec l'évolution de la qualité des milieux et l'hydrologie.

L'objectif principal de ce stage a été d'effectuer une analyse complète des résultats du Réseau Hydro biologique et Piscicole, sur la région Rhône Alpes du bassin Rhône méditerranéen et Corse, que l'on peut observer sur la cartographie ci-dessous (Figure 1). Ce réseau a été mis en place par le Conseil Supérieur de la Pêche (devenu l'Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques ONEMA) dans les années 1990 et a pour but de faire un suivi interannuel des peuplements de poissons par pêche électrique en lien avec l'évolution des conditions hydrologique et de la qualité du milieu.

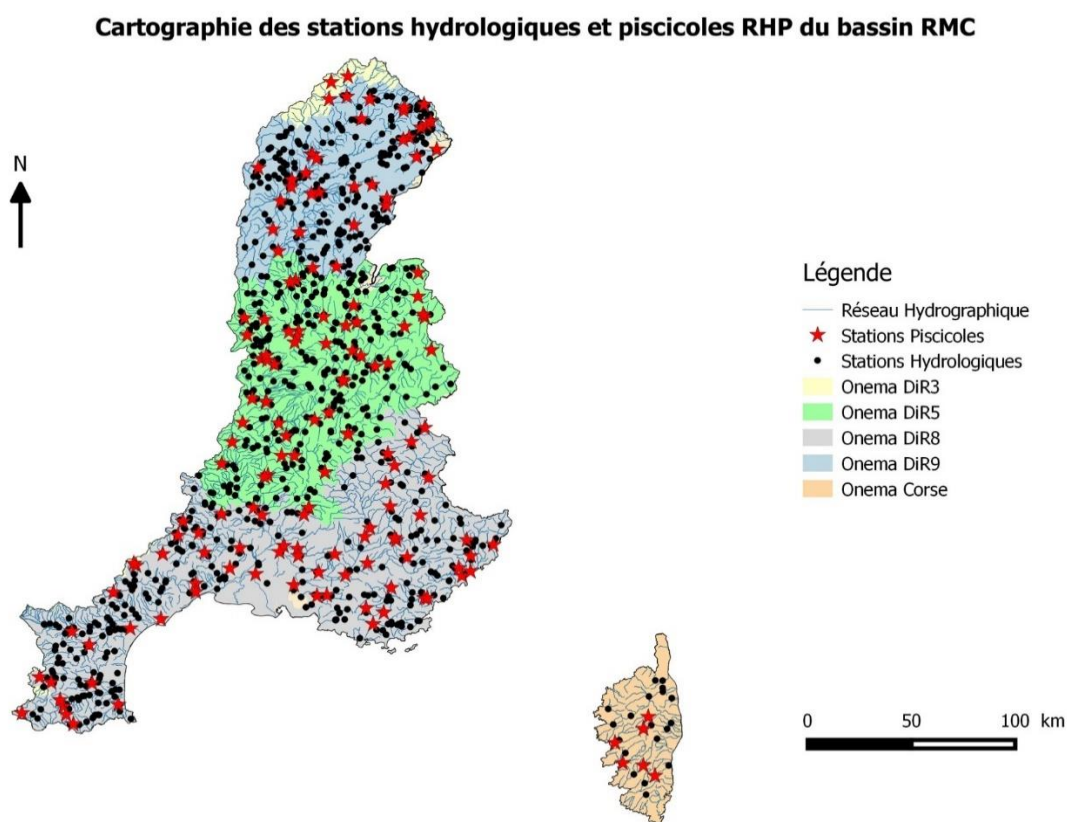


Figure 1 : Cartographie des stations hydrologiques et piscicole RHP du bassin RMC

Cette mission va plus précisément, consister à :

* Réaliser un bilan de toutes les données disponibles pour les stations du réseau hydrobiologique et piscicole de la région Rhône Alpes du bassin Rhône méditerranéen et Corse : données piscicoles, hydrologiques et physico-chimiques.

* Faire la proposition et la mise en forme d'une fiche synthétique pour chacune des stations, décrivant l'ensemble des caractéristiques environnementales et piscicoles et leurs évolutions conjointes.

* Rechercher, estimer et analyser le rôle de l'hydrologie sur l'évolution des peuplements de poissons, étudiée à travers des paramètres globaux que sont la richesse spécifique (nombre d'espèce), la densité et la biomasse (poids) totale ainsi que la qualité des peuplements selon la qualité écologique du milieu avec l'Indice Poisson Rivière.

Pour ce faire, il a fallu effectuer un travail conséquent de prise de données que ce soit piscicoles, grâce aux pêches électriques d'inventaires réalisées par l'Onema, mais aussi hydrologiques à l'aide du site internet de la « banque Hydro » et enfin de données de qualités de l'eau avec des paramètres physico-chimiques, présentes sur le site internet de l'agence de l'eau. Les données piscicoles représentent les différents paramètres de peuplements de poissons qui sont l'effectif total et par espèces, la biomasse totale et par espèces et la richesse spécifique. Additionnés avec les caractéristiques générales des stations, ils vont nous permettre de calculer l'Indice Poisson Rivière (IPR) qui note et classe l'état écologique d'un milieu selon son peuplement en poissons.

C'est ainsi que les fiches ont été toutes réalisées selon un modèle type contenant :

- Les données générales de la station (pente, code, altitude, longueur à la source...), pour avoir une idée du type de cours d'eau.
- Un tableau analysant la qualité de l'eau avec les paramètres physico-chimique de la station (Nutriment, Oxygène, l'Indice Biologique Global Normalisé et l'Indice Biologique Diatomée)
- Les variations de l'Indice Poisson Rivière pour connaître la qualité écologique de la station
- L'évolution du débit mensuel interannuel pour observer les différences notées entre chaque crues ou niveaux de basses eaux.
- Les débits observés les jours de pêche
- La probabilité de présence théorique de chaque espèce
- Un graphique montrant les variations du nombre d'espèce pour savoir si des espèces apparaissent ou au contraire disparaissent.
- Un graphique contenant les évolutions interannuelles du nombre d'individus et de leur poids total, pour 100m² pour connaître la classe de taille des individus mais aussi s'il y a eu une bonne reproduction.
- Les graphiques montrant les évolutions interannuelles de l'effectif et de la biomasse par espèce pour les stations dont le nombre d'espèce ne dépasse pas 7.

Ce modèle n'est pas réalisable, à l'identique, pour toutes les stations puisque 12 d'entre elles connaissent des absences de données hydrologiques et 9, des absences de données de qualité de l'eau

avec les paramètres physico-chimiques. Cependant ces fiches permettent une bonne visualisation de l'évolution des peuplements de poissons pour les 48 stations et montrent les améliorations ou les dégradations des milieux au cours du temps grâce aux valeurs de l'Indice poisson rivière.

Avant de s'intéresser à l'impact de l'hydrologie sur le peuplement de poissons, une étude a été réalisée pour savoir si le type de cours d'eau pouvait avoir une influence sur la variabilité de ce dernier. C'est pourquoi les coefficients de variations des paramètres de peuplements ont été étudiés sous forme de graphique en fonction du type (gabarit) du cours d'eau.

Avec ces graphiques, sera ajouté un test pour connaître la probabilité de risque de commettre une erreur en déclarant qu'il existe une différence entre les types de cours d'eau.

Si le résultat est supérieur à 5%, le test est dit significatif, il valide le fait qu'il y a aucune différence entre les types de cours d'eau. Au contraire s'il est inférieur à 5%, le test n'est pas significatif et signale donc une différence entre les types de cours d'eau.

Enfin l'impact hydrologique a été analysé par des graphiques de régression linéaire simple faisant intervenir le nombre d'individus, leur poids et le nombre d'espèce en fonction du débit observé le jour des pêches électriques pour chaque type de cours d'eau. Là aussi, la probabilité de risque de commettre une erreur a été calculée et associée à la valeur montrant le pourcentage de résultat explicable. Variant entre 0 et 1, plus cette valeur est proche de 1 est plus le résultat est explicable et donc plus la corrélation est importante.

Les résultats statistiques ont montré que le type le type de cours d'eau des stations peut influencer la variabilité des paramètres du peuplement de poissons. Cela a été remarqué pour la variabilité du poids total et sensiblement l'indice poisson rivière avec des variabilités très différentes selon le gabarit du cours d'eau.

Exemple : Graphique montrant les coefficients de variations de le poids totale par type de cours d'eau (figure 2). La valeur de probabilité de commettre une erreur = 0.025, ce qui confirme la différence de variabilité du poids totale entre les 3 types de cours d'eau.

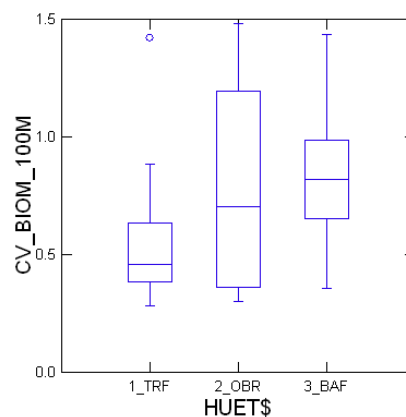


Figure 2 : Boxplot des CV de la Biomasse en fonction des zones Huet.(Source personnelle)

De plus les tests statistiques ont confirmé la présence de relations entre un paramètre hydrologique et des paramètres de peuplements. Effectivement le débit observé les jours de pêche a un impact sur le poids total, uniquement sur les zones de grand gabarit dit à barbeaux, et sur la richesse spécifique sur les zones de gabarit moyen dit à ombres et de grand gabarit dit à barbeaux avec des valeurs, de probabilités de commettre une erreur, bien inférieures au seuil de 0.05.

Exemple du graphique représentant la droite de régression linéaire (figure3) montrant l'évolution du nombre d'espèce en fonction du débit journalier (valeurs logarithmiques) sur les zones à grand gabarit dit à barbeaux avec une valeur de probabilité de commettre une erreur égale à 0.014

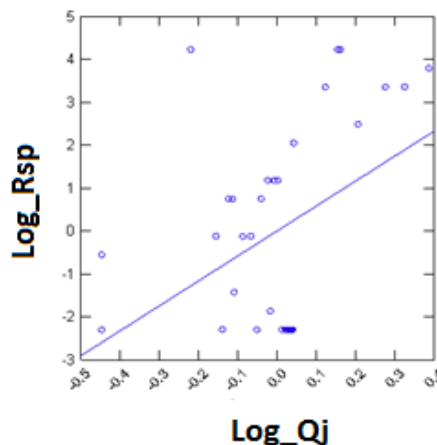


Figure 3 : Droite de régression de la richesse spécifique en fonction du débit journalier sur les zones à barbeaux (Source personnelle)

Le fait qu'aucune relation ne soit observée sur les petits gabarits de cours d'eau provient probablement du fait que les débits journaliers sur ces cours d'eau varient très peu et ne permettent donc pas de pouvoir réellement observer une différence significative de peuplement.

On peut en conclure que cette analyse du réseau hydrobiologique et piscicole a été concluante, avec la réalisation des 48 fiches récapitulatives qui se montrent très utiles en termes de représentation de l'évolution interannuelle de chaque paramètre de peuplement. Cependant l'absence de données, notamment hydrologiques, sur 12 stations amène une certaine limite à la pertinence de ces fiches.

L'étude statistique a confirmé la présence d'une relation entre l'hydrologie et le peuplement de poissons. On a pu en conclure que l'intensité du débit observé les jours de pêche intervient sur le poids des poissons avec la biomasse et encore plus le nombre d'espèces retrouvées sur des cours d'eau de gabarit moyen dit à « Ombres » et de grand gabarit dit à « barbeaux »

Il paraît tout de même évident que l'hydrologie a un impact encore plus important sur les peuplements, il semblerait donc intéressant d'étudier l'impact de l'hydrologie annuelle pour chaque pêche (périodes et intensités de crues, étiages). Ceci est évidemment impossible pour un tel nombre de stations et un temps si limité.

Sommaire

Sommaire.....	p8
I. Introduction.....	p9
II. Matériels et méthodes.....	p11
1. Les données mobilisées.....	p11
1.1. Piscicoles.....	p11
1.2. Hydrologiques.....	p14
1.3. Qualité de l'eau.....	p14
1.4. La réalisation des fiches par station Piscicole.....	p15
2. Les Méthodes d'analyses statistiques.....	p16
2.1. Le coefficient de variation (CV).....	p16
2.2. Influence du type de cours d'eau.....	p16
2.3. Influence du débit journalier (jour de pêche).....	p17
III. Résultats.....	p17
1. Réalisation des fiches par station.....	p17
1.1. Exemple de fiche réalisée pour la station de la Jonche à la Mure.....	p18
2. Variabilité des peuplements de poissons et facteurs déterminants	p22
2.1. Variabilité du peuplement – coefficient de variation	p22
2.1.1. CV global de chaque variable : Rsp, Eff, Biom et IPR	p22
2.1.2. Etude des facteurs Huet et HER.....	p22
A) Le facteur HER.....	p22
B) Le facteur Huet.....	p23
2.2. Influence du débit le jour de pêche.....	p25
IV. Interprétation.....	p33
1. Interprétation des fiches réalisées par station.....	p33
2. Variabilité des peuplements de poissons en fonction du type Huet	p33
3. Impact de l'hydrologie sur les peuplements de poissons	p35
V. Conclusion.....	p36
Annexe.....	p37
Table des figures.....	p41
Bibliographie	p44

I. Introduction

L'Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) qui reprend missions et personnels du Conseil Supérieur de la Pêche (CSP), est un établissement public créé par la loi sur l'eau de Décembre 2006 afin notamment de mettre en œuvre une politique de l'eau en France en accord avec la Directive Cadre en Eau (DCE). L'ONEMA est présent sur la totalité du territoire français avec près de 900 agents. Son rôle principal est de diriger la recherche et le développement en lien avec les politiques publiques de l'eau et de coordonner le Système d'information sur l'eau (SIE). Il participe aux missions de restaurations, de préservations et de surveillances des milieux aquatiques et de la biodiversité en générale. Les agents de l'ONEMA exercent aussi la fonction de police de l'eau.

Pour permettre un suivi de l'évolution des peuplements de poissons au niveau national, l'ONEMA a mis en place dans les années 1990 le réseau Hydro-biologique et Piscicole (RHP). Il consiste à échantillonner chaque année les peuplements de poissons d'environ 650 de stations de cours d'eau réparties sur le territoire national, à l'aide de techniques de pêches électriques adaptées aux caractéristiques des milieux étudiés.

Outre l'analyse de l'évolution de caractéristiques des peuplements, comme la richesse, la densité et la biomasse (totale ou par espèce) ou encore la structure des populations, ce réseau permet depuis les années 2000 le calcul de l'Indice Poisson Rivière (IPR) qui traduit en note et classe de qualité ces caractéristiques.

Une partie significative des stations du RHP faisant également partie du Réseau National de Bassin (RNB) mis en œuvre par les agences de l'eau et des réseaux DCE qui ont succédé, il est possible de mettre en lien l'évolution des peuplements de poissons avec l'évolution de la qualité de l'eau

De plus, pour un certain nombre de stations du RHP, on retrouve des mesures de débits qui peuvent aussi expliquer une part des variations interannuelles

Mon travail de stage s'est focalisé sur la compilation des données des stations du bassin Rhône Méditerranéen et Corse (RMC), qui représente près de 150 stations suivies par 4 délégations régionales de l'ONEMA qui sont Lyon (DR5), Montpellier (DR8), Dijon (DR9) et Metz (DR3)

Plus précisément, l'objectif de ce rapport est de présenter un travail de mise en forme et d'analyse des données piscicoles en se focalisant sur les stations de la région Rhône-Alpes soit 48 stations.

La principale tâche qui m'a été assignée a été de proposer une fiche synthétique décrivant pour chaque station : les principales caractéristiques environnementales, l'évolution interannuelle des peuplements de poissons et de l'IPR, ainsi que l'évolution de l'hydrologie et de la qualité physico-chimique depuis la mise en place de ce réseau RHP.

Dans un second temps, il est proposé de mettre en relations ces trois groupes de paramètres afin d'étudier l'influence éventuelle de l'hydrologie et de la physico-chimie sur l'évolution des peuplements de poissons, tout en considérant le cas échéant l'évolution des méthodes d'échantillonnages des peuplements de poissons que ce soit en pêche partielle ou en pêche complète.

Outre la compilation et la mise en forme des données piscicoles disponibles à l'ONEMA, mon rôle a été de récolter toutes les données nécessaires pour la réalisation des fiches par station sur différents sites internet comme ceux de la banque Hydro, ou de l'agence de l'eau, en mobilisant éventuellement des outils SIG. Une fois les données récoltées, ma mission a été de les structurer convenablement dans des tableaux Excel pour 1/ les présenter dans les fiches synthétiques et 2/ étudier statistiquement chaque paramètre individuellement puis collectivement afin d'établir d'éventuelles corrélations entre eux.

Je vais décrire successivement les matériels, méthodes et données utilisées, puis les principaux résultats obtenus. Enfin nous discuterons et interpréterons ces résultats avant de conclure sur la réalisation de cette mission.

II. Matériels et Méthodes

1. Les données mobilisées

1.1. piscicoles

La collecte des données piscicoles est réalisée annuellement par l'Onema sur environ 150 stations «RHP» répartie sur le bassin Rhône-Méditerranée & Corse, dont 48 en Rhône-Alpes. (cf Réseau Hydrobiologique et Piscicole, Bassin Rhône Méditerranéen et Corse, Synthèse des données de 1995 à 2004). Les peuplements de poissons de chaque station sont échantillonnés par pêche à l'électricité selon des protocoles standardisés au niveau national. La carte (figure1) ci-dessous présente la répartition de ces stations, en fonction notamment des délégations de l'ONEMA.

Cartographie des stations hydrologiques et piscicoles RHP du bassin RMC

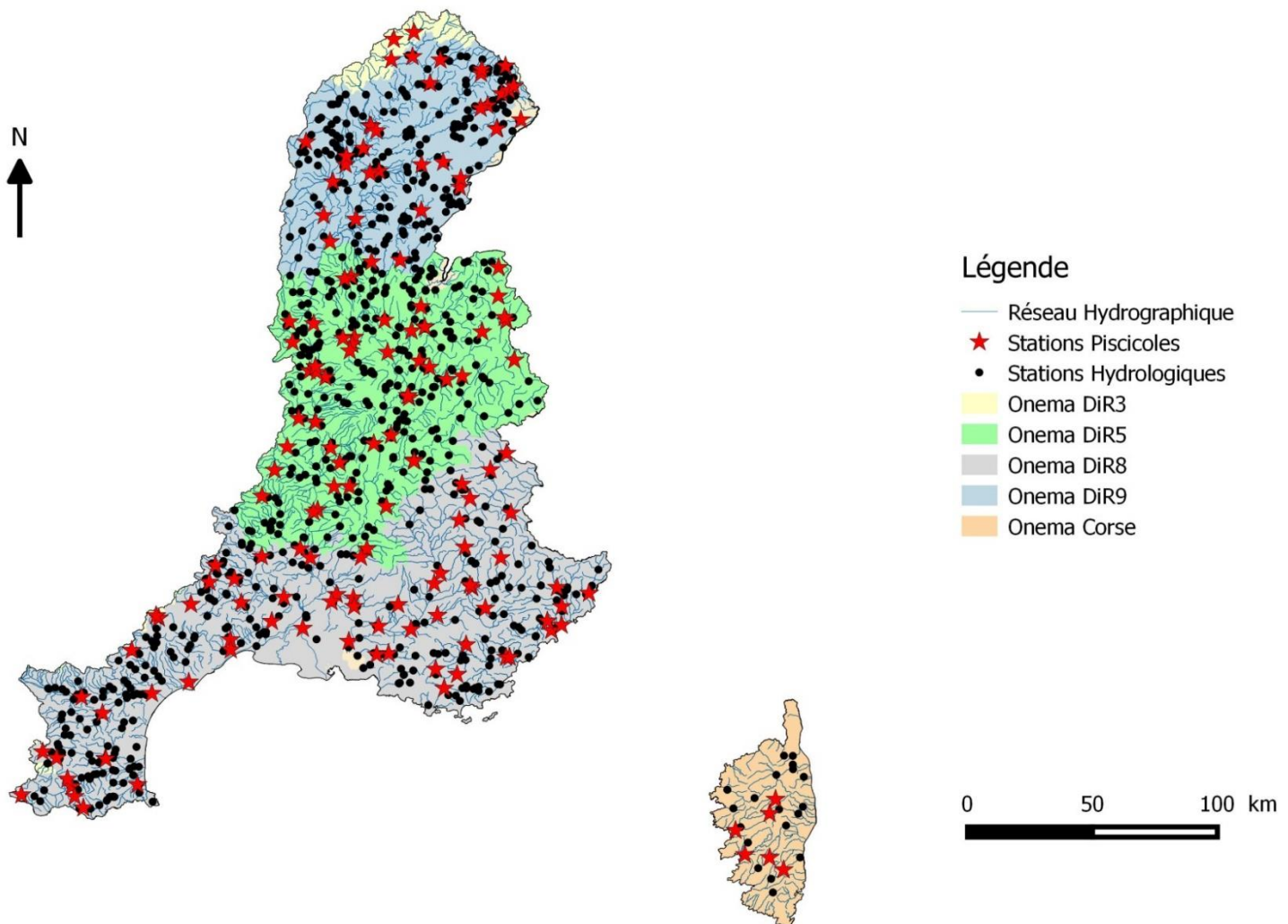


Figure 1 : Cartographie des stations hydrologiques et piscicoles RHP de Bassin RMC. (Source : carte personnelle avec données piscicoles et hydrologique provenant de l'Onema)

La pêche électrique permet de capturer les poissons en créant un champ électrique entre les deux électrodes (l'anode et la cathode). Le champ électrique provenant de l'anode, actif sur un rayon d'environ deux mètres, va tout d'abord agir sur le système nerveux des poissons pour stopper sa nage et inhiber son sens sensoriel, puis il va exciter la voie motrice du poisson pour créer une nage forcée vers l'anode. Les poissons ainsi « choqués » peuvent être assez facilement récoltés à l'aide d'épuisettes et stockés dans des seaux puis des viviers jusqu'à leur traitement au chantier de biométrie.

La puissance et l'intensité du courant électrique sont prioritairement réglées en fonction de la température et de la conductivité de l'eau, mais aussi en fonction des caractéristiques de la station (profondeur, vitesse du courant). Elles sont finalement ajustées en fonction de la vitesse de récupération des poissons.

La pêche électrique peut se pratiquer à pied et/ou en bateau dans des zones peu profondes, son efficacité étant bonne pour des milieux dont la profondeur ne dépasse pas un mètre environ.

Il existe plusieurs méthodes/stratégie d'échantillonnage et celles-ci ont d'ailleurs évoluées au cours du temps et en fonction des études scientifiques. On peut les regrouper en deux grandes familles : les pêches complètes et les pêches partielles.

La première consiste à échantillonner la totalité de la station, selon un ou plusieurs passages, cette dernière option offrant la possibilité d'appliquer des méthodes d'estimations statistiques des populations (De Lury 1947 et Carle & Strub 1978 notamment). A moins de disposer de moyens humains et matériels importants, elle s'applique généralement aux cours d'eau de gabarit petit à moyen (largeur généralement inférieure à 10-15m) et peu profond (inférieur à 1 m en moyenne).

La deuxième consiste à sous-échantillonner la station selon différents faciès, ambiances, habitats... Elle est appliquée à des cours d'eau large et/ou profonds.

* Dans le cadre des réseaux de suivi, le CSP puis l'ONEMA a recours à ces deux familles de méthodes selon les modalités suivantes : Au début du RHP, la pêche complète à plusieurs passages (le plus souvent deux) étaient appliquée aux cours d'eau de taille faible à moyenne ; sinon la pêche par ambiance ou en continue sur les berges étaient utilisées

* A partir de 2007, la pêche complète à 1 passage minimum est utilisée dans les cours d'eau de largeur inférieure à 8-10 m (soit 2 anodes) ; la pêche par point est utilisée dans les autres cas à raison de 75 points pour les cours d'eau de largeur inférieure à 60m, ou 100 points dans le cas contraire. Ces points sont répartis régulièrement sur les zones « pêchables » efficacement et dans de bonnes conditions de sécurité des opérateurs. (Belliard et al 2012).

On utilise une ou plusieurs électrodes en fonction de la largeur du cours d'eau et de la méthode d'échantillonnage, à raison d'une anode pour 4 à 5 m de large pour les pêches complètes.

Le nombre d'épuisette varie en fonction des conditions mais on prévoit généralement 2 épuisettes par anode.

La longueur des stations a également pu varier en fonction des études scientifiques sur le sujet et des normes successives. Ainsi, pendant longtemps on a considéré que 10 fois la largeur était une longueur suffisante pour obtenir une station d'étude hydro-biologique représentative des différents faciès d'un cours d'eau, une norme européenne de 2003 (CEN and AFNOR (2003) a imposé que soient définies des stations de 20 fois la largeur dans le cadre des réseaux de suivi notamment.

La pêche électrique (figure 2) nécessite au minimum cinq personnes, avec au moins l'une d'entre elle portant l'anode, une ou deux autres avec des épuisettes, suivies d'un ou deux seaux pour récupérer les poissons et enfin une personne à la sécurité (sauf dans le cas d'une pêche avec matériel portatif).



Figure 2 : Photo prise lors d'une pêche électrique effectuée par l'ONEMA. (Source : ONEMA)

Lorsque deux passages sont réalisés sur chaque station, les poissons du premier passage sont stockés dans des viviers, pour permettre leur traitement séparé des poissons par passage.

En plus de permettre l'établissement des évolutions interannuelles de la richesse spécifique, de l'effectif et de la biomasse total et par espèce, les données piscicoles obtenues permettent aussi de définir la classe de qualité écologique de chaque station grâce à l'Indice Poisson Rivière (IPR) (Oberdorff et al 2002 ; AFNOR 2011). Il consiste à évaluer l'écart existant entre le peuplement échantillonné par pêche électrique sur une station et le potentiel piscicole du site sans action précédente de l'homme (conditions de référence). Ainsi la qualité de la faune piscicole reflète l'état

écologique général du milieu (i.e. caractéristiques hydro-morphologique et physico-chimiques) (Belliard et Roset 2006).

Pour permettre une analyse représentative, les résultats de l'effectif total et de la biomasse totale sont calculés pour 100 mètres carrés. Cet ajustement permet de comparer des stations, entre elles, n'ayant pas la même longueur et donc pas la même surface pêchée.

1.2. Hydrologiques

Pour enrichir l'analyse de l'évolution des peuplements de poissons, la récupération des données hydrologiques de chaque station a été réalisée. Cette récupération a été effectuée sur le site de la banque Hydro dont la gestion est assurée par le Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (Schapi). (cf <http://www.hydro.eaufrance.fr/>)

L'objectif a été d'obtenir les débits mensuels sur le plus grand nombre d'années possible pour permettre d'établir si des variations ou des débits particuliers pouvait impacter ou expliquer les peuplements obtenus durant la pêche de l'année.

De plus pour obtenir une analyse plus précise, les débits journaliers ont aussi été récupérés sur la même période temporelle pour noter les débits présents durant la journée où la pêche a été effectuée. Cette donnée a pour but de montrer les différences des peuplements selon le débit présent mais aussi l'efficacité de la pêche pour des débits plus importants sur certaines années. Le manque de donnée hydrologique sur 13 stations limite la portée de cette étude mais permet tout de même d'évaluer l'influence de l'hydrologie sur le peuplement de poissons sur un échantillon représentatif de stations.

1.3. Qualité de l'Eau

Pour vérifier et compléter les résultats obtenus pour l'indice poisson rivière (IPR), les données de qualité de l'eau de chaque station ont été récupérés sur le site de l'Agence de l'Eau du bassin Rhône Méditerranéen et Corse (AERMC).

En première approche, compte tenu de la complexité de ces données, notamment le grand nombre de paramètres mesurés et la fréquence élevée (parfois mensuelle), seuls quelques paramètres, considérés comme les plus significatifs pour les poissons notamment, ont été retenus : l'oxygénation de l'eau, la concentration en nutriments, la concentration en polluants spécifique (PSPE), l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) et l'Indice Biologique Diatomée (IBD). Ces données ont globalement pu être obtenues pour 39 stations avec relativement peu de données (année) manquantes.

Tous ces paramètres sont répertoriés en classe de qualité (état écologique) établies selon les règles en vigueur (cf Guide technique de l'Evaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole, REEE-

ESC), une fois combinés, ils représentent l'état global du cours d'eau sur la station. Les classes de qualité sont définies en suivant le schéma suivant (figure 3).

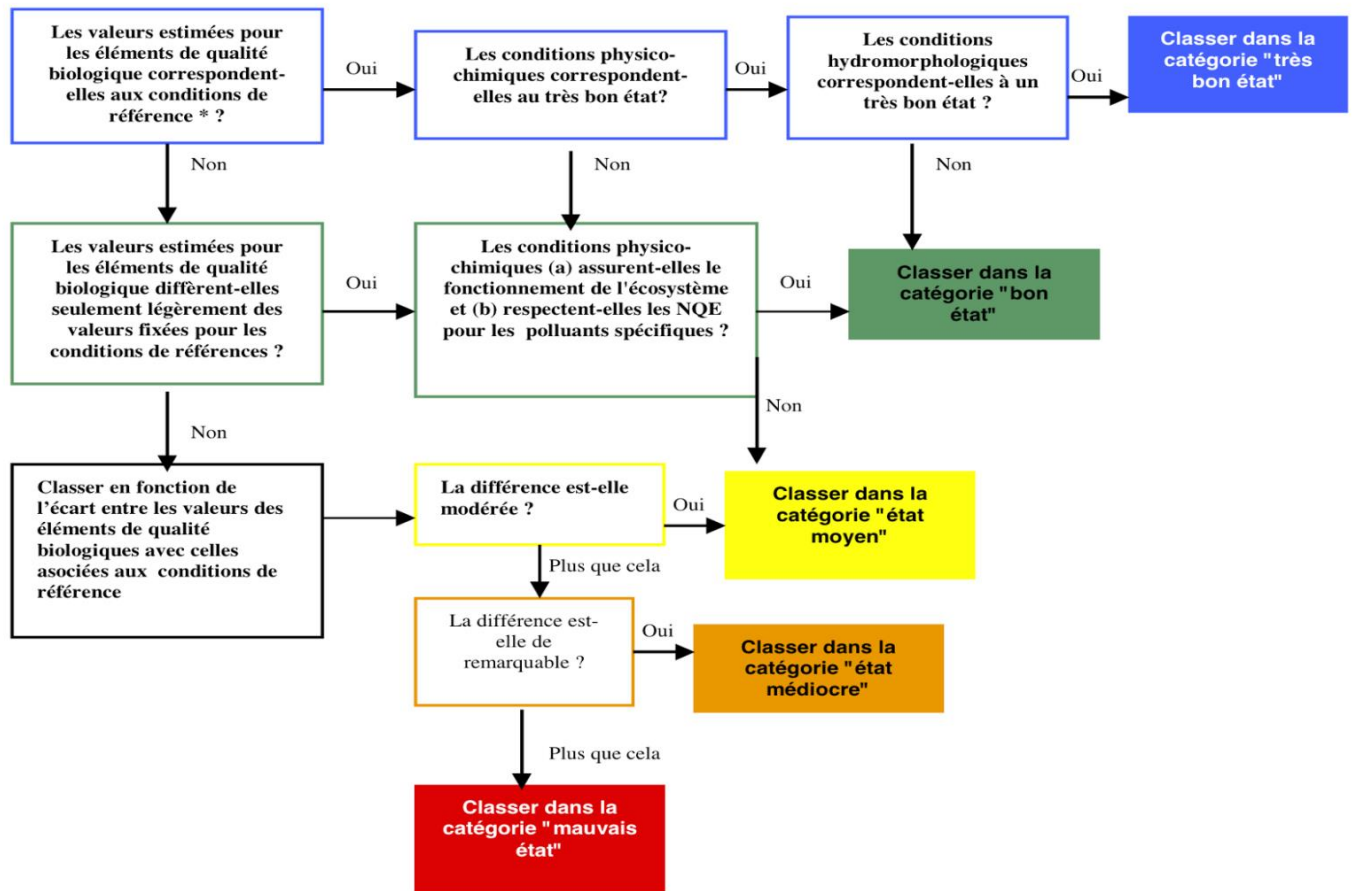


Figure 3 : Méthode de classement. (Source : <http://2.bp.blogspot.com/-NaW8Bg-crNo/Vk3atBghLTI/AAAAAAAAABMQ/XHQ AAR3Yn0/s1600/Schema%2Bdecision%2Bqualite%2Beau.png>)

1.4. La Réalisation des fiches par station piscicole

La totalité des données recueillies et exploitées précédemment va permettre d'atteindre le premier objectif de ce stage à savoir la réalisation d'une fiche complète et synthétique pour chaque station piscicole de la région Rhône Alpe du bassin RMC, soit 48 fiches.

Ces fiches présenteront notamment l'état global des cours d'eau au niveau de la station de suivi et montreront les évolutions interannuelles des différents paramètres depuis la mise en place en 1995 ou dans les années qui ont suivi.

Dans un premier temps elles intégreront des caractéristiques générales des stations, comme le code station, la pente, la classification HUET, ...

Puis elles feront apparaître les données de qualité avec les quelques paramètres physico-chimiques et le graphique correspondant à l'évolution interannuelle des valeurs de l'IPR. Les graphiques d'évolutions de débits sont ensuite présentés pour finir sur les variations des paramètres liés

directement aux peuplements à savoir la richesse spécifique, l'effectif total pour 100 m² et la biomasse totale pour 100m². Dans les cas où la richesse spécifique est inférieure à 7 espèces, des graphiques de l'évolution de l'effectif et de la biomasse par espèce seront aussi présentés.

Pour donner une idée du peuplement attendu en situation de référence, un graphique des probabilités de présence des espèces selon les modèles de l'IPR est fourni.

2. Les Méthodes d'analyses statistiques

2.1. Le coefficient de variation (CV)

Le coefficient de variation (CV) représente le rapport de l'écart-type α à la moyenne β ($CV = \alpha / \beta$). Plus la valeur du coefficient de variation est élevée, plus la dispersion autour de la moyenne est grande. Il est généralement exprimé en pourcentage, (varie entre 0 et 1). Sans unité, il permet la comparaison de distributions de valeurs dont les échelles de mesure ne sont pas comparables. C'est une façon standardisée d'étudier la variable, contrairement à la variance et l'écart type qui sont propres à chaque variable.

Ces coefficients de variations vont être réalisés pour chaque paramètre du peuplement qui sont l'effectif, la biomasse, la richesse spécifique et l'IPR.

2.2. Influence du type de cours d'eau

Afin de savoir si la variabilité de peuplement (décrite par les coefficients de variations de la richesse spécifique CV-Rsp, de l'effectif CV-Ab, de la biomasse CV-Biom et de l'indice poisson rivière CV-IPR) est différente selon les types de cours d'eau, les coefficients de variations seront étudiés pour chaque zone Huet et Hydro-Eco Région (HER).

Le type Huet (1954) classe les cours d'eau selon l'espèce (Truite, Ombre, Barbeau ou Brème) la plus caractéristique du type morphologique présent, alors que les zones HER classent les cours d'eau par unité spatiale (Wasson et al 2002).

Les effets du type de cours d'eau (Huet et HER) seront tout d'abord effectués par boxplots afin d'obtenir une première tendance.

Ces Box Plot renseignent (Figure 4) :

- la médiane, qui indique le milieu de la série.
- Les contours de la boîte, qui représentent la dispersion des valeurs situées au centre de la série (50%)
- La longueur des flèches renseigne sur la dispersion des valeurs situées au début de la série (les valeurs les plus petites correspondant à 25% des observations) ou à la fin de celle-ci (les valeurs les plus grandes correspondant aussi à 25% des observations)
- Plus la boîte et les flèches sont étendues et plus la dispersion de la série statistique est grande.

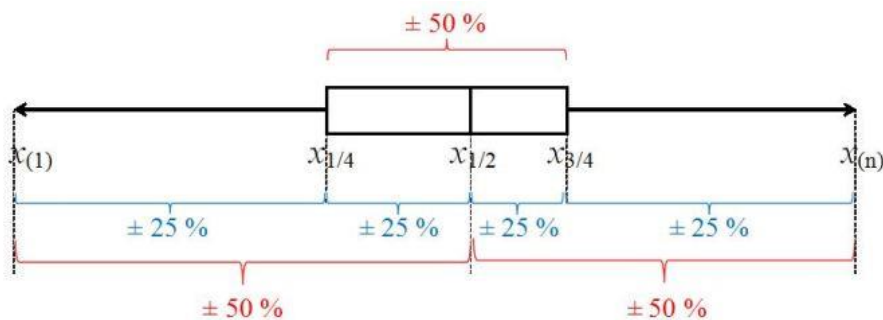


Figure 4 : Forme et explication d'un Boxplot (Source : http://www.itse.be/statistique2010/res/Fig_disp_4.jpg)

Un test entre types sera alors étudié par des analyses de variances non paramétriques, Kruskal et Wallis (KW). Cette analyse va nous indiquer le pourcentage de chance d'obtenir un résultat par un simple hasard avec la valeur de p-value. Ainsi, si le résultat de p-value est supérieur à 0.05, alors le résultat obtenu a plus de 5% de chance d'être dû au hasard et n'est donc pas statistiquement significatif.

Si le résultat est supérieur à 5%, il valide l'hypothèse nulle (H_0), qui n'indique aucune différence entre les types. Au contraire s'il est inférieur à 5% alors H_0 est réfutée et il valide l'Hypothèse contraire (H_1) qui signale une différence entre les types de cours d'eau.

2.3. Influence du débit journalier (jour de pêche)

Pour finir, la régression linéaire simple a été réalisée pour voir si le débit journalier (obtenu le jour de la pêche) a une influence sur les descripteurs de peuplements (Richesse spécifique, Effectif, Biomasse, IPR) et ainsi répondre en partie à la problématique principale établit dans l'introduction.

Cette régression linéaire va permettre d'établir deux informations qui sont le coefficient de détermination R^2 et si le lien est significatif (pas dû au hasard, Cf p-value)

Le R^2 exprime la variance expliquée, et c'est aussi le carré du coefficient de corrélation R. C'est un indicateur qui permet de juger la qualité d'une régression linéaire. Sa valeur est comprise entre 0 et 1, il mesure l'adéquation entre le modèle et les données observées.

Les graphiques seront réalisés pour les valeurs logarithmiques, étant trop grandes notamment pour l'effectif et la biomasse.

III. Résultats

1. Réalisation des fiches pour chaque station

1.1. Exemple de fiche réalisée pour la station de la Jonche à la Mure

Station de la rivière Jonche sur la commune La Mure

Code station : 06380260

Bassin : Rhône

Superficie Bassin : 50 km²

Type Huet : TRF

HER : 5

Qualité Physico-chimique :

Catégorie piscicole : 1^{ère}

Pente moyenne : 3 %

Altitude : 865 m

Pêche complète pour toutes les pêches

Année	Oxygène	Nutriments	PSPE	IBGN	IBD
2014	TBE	BE	BE	MOY	BE
2013	TBE	BE	BE	MOY	TBE
2012	TBE	BE	BE	MOY	BE

Figure 5 : Tableau récapitulatif de la qualité physico-chimique (Source : Agence de l'eau)

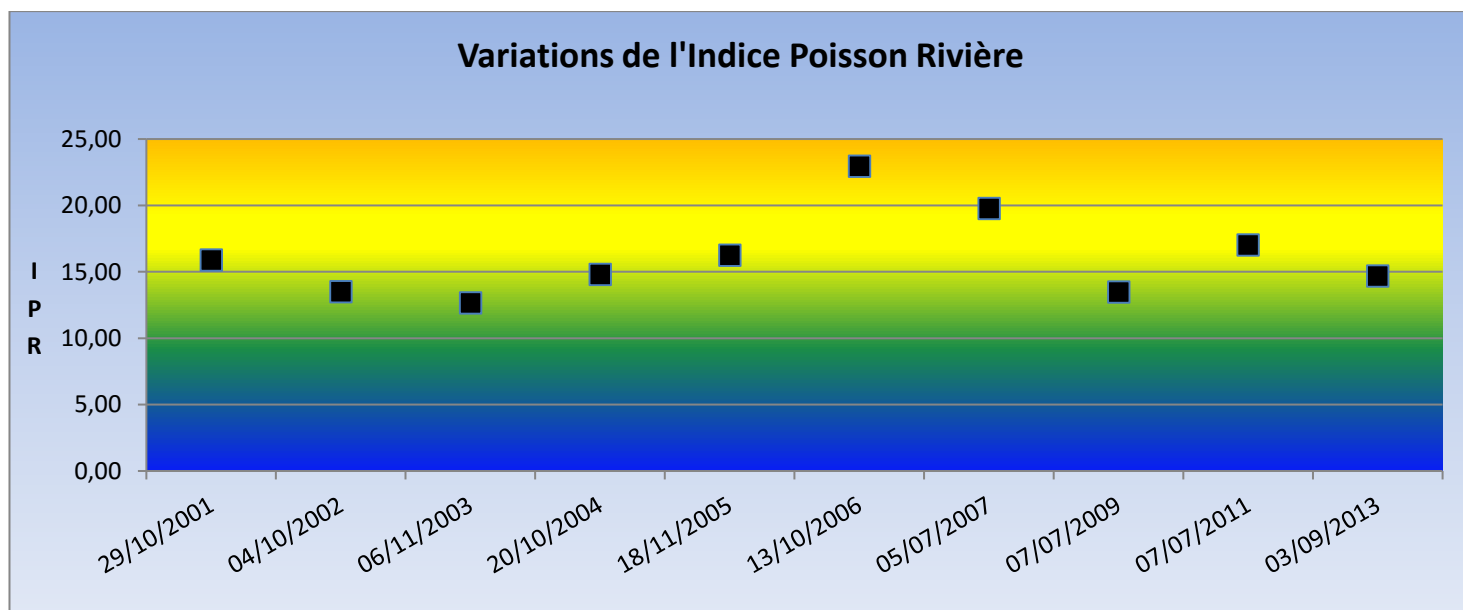


Figure 6 : Variations de l'indice poisson rivière. (Source personnelle)

Avec des valeurs IPR variant entre 13 et 16, cette station est classée en Bon état écologique depuis 2001, état exigé par la DCE (le bon état étant atteint pour des valeurs IPR variant entre 7 et 16). On note les exceptions de 2006 et 2007 où l'état de la station est déclassé en état médiocre avec des valeurs supérieures à 16 et inférieure à 26, celles-ci s'expliquent par des effectifs de truites plus faibles que sur les autres années. Cette rétrogradation est donc justifiée.

Débit Mensuel Moyen Interannuel

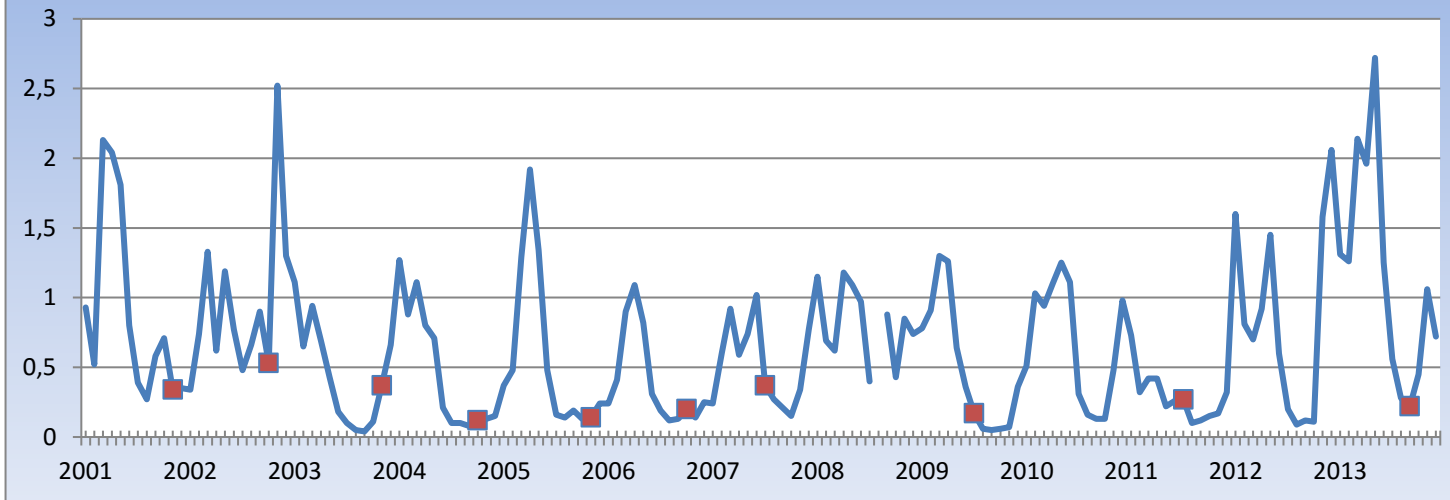


Figure 7 : Débit Mensuel moyen interannuel (Source personnelle, données de la banque Hydro)

Les débits mensuels interannuels de cette station sont plutôt faibles avec au maximum 2.7m³/s. On constate que les pêches électriques ont été réalisées essentiellement en période d'étiage (généralement <0.5 m³/s). On remarque que l'année 2013 a été particulière puisqu'elle a connu une période de crue plus intense et surtout plus longue que les autres années commençant en décembre 2012 et se terminant juste un mois avant la pêche (les jours de pêche sont représentés par un carré rouge sur le graphique).

Débit observé les jours de pêche

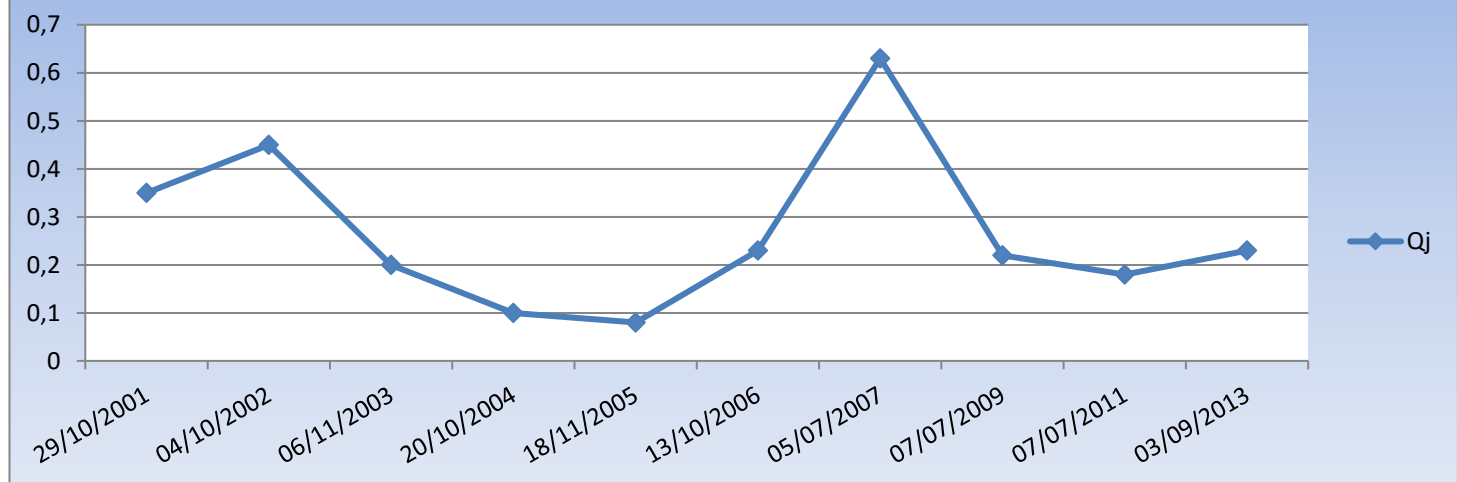


Figure 8 : Débit observé les jours de pêche (Source personnelle, données de la banque Hydro)

Les débits observés durant les jours de pêche sont compris entre 0.1 et 0.6 m³/s avec le débit le plus important en 2007 pouvant éventuellement expliquer une part des variations interannuelles des

peuplements de poissons, en modifiant potentiellement le comportement des poissons et/ou l'efficacité de la pêche.

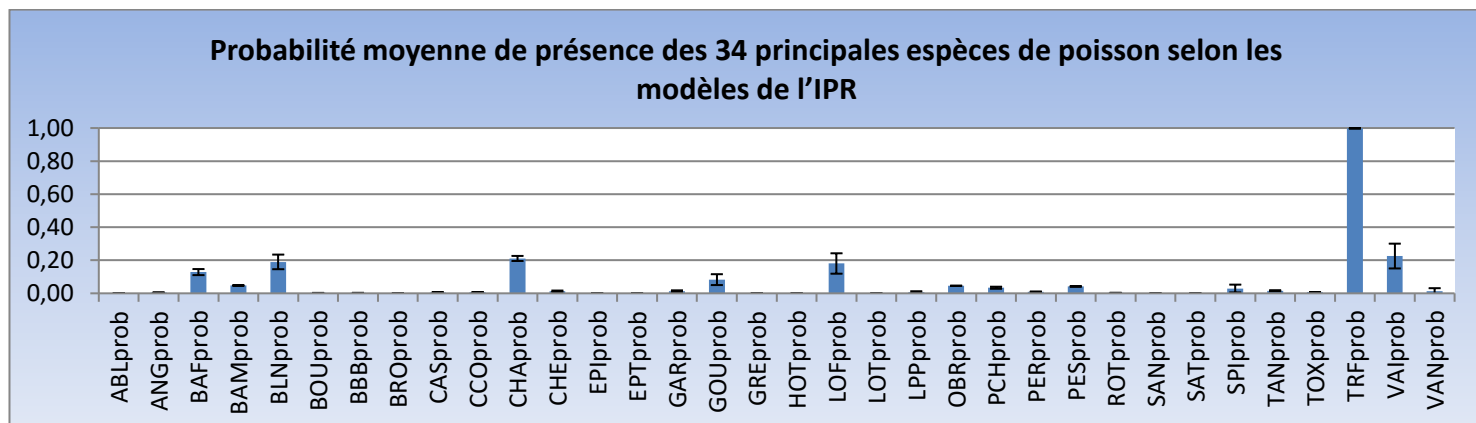


Figure 9 : Probabilité moyenne de présence des 34 principales espèces de poisson selon les modèles de l'IPR (Source personnelle)

Une espèce, la truite fario (TRF) présente une forte probabilité (même maximale), les autres étant très légèrement supérieure (pour le vairon, VAI) ou inférieure à 0.2. Le peuplement attendu le plus probable est donc monospécifique à truite fario. Le peuplement observée est complètement cohérent puisqu'une seule espèce est observée sur toutes les pêches, à l'exception de 2002 où deux espèces ont été capturées avec l'apparition anormale de la perche (PER). Une aussi faible richesse étant tout à fait logique avec un cours d'eau à forte pente comme celui-ci.

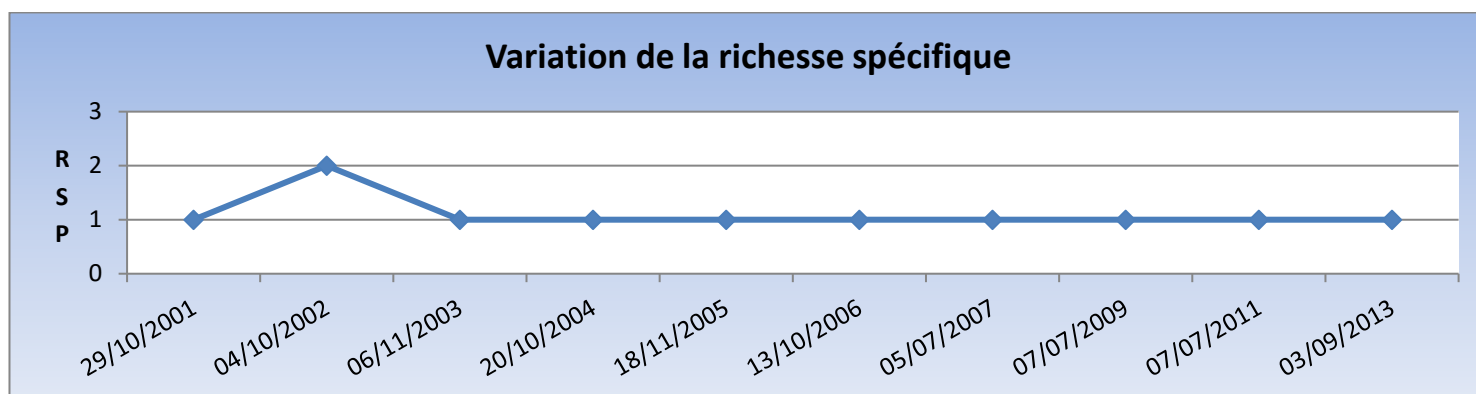


Figure 10 : Variation de la richesse spécifique (Source personnelle, données de l'Onema)

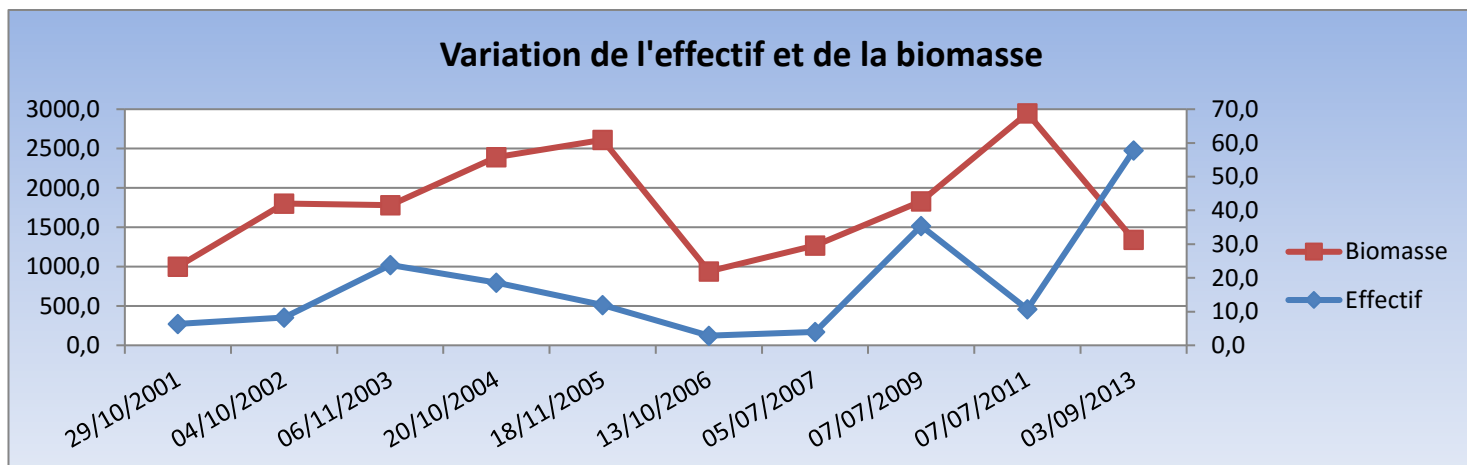


Figure 11 : Variation de l'effectif et de la biomasse (Source personnelle, données de l'Onema)

L'effectif et la biomasse sont variables selon les années avec des valeurs d'effectif inférieures à 5 individus pour 100 m² en 2006 et 2007, qui expliquent le déclassement en état médiocre des valeurs IPR, et des valeurs supérieures à 55 individus pour 100m² en 2013. Le croisement des courbes d'effectif et de biomasse en 2013 indique une nette dominance des plus petits individus, ce qui correspondrait à une année particulièrement favorable à la reproduction (dominance des 0+). Lorsque l'on observe l'hydrologie sur cette année, on remarque que le débit en période de crue était plus grand, ce qui tendrait à indiquer donc qu'un niveau d'eau plus conséquent à certaines périodes favoriserait la reproduction sur cette station mais aussi peut être rendrait la migration plus accessible. Une telle hypothèse serait à confirmer par une analyse plus fine du lien entre débit et stades de vie de la truite.

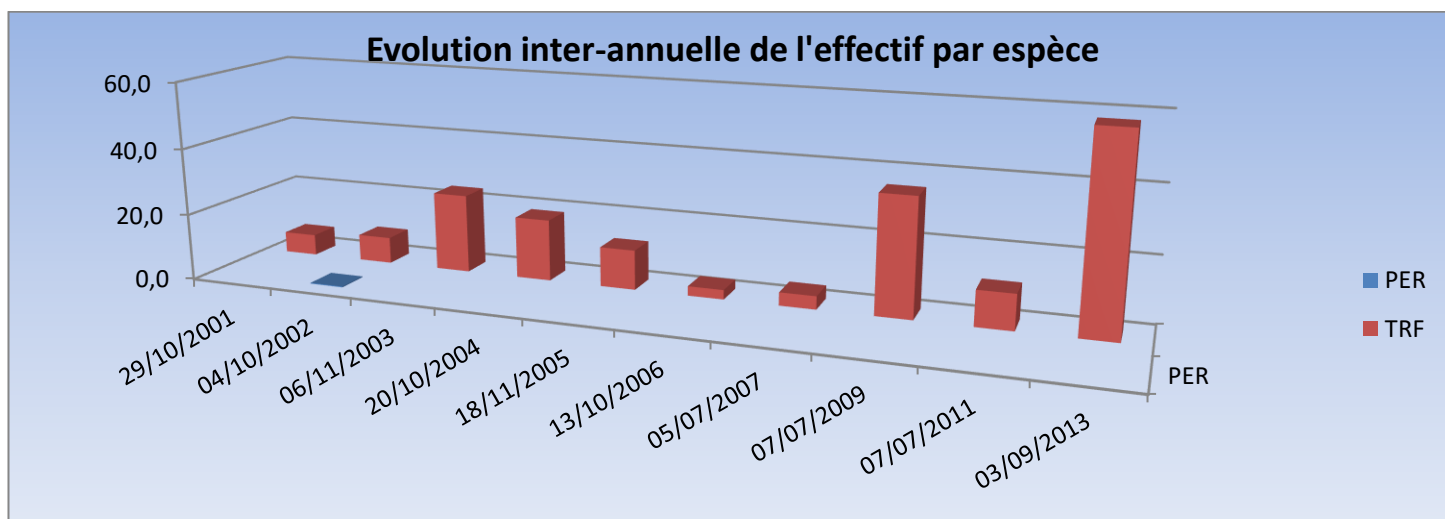


Figure 12 : Evolution inter-annuelle de l'abondance par espèce (Source personnelle, données de l'Onema)

La population de cette station est constituée uniquement de truite, hormis la capture accidentelle et inattendue d'une perche en 2002 qui peut provenir d'un plan d'eau en amont. Lorsque l'on compare l'abondance à la biomasse, le phénomène de reproduction est confirmé en 2013 où l'abondance est 6 fois supérieure à celle de 2011, alors que la biomasse est 2 fois moins importante.

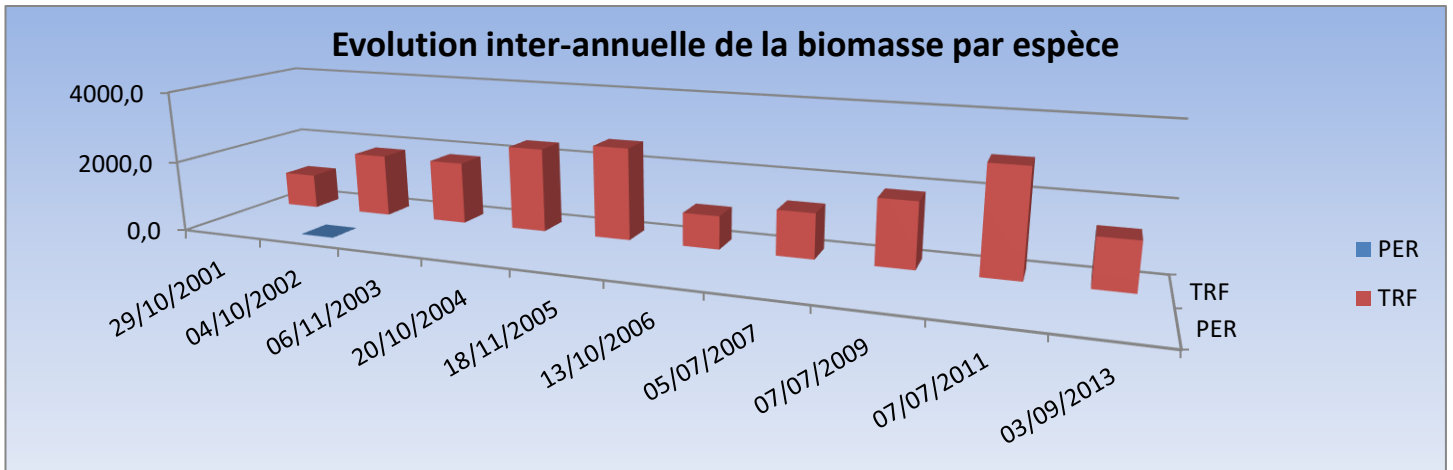


Figure 13 : Evolution inter-annuelle de la biomasse par espèce (Source personnelle, données de l'Onema)

2. Variabilité des peuplements de poissons et facteurs déterminants

2.1. Variabilité du peuplement – coefficient de variation

2.1.1. CV global de chaque variable : Rsp, Eff, Biom et IPR

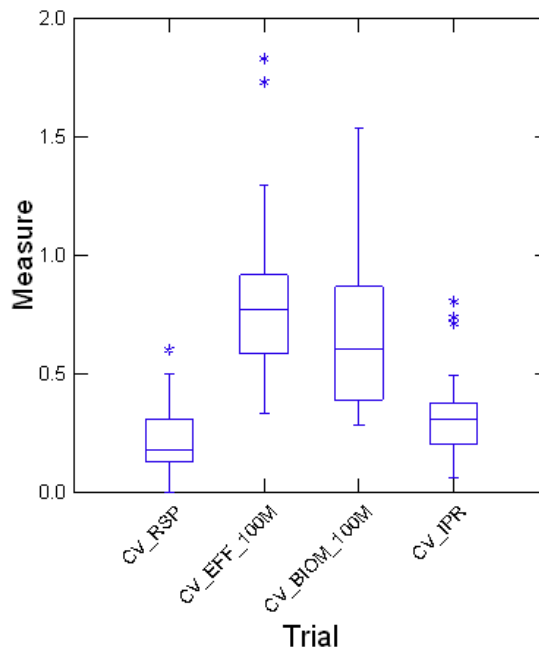


Figure 14 :Boxplot des CV globaux de chaque variable (Rsp, Eff, Biom et IPR) (Source personnelle)

Le graphique ci-dessus (figure 14) permet de visualiser les CV globaux de chaque paramètre, descripteur de peuplement. On note des CV similaires entre la richesse spécifique (Rsp) et l'Ipr avec des valeurs variant respectivement de 0 à 0.5 et de 0.05 à 0.5 environ. Ce phénomène se retrouve aussi entre l'effectif et la biomasse (variant de 0.3 à 1.3 et de 0.3 à 1.5 environ). On remarque des

variabilités très fortes pour la biomasse et l'effectif avec des CV supérieur à 1 qui signifie que les valeurs ont plus que doublées entre certaines années.

2.1.2. Etude des facteurs Huet et HER

A) Le facteur HER

La réalisation des boxplots en fonction du facteur HER, a été peu concluante. En effet aucun des quatre paramètres (Eff, Biom, Rsp et Ipr) ne semble connaître de différence entre les zones HER. La p-value des quatre boxplots varie entre 0.347 et 0.726, les résultats ne sont pas significatifs et confirme le fait qu'aucune différence n'intervient entre les zones, valide l'hypothèse H1. N'ayant aucun résultat significatif pour ce facteur, ces graphiques tous présentés en annexe. (Annexe 6,7,8 et 9) mais il est intéressant de savoir que la zone HER n'a aucun impact sur la variabilité des paramètres de peuplements.

B) Le facteur Huet

- Pour l'Effectif :

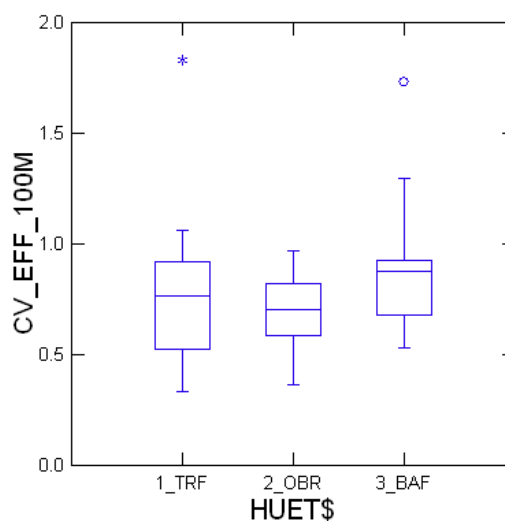


Figure 15 : Boxplot des CV de l'Effectif en fonction des zones Huet.(Source personnelle)

On note sur ce graphique (figure 15) que pour les trois types HUET, les résultats, en termes de variabilité sont très similaires. Notamment pour les zones à truites et à ombres qui varie toutes deux avec des coefficients de variations entre 0.4 et 1.1. Seules les zones à barbeaux connaissent des variabilités légèrement supérieures comprises entre 0.5 et 1.3, ceci reste donc tout de même très proche.

Après avoir étudié l'analyse de la variance non paramétrique du test de Kruskal et Wallis (KW), on obtient une p-value de 0.322, bien supérieure au seuil de 0.05, ce qui confirme le fait que le test n'est pas significatif et valide donc l'hypothèse nul H0 pour laquelle, aucune différence de variabilité de

l'effectif n'intervient entre les types de cours d'eau. Ainsi il n'y a pas de relation entre ces deux paramètres.

- Pour la Biomasse :

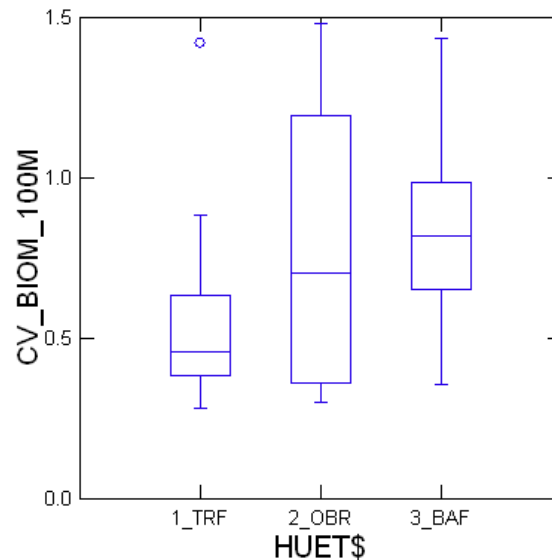


Figure 16 : Boxplot des CV de la Biomasse en fonction des zones Huet.(Source personnelle)

Contrairement à l'effectif, le coefficient de variation de la biomasse (figure 16) paraît très différent d'un type HUET à un autre. On obtient une variabilité plutôt minimale sur les zones à truites par rapport au CV global de la biomasse avec des valeurs allant de 0.3 à 0.8 et une médiane aux alentours de 0.5. A l'inverse, les zones à ombre connaissent des variabilités bien plus conséquentes entre 0.3 et 1.5 avec une médiane à 0.7. On note une plage de données très étendue mais dont les valeurs les plus faibles sont très proches des valeurs moyennes. Pour les zones à barbeaux, l'étendue est presque identique à celle des zones à ombres (0.4 à 1.45), cependant la boîte est plus courte et avec une médiane qui atteint une valeur plus importante, environ 0.85. Sur les trois zones il semble y avoir une continuité dans la hausse de la valeur médiane.

Avec une valeur de p-value égale à 0.025, le seuil de 0.05 n'est pas dépassé, ce confirme que le résultat est significatif et qu'il y a une différence entre les zones HUET, ce qui valide l'hypothèse alternative H1. On peut affirmer que la variabilité de la biomasse dépend de la zone HUET de chaque station.

- Pour la Richesse spécifique :

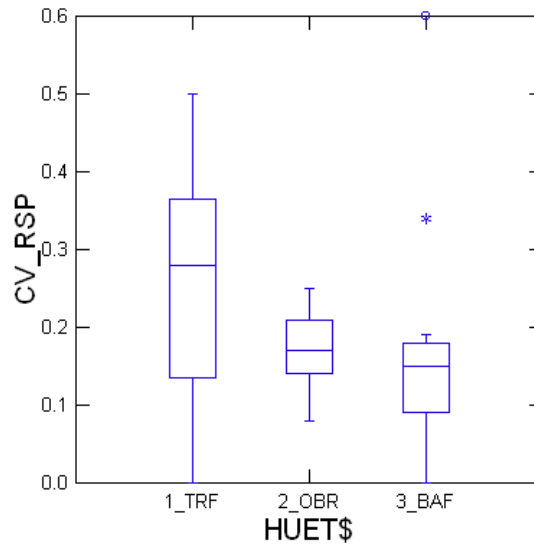


Figure 17 : Boxplot des CV de la richesse spécifique en fonction des zones Huet.(Source personnelle)

Contrairement aux autres paramètres, celui de la richesse spécifique (figure 17) connaît sa variabilité la plus importante pour les zones à truites avec une dispersion de données qui s'étend de 0 à 0,5. La boîte et les flèches de la boxplot montrent des valeurs très étendues, avec une médiane d'environ 0,3. Les deux autres zones HUET atteignent des coefficients de variations maximaux nettement plus faibles, d'environ 0,27 pour les zones à ombres et 0,2 pour celles à barbeaux.

Malgré la visible différence de variabilité entre les trois zones, l'analyse de la variance indique une p-value nettement supérieure au seuil de 0,05 avec une valeur de 0,173, ce qui valide que le test est significatif, ce qui confirme l'hypothèse nulle H0. Ceci indique qu'il n'y a pas de différence de variabilité de la richesse spécifique entre les zones Huet.

- Pour l'IPR :

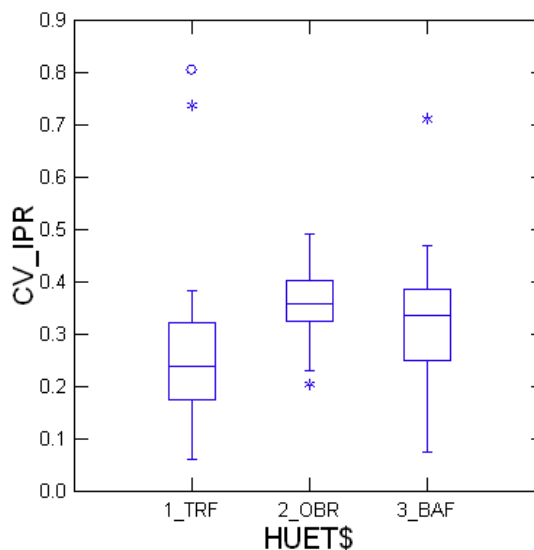


Figure 18 : Boxplot des CV de l'IPR en fonction des zones Huet.(Source personnelle)

Les coefficients de variations de l'indice poisson rivière (figure 18) est assez similaire pour les trois zones HUET, principalement pour les zones à truites et à barbeaux qui varie respectivement de 0,05 à 0,4 et de 0,08 à 0,48. Les variabilités des zones à ombres ont une dispersion moins importante entre 0,25 et 0,5.

La valeur de p-value, étant de 0,052, est quasiment égale au seuil de 0,05. Etant très légèrement supérieure le test n'est pas considéré comme significatif, et valide tout de même l'hypothèse nulle. Il n'y a donc pas de relation entre le type de cours d'eau et l'indice poisson rivière mais cette conclusion reste mitigée et à prendre avec une certaine mesure.

2.2. Influence du débit le jour de la pêche

• Étude de l'effectif par rapport aux débits journaliers

- Pour l'effectif global :

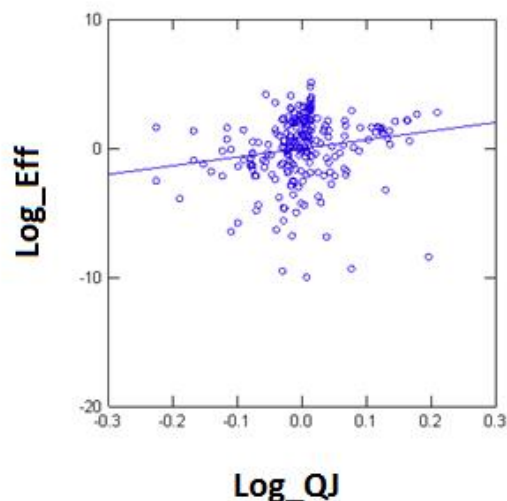


Figure 19 : Droite de régression de l'effectif global en fonction du débit les jours de pêche (Source personnelle)

La courbe de régression linéaire de l'effectif, en fonction du débit (figure 19), indique une légère augmentation de l'effectif lorsque que le débit est plus intense. Ses valeurs varient d'environ -2 pour un débit de -0.3, à 2 pour un débit de 0.3.

La p-value est égale à 0.009, elle est donc bien inférieure au seuil de 0.05. Ceci confirme bien que le test est statistiquement significatif et que les valeurs d'effectifs diffèrent selon le débit journalier.

Cependant la valeur de variance expliquée R^2 est de 0.029 et donc très proche de zéro. Ceci signifie que cette différence est très peu explicable et donc que la corrélation entre les deux paramètres est très faible.

- Pour les zones à Truites :

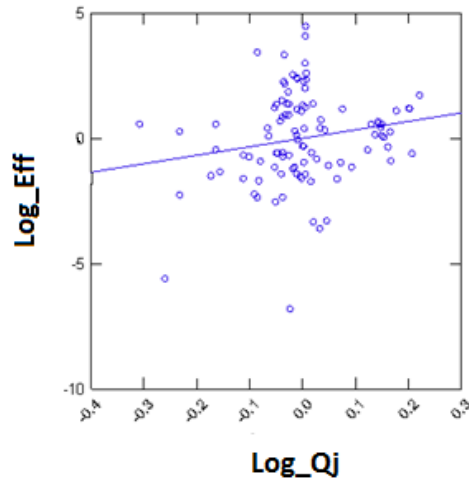


Figure 20 : Droite de régression de l'effectif en fonction du débit les jours de pêche sur les zones à truites (Source personnelle)

Pour les stations classées en zone à truites (figure 20), on remarque que pour un même débit observé durant les jours de pêche, on obtient des effectifs très différents. Ainsi pour un “Log_Qj” de 0 on trouve le logarithme d'effectif minimum et maximum (-1.5 et 1 environ). Pour une même valeur de débit, on a donc la plus large dispersion de valeurs d'abondances.

Le résultat de p-value étant de 0,601 indique que le test n'est pas statistiquement significatif validant dans l'hypothèse nulle H_0 et le fait qu'il n'y a pas de différence d'effectif en fonction du débit journalier. Avec une variance expliquée R^2 de 0,003 on obtient un modèle très peu prédictif et confirme une corrélation très faible entre ces deux facteurs sur cette zone Huet.

– **Pour les zones à Ombres :**

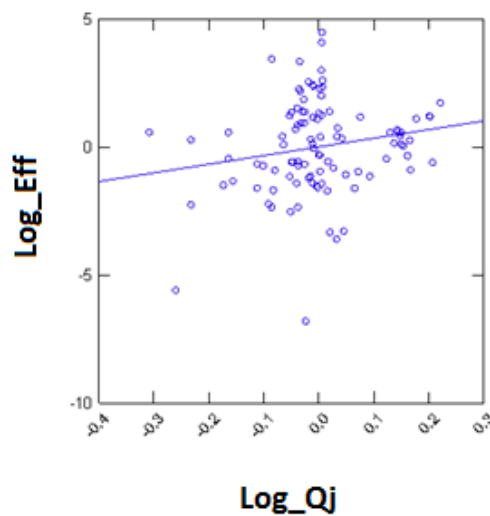


Figure 21 : Droite de régression de l'effectif en fonction du débit les jours de pêche sur les zones à ombres (Source personnelle)

Les variabilités d'effectifs sur les zones à ombres (figure 21) sont similaires à celles observées pour les zones à truites. Cependant on observe des abondances plus importantes avec des valeurs variant, hormis exception, entre -2, 5 et 5, environ. De plus lorsque les débits sont plus conséquents, les abondances minimums sont elles aussi légèrement plus grandes.

La p-value est égale à 0,066, elle dépasse encore le seuil de 0,05, ce qui indique que le test n'est pas statistiquement significatif. Cette valeur valide l'hypothèse nulle H_0 et le fait qu'il n'y a pas de différence d'effectif avec le débit journalier sur la zone à ombres.

La valeur de variance expliquée R^2 étant de 0,034, est encore très proche de 0. La variance est très peu explicable et confirme le fait que la corrélation entre les deux paramètres est très faible.

- **Pour les zones à Barbeaux :**

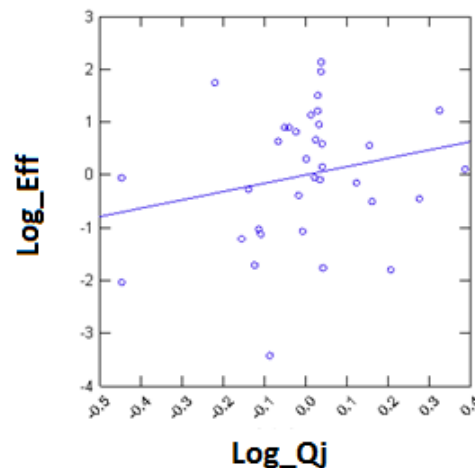


Figure 22 : Droite de régression de l'effectif en fonction du débit journalier sur les zones à barbeaux (Source personnelle)

Malgré le fait que la courbe de régression de ce graphique (figure 22) paraît augmenter avec le débit, comme pour les autres zones Huet, les zones à barbeaux ont des abondances très différentes pour des débits similaires et aucune relation entre l'augmentation du débit journalier et les effectifs ne semble intervenir.

Le résultat de p-value, étant de 0.214, est nettement supérieur au seuil de 0.05. Ceci indique que le test n'est pas statistiquement significatif et valide l'hypothèse nulle H_0 en montrant aucune différence d'effectif en fonction du débit sur cette zone Huet.

La variance expliquée R^2 de 0.046 est là encore très faible indiquant un résultat peu explicable et une corrélation très faible entre les deux paramètres sur cette zone.

• **Étude de la biomasse par rapport aux débits journaliers**

- **Pour la biomasse globale**

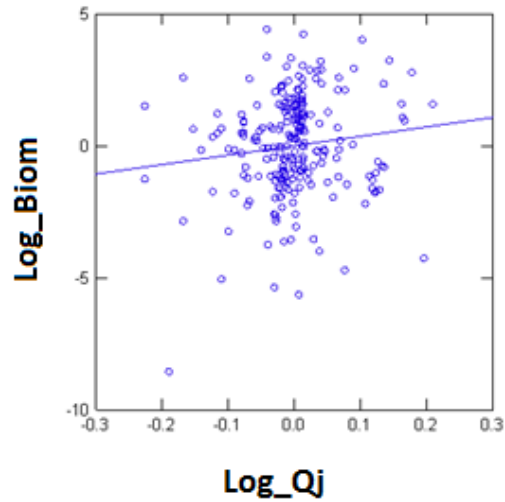


Figure 23 : Droite de régression de la biomasse globale en fonction du débit journalier (Source personnelle)

La courbe de régression linéaire de ce graphique (figure 23) indique, comme pour l'effectif, une légère augmentation de la biomasse lorsque que le débit est plus intense. Ses valeurs varient d'environ -1.5 pour un débit de -0.3, à 1.5 pour un débit de 0.3.

Avec une valeur de 0.058 en p-value, donc très légèrement supérieure au seuil de 0.05, le test n'est pas statistiquement significatif. Ceci indique qu'il n'y a pas de différence de biomasse avec le débit journalier et valide l'hypothèse nulle H_0 .

Avec une valeur de variance expliquée de 0.015 et donc toujours proche de zéro. On peut en déduire que le modèle est peu explicable confirmant le manque de corrélation entre ces paramètres.

– **Pour les zones à Truites :**

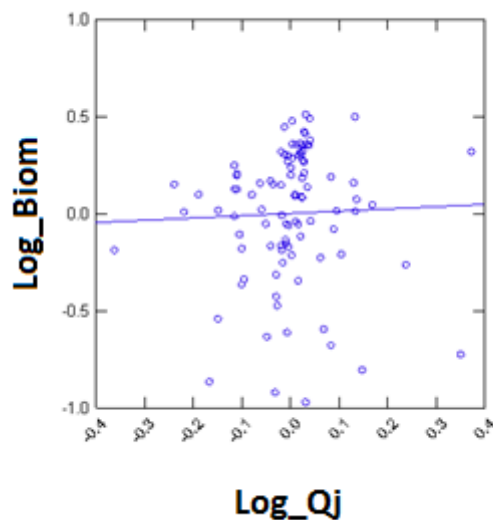


Figure 24 : Droite de régression de la biomasse en fonction du débit journalier sur les zones à truites (Source personnelle)

Les variabilités de la biomasse (figure 24) sur les zones à truites sont très similaires à celles de l'abondance sur cette même zone. On obtient donc des valeurs très différentes variant de -1 à 0.5 sans relation avec les valeurs de débits. Ainsi pour un même débit on note des biomasses très différentes, pour exemple, avec un « log_Qj » d'environ 0.5 on retrouve la valeur maximale et minimale de biomasse.

La p-value étant largement supérieure à 0.05 avec une valeur de 0.734, le test n'est statistiquement pas significatif. L'analyse de la variance indique qu'il n'y a pas de différence de biomasse par rapport au débit journalier sur les zones à truites et valide l'hypothèse nulle H0.

La variance expliquée R^2 étant de 0.001, donc très proche de 0 montre que le résultat est très peu prédictif et confirme le fait qu'il y a aucune corrélation entre ces deux paramètres sur cette zone Huet.

– **Pour les zones à Ombres :**

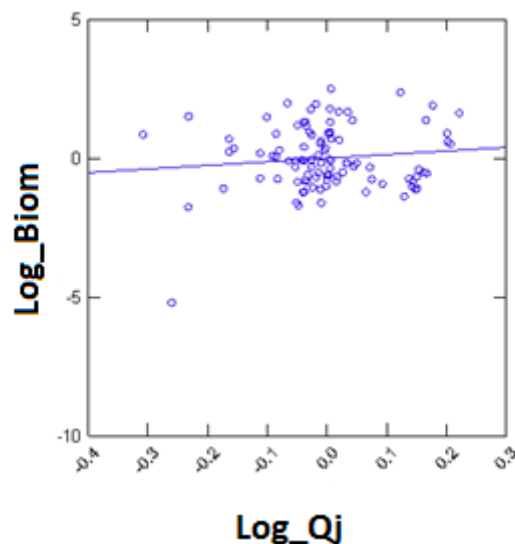


Figure 25 : Droite de régression de la biomasse en fonction du débit journalier sur les zones à ombres (Source personnelle)

Les valeurs de biomasse (figure 25) sur les zones à ombres varient de -2 à 2 (sauf exception) et suivent exactement les mêmes tendances que celles de l'abondance avec des valeurs qui semblent augmenter très légèrement lorsque le débit est plus important.

Cette tendance observée est minimale et l'analyse de la variance montre une valeur de p-value de 0.257, nettement supérieure à la valeur seuil de 0.05. Ceci indique que le test n'est toujours pas significatif validant l'hypothèse nulle H0 et le fait qu'il n'y a aucune différence de biomasse en fonction du débit sur les zones à ombres.

La variance expliquée R^2 étant seulement de 0.013 indique une corrélation extrêmement faible entre les deux paramètres sur ce type Huet.

– **Pour les zones à Barbeaux :**

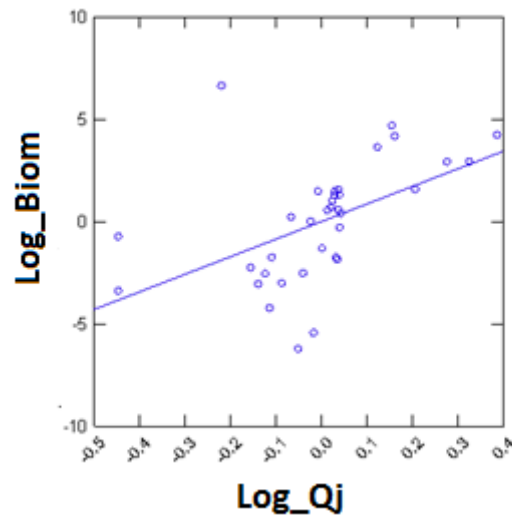


Figure 26 : Droite de régression de la biomasse en fonction du débit journalier sur les zones à barbeaux (Source personnelle)

Contrairement à l'abondance et aux autres zones HUET, l'évolution de la biomasse, sur les zone à barbeaux (figure 26), semble être proportionnelle à celle du débit journalier observé durant les jours de pêche. La courbe de régression obtenue est très représentative avec des valeurs variant entre -4.5 et 4. Les valeurs de biomasse varient de -6 à 7 et augmentent continuellement lorsque le débit est plus important.

Pour la première fois la valeur de p-value est inférieure au seuil de 0.05, avec une valeur de 0.002. Elle signale que le test est significatif, ce qui valide la présence d'une différence de biomasse lorsque le débit augmente sur les zone à barbeaux et donc l'hypothèse alternative H1.

Le coefficient de détermination étant de 0.253, est plus important que sur les autres analyses. Cependant celui-ci reste encore assez faible, ce qui indique que la variance observée est plus explicable et que la corrélation entre les deux paramètres est présente mais pas très importante tout de même.

Le nombre conséquent de données peut expliquer cette faible valeur de variance expliquée et il est possible de se contenter de cette valeur pour valider la corrélation.

• **Étude de la richesse spécifique par rapport aux débits journaliers**

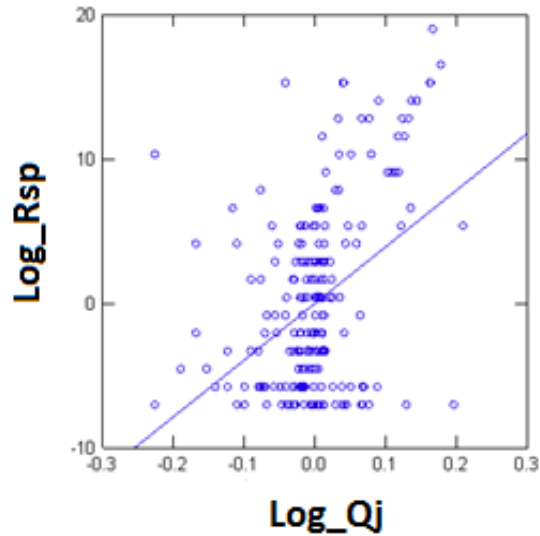


Figure 27 : Droite de régression de la richesse spécifique globale en fonction du débit journalier (Source personnelle)

La courbe de régression linéaire de la richesse spécifique en fonction du débit journalier (figure 27) indique une augmentation nette de ce facteur lorsque que le débit s'intensifie. Ses valeurs varient d'environ -12 pour un débit de -0.3, à 12 pour un débit de 0.3.

Avec une valeur de p-value qui est égale à 0, ce test est statistiquement significatif et confirme l'hypothèse alternative H1 et la nette différence observée de richesse spécifique lorsque le débit journalier augmente.

Avec une valeur de variance expliquée R^2 de 0.17, on peut en déduire que ce modèle est plus prédictif que pour les autres descripteurs de peuplement. La corrélation est confirmée mais reste là encore assez faible puisque la valeur est nettement plus proche de 0 que de 1.

– **Pour les zones à Truites :**

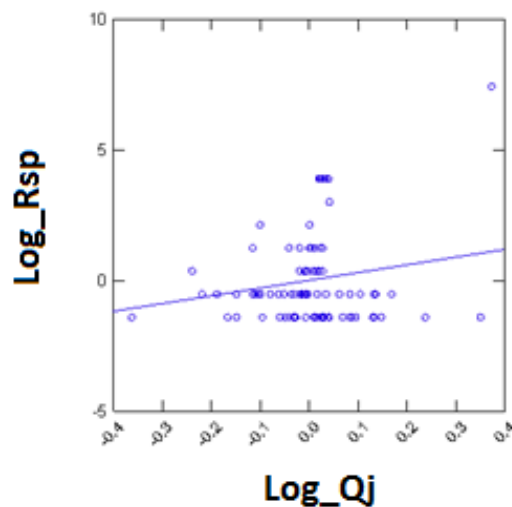


Figure 28 : Droite de régression de la richesse spécifique en fonction du débit journalier sur les zones à truites (Source personnelle)

La courbe de régression de la richesse spécifique sur la zone à truite (figure 28) augmente avec l'augmentation du débit. Cependant on note la présence de valeur variant entre -1 et 4 dont certaines apparaissent très souvent quel que soit le débit. Le débit ne semble donc avoir aucune conséquence sur la richesse spécifique sur les zones à truites.

De plus la valeur de p-value est égale à 0.086, ce qui signifie que le résultat n'est pas significatif, validant l'hypothèse nulle H_0 et le fait qu'il n'y a pas de différence de richesse spécifique selon le débit journalier sur cette zone Huet.

Le coefficient de détermination étant égal à 0.031, confirme cette absence de corrélation avec un résultat dont la partie explicable est presque nulle.

– **Pour les zones à Ombres :**

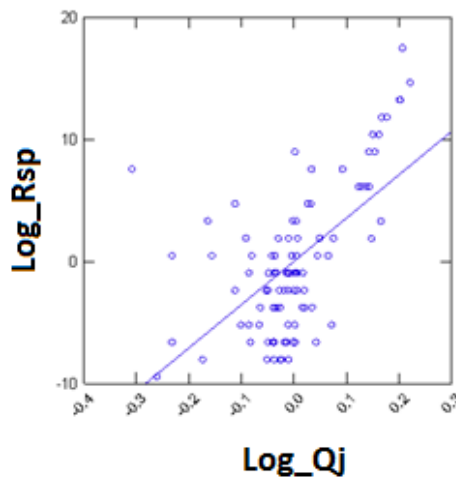


Figure 29 : Droite de régression de la richesse spécifique en fonction du débit journalier sur les zones à ombres (Source personnelle)

Contrairement aux autres paramètres étudiés sur les zones à ombres, la richesse spécifique de celles-ci (figure 29) semble totalement proportionnelle aux débits observés durant les jours de pêche. C'est ainsi qu'on retrouve la valeur minimale d'environ -10 pour le débit le plus faible, de -0.3 et inversement pour la richesse spécifique maximale d'environ 18 pour le débit le plus important.

L'analyse de la variance montre un résultat de p-value égal à 0 et confirme que le test est totalement significatif. Ceci confirme l'hypothèse alternative H_1 et cette différence de richesse spécifique lorsque le débit augmente sur ces zones à ombres.

Avec une variance expliquée de 0.358, celle-ci représente le résultat le plus explicable et donc la corrélation la plus importante observée sur les différentes analyses statistiques. On peut noter que cette valeur est tout de même nettement inférieure à 1, cependant pour un tel nombre de données, il est possible de se contenter d'un tel résultat pour dire que la corrélation est significative.

– **Pour les zones à Barbeaux :**

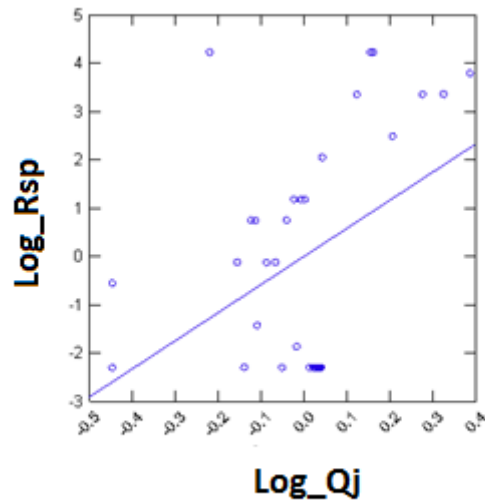


Figure 30 : Droite de régression de la richesse spécifique en fonction du débit journalier sur les zones à barbeaux (Source personnelle)

Pour les zones à barbeaux, la courbe de régression de la richesse spécifique en fonction du débit (figure 30) suit exactement la même tendance que celle observée pour la biomasse. Ainsi plus le débit est fort et plus le nombre d'espèces observées est grand, variant d'environ -2.5 à 4.

Le résultat de p-value est une fois encore inférieur au seuil de 0.05 puisqu'elle est égale à 0.014. Cette valeur indique que le test est significatif et valide l'hypothèse alternative H1 et le fait qu'il y a une différence de richesse spécifique selon le débit journalier.

Le coefficient de détermination est de 0.171 et donc une fois encore pas très élevé, ce qui confirme une corrélation mais avec une certaine limite en termes d'importance.

IV. Interprétations

1. Interprétation des fiches réalisées par station

Les fiches réalisées pour chaque station permettent d'établir de nombreuses conclusions sur l'état général des stations en termes de qualité du milieu, de peuplement et d'hydrologie. De plus, Les valeurs IPR retrouvées peuvent montrer les différences de résultats entre chaque type de pêche, partielle ou complète.

C'est ainsi que l'on constate que les pêches partielles obtiennent des valeurs IPR logiquement plus variables et donc peut-être moins représentatives, que les pêches complètes. Ces variabilités sont encore plus visibles entre les pêches partielles, puisque celles stratifiées par points semblent obtenir des valeurs plus stables que les pêches stratifiées par ambiances (voir annexe 1, 2, 3, 4 et 5).

Cependant dans tous les cas on obtient la véritable classe d'état écologique des cours d'eau au niveau des stations.

Les résultats obtenus diffèrent complètement selon les stations. Certaines stations voient leur classe IPR s'améliorer au cours des années pour tendre vers le bon état écologique, exigé par la DCE, et certaines se voit être déclassées avec un état se dégradant.

Malgré le nombre d'informations et d'analyses apporté par ces fiches, celles-ci ont tout de même une certaine limite en termes de précisions, de nombreuses stations connaissant des manques de données sur certains paramètres, le plus souvent sur les données hydrologiques et/ou de qualité physico-chimique. En effet une partie seulement des stations du RHP font l'objet de suivis hydrologiques et physico-chimiques à long terme.

2. Variabilité des peuplements de poissons en fonction du type Huet

• Effectif

Les résultats concernant la variabilité des effectifs ne montrent aucune relation entre ce paramètre et le type HUET de la station. Les différences de débits, de pente et même de type de pêche entre les milieux semblent n'avoir aucun impact sur les variations du nombre d'individus. Ces variations dépendent donc d'autres facteurs qu'il conviendrait de rechercher.

Ceci s'explique par le fait que seul le coefficient de variation a été étudié et non pas l'abondance simple où on aurait pu constater des populations bien plus importantes pour les zones à ombres et encore plus sur les zones à barbeaux. L'influence du niveau de pression anthropique (par le biais de l'occupation des sols par exemple) mériterait d'être examiné.

• Biomasse

Pour la biomasse, la valeur de p-value étant inférieure au seuil de 0,05 confirme l'hypothèse indiquant une relation entre les zones Huet et les variations de biomasses. Ce résultat était prévisible puisque plus le type Huet tend vers des cours d'eau de gabarit plus important, et plus la probabilité de trouver des gros spécimens de poissons est grande. Ainsi pour des effectifs similaires, la présence de quelques très gros individus peu modifier grandement la biomasse entre deux années. Au contraire, sur des zones à truites, la différence de biomasse entre les gros individus et les plus petits est moins importante ce qui explique les variations moins grandes. Sur ces plus petits cours d'eau, c'est davantage la densité d'alevins/juvénile qui varie d'une année à l'autre.

• Richesse spécifique

Malgré une certaine tendance observable du le graphique montrant l'évolution de la richesse spécifique, la p-value indique un résultat qui n'est pas statistiquement significatif et réfute l'hypothèse d'une influence de la zone Huet sur la variabilité de la richesse spécifique. Cet aspect est dû aux coefficients de variations surprenants des zones à truites qui semblent très important mais qui peuvent s'expliquer par le faible nombre d'espèces présentes sur ces zones. Ainsi l'apparition d'une ou deux espèces peut doubler la richesse spécifique en une année et établir une variation de 100%.

• **Indice Poisson Rivière**

Les résultats obtenus pour les coefficients de variations de l'IPR sont les plus difficiles à interpréter. En effet le test n'est statistiquement pas significatif, cependant la p-value est extrêmement proche du seuil de 0,05. Ceci peut nous faire penser que l'hypothèse n'est pas d'une grande pertinence et qu'il faut donc prendre ce résultat avec une certaine mesure. Ce résultat mitigé est sans doute lié au fait que l'IPR combine à la fois des descripteurs de la richesse spécifique et de densités, qui ne présentent pas les mêmes influences.

3. Impact de l'hydrologie sur les peuplements de poissons

Les trois graphiques des descripteurs globaux de peuplements (effectif, biomasse et richesse spécifique) en fonction du débit journalier montrent presque tous une certaine relation avec ce dernier, exceptée la biomasse qui n'obtient pas un test statistiquement significatif mais très proche cependant. Ces différences vérifiées paraissent évidentes en connaissant l'importance des écarts de débit qui peut y avoir entre les différents types de cours d'eau. C'est pourquoi l'étude par type Huet a été impérative.

• **Les zones à Truites**

Les zones à truites ont la particularité d'avoir des débits relativement faibles toute l'année, avec des différences minimales entre les crues et les étiages. Les écarts entre les débits journaliers étant encore plus faibles, expliquent l'absence de relation entre ce paramètre hydrologique et les facteurs de peuplements. La plus forte différence observée a été pour la richesse spécifique, on peut penser que des débits, même très légèrement plus importants, peuvent être plus propices à l'apparition de nouvelles espèces, favorisant de nouveaux habitats. Cependant une p-value proche du seuil de 0,05, ce test est lui aussi considéré comme statistiquement pas significatif.

• **Les zones à Ombres**

Tous les facteurs de peuplements semblent augmenter avec le débit journalier lors de la pêche. Cependant cette augmentation est très légère pour l'effectif et la biomasse et ne sont pas statistiquement significatives.

A l'inverse la corrélation entre la richesse spécifique et ce même débit est confirmée. Un débit plus important serait lié à la capture d'un plus grand nombre d'espèces sur cette zone. On peut aussi penser que sur ce type de rivière, les poissons se trouvent plus en bordure lorsque le débit est plus fort et sont donc plus facilement capturés, avec une pêche pratiquée par points dans la majorité des cas.

• **Les zones à Barbeaux**

A l'exception de l'effectif, les paramètres sont en corrélation avec le débit journalier. Ainsi plus le débit est fort et plus le nombre d'espèces de poissons et la biomasse sont importants. Sur ces zones à barbeaux, le phénomène de bordure est bien plus intense avec des poissons qui se déplaceraient en bordure lorsque le débit est plus fort. La pêche stratifiée par points, utilisée pour toutes les stations classées en zone à barbeaux, est donc plus représentative lorsque le débit est plus fort. Ceci est additionné au fait que la probabilité de capturer des gros spécimens est bien plus grande dans cette zone, ce qui change nettement les résultats de biomasse.

Conclusion

Dans un premier temps nous pouvons conclure que, malgré quelques informations manquantes, principalement hydrologiques, sur certaines stations, la réalisation des fiches est très utile. Celles-ci permettent une visualisation de l'évolution interannuelle générale de chaque station, que ce soit en termes de peuplements de poissons, de l'hydrologie ou même de la qualité physico-chimique.

Dans un second temps, pour répondre à la problématique concernant l'hydrologie et les descripteurs du peuplement, on peut en conclure que le débit observé les jours de pêche semble pouvoir influencer certains paramètres du peuplement de poissons. Cependant cette conclusion n'est pas valable pour tous les paramètres ni pour toutes les zones Huet. Effectivement le nombre d'individus ne semble en aucun cas être significativement influencé par ce débit. De plus aucune relation n'est trouvée sur les zones à truites. On peut penser que les trop faibles différences de débits journaliers sur ces zones ne permettent pas une étude pertinente de son impact hydrologique.

On peut donc en conclure que l'hydrologie observée les jours de pêche a un impact sur le peuplement de poisson mais que pour être plus rigoureux il faudrait donner une suite à ce rapport en analysant plus précisément l'impact de l'hydrologie annuelle en analysant chaque crue, leurs périodes, leurs intensités. Cependant un tel travail n'était pas envisageable sur autant de stations. Néanmoins, ce stage constitue la première pierre d'une étude plus approfondie des liens entre débit et structure des peuplements sur ces stations RHP.

Annexe :

Exemple de la station de la rivière de l'Ardèche sur la commune de Saint Just

06070200

Bassin : Rhône

Superficie Bassin : 2375 km²

Type Huet : BAF

HER : 6

Catégorie piscicole : 1ère

Pente moyenne : 1

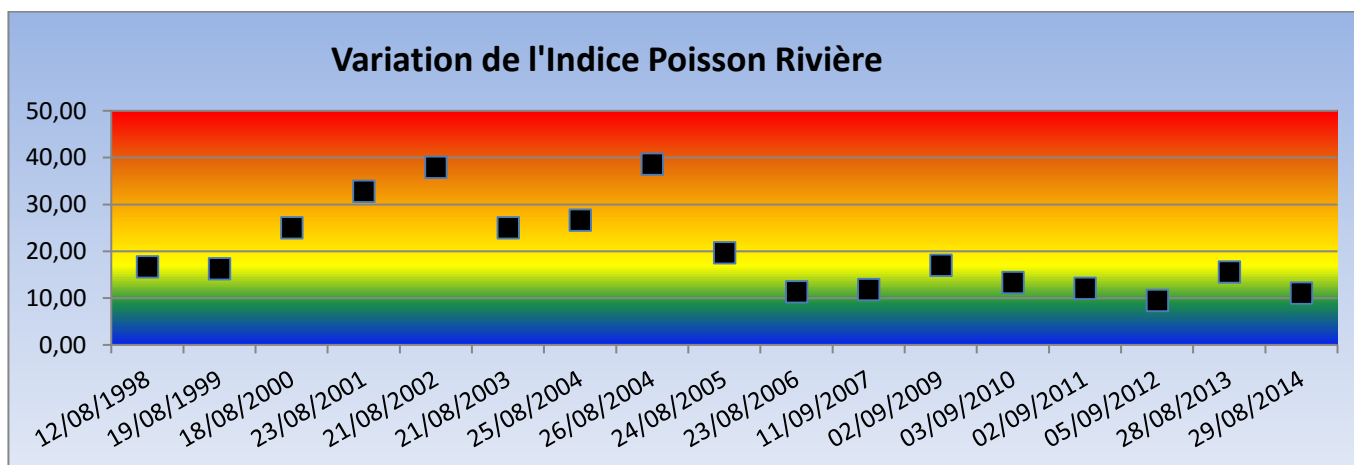
Altitude : 42 m

Aucune donnée hydrologique

Pêche stratifiée par ambiance jusqu'en 2004, avec une pêche par placette à nouveau en 2004, puis par points à partir de 2005

Année	Oxygène	Nutriments	PSPE	IBGN	Diatom
2014	TBE	TBE	BE	TBE	MOY
2013	TBE	TBE	BE	TBE	BE
2012	TBE	TBE	BE	TBE	BE

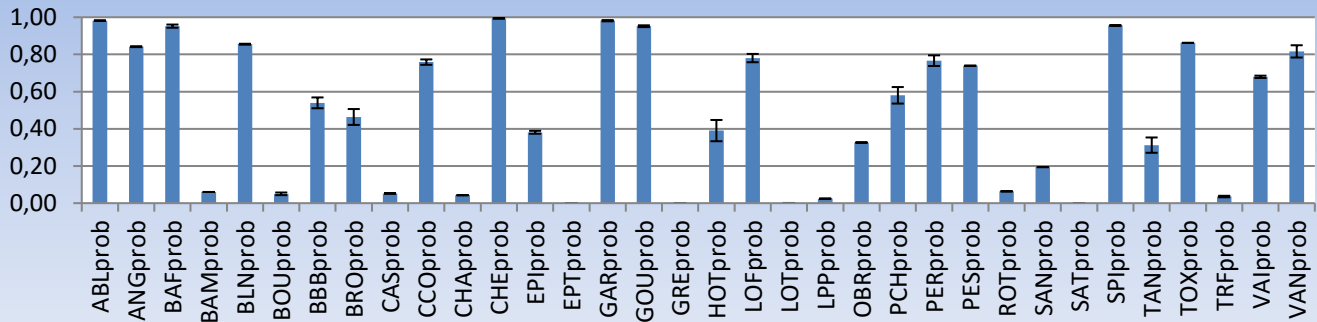
Annexe 1 : Tableau récapitulatif de la qualité physico-chimique (Source : Agence de l'eau)



Annexe 2 : Variation de l'indice poisson rivière (Source personnelle)

Valeurs d'IPR très variable jusqu'en 2005, la pêche par points semble plus cohérente avec une stabilité autour du Bon Etat Ecologique. Pour une même année et seulement un jour d'écart, les résultats d'IPR en 2004 sont très différents entre la pêche par ambiance et celle par points (de 25 à près de 40).

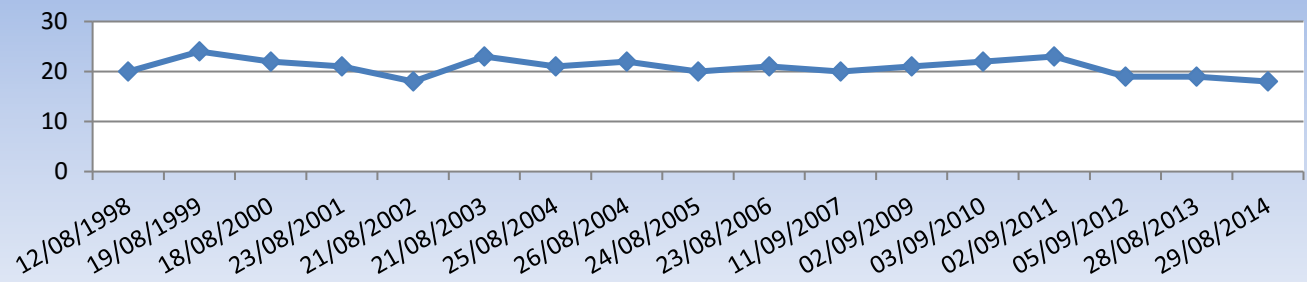
Probabilité moyenne de présence des 34 principales espèces de poisson selon les modèles de l'IPR



Annexe 3 : Probabilité moyenne de présence des 34 principales espèces de poisson selon les modèles de l'IPR (source personnelle)

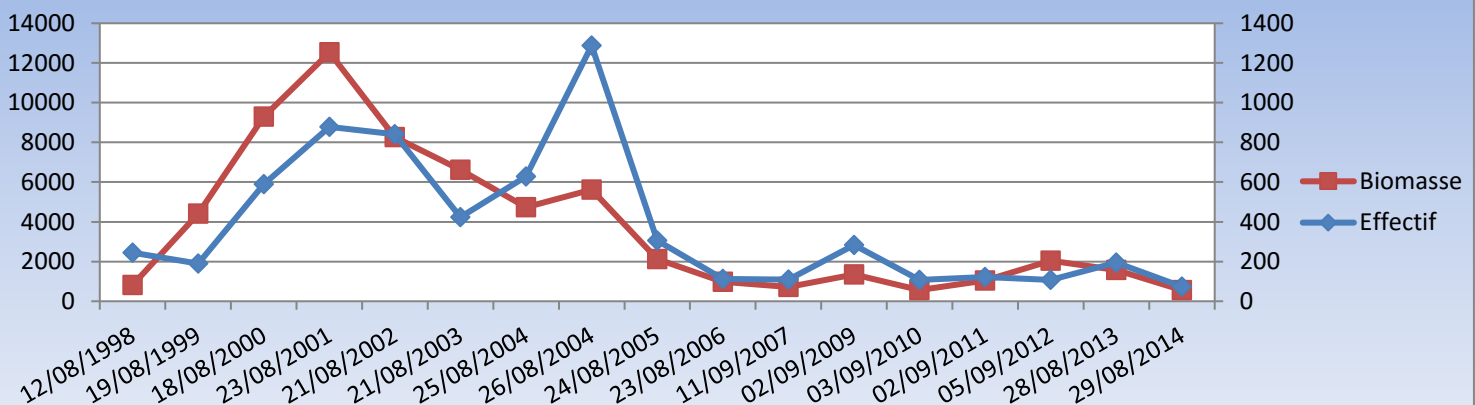
On retrouve une probabilité de présence très importante pour de nombreuses espèces avec un écart type faible, on peut donc s'attendre à retrouver un milieu très riche. Ce qui est confirmé avec avec en moyenne plus de 20 espèces retrouvées par pêche.

Variation de la richesse spécifique



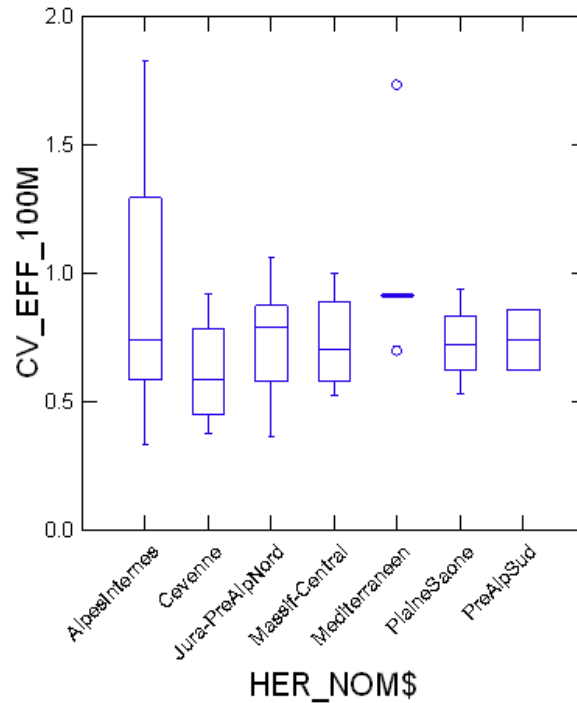
Annexe 4 : Variation de la richesse spécifique (Source personnelle, données de l'Onema)

Variation de la Biomasse et de l'Effectif



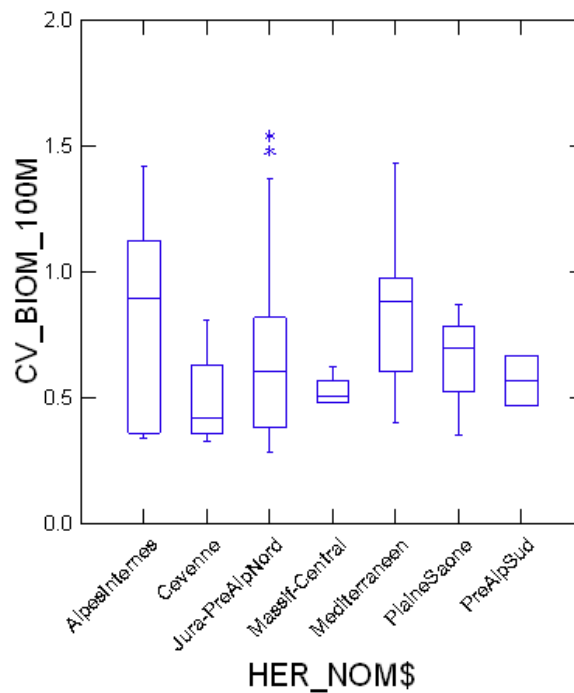
Annexe 5 : Variation de l'effectif et de la biomasse (Source personnelle, données de l'Onema)

Les changements de types de pêche ont un effet très variable sur l'abondance et la biomasse de cette station avec la encore une stabilité qui s'installe à partir de 2005 et la pêche par points. On peut déduire qu'en 2004, de nombreux alevins était présent et donc une bonne reproduction cette année-là.



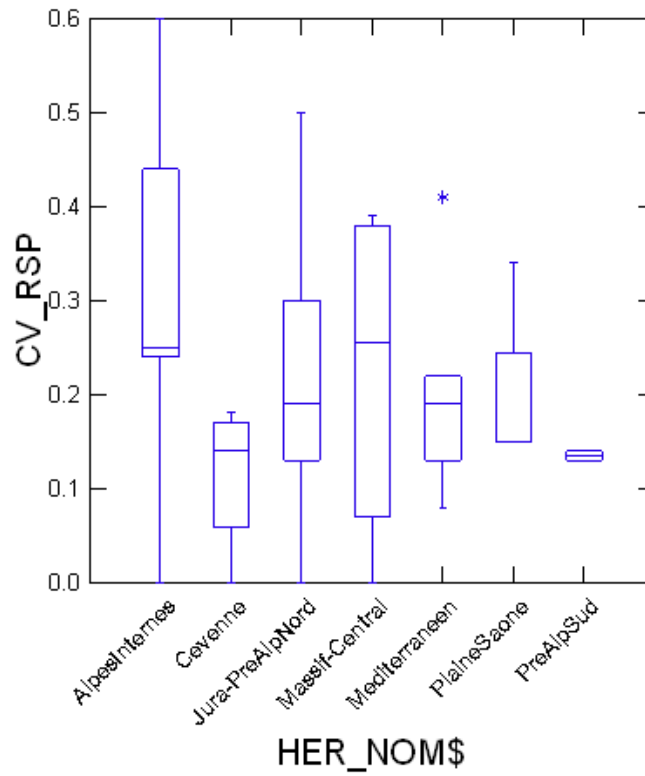
p-value : 0.625

Annexe 6 : Boxplot des CV de l'effectif en fonction des zones HER (Source personnelle)



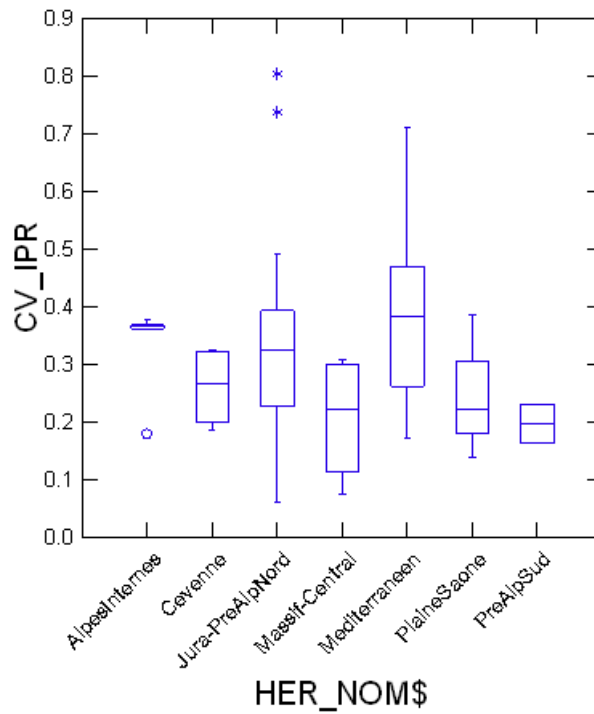
p-value : 0.726

Annexe 7 : Boxplot des CV de la biomasse en fonction des zones HER (Source personnelle)



p-value : 0.612

Annexe 8 : Boxplot des CV de la richesse spécifique en fonction des zones HER (Source personnelle)



p-value : 0.347

Annexe 9 : Boxplot des CV de l'IPR en fonction des zones HER (Source personnelle)

Table des figures :

Figure 1 : Cartographie des stations hydrologiques et piscicoles RHP de Bassin RMC. (Source : carte personnelle avec données piscicoles et hydrologique provenant de l'Onema).....	p11
Figure 2 : Photo prise lors d'une pêche électrique effectuée par l'ONEMA. (Source : ONEMA).....	p13
Figure 3 : Méthode de classement. (Source : http://2.bp.blogspot.com/-NaW8Bg-crNo/Vk3atBghLTI/AAAAAAAAABMQ/XHQAR3Yn0/s1600/Schema%2Bdecision%2Bqualite%2Beau.png).....	p15
Figure 4 : Forme et explication d'un Boxplot (Source : http://www.itse.be/statistique2010/res/Fig_disp_4.jpg).....	p17
Figure 5 : Tableau récapitulatif de la qualité physico-chimique (Source : Agence de l'eau).....	p18
Figure 6 : Variations de l'indice poisson rivière. (Source personnelle).....	p18
Figure 7 : Débit Mensuel moyen interannuel (Source personnelle, données de la banque Hydro).....	p19
Figure 8 : Débit observé les jours de pêche (Source personnelle, données de la banque Hydro).....	p19
Figure 9 : Probabilité moyenne de présence des 34 principales espèces de poisson selon les modèles de l'IPR (Source personnelle).....	p20
Figure 10 : Variation de la richesse spécifique (Source personnelle, données de l'Onema).....	p20
Figure 11 : Variation de l'effectif et de la biomasse (Source personnelle, données de l'Onema).....	p20
Figure 12 : Evolution inter-annuelle de l'abondance par espèce (Source personnelle, données de l'Onema).....	p21
Figure 13 : Evolution inter-annuelle de la biomasse par espèce (Source personnelle, données de l'Onema).....	p21
Figure 14 : Boxplot des CV globaux de chaque variable (Rsp, Eff, Biom et IPR) (Source personnelle).....	p22
Figure 15 : Boxplot des CV de l'Effectif en fonction des zones Huet.(Source personnelle).....	p23
Figure 16 : Boxplot des CV de la Biomasse en fonction des zones Huet.(Source personnelle).....	p23
Figure 17 : Boxplot des CV de la richesse spécifique en fonction des zones Huet.(Source personnelle).....	p24
Figure 18 : Boxplot des CV de l'IPR en fonction des zones Huet.(Source personnelle).....	p25

Figure 19 : Droite de régression de l'effectif global en fonction du débit les jours de pêche (Source personnelle).....	p25
Figure 20 : Droite de régression de l'effectif en fonction du débit les jours de pêche sur les zones à truites (Source personnelle).....	p26
Figure 21 : Droite de régression de l'effectif en fonction du débit les jours de pêche sur les zones à ombres (Source personnelle).....	p27
Figure 22 : Droite de régression de l'effectif en fonction du débit journalier sur les zones à barbeaux (Source personnelle).....	p27
Figure 23 : Droite de régression de la biomasse globale en fonction du débit journalier (Source personnelle).....	p28
Figure 24 : Droite de régression de la biomasse en fonction du débit journalier sur les zones à truites (Source personnelle).....	p29
Figure 25 : Droite de régression de la biomasse en fonction du débit journalier sur les zones à ombres (Source personnelle).....	p29
Figure 26 : Droite de régression de la biomasse en fonction du débit journalier sur les zones à barbeaux (Source personnelle).....	p30
Figure 27 : Droite de régression de la richesse spécifique globale en fonction du débit journalier (Source personnelle).....	p31
Figure 28 : Droite de régression de la richesse spécifique en fonction du débit journalier sur les zones à truites (Source personnelle).....	p31
Figure 29 : Droite de régression de la richesse spécifique en fonction du débit journalier sur les zones à ombres (Source personnelle).....	p32
Figure 30 : Droite de régression de la richesse spécifique en fonction du débit journalier sur les zones à barbeaux (Source personnelle).....	p32
Annexe 1 : Tableau récapitulatif de la qualité physico-chimique (Source : Agence de l'eau).....	p37
Annexe 2 : Variation de l'indice poisson rivière (Source personnelle).....	p37
Annexe 3 : Probabilité moyenne de présence des 34 principales espèces de poisson selon les modèles de l'IPR (source personnelle).....	p38
Annexe 4 : Variation de la richesse spécifique (Source personnelle, données de l'Onema).....	p38
Annexe 5 : Variation de l'effectif et de la biomasse (Source personnelle, données de l'Onema).....	p38
Annexe 6 : Boxplot des CV de l'effectif en fonction des zones HER (Source personnelle).....	p39

Annexe 7 : Boxplot des CV de la biomasse en fonction des zones HER (Source personnelle).....p39

Annexe 8 : Boxplot des CV de la richesse spécifique en fonction des zones HER (Source
personnelle).....p40

Annexe 9 : Boxplot des CV de l'IPR en fonction des zones HER (Source personnelle).....p40

Bibliographie :

AFNOR (2011). Qualité de l'eau - Détermination de l'Indice Poisson Rivière (IPR). Normes Françaises, AFNOR, ONEMA : 16.

Beaudou D., Richard S., Roset N. (2007) ; Réseau Hydrobiologique et Piscicole, Bassin Rhône Méditerranéen et Corse, Synthèse des données de 1995 à 2004 ; Saint-Olympe Lionel ; Onema, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatique.

Belliard, J. and N. Roset (2006). L'Indice Poissons Rivières (IPR). Notice de présentation et d'utilisation. Fontenay-sous-Bois, CSP : 18.

Belliard, J., J.-M. Ditché, N. Roset and S. Dembski (2012). Guide pratique de mise en oeuvre des opérations de pêche à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons, ONEMA : 23.

Carle, F. L. and M. R. Strub (1978). "A new method for estimating population size from removal data." *Biometrics* 34 : 621-630.

CEN and AFNOR (2003). Qualité de l'eau - Echantillonnage des poissons à l'électricité (NF-EN 14011). Normes européennes et françaises : 18.

De Lury, D. B. (1947). "On the estimation of biological populations." *Biometrics* 3: 145-167.

Huet, M. (1954). *Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes*. Paris, Station de recherches des eaux et forêts.

Husson F., Lê S. et Pagès J. (2009) *Analyse de données avec R*. Auteurs : collection « didact Statistique », Pratique de la statistique, Presse Univesitaire de Rennes Ouv 309

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire (2009) ; Guide technique de l'Evaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole, REEE-ESC.

Oberdorff, T., D. Pont, B. Hugueny, J. Belliard, R. Berrebi Dit Thomas and J.-P. Porcher (2002). "Adaptation et validation d'un indice poisson (FBI) pour l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau français." *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 365/366 : 405-433.

Wasson, J.-G., A. Chandesris, H. Pella and L. Blanc (2002). Les hydro-écorégions de France métropolitaine : approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Lyon, Cemagref-Lyon : 72 + annexes.

<http://www.eaurmc.fr/>

<http://www.hydro.eaufrance.fr/>