



Beck Elise

Année universitaire 2011-2012

Mémoire de 2^{ème} année de master

Master Sciences et Technologies
Mention Sciences de l'Univers,
Environnement, Écologie

Spécialité Ecologie Biodiversité
Evolution

Parcours professionnel Conservation
de la Biodiversité



Fédération Départementale de Haute-Loire pour la Pêche et
la Protection du Milieu Aquatique



Etude de l'écologie du brochet (*Esox lucius* L.) sur l'étendue du barrage de
Lavalette (43)

Etat des lieux et évaluation du potentiel et des contraintes durant la
reproduction et la croissance

Responsables de la structure
d'accueil

NICOLAS Stéphane,

Chargé de mission

ROA Pierre,

Agent de développement

Responsables universitaires

KERBIRIOU Christian

LECOMTE Jane

SARRAZIN François



**Etude de l'écologie du brochet (*Esox lucius* L.) sur l'étendue du barrage de Lavalette
(43)**

-

**Etat des lieux et évaluation du potentiel et des contraintes durant la reproduction et la
croissance**

Mémoire de fin d'études, Master 2

Mars – Août 2012



En couverture : Brocheton de l'année (0+) pêché au plomb-palette au lieu-dit le « Bateau » sur l'étendue du barrage de Lavalette, juillet 2012 (photo : E. BECK©)

Etude réalisée par BECK Elise, en partenariat avec NICOLAS Stéphane et ROA Pierre, pour la FDPPMA.43

Fédération Départementale de Haute-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

Maison de la Pêche

32 rue Henri Chas, 43000 Le Puy-en-Velay

☎ 04.71.09.09.44

@ federation43@pechehauteloire.fr

Je tiens à remercier Stéphane Nicolas et Pierre Roa pour m'avoir permis de mettre en pratique l'ensemble de mes connaissances et m'avoir confronté à un sujet complexe mais d'autant plus intéressant qu'est l'écologie d'une espèce. J'ai en effet pu associer de nombreux aspects : écologie naturelle mais aussi les contraintes d'origine anthropique exercées sur l'espèce et son milieu, ainsi que le champ social par l'élaboration d'enquêtes auprès des pêcheurs.

Je remercie Yann, Sylvain et Thibault pour m'avoir fait connaître les animations pêches et m'exercer à différentes pratiques.

Merci à Manu Lerbret pour m'avoir fait pêcher mon premier poisson !

Merci à Florian pour ses conseils et aussi à Jeff pour leur présence quand la fédération était vide.

Je tiens à citer Sébastien CHOLAS, moniteur à 'Seb Auto-école' pour ses encouragements, son aide et sa bonne humeur, pour me faire obtenir le plus rapidement possible mon permis de conduire, sans quoi mes déplacements et mon étude auraient été très limités.

Merci à mon ami pour son soutien, son aide et son affection au quotidien.

***** Liste des tableaux, schémas et cartes présentés dans le rapport*****

Présentation de la structure d'accueil

Sommaire

Introduction

I) Présentation du site d'étude et écologie de son espèce repère

I-1) Présentation du site de l'étude

I-2) Ecologie et exigences de l'espèce 'repère' : le brochet

II) Plans d'échantillonnage, matériel et méthodes

II-1) Identification des frayères et habitats potentiels

II-1-A) Caractérisation des berges

II-1-B) Régimes thermique et hydraulique

II-1-C) Evaluation de la qualité et fonctionnalités des frayères

II-1-D) Evaluation de la qualité des habitats

II-2) Développement des jeunes de l'année

II-2-A) Pêches scientifiques

II-3) Croissance

II-3-A) Scalimétrie

II-3-B) Condition physique des individus

II-3-C) Alimentation et relations trophiques

II-3-D) Enquêtes pêcheurs

II-4) Maturité sexuelle

II-4-A) Evaluation de l'indice gonado-somatique

II-4-B) Lien avec la taille minimale de capture réglementaire

III) Résultats

III-1) Identification des frayères et habitats potentiels

III-2) Développement des jeunes de l'année

III-3) Croissance

III-4) Maturité sexuelle

IV) Discussion / Conclusion

V) Limites et perspectives

VI) Références bibliographiques

VII) Annexes

Présentation de la structure d'accueil

**→ INTEGRER 'PRESENTATION ET FONCTIONNEMENT DE LA
STRUCTURE D'ACCUEIL.DOC' ORIENTATION PAYSAGE**

Introduction

Implanté sur le Lignon, cours d'eau de 1^{ère} catégorie, le barrage de Lavalette créé une retenue d'environ 220 ha au peuplement éso-cyprinicole dont le Brochet *Esox lucius* (L.) est l'espèce 'repère'. Classée comme 'grand lac intérieur de montagne', Lavalette a deux vocations : elle sert de ressource en eau potable à la ville de Saint-Etienne principalement qui est propriétaire du plan d'eau. La 2^{ème} vocation est l'exploitation par EDF pour la production d'électricité. Ces usages entraînent un marnage fréquent et variable en fonction des années (de quelques mètres jusqu'à 10m) selon les besoins et l'hydrologie. Le plan d'eau a été abaissé pour une vidange, obligatoire tous les 10 ans pour la vérification réglementaire des ouvrages (vannages), entre les mois d'octobre 2010 et l'été 2011.

Parmi les activités pratiquées sur la retenue, on recense du nautisme (base de voile en aval) et la baignade en période estivale, ainsi qu'une pêche des berges et en barque. La gestion halieutique est exercée conjointement par les Fédération départementales pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique de la Loire (42) et de la Haute-Loire (43).

Dans le cadre du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles de l'année 2000 (PDPG.2000), la retenue du barrage de Lavalette est définie comme contexte 'cyprinicole perturbé' pour l'espèce 'repère' brochet. L'origine des perturbations serait liée essentiellement à la réduction ou à la perte de zones favorables à la reproduction (frayères) en fonction de la cote du plan d'eau. D'autres facteurs limitant doivent également être pris en considération : la nature des berges rocheuses peu propices au développement de la végétation, facteur d'importance dans les habitats notamment pour la croissance, ou encore la qualité de l'eau de la retenue qui a tendance à s'eutrophiser à l'approche de la période estivale. Le présent rapport correspond à la phase descriptive du PDPG, soit la description de la qualité écologique du milieu (choix de l'espèce repère, expertises et nature des facteurs limitant et de l'état fonctionnel) et de la demande halieutique (pratiques, captures).

Le choix du brochet comme espèce 'repère' pour la retenue de Lavalette s'explique par ses exigences relatives à son habitat et son cycle biologique complexe. En outre il dispose d'un statut de super-prédateur et est donc révélateur de la chaîne alimentaire soit des populations cyprinicoles de l'étendue de Lavalette. Ainsi, s'il existe un problème de croissance,

reproduction ou encore de pollution, cela se répercutera sur le long terme sur l'espèce Brochet.

La Fédération Départementale de Haute-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDPPMA.43) a décidé il y a un peu plus de 5 ans de stopper le rempoissonnement en brochets *Esox lucius L.* sur l'étendue du barrage de Lavalette. D'après les archives de la fédération, le premier repeuplement en brochets date du 10 mars 1995 (brochets couteaux¹) et le dernier du 7 décembre 2006. Le Bilan des repeuplements entre 1990 et 2000 (source : *procès-verbaux d'alevinage, archives FDPPMA 43*) indique un total de 6000 brochets estivaux et 633 kg de brochets couteaux déversés, soit des moyennes annuelles respectives de 750/an et 80kg/an pour les déversements sur la période.

Il est bon de noter dès à présent qu'avant ces repeuplements, le barrage de Lavalette, alimenté par le Lignon, cours d'eau de première catégorie, était lui-même classé en première catégorie. Ni le brochet ni le Sandre ne sont originellement présents dans la retenue, leur présence est due à l'empoissonnement initial ainsi qu'aux repeuplements annuels qui ont suivi. C'est un phénomène fréquent lors de la création d'une retenue de barrage que celle-ci soit alimentée en carnassiers et soit reclassée dans la catégorie inférieure.

Les résultats de cette étude ont une importance car toute modification doit être présentée par la FDPPMA 43 à l'ensemble des élus composant le Conseil d'Administration (CA).

Depuis ces rempoissonnements annuels, le brochet se maintient sur l'étendue de Lavalette et les captures sont relativement nombreuses, surtout à l'automne et en hiver, ce sont en effet les saisons où le Brochet trouve moins de ressources alimentaires, contrairement à la période estivale où la majorité de sa croissance annuelle a lieu, et durant lesquelles il est le plus affamé.

Cependant, l'ensemble des pêcheurs dont les internes de la FDPPMA 43 rapportent que la taille moyenne de ces captures varie généralement entre 40 cm et 60 cm. Or, la taille minimale légale de capture dont l'objectif est d'assurer à chaque individu, la possibilité de se reproduire au moins une fois au cours de sa vie, est de 50 cm. La question se pose donc de savoir si la maille actuelle est adéquate. Faut-il l'augmenter comme le proposent certains

résultats d'enquêtes (de 55 cm à 80 cm) ou la diminuer ? Si oui et dans le cas d'un maintien, faut-il revoir le quota journalier fixé à 3 carnassiers, tout carnassier confondu ?

Aucune étude n'ayant été précédemment menée sur cette espèce, le présent rapport a pour but d'établir un état des lieux par l'évaluation des potentialités et des contraintes du milieu en fonction de deux périodes du cycle de vie : la reproduction et la croissance, afin de définir les facteurs limitant et l'état fonctionnel de la retenue. J'établirai donc la caractérisation générale du milieu aquatique ainsi que la qualité physico-chimique de l'eau afin de les comparer aux exigences environnementales du Brochet.

Une étude parallèle prenant en compte l'avis d'expert des pêcheurs présent sur la retenue, sera menée afin d'étudier l'intérêt halieutique du site et de participer à l'analyse critique de la réglementation actuelle de la pêche (quota journalier de carnassier par pêcheur, taille minimale légale de capture) afin d'émettre des propositions.

Nous concluons sur les possibilités pour le brochet de s'y développer de façon durable.

I) Présentation du site de l'étude et écologie de son espèce repère

A) Présente du site de l'étude

1 – Contexte piscicole de l'étendue

L'étendue du barrage Lavalette, classée en 2nde catégorie, abrite une faune variée de type cyprino-ésocicole. Le cortège faunistique est marqué par de *poissons-fourrage* et de carnassiers : Ablette (*Alburnus alburnus* L.), Brème (*Abramis brama* L.), Brochet (*Esox lucius* L.), Carpe commune (*Cyprinus carpio* L.), Chevesne (*Squalius cephalus* L.), Cristivomer (*Salvelinus namaycush*), Gardon (*Rutilus rutilus* L.), Goujon (**Gobio sp.**), Grémille (*Gymnocephalus*), Ombre commun (*Thymallus thymallus* L.), Perche (*Perca fluviatilis* L.), Sandre (*Stizosteidon lucioperca* L.), Tanche (*Tinca tinca* L.), Truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), Truite fario (*Salmo trutta* L.), Vairon (*Phoxinus phoxinus* L.).

2 – Réglementation sur le brochet

La période de reproduction rendant l'espèce vulnérable, la pêche du brochet n'est autorisée que du 1^{er} au 29 janvier et du 1^{er} mai au 31 décembre. Une taille minimale légale de capture est en outre imposée à 50 cm.

A l'échelle du barrage, un quota de 3 carnassiers maximum (brochet et sandre) par pêcheur et par jour est imposé. La perche ne dispose pas de quota.

B) Ecologie et exigences de l'espèce 'repère'

1) Reproduction

Le Brochet est en effet une espèce de **stratégie K+ habitat dépendant**, basée sur une durée de vie très longue, et une reproduction rare et tardive. L'espèce est **phytophile stricte** (Parkinson et al, 1999) et ira donc se reproduire dans les herbiers aquatiques et y croître.

Les sites de fraie sont généralement les mêmes d'une année sur l'autre et correspondent à des zones d'eau peu profondes à forte inondabilité où il existe une végétation importante submergées ou émergente (de type roseau, jonc), et à pente douce. Elles correspondent fréquemment à des zones marécageuses, fossés et baies peu profondes (plus particulièrement leur fond) (Applegate, 1946 ; Bregazzi & Kennedy, 1980 ; Chapman & Mackay, 1984 ; Gillet, 1989 ; Craig, 2008, Chancerel, 2003). Enfin, ce sont des sites généralement en assec l'été, pour permettre la re-végétalisation des berges.

La reproduction au sein des lacs et grands réservoirs est plus tardive du fait d'un réchauffement plus long et débute à partir du mois d'avril (Gillet, 1989). (Podduny, 1976) estime qu'en cas de variation du niveau d'eau sur les zones sélectionnées par les géniteurs, ceux-ci se concentrent sur les mêmes types de pentes et limitent ainsi leur aire de distribution. **La durée de fraie, pour chacune des populations, est comprise entre quelques jours et un mois (Gillet, 1989). Dans un lieu donné, le déclenchement du fraie ne varie pas de plus de 15 jours entre une année précoce et une année tardive (Huet, 1976).**

Parmi les principaux facteurs influençant le succès de la fraie, on peut citer :

- **Le niveau d'eau et la profondeur** : la fonctionnalité d'une frayère peut être évaluée par sa connexité² et son inondabilité³. Pour un fonctionnement 'normal', cette dernière devra rester stable durant 40 jours consécutifs à partir de la ponte, et 60 jours consécutifs pour un fonctionnement 'optimal'. La fréquence minimum pour une reproduction normale est d'une à deux année(s) sur cinq, pour une reproduction optimale est d'une à deux années sur cinq avec une durée d'immersion 'normale' des frayères et une durée de submersion de 40 à 50 jours tous les ans.
- **Le régime thermique** qui déclenche la fraie et conditionne à la fois la durée d'incubation, la durée de développement et la croissance des juvéniles. Il est directement lié à l'ensoleillement des zones pour que celles-ci se réchauffent rapidement et que le nombre de degrés-jours soit atteint.
- **La végétation** : l'abondance des brochets est inversement proportionnelle à la nudité de la zone quel que soit le stade de développement considéré. Il existe une sélection du type de végétation et de sa densité selon la classe d'âge.
- **Le substrat de ponte et la qualité associée** : les plantes favorisées par les brochets (cf. tableau « exigences végétation BRO » en annexe) se développent sur des substrats sablo-vaseux et/ou graveleux davantage que sur des substrats rocheux (Frost & Kipling, 1967)
- **La concentration en O₂**
- **Le pH**

² Correspond au niveau d'eau permettant la circulation de l'eau entre le milieu principal et l'annexe hydraulique et donc des poissons pour le frai. Celui-ci doit se situer le plus bas possible **au voisinage de la ligne d'étiage**, pour éviter que les juvéniles ne restent piégés à l'intérieur de l'annexe hydraulique lors de la baisse des eaux.

³ Correspond au niveau d'eau qui permet aux ceintures végétales d'être submergées. Ce niveau ne doit pas être perché au-dessus de la ligne d'eau du **module** (débit annuel moyen) de façon à garantir un minimum le maintien en eau de la strate végétale basse en mars-avril (surface potentielle de frayère pour le brochet).

- La transparence de l'eau

- La vitesse de l'eau

- **Insertion du tableau exigences brochet**

Ce tableau représente les valeurs issues de mes recherches bibliographiques. Elles serviront de référence lors des campagnes de pêches électriques notamment pour les conditions physico-chimiques, ou encore pour les habitats (type de végétation et aspect), surface de frayères,... de façon à évaluer l'adéquation entre caractéristiques de l'étendue et exigences de l'espèce.

2) Croissance

Le régime alimentaire du brochet dépend à la fois des préférences des différents stades mais aussi de la disponibilité. On distingue donc efficacité et opportunité. Il existe une plasticité forte d'alimentation tant spatiale que temporelle : l'alimentation dépend de la disponibilité en proie du milieu, leur comportement et leur abondance. On peut cependant considérer que la chasse est la plus efficace lorsque la taille de la proie représente 10% de la taille du brochet.

Entre 12 et 15 mm, l'alevin achève la résorption de sa vésicule vitelline. A 3 cm environ : son régime est entomophage (larves d'insectes, entomostracées, éphéméroptères, diptères). A 6 cm environ, son régime est ichtyophage (alevins de cyprinidés + cannibalisme). Entre 8 et 12 cm : on a généralement un brocheton de 2 mois ½, qui peut croître à raison de 2 cm / semaine pour atteindre 20-25 cm à l'automne. Il reprend sa croissance au printemps suivant. Une taille de 40-45 cm peut être atteinte à 1 an ½. A partir de 2 ans, il atteint sa maturité sexuelle et croît de moins en moins vite à partir de sa troisième année où il fait généralement 55 cm.

A 2 ans, il consomme 10% de son poids en larves aquatiques et de 3% à 5% en poissons

A l'âge adulte, il existe une variation entre période d'alimentation et période de non alimentation : pour 1kg à gagner, il faut qu'il consomme 4 à 6 kg de poissons fourrages.

Si des perches et des gardons sont présents dans le milieu, ils constituent 60% de son alimentation. Il existe un échelonnement entre le frai du brochet et le frai des poissons blancs (surtout perche et gardon) sensiblement sur les mêmes frayères, ce qui permet aux alevins de brochet de s'alimenter et en même temps de réguler la production de ceux-ci dont le pouvoir de reproduction va de fort (perche) à très fort (gardon).

Cannibalisme

Il est observé dès deux ans si l'on considère le cannibalisme inter classes, et dès que l'on a une différence de 10% de la taille si l'on considère une même cohorte (dès deux mois). D'après Souchon, 1984, le taux de survie larvaire est faible en présence de prédateurs et peut être de 0.2% (source : biologie des poissons d'eau douce européens). Les œufs et les larves se font également prédater par des invertébrés (larves de dytiques, notonectes, odonates aeshnids).

Relation entre carnassiers

D'après Chancerel (2003) si le milieu venait à trop s'eutrophiser, le Brochet se ferait remplacer par d'autres types de carnassiers comme le Sandre, moins exigeant dans ses habitats et plus résistant. Ce renversement ne tiendrait qu'à des qualités du milieu, la concurrence entre le brochet et les autres carnassiers n'étant pas directe (ni avec le sandre, le silure ou la perche) car ces espèces n'ont ni les mêmes exigences ni les mêmes comportements de chasse. Le brochet atteint alors généralement entre 10 et 20% de la biomasse totale. Ainsi, la distribution du brochet dépend essentiellement des caractéristiques du milieu et les cours d'eau à petit gabarit semblent lui convenir davantage en lui permettant d'atteindre 25% de la biomasse totale (Chancerel, 2003).

II) Plans d'échantillonnage, matériels et méthodes

II-1) Identification des frayères et habitats potentiels

II-1-A) Caractérisation des berges

Identification et étude des sites potentiels à la reproduction du brochet

La 1^{ère} phase de terrain, le vendredi 16 mars correspond à la prospection des sites de frayères potentiels sur l'ensemble du plan d'eau, à l'aide d'un bateau avec avis d'experts de Stéphane NICOLAS et Pierre ROA, respectivement chargé de mission et agent de développement à la FDPPMA 43. L'ensemble des zones semblant correspondre aux principales exigences du brochet sont répertoriées (Cf. annexes : 'carte ensemble des prospections'). Ces zones feront l'objet d'un inventaire détaillé dans la suite de mon travail afin de les classer selon un gradient de qualité (faible, moyenne, moyenne à forte, forte) qui distinguera la reproduction de la croissance et donc respectivement les habitats à géniteurs / œufs / alevins fixés et nageant des habitats pour subadultes et adultes (Cf. tableau des exigences dans la partie « présentation de l'espèce repère et de ses exigences »).

Typologie des berges : nature et pentes

Trois sorties en bateau avec Pierre ROA ont permis d'inventorier l'ensemble des berges selon le type de substrat et la pente. Des pentes douce et douce à moyenne sont en effet favorables pour la fraie et les premiers stades alors que les subadultes et adultes y sont plus indifférents. Les zones où le substrat est de type 'bandes d'herbacées' ou composée d'embâcles sont les plus favorables. En outre, la nature des berges est importante du fait qu'il y a une dépendance directe entre la végétation se développant et le type de sol. De plus, des supports tels que les embâcles sont importants en cas de période d'eutrophisation dès que les brochetons font 25 cm, et sont utilisés directement comme habitats par les individus à partir de 40 cm.

Cet inventaire se fait en suivant le linéaire de berge à une distance d'environ 5m du bord. Chaque tronçon homogène est annoté sur une carte IGN.

Les pentes sont inventoriées selon une typologie à 7 classes : douce / douce à moyenne / moyenne / moyenne à forte / forte / forte à abrupte / abrupte.

La nature des berges est inventoriée selon une typologie à 10 classes déclinées s'il existe une alternance ou une nature mixte (*cf Annexes, Typologie des berges : nature et pente*).

Inventaire floristique des berges

L'un des paramètres fondamentaux pour des frayères de qualité est le type de substrat et principalement la densité de ce substrat. J'ai donc établi un inventaire de l'ensemble des berges en longeant le linéaire à pieds sur tout le barrage.

Les berges sont inventoriées selon 4 classes de strates : herbacée, arbustive, arborée, mixte ; 5 classes de densité (d) : $d < 1\%$ / $d < 25\%$ / $25\% < d < 50\%$ / $50\% < d < 75\%$ / $d > 75\%$; et les formations végétales sont déterminées en se fiant le plus possible au code Corine Biotope (*Cf Annexes Fiche inventaire floristique*).

L'ensemble de ces inventaires sont cartographiés sous le logiciel SIG MapInfo Professional et croisés afin de représenter les zones selon leur qualité (faible / moyenne / moyenne à forte / forte). Elle s'évalue en fonction des 3 critères principaux précédemment cités (densité, formation végétale, pente), or ces critères ne sont pas d'égale influence. Ainsi, une bonne densité de végétation prime sur un type de végétation ou la pente, la pente sera un facteur limitant mais le moins limitant des trois. Cette qualité est évaluée selon différentes combinaisons.

→ intégrer le tableau 'définition des qualités d'habitats'

II-1-B) Régimes thermique et hydraulique

L'opération parallèle à la prospection initiale, est la pose de deux sondes thermiques ONESET (n°2366252 et n°2281131) précédemment paramétrées sur le logiciel HOBOWare Pro. Les sondes sont réglées en différé afin d'enregistrer les températures toutes les heures à partir du samedi 17 mars 2012 à minuit. L'objectif de cette pose est d'estimer par l'étude et le calcul du nombre de degrés-jours, la date de déclenchement de ponte sur l'amont et l'aval (les deux zones diffèrent généralement de 1°C en faveur de l'amont à partir de la limite amont/aval), l'éclosion et l'atteinte des différents stades les plus sensibles : alevin fixé (très sensible) et alevin nageant (sensible). La profondeur d'immersion (environ -1,5m) a été choisie selon deux critères :

* **la hauteur de la colonne d'eau** : évaluée à partir de l'intervalle utilisé pour la fraie à laquelle on a rajouté une marge compte tenu de la forte variation intra journalière du niveau d'eau et sachant que la température ne varie pas significativement entre la surface et -1,5m.

* **l'accessibilité** tout en laissant le dispositif caché pour éviter le vol du matériel.

Aussi, la sonde est solidement maintenue à l'aide d'un câble sur une pierre, la maintenant au fond de l'eau. Ces sondes restent durant toute la période de fraie, incubation et développement des alevins jusqu'à ce que les juvéniles quittent les frayères pour les nurseries un peu plus profondes.

Il y a vérification quotidienne du niveau de l'eau à partir du site de surveillance <http://www.vigicrues.gouv.fr/> afin qu'elles restent toujours immergées et ces valeurs de cotes (référencées toutes les 30 minutes) sont enregistrées afin d'étudier les éventuelles baisses du niveau de l'eau (régime hydraulique) durant les périodes critiques et donc l'impact sur le succès de reproduction.

II-1-C) Evaluation de la qualité et de la fonctionnalité des frayères

Indice d'INSKIP

L'indice d'INSKIP, créé par Peter INSKIP et son équipe en 1982, est un indice basé sur l'analyse de plusieurs variables considérées comme fondamentales pour le développement de

l'espèce, et qui repose sur le principe du facteur limitant. Il vise à évaluer la qualité et la quantité d'habitats disponibles pour l'espèce, chaque indice variant entre 0 et 1 (0 indiquant une capacité nulle pour le brochet, 1 une capacité d'accueil optimale). L'indice de conformité globale correspond à l'indice de la variable la plus déclassante, indice qui permettra de cibler les actions de restauration du milieu et/ou d'orienter la gestion.

L'ensemble des plans d'échantillonnage précédemment décrits, nous permettront de calculer l'indice d'INSKIP et donc d'évaluer les potentialités et contraintes du milieu durant la période de reproduction, en fonction des années.

On peut ne retenir que certaines métriques essentielles pour cette évaluation :

Chancerel, 2003, propose les trois métriques suivantes : 1) les surfaces de frayères, 2) les variations du niveau d'eau sur les frayères, 3) l'importance des surfaces occupées par la végétation de période estivale

Quiéff Julien, 2007, étudiant en master 2 ayant travaillé sur la même problématique dans le barrage de l'Agly pour la FDPPMA des Pyrénées Orientales, remplace la 3^{ème} métrique par l'évolution des températures moyennes de l'eau de surface.

Concernant l'indice relatif aux variations du niveau d'eau : les surfaces sont évaluées et ordonnées selon les 4 classes de qualité de substrats d'INSKIP, présentés en Annexes.

Utilisation des fiches qualité frayères du PDPG 2005

Les fiches du PDPG 2005 permettent d'évaluer la fonctionnalité d'une frayère en fonction des années et donc sa qualité réelle. Elle prend en compte la durée d'immersion (i) : si $i < 20$ jours : la fonctionnalité est limitée, si $20 \text{ jours} < i < 40 \text{ jours}$: elle est moyenne, si $i > 40$ jours, elle est normale et si $i > 60$ jours, elle est optimale. On peut aussi l'évaluer par la fréquence d'inondation des zones (1 année / 2 : optimale, 1 année / 3 : normale, 1 année / 5 : fréquence minimale pour le maintien de la population).

Une seconde fiche (*Cf. annexe*) permet d'évaluer la capacité d'accueil du site selon le facteur de production. Le principe repose sur un score associé à différents paramètres : caches/abris, proies (qualitatif et/ou quantitatif), pour les stades « juvéniles » (B1) et « adultes » (B2). La somme totale permet de classer ce facteur de production comme « dégradé ou insuffisant », « perturbé ou limitant » ou « conforme ».

Qualité et fonctionnalités des frayères : utilisation de l'historique des cotes NGF

Nous avons obtenu les archives des cotes NGF du barrage de Lavalette depuis 1999 et pourrons donc émettre des hypothèses sur le succès de reproduction sur les 13 dernières années

II-1-D) Evaluation de la qualité des habitats

Indices de qualité et d'altération de l'habitat

L'indice LHQA (Lake Habitat Quality Assesment) est un indice permettant d'évaluer la qualité des habitats physiques bordant le plan d'eau. Il est noté sur 112 et son maximum traduit un milieu très diversifié et favorable au développement et au maintien de l'activité biologique. L'indice LHMS (Lake Habitat Modification Score) représente l'indice d'altération de l'habitat et traduit l'impact anthropique sur le plan d'eau et son bassin versant le plus proche. Il est noté sur 46, score représentant un impact et une utilisation du milieu maximaux.

Ces indices nous sont fournis par les études de 2005 et 2009 et le rapport des deux nous permettra d'évaluer à titre indicatif le niveau de préservation des habitats rivulaires et plus particulièrement la diversité de ceux-ci en regard des modifications/aménagements anthropiques.

Qualité de l'eau et suivi de l'eutrophisation

Les résultats d'études relatives au suivi de l'eutrophisation de l'étendue, menées en 2005 (Agence de l'Eau) et 2009 (SICALA de Haute-Loire, bureau d'études GREBE), seront étudiés et mis en relation avec les prélèvements faits lors des sessions de pêches électriques (conductimétrie, O₂ dissous (concentration et saturation), température, pH) afin d'identifier les facteurs limitant pour le brochet en fonction de la saison.

II-2) Développement des jeunes de l'année

II-2-A) Pêches scientifiques

La **technique de la** (?) pêche électrique consiste à soumettre les poissons à un faible champ électrique qui les attire et les tétanise temporairement. Ce laps de temps permet aux opérateurs de les capturer à l'aide d'une ou plusieurs épuisette(s) et de les maintenir en vivier le temps de réaliser la biométrie (taille et poids pour chaque individu). Cette technique présente l'avantage de ne pas endommager les poissons, d'offrir de bonnes garanties d'efficacité et surtout de présenter un protocole reproductible. Deux sessions de pêches électriques ont eu lieu sur

l'étendue de Lavalette : le 31 mai 2012 entre 10h et 16h30 et le 23 juin 2012 entre 9h30 et 13h.

Objectif de la 1^{ère} session de pêche : évaluation du succès de reproduction

Les frayères potentielles identifiées lors de 6 prospections de terrains récentes (mi-mars à début mai 2012) ont une fonctionnalité rendue aléatoire par le marnage récurrent sur l'étendue du barrage de Lavalette, les variations du niveau d'eau étant intra-horaires. Nous avons échantillonné par pêche électrique 4 de ces stations pré-identifiées du fait de l'observation de brochets de tailles comprises entre 70 et 80 cm sur certains de ces sites durant la période favorable à la ponte (niveau d'eau presque à la cote maximale, températures élevées) tels que le lieu-dit 'le Bateau' rive droite et la baie du Mousse. Ces stations ont également été sélectionnées pour leurs caractéristiques (pente, substrat, végétation) jugées de bonne qualité, cela dans le but de vérifier la présence d'alevins de l'année 0+ qui confirmerait une fraie effective. Enfin, il s'agit de stations choisies pour zoner le plan d'eau : amont, aval et zone intermédiaire, afin d'identifier des différences ou au contraire des similarités entre stations.

Le choix de la station 3 ('Virgule') s'est matérialisé dans le but de détenir une zone où l'ensemble des conditions relatives à la végétation étaient bonnes (type, aspect, abondance) mais où le critère lié à la pente varie : elle est forte contrairement aux trois autres stations qui ont toutes des pentes douces. A l'exception de cette caractéristique, seule la localisation distingue les quatre stations.

Stations, matériel et méthodes

Sur chaque station, les pêches sont conduites au « Martin-Pêcheur » (une anode) sur une bande rivulaire favorable dont le linéaire est mesuré. Le temps de pêche est chronométré et fixé entre 15 et 20 minutes, l'intérêt étant d'évaluer le nombre d'individus en fonction du temps (indice d'abondance). Les brochets sont capturés à l'aide d'une seule épuisette, dénombrés, mesurés, pesés. Les autres espèces sont seulement identifiées. Des mesures physico-chimiques sont également faites à l'aide de 3 sondes (pH, O₂, conductimétrie) afin d'évaluer la qualité de l'eau.

Le détail de chaque station et les résultats des pêches sont présentés sous forme de tableau en Annexes.

Objectif de la 2^{ème} session de pêche électrique

La seconde session permet d'évaluer la croissance des 0+ devenus des « fingerlings » (individus migrants), après une période de 23 jours. Deux des quatre stations pêchées lors de la 1^{ère} session, sont choisies (les plus faciles d'accès pour cause de prospection à pieds et non plus par bateau).

II-3) Croissance

II-3-A) Scalimétrie

Afin d'estimer la croissance, nous avons choisi la méthode de la scalimétrie pour estimer l'âge des individus prélevés. L'ensemble des écailles sont collectées lors des enquêtes pêcheurs, toute taille confondue.

Le prélèvement des écailles doit suivre un protocole précis : en effet, un nombre d'écailles variant entre 10 et 20 doit être prélevé afin qu'une certaine quantité soit lisible et non régénérée, sur la zone standardisée qui correspond à la zone théorique d'apparition de la première écaille, située au-dessus de la ligne latérale. Les écailles sont placées dans des sachets zippés annotés d'une étiquette renseignant sur la date de capture, le lieu de capture, la taille totale (en mm) et le poids (en g) du poisson, ainsi que le nom de l'espèce capturée (nous nous intéressons en effet également au Sandre). Les écailles sont ensuite sélectionnées : on choisit de préférence les écailles les plus symétriques et on écarte les écailles régénérées⁴, facilement identifiables par leur couche superficielle dépourvues de *circuli*. Ces écailles sont posées en lame et lamelle à l'aide de pinces fines, un nettoyage est parfois nécessaire lorsque le mucus est trop abondant ; on utilise alors une solution de soude à 10% dans laquelle les écailles sont plongées moins d'une minute, rincées à plusieurs reprises et séchées à l'air libre sous une lampe (communication personnelle, SCARAMUZZI, 2012). Leur lecture se fait au lecteur microfiche (Copex Agfa Gewaert, grossissement x40). Il suffit alors de dénombrer les *annuli*, structures marquant un arrêt de croissance hivernal et permettant de dénombrer les années (zones d'ombres sur les écailles : resserrement des *circuli*). Pour la 1^{ère} année, on considère les *circuli* de la reprise de croissance.

Afin d'établir une courbe de croissance, on mesure pour chaque individu, le rayon partant du centre du *locus* jusqu'au bord de l'écaille. Cette courbe de croissance sera déterminée par

4

⁴ *Ecaille régénérée* : il s'agit d'une écaille non initiale, généralement formée après une blessure, elle se démarque par l'absence de *circuli* en son centre, les ostéoblastes reformant d'abord une couche superficielle désorganisée avant de reprendre le dépôt régulier des *circuli*.

la méthode du rétrocalcul, basée sur le principe de proportionnalité entre la taille de l'écaille et la taille de l'individu. On utilisera une droite de régression linéaire. Il est important de noter que l'établissement d'une telle relation ne doit porter que sur une seule station, ce qui est notre cas avec l'étude du barrage de Lavalette.

II-1-B) Conditions physiques des individus

On évaluera les conditions physiques des individus par le calcul des coefficients de condition de Fulton (K) ainsi que la relation taille-poids pour le brochet.

Le coefficient K est un coefficient révélant l'état physiologique des poissons d'une même espèce, qui indique, entre autre, leur capacité de reproduction. Il se calcule par l'équation suivante : $K = 10^5 * [\text{Poids frais}_g / (\text{Longueur totale}_{mm})^3]$. Ainsi, plus un poisson est lourd pour une longueur donnée, plus son coefficient de condition est élevé.

II-1-C) Alimentation et relations trophiques

Examens stomacaux

Des examens stomacaux sont prévus pour les individus déjà morts afin de définir leur régime alimentaire en fonction des stades de développement et de mettre en évidence un partage des mêmes ressources alimentaires avec d'autres carnassiers.

Pêches bureau d'études ASCONIT

Dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne souhaite obtenir des informations sur les peuplements piscicoles du barrage de Lavalette notamment et autorise par l'arrêté n°D.D.T.-SPE-EMA n°2012-210 (*cf. Annexes*), le bureau d'étude Asconit Consultants à faire ces inventaires entre les 6 et 10 août. Cette pêche se fait aux filets maillants : benthiques (40 au total) et un pélagique selon la norme européenne (CEN 14757). La pose des filets benthiques est aléatoire tandis que le filet pélagique est placé dans la zone la plus profonde (à partir de 6m et de plus en plus profond). L'ensemble des poissons capturés sont identifiés à l'espèce, mesurés, pesés. On calculera la contribution numérique et pondérale de chaque espèce ainsi que leur indice d'importance relative (IRI), le CPUE associée à chaque espèce, les classes de tailles et la répartition des captures.

II-3-D) Enquêtes pêcheurs

Parallèlement, des enquêtes pêcheurs seront menées afin de disposer de leur avis sur leur satisfaction de la maille actuelle, les sites de captures, les nombres et tailles en moyenne des captures,... afin de disposer d'informations complémentaires sur la population de brochets du barrage. Ces enquêtes sont menées en même temps que les enquêtes paniers pour la récolte d'écailles.

III) Résultats de l'étude

III-1) Identification des frayères et habitats potentiels

III-1-A) Caractérisation des berges

Nature des berges du barrage de Lavalette

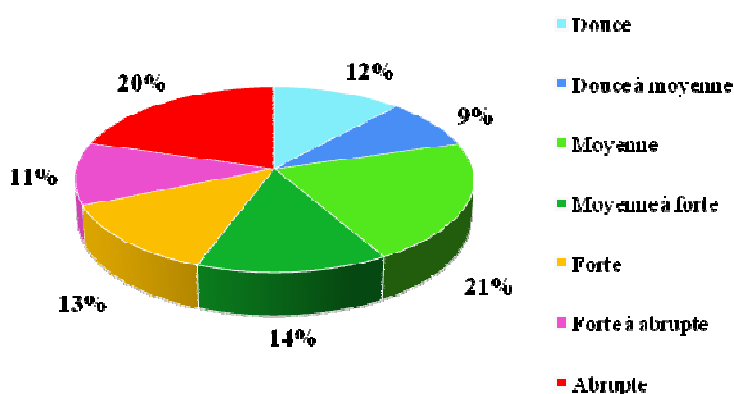
Après représentation graphique des 249 points traduisant le type de berges rencontrées, on arrive au constat suivant : 14.05% des berges sont composées de bandes herbacées, 13.25% sont composées d'une alternance bandes herbacées et plages sableuses, 11.25% de roche mère, 9.64% de plages sableuses et 7.23% d'une alternance entre éboulis et plages sableuses.

→ Insérer carte 'typologie des berges'

Nature des pentes des berges du barrage de Lavalette

La carte X représente les différents types de pentes retrouvées sur le linéaire de berge du barrage. → Insérer carte 'représentation pentes des berges'

Proportion des différents types de pente des berges



Les types de pente revenant le plus fréquemment sur le barrage sont des pentes moyennes et des pentes abruptes à raison de 21% et 20% respectivement. Les autres types de berges sont sensiblement égaux.

Si l'on somme les pentes utilisables pour les frayères : douce et douce à moyenne, celles-ci correspondent à 21% des types de pentes soit environ 1/5^{ème} de l'ensemble du barrage.

Inventaire floristique

Au total, 70 espèces végétales ont été recensées au cours des 14 sorties et identifiées avec l'aimable collaboration de M. Philippe ANTONETTI, responsable du service Flore & Conservation au Conservatoire botanique national du Massif central, et M. Robert PORTAL, spécialiste autodidacte. Sur ces 70 espèces, 65 correspondent à des herbacées dont 10 Poacées et 6 Polygonacées qui sont des supports favorables à la fraie du brochet (Cf. Annexes 'Liste des espèces végétales répertoriées'). Parmi elles, 7 reviennent fréquemment dans les études scientifiques menées sur le brochet *Esox lucius* (L.) : la Baldingère faux-roseaux (*Phalaris arundinacea*), la Canche cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*), le genre *Carex* (peut-être *hirta*), le Lysimaque vulgaire (*Lysimachia vulgaris*), la Petite Oseille (*Rumex acetosella*), la Renouée amphibie (*Polygonum amphibium*) et le Saule (*Salix spp.*). En outre, plusieurs zones sont composées d'autres poacées et graminées favorables à la fraie : l'Avoine des prés (*Avenula pratensis*), l'Avoine pubescente (*Avenula pubescens*), le Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), la Fétuque rouge (*Festuca gr. Rubra*), la Houlque laineuse (*Holcus lanatus*), le Pâturin des prés (*Poa gr. pratensis*), le Ray-grass des Anglais (*Lolium perenne*) et le Vulpin des prés (*Alopecurus pratensis*). Enfin, on observe plusieurs mégaphorbiaies, également décrites comme favorables, composées principalement de la Reine des prés (*Filipendula ulmaria*) et la Renouée bistorte (*Polygonum bistorta*).

Ainsi, associant les cartographies précédentes, on obtient les qualités d'habitats synthétisées dans le tableau ci-dessous qui nous permet d'obtenir les cartes n° X et Y :

➔ **Insertion 'Tableau récapitulatif qualités associées aux habitats en fonction de la période considérée'**

➔ **Insertion des cartes 'habitats stades géniteurs/...' et 'habitats stades (sub)adultes'**

Qualité habitats reproduction

En proportion, sur 41 zones on obtient : 8 habitats à qualité faible, 11 à qualité moyenne, 4 à qualité moyenne à forte et 16 habitats à qualité forte.

Qualité habitats croissance

En proportion, sur 63 zones on obtient : 8 habitats à qualité faible, 19 à qualité moyenne, 5 à qualité moyenne à forte et 31 habitats à qualité forte.

III-1-B) Régime thermique et hydraulique

Après étude des sondes (*cf. annexes pour résultats*), la période de reproduction paraît être comprise entre les 19 et 25 mars en amont et entre le 23 et le 28 mars en aval. Bien que les dates soient légèrement décalées, elles se recoupent et les températures de l'eau enregistrées par les sondes ne varient pas significativement ($W = 3676$, $p\text{-value} = 0.947$).

Aussi l'éclosion est-elle estimée entre le 2 et le 6 avril en amont et entre le 5 et le 9 avril pour l'aval. Cela amène à la phase la plus sensible du cycle qui dure de la ponte jusqu'à la résorption de la ventouse qui s'étend entre le 12 et 16 avril pour l'amont et entre le 16 et le 20 avril pour l'aval. Enfin, la période sensible qui correspond à l'intervalle entre les résorptions de ventouse et de vésicule, avant l'atteinte du stade brocheton migrant, s'étend du 21 au 25 avril pour l'amont et du 26 au 30 avril pour l'aval.

Au regard des observations faites durant les sessions de pêches électriques (morphologie et biométrie des individus) qui estimaient l'âge des 0+ à 1,5 mois / 2 mois, et après vérification du nombre de degrés-jours nécessaires à chaque stade, ces dates correspondent en donnant des 0+ âgés de 56 à 60 jours pour l'amont et entre 52 et 56 jours pour l'aval.

III-1-C) Evaluation de la qualité et de la fonctionnalité des frayères

Indices de conformité d'INSKIP

Par manque de références dans la littérature, j'ai décidé de m'inspirer du travail de **QuiEFF, 2007** qui a travaillé sur le même type de problématique en 2006 sur le barrage de l'Agly pour la FDPPMA 66, afin de classer les indices INSKIP calculés et présentés ci-dessous.

Indice d'INSKIP	0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1
Qualité	Très mauvaise	Mauvaise	Moyenne	Bonne	Très bonne

Indice de conformité lié aux variations du niveau de l'eau

Indice d'INSKIP 1 = I1 = Variation du niveau d'eau sur les frayères AMONT

Dates de pontes présumées	19/03/2012	23/03/2012	24/03/2012	25/03/2012
Indice INSKIP période A	1	1	1	0,9
Indice INSKIP période B	1	0,85	0,55	0,4
Indice d'INSKIP de conformité	1	0,85	0,55	0,4

Indice d'INSKIP 1 = I1 = Variation du niveau d'eau sur les frayères AVAL

Dates de pontes présumées	23/03/2012	24/03/2012	25/03/2012	26/03/2012	27/03/2012	28/03/2012
Indice INSKIP période A	1	0,55	0,37	0,22	0,25	0,2
Indice INSKIP période B	0	0	0,05	0,17	1	1
Indice d'INSKIP de conformité	0	0	0,05	0,17	0,25	0,2

Le marnage fait rapidement chuter le succès de reproduction. Si l'on considère les hypothèses de pontes en amont, les résultats donnent une reproduction très bonne pour les 19 et 23 mars, moyenne pour le 24 mars et mauvaise pour le 25 mars même si la phase la plus sensible (période A) se passe très bien pour ces deux dernières dates. L'indice de conformité le plus limitant pour l'amont est l'indice de la période B.

En aval, la reproduction étant décalée, on atteint plus vite la forte baisse des 27 et 28 avril (-1.9 m), aussi les indices sont plus faibles qu'en amont où le succès paraît très mauvais. Du 23 au 26 mars, l'indice de conformité est l'indice de la période B puis la tendance s'inverse : pour des pontes aux 27 et 28 mars, l'indice de conformité est celui de la période A où le succès paraît mauvais.

Si l'on émet à présent des hypothèses sur des pontes fractionnées dans le temps, qui peuvent aller comme on l'a vu en première partie, de 15 jours à 1 mois au maximum après la date supposée de déclenchement de la ponte, le succès reproducteur est mauvais à l'exception du 28 avril :

Pour les 2, 8, 19 et 25 avril, pour l'amont, des résultats très faibles, compris entre 0.05 et 0.175 pour la période A et 0 à 0.9 pour la période B.

Pour les 8, 12, 23 avril, pour l'aval, l'indice de la période A est compris entre 0 et 0,1 tandis que celui de la période B est compris entre 0 et 0,19 (*Cf. détails en annexes*).

Indice de conformité lié aux surfaces de frayères (I2)

Les surfaces de frayères n'ont pu être estimées que pour un seul intervalle du fait de l'inexistence d'isoclines sur les cartes IGN et d'une difficulté d'accès sur le terrain. Le tableau ci-dessous récapitule la surface occupée par les différents substrats utilisables entre les cotes 808.54 m NGF et 810 m NGF (le détail se trouve en annexes).

	Qualité des substrats				TOTAL
	A	B	C	D	
TOTAL (ha)	2,81	1,88	0,54	1,58	6,81
Proportion de la surface totale de la frayère (%)	41,23	27,57	7,94	23,26	100,00
Proportion de la surface totale de la frayère par rapport à la surface en eau (%)	1,28	0,85	0,25	0,72	3,10

Le calcul de l'indice en fonction de la qualité du substrat et de la surface totale de frayères par rapport à la surface totale en eau donne la valeur faible de 3.10%. On a donc 3.10% de l'étendue sont utilisables pour la fraye. Cette valeur nous permet de calculer les indices I(A), I(B), I(C) et I(D) associés à chaque qualité de substrat. Pour cela, on reporte la valeur de 0.31 sur les courbes INSKIP surfaces de frayères (*cf Annexes Indices d'INSKIP*).

Les quatre indices obtenus $I(A) = 0.5$, $I(B) = 0.4$, $I(C) = 0.2$ et $I(D) = 0.07$, sont ensuite pondérés en fonction de leur proportion dans la surface totale de frayère.

Cote considérée	808,54 - 810			
Qualité du substrat	A	B	C	D
Indice d'INSKIP	0,21	0,11	0,02	0,02
Indice d'INSKIP pondéré	0,35			

En comparant les deux indices, il apparaît que l'indice de conformité pour l'amont est la surface de frayères, tandis que pour l'aval, il s'agit de la variation du niveau d'eau.*

Qualité et fonctionnalités des frayères

D'après Pierre ROA, la reproduction du brochet de cette année est précoce, l'eau se réchauffant généralement au cours du mois de mars, les pontes débutent à partir de début avril au minimum. Aussi, afin d'englober ce mois, on considère la période début avril – mi-mai.

On observe des variations du niveau de l'eau fréquentes et/ou importantes pour les années 1999, 2001, 2004, 2006, 2009 et 2010. Bien que l'année 2011 montre un niveau stable, la surface de frayères exploitable par les brochets cette année-là devait être fortement réduite pour cause de vidange du barrage. Il se peut que 2011 n'est pas été une année à fonctionnalité normale ou optimale. On ne dispose donc d'un niveau stable de l'eau une année sur deux voire une année sur trois.

III-1-D) Evaluation de la qualité des habitats

Evaluation du facteur de production (Cf. fiche en annexes)

Les stades juvéniles disposent de caches et abris sous forme de ceintures végétales immergées et accessibles aux adultes qui sont richement pourvues en invertébrés, amphibiens et où il y a une bonne reproduction des cyprinidés, le score est donc $B1 = 3$.

Les stades adultes disposent de caches et abris soit absents soit peu développés, cependant il y a une abondance des cyprinidés chez qui il y a dominance de la Brème commune mais mixte avec du gardon, rotengle (on prend donc un score intermédiaire de 1.5), le score est $B2 = 1,5$. La somme de ces deux scores s'élève à $B1 + B2 = 4,5$, ce qui correspond à un facteur de production perturbé ou limitant

Indices de qualité d'habitats : LHQA, LHMS

En 2005, on dispose d'un LHMS = 18/42 et d'un LHQA = 52/104

En 2009, on dispose d'un LHMS = 12/46 et d'un LHQA = 66/112

Les rapports LHMS/LHQA permettant d'évaluer le niveau de préservation et la diversité du milieu sont de 1.17 (2005) et de 2.26 environ (2009) (source : AE, 2005 ; GREBE, 2009)

Macrophytes

Le peuplement de Lavalette présente une faible variété floristique : 12 taxons recensés dont 11 taxons d'hélophytes (le dernier étant hydrophyte). Le rapport hydrophytes/hélophytes peut être considéré comme nul (source : AE, 2005)

Qualité de l'eau, suivi de l'eutrophisation

L'étude de 2009 démontre une augmentation significative de la conductimétrie entre les mois de mars et septembre sur les zones aval et amont séparément ainsi qu'une comparaison significative entre l'amont et l'aval, témoignant d'une augmentation plus rapide en amont ($p\text{-value} < 0.05$). Les valeurs de pH diffèrent significativement entre l'amont et l'aval pour les mois de mars, mai et septembre ($p < 0.05$), le pH est en effet plus alcalin en amont au mois de mars et de mai alors qu'il est plus acide au mois de septembre. Les valeurs en oxygène dissous montrent que qu'il existe une variation pour le mois d'août à la fois en amont ($W=46$, $p\text{-value}=0.004079$) et en aval ($W=42$, $p\text{-value}=0.02622$), mois où la saturation en oxygène a diminué de moitié. Il existe aussi une différence significative entre amont et aval pour les mois de mars ($df=11.522$, $p\text{-value}=1.798 \times 10^{-8}$) et de septembre ($df=8$, $p\text{-value}=7.853 \times 10^{-8}$), l'amont étant plus oxygéné au début du printemps par alimentation du Lignon mais plus pauvre à la mi-septembre car il est la source de l'eutrophisation.

III-2) Développement des jeunes de l'année

Au 31 mai, 44 brochetons de l'année (0+) ont été capturés et identifiés sur l'ensemble des quatre stations pour une taille minimale de 41 mm et une taille maximale de 86 mm : 7 individus pour la station 1 de 41 mm à 86 mm (différence de 2.1), 23 pour la station 2 de 56 mm à 66 mm (différence de 1.18), 5 pour la station 3 de 50 mm à 80 mm (différence de 1.6) et 9 pour la station 4 de 42 mm à 86 mm (différence de 2.05).

Au 23 juin, 26 0+ sont capturés et identifiés : 16 pour la station 2 de 55 mm à 130 mm (différence de 2.4) et 10 pour la station 4 de 75 mm à 144 mm (différence de 1.9).

Il existe donc une variabilité de taille au sein des stations deux et trois mois après la supposée reproduction.

L'ensemble des données 'tailles' suivant une loi normale ($p\text{-value} > 0,05$).

La comparaison inter-stations sur la 1^{ère} session de pêche concerne les 4 stations : Bateau-Mousse ($df = 7.311$, $p\text{-value} = 0.2584$), Bateau-Virgule ($W = 10$, $p\text{-value} = 0.2677$), Bateau-Lavalette ($df = 10.311$, $p\text{-value} = 0.466$), Mousse-Virgule ($df = 16.034$, $p\text{-value} = 0.3666$), Mousse-Lavalette ($df = 12.704$, $p\text{-value} = 0.5769$) et Virgule-Lavalette ($W = 25$, $p\text{-value} = 0,7972$). La comparaison inter-stations sur la 2^{ème} session de pêche concerne les stations du Mousse et de Lavalette ($df = 18.017$, $p\text{-value} = 0.06072$)

La comparaison inter-stations démontre que les moyennes de tailles des individus ne diffèrent pas significativement entre les stations malgré l'observation d'une diversité de tailles. Cela est valable pour les deux sessions de pêches électriques des 31 mai et 29 juin. Aussi la croissance semble homogène sur l'ensemble du barrage de Lavalette.

Si l'on s'intéresse maintenant à l'évolution de la croissance sur un pas de temps d'un mois en comparant la même station entre les deux sessions, les résultats sont significativement différents pour le Mousse ($W = 68$, $p\text{-value} = 0.000946$) et pour 'Lavalette' ($W = 1.5$, $p\text{-value} = 0.0004440$). La comparaison inter-sessions démontre des différences significatives de croissance sur les sites prospectés à deux reprises en l'espace d'un mois. Cette croissance est donc significative et rapide sur les premiers stades de développement.

Lors des pêches Asconit Consultants du 6 au 10 août, 8 individus 0+ ont été capturés, les classes de tailles variant entre 175 mm et 249 mm. Au vu des dates de pontes estimées et qui ne varient que d'une semaine entre zones amont et aval, les brochetons migrants ont au maximum 20 semaines soit environ 5 mois. On passe donc de classes [41 ; 86 mm] fin mai à des classes [55 ; 144 mm] fin juin, à des classes [175 ; 249] début août.

De nouveau, on dispose d'un pas de temps d'environ 1 mois depuis la 2^{ème} session de pêche électrique, ce qui nous permet de continuer d'étudier l'évolution de la taille des 0+ sur un pas de temps similaire : Mai-Juin (df = 13,787 ; p-value = 1,828^e-09), Mai-Août (W = 0, p-value = 8.143e-06) et Juin-Août (df = 12.546, p-value = 5.598e-08).

Les comparaisons des différentes sessions de pêches démontrent toutes que les moyennes de tailles sont significativement différentes les unes des autres. Ainsi, la croissance des 0+ est significative et effective au cours du temps sur un pas de temps d'environ 2 mois.

Evolution du poids

Le lot i de la station 2 étant hétérogène, le plus gros individu seulement a été pesé et son poids est de 9g pour 130 mm. Le lot i de la station 4 est à l'inverse, assez homogène et donc représentatif de la croissance des 10 individus. On gagne en poids sur une période de 23 jours en passant de 11g pour 9 individus à 46g pour 10 individus, soit un poids plus important d'un coefficient de 4. Les 0+ capturés en août ont un poids compris entre 48 g et 86 g pour une taille comprise entre 175 mm et 249 mm. En un mois, l'individu le plus maigre fait le même poids qu'un lot de 10 individus à la fin du mois de juin.

Indices d'abondance et CPUE

		"Mousse"		"Lavalette"	
Date de pêche électrique		31/05/2012	23/06/2012	31/05/2012	23/06/2012
Surface	IA (individus/m ²)	0,11	0,075	0,028	0,032
Temps de pêche	IA (individus/5min de pêche)	5,75	2	3	2,25
	IA (individus/15min de pêche)	17,25	6,4	9	6,75

Tableau : Indices d'abondances sur les 2 sessions de pêches électriques : 31 mai et 23 juin 2012

Les indices d'abondance de la 1^{ère} session varie en fonction de la station considérée : il est de 5 pour le Bateau, 17.25 pour le Mousse, 5 pour la 'virgule' et 9 pour 'Lavalette'.

Si l'on compare les CPUE par station en fonction des deux sessions de pêches électriques, on observe une diminution de la CPUE sur un pas de temps d'un mois: elle passe respectivement de 17.25 à 6.4 pour la station 2, soit une différence de 2.7, et de 9 à 6.75 pour la station 4, soit une différence de 1.33.

Evolution de ces conditions au cours du temps, mise en lien avec l'eutrophisation du milieu

La conductimétrie semble constante sur ce pas de temps en fonction des stations sur la même session (69.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au Bateau, 67.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au Mousse, 72.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 'Lavalette' au 31 mai contre 72.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au Mousse et 74.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 'Lavalette' le 23 juin).

Le pH a augmenté à Lavalette, le faisant passer de neutre à alcalin.

La concentration et le pourcentage de saturation en oxygène ont diminué sur la baie du Mousse alors que l'ensemble a augmenté pour 'Lavalette', passant respectivement de 11.9 mg/L et 153% à 8.31 mg/L et 99.1% pour le Mousse et de 8.4 mg/L et 112% à 11.43 mg/L et 147,2% pour 'Lavalette'.

Présence de proies de tailles adaptée - alimentation dans les premiers mois après éclosion

Examen stomacal au 31 mai

Un individu 0+ de 71 mm de la station du Maisonial, pêché dans les 5-10 premiers centimètres de profondeur sur la bande d'herbacées, a été échantillonné dans le but d'un examen stomacal afin de déterminer le régime alimentaire à ce stade ainsi qu'à cette taille.

Il démontre la présence de nombreux restes de *Siphonurus sp* uniquement: (trois têtes, un abdomen, un thorax, de nombreuses pattes et quelques branchies) laissant présager que ce stade est (au moins principalement) entomophage. On n'a néanmoins pu observer que le cannibalisme existe à cette taille avec un exemple d'un individu de 70mm ayant prédaté un congénère de 53mm (soit 1.2 fois plus petit) sur la station 4. On peut conclure sur le caractère opportuniste du brochet dans ses jeunes stades dont le régime n'est pas strict.



Observation à la loupe binoculaire de larve de *Siphonurus sp*,

Photo : E. BECK



Exemple de cannibalisme, 31 mai 2012, Photo : E. BECK

Présence de proies potentielles au 23 juin 2012

Dans les deux cas, les stations 2 et 4 regorgent de nombreux alevins, à la fois de sandre et de cyprinidés : l'alevin de Sandre est aisément identifiable par sa nageoire dorsale hérissée tandis que les jeunes alevins de cyprinidés sont encore trop peu développés. La plupart des alevins de Sandre observés n'ont pas été pêchés à l'épuisette mais une biométrie a été effectuée pour un échantillon d'individus sur les deux stations : 11 individus à la station

Mousse pour une taille variant entre 28 et 41 mm et 12 individus au lieu-dit 'Lavalette' pour une taille variant entre 30 et 52 mm.

III-3) Croissance

III-3-A) Scalimétrie

Les enquêtes paniers-pêcheurs n'ont malheureusement pas donné de résultats : un seul individu de 520 mm a pu être prélevé. Les autres poissons pêchés correspondent à des sorties pêches organisées annexes : 2 individus pour 2 pêcheurs, de 480 mm et 550 mm, ainsi qu'aux pêches du bureau d'études Asconit Assistants (1 individu dont l'âge a pu être estimé sur les 2 capturés). Au total, on dénombre : 4 brochets 3+, 1 brochet 1+ et 7 brochets 0+.

Si l'on rapproche l'âge des individus à leur biométrie, on obtient une gamme de tailles comprise entre 480 mm et 561 mm pour les individus 3+, une taille de 313 mm pour l'individu 1+ et une gamme de tailles comprises entre 188 mm et 240 mm pour les 0+ à la période estivale.

III-3-B) Conditions physiques des individus

Coefficient de condition de Fulton

Il se calcule par la relation : $K = 10^5 * (\text{Poids frais } g / (\text{Longueur totale } mm)^3)$

Brochet : les coefficients calculés sont tous inférieurs à 1 quel que soit la classe d'âge considérée, à l'exception d'un individu 0+ (175mm, 58g, K=1.08). En moyenne, les 0+ ont un coefficient de condition de 0,67, les 3+ un coefficient d'environ 0,53 et le seul 1+ dispose d'un coefficient de 0,59.

Autres espèces capturées : si l'on étudie les coefficients de condition de l'ensemble des poissons, on constate que ceux-ci sont supérieurs à 1 pour la plupart à l'exception de l'Ablette, le Brochet et le Sandre. J'ai estimé le coefficient de condition de la Perche sans prendre en compte les lots i afin de disposer de données 'poids frais ' et 'taille' précis, la Perche dispose d'un bon coefficient égal à 1.21 qui témoigne d'un milieu adapté à sa croissance, alimentation et reproduction (Cf. Annexe 'Coefficients de condition de Fulton pour les espèces capturées sur le barrage de Lavalette').

Cependant, ce résultat est issu d'une équation où la puissance 3 représente un standard pour l'ensemble des poissons, or, le brochet, par sa position en bout de chaîne alimentaire dispose d'une morphologie fusiforme propre à sa fonction de super-prédateur : ceci lui

confère une hydrodynamisme fort accentué par la position rejetée en arrière de la dorsale et de l'anale, l'ensemble étant révélateur de l'aptitude du poisson aux attaques fulgurantes. On peut faire le même type d'observation pour les Sandres, carnassier également, qui disposent cependant d'un coefficient de condition plus important que les brochets.

Bien qu'on ne puisse conclure sur le brochet, on peut néanmoins conclure sur la bonne condition globale des espèces présentes sur le barrage.

III-3-C) Alimentation et relations trophiques

Résultats pêches Asconit Consultants (6-10/08/2012)

Les pêches ont mis en évidence 11 espèces dont 10 espèces de poissons et 1 espèce d'écrevisse (*Pacifastacus leniucus*). Parmi les espèces normalement présentes sur l'étendue de Lavalette (*source : SAGE 2012*), on retrouve : la Carpe commune, le Cristivomer, le Goujon, l'Ombre commun, la Tanche, la Truite arc-en-ciel, la Truite fario et le Vairon.

➔ **Insertion graphique (camemberts ou tableau, A VOIR)**

Bien que les pêches du bureau Asconit sont conformes aux normes de l'Agence de l'Eau contrairement à celles de 1999 qui sont une volonté des FDPPMA 42 et 43, on peut comparer les résultats afin d'évaluer les tendances et l'évolution du peuplement piscicole.

De façon générale, on a une abondance 3.5 fois plus importante en 2012 mais une biomasse 1.22 fois plus faible qu'en 1999.

Ces résultats démontrent que la perche (*Perca fluviatilis*) s'est fortement développée sur le barrage avec **69.3%** de l'abondance et **22.73%** de la biomasse contre respectivement **1.9%** et **2.33%** en 1999. Cette analyse s'appuie également sur une très bonne reproduction de l'espèce : sur les 2812 individus, 2372 sont des jeunes de l'année soit environ 85%.

L'espèce qui domine en biomasse est la brème commune (**30.4%**), suivie du Sandre avec **18.67%** et le Gardon avec **18.52%**.

En termes d'abondance, le gardon domine après la perche en 2012 avec **23.36%**.

Le brochet se retrouve en 3^{ème} position par rapport aux autres carnassiers : il représente 3.07% de la biomasse et 0.27% de l'abondance. En 1999, il dominait en termes de biomasse.

En 1999, son abondance déjà faible par rapport aux sandres et aux perches est encore diminuée.

Lorsque l'on compare les proportions de cyprinidés et carnassiers entre 1999 et 2012 on passe d'une abondance de **5.01%** de carnassiers à **72.01%** et d'une biomasse de **25.21%** à **44.47%**. Pour les cyprinidés, on passe d'une abondance totale de **74.01%** et une biomasse totale de **84.03%** en 1999 contre **27.92%** en abondance et **55.4%** de biomasse en 2012.

III-3-D) Enquêtes pêcheurs

La plupart des pêcheurs interrogés côtoient fréquemment Lavalette, 45,2% ont un nombre de sorties pêches par saison supérieur à 15, 19,4% un nombre de sorties compris entre 10 et 15 et 29% un nombre de sorties compris entre 5 et 10. Au total, 32 enquêtes ont été collectées mais dans certains cas, certaines cases n'ont pas été remplies ce qui diminue ce chiffre.

- *Nombre de pêcheurs venant pêchés spécifiquement le brochet*

Sur les 34 pêcheurs, seuls 5 pêcheurs viennent pêcher spécifiquement le brochet soit à peine 15% (14.7%), contre 3% de pêcheurs venant spécifiquement pour la Perche, 36% spécifiquement pour le Sandre et 61% de pêcheurs venant à la fois pour la Perche et le Sandre.

- *Nombre moyen de capture en fonction de la taille moyenne de capture sur une saison*

Sur 25 pêcheurs, 44% de la taille des captures sont de 50 cm, 20% sont de 60 cm, puis 8% pour 65 et 70 cm et 4% pour 45, 55, 58, 61, 80 cm.

- *Satisfaction de la maille actuelle du brochet à 50 cm*

Sur les 33 sondés, 22 sont favorables au maintien de cette maille, soit environ 67%. Sur les 11 défavorables, 1 propose de la monter à 55 cm, 5 à 60 cm, 1 à 65 cm, 2 à 70 cm et 2 à 80 cm.

- *Satisfaction quant à l'intérêt halieutique du site*

Sur les 33 réponses, 31 sont satisfaits soit environ 94%. Sur les deux autres réponses, un ne se prononce pas car il venait ce jour-là pour la première fois sur le site, l'autre n'était pas satisfait.

- *Secteurs pêchés pour le brochet*

Sur 33 enquêtes, 19 pêcheurs prospectent les secteurs rocaillieux / à falaises soit près de 58%, 8 les plages sableuses (24%), 6 les herbiers aquatiques (18%), 3 prospectent les zones à chablis / souches et branches d'arbres (9%). Le dernier pêcheur pêche l'ensemble des zones.

IV) Discussion et interprétation des résultats

IV-1) Reproduction et au développement des 0+ dans leurs premiers mois

Au vu des résultats de captures des 0+ et compte tenu du grand nombre d'individus observés mais non capturés, il semble que la reproduction a eu lieu sur les 4 stations prospectées et cela de façon satisfaisante, ce qui répond favorablement à nos critères de prospections et observations.

L'ensemble des 0+ a été pêché sur des profondeurs faibles : de 5 cm (pour l'essentiel, notamment la station 2) à 90 cm de profondeur environ. Tous ont été prélevés dans la frange herbeuse de la berge de forte densité, ou à proximité (dans un périmètre d'une dizaine de mètres le long de la berge) pour le cas de la station 3 où la plupart des 0+ ont été capturés sur un substrat minéral en sortie de baie dont la végétation se résumait à quelques micro patches de racines encastrées dans la roche. Il est donc possible d'observer des individus en dehors des zones végétalisées mais du fait de leur petite taille sur cette station (comprise entre 56 mm et 66 mm), les brochetons étant au stade migrant, ils proviennent certainement du fond de baie, le brochet étant phytophile pour sa ponte.

Le point commun entre toutes ces zones est la présence des 0+ en bordure immédiate.

Croissance entre les sessions de pêches

Comme on l'a vu dans la partie III), la croissance est significative et importante lorsque l'on suit son évolution sur un pas de temps d'un mois entre fin mai et fin juin et entre fin juin et début août. La variabilité des tailles est toujours existante, laissant supposer l'existence de queues de lots ou de pontes fractionnées.

Nous avons pu voir par les examens stomacaux mais aussi par la biométrie de certains individus et leur observation, que la croissance est favorisée par l'existence de proies de tailles adaptées : alevins de sandres et *Cyprinus sp.* au mois de juin et à celle de perches 0+ et gardons 0+ au mois d'août. La croissance est assurée par les pontes fractionnées dans le temps entre carnassiers et cyprinidés, l'éclosion des cyprinidés correspondant au passage à un régime ichtyophage chez les carnassiers.

Conditions physico-chimiques

En prenant comme référence les données du tableau 1 présenté au début de ce rapport en partie I-2), on constate que les valeurs de pH, bien qu'elles aient évoluées sur un mois tendant

vers un pH plus alcalin, variant entre 6.3 et 9.45 (l'exigence étant comprise entre $5 <$ et $9.5 \leq$), sont toujours comprises dans les exigences du brochet. En termes d'oxygénation du milieu, que ce soit la concentration ou la saturation, il en est de même, on varie respectivement entre 8.31 mg/L et 11.9 mg/L (l'optimum étant à partir de 8 mg/L) et entre 99.1% et 153% (l'optimum étant entre 80 et 90%), qui sont favorables au brochet et à sa croissance.

En termes de conductimétrie, les différentes valeurs sont faibles et prouvent une concentration faible en éléments minéraux dues aux propriétés volcaniques des sols (basalte, granit). Celles-ci ont certainement un effet limitant sur la croissance de l'ensemble des poissons de l'étendue.

Difficultés et différence du nombre d'individus capturés sur les 2 sessions de PE

Il est à noter que la pêche a été rendue difficile d'un point de vue accessibilité et visibilité par la présence de nombreux débris végétaux flottants en surface et embâcles (racines, souches, branches) sur les stations 1 et 3 lors de la 1^{ère} session, puis de la forte eutrophisation sur la station 2 lors de la 2^{ème} session. En outre, une perte probable d'individus liée à la dynamique naturelle de l'espèce : prédation et/ou cannibalisme, souvent importants sur les jeunes stades (environ 2% de survie à partir de la résorption de la vésicule vitelline dans la littérature), ont certainement eu lieu, ce qui expliquerait les différences observées dans les indices d'abondances à 23 jours d'intervalle.

L'hypothèse d'une migration n'est cependant pas à écarter compte tenu de l'observation faite d'individus sur des substrats supposés non favorables aux jeunes stades au 31 mai.

Identification des habitats

Qualité et fonctionnalités des frayères

Les frayères semblent être fonctionnelles 1 année sur 2 ou au moins 1 année sur 3. D'après la littérature, cela a permis une bonne reproduction sur les 10 dernières années.

Habitats et qualité associée

L'ensemble des habitats favorables est très homogène car souvent composé des mêmes espèces, la différence résidant principalement dans la dominance de l'une d'entre elles. D'une façon générale, l'hétérogénéité des habitats en réservoirs, est moindre et ce, indépendamment de la taille du plan d'eau. La richesse spécifique est souvent plus faible en réservoirs qu'en lacs naturels ou en rivières et les communautés sont souvent dominées par une, voire tout au

plus deux ou trois espèces opportunistes et tolérantes. De plus, dans de nombreux réservoirs les espèces non-natives sont favorisées par rapport aux espèces natives (**source : communautés ichtyologiques, infothèque francophone**).

Il existe des zones de bonne qualité à la fois pour la reproduction et la croissance pour l'espèce-repère Brochet, sur l'étendue du barrage de Lavalette.

Si on compare les zones à forte qualité pour les stades associés à la reproduction, on constate qu'ils le sont tout autant pour les stades plus âgés associés à la croissance, en effet bien que les densités de 5 correspondent à un recouvrement végétal supérieur à 75%, celles-ci n'empêchent pas la libre circulation des stades âgés et ne les pénalisent pas pour leur chasse à vue (ce qui explique la prise en compte de la densité 5 en tant que forte qualité).

Aussi un partage du milieu ainsi qu'un regroupement des individus de tout âge sur les mêmes zones ont certainement lieu.

Les subadultes et adultes disposent de quelques zones supplémentaires jugées 'forte', à pentes trop importantes pour correspondre à l'optimal des jeunes stades. Si l'on considère les zones de qualité 'moyenne', deux sont susceptibles d'être partagées. Si l'on considère les zones de qualité 'faible', trois sont susceptibles d'être partagées.

Bien que l'on ait vu dans le tableau synthétisant les exigences que les saules sont des espèces pouvant être affectionnées par le brochet à partir de 40 cm, les zones 'bordure riveraine de Saules' sur le barrage de Lavalette ont été notées comme de qualité 'moyenne' car ils ne sont immergés qu'entre la cote maximale (810.14 m NGF) et environ 1.50m de profondeur. Dès -2m, la perte de potentiel est avérée. En outre, ils constituent certainement davantage de bons postes de chasse et zones de repos pour les subadultes et adultes que d'habitats.

Aucunes données de références relatives aux exigences propres du stade brocheton migrant n'ont pu être trouvées dans la littérature. Leurs exigences sont à cheval entre celles de la reproduction et de la croissance.

Surface associée à ces habitats

Si l'on considère les surfaces de frayères toutes qualités confondues, on obtient **3.10%** en les rapportant à la surface totale du barrage, ce qui est faible. Or, la reproduction observée semble très bonne sur les zones prospectées, on peut donc relativiser cette observation en énonçant que la reproduction est très bonne car les frayères sont de bonnes qualités et fonctionnelles au

moins 1 année sur 3, proportionnellement aux surfaces de frayères. Il y a donc un recrutement potentiel chaque année.

Variation du niveau d'eau sur les frayères

On a pu voir que le succès de reproduction est rendu aléatoire d'un jour à l'autre, de façon plus ou moins importante. Même si on a pu mettre en avant que le facteur limitant sur la croissance était la faible proportion d'habitats adaptés au Brochet, ce qui aurait pour résultat une croissance réduite, il ne faut cependant pas mettre de côté l'impact du marnage.

Aussi, si l'aval met plus de temps à se réchauffer (de l'ordre de quelques jours), l'existence de variations tard dans le développement des 0+ aura plus d'impact en aval, alors qu'une variation plus précoce aura davantage d'impact en amont.

Cette année, le milieu semble présenter une reproduction satisfaisante et les résultats des années 1999 à 2011 incluses témoignent d'un même résultat au moins une année sur trois, la mise en place d'une gestion de la reproduction n'apparaît donc pas être la priorité.

Indices LHQA, LHMS

L'indice LHQA est jugé relativement fort en 2005, relativement moyen en 2009. Cela s'explique en 2005 par une bonne diversité des milieux en zone rivulaire (saulaie, forêt mixte, forêt de conifères) et par le fort score obtenu pour la zone littorale (20/28) qui présente des substrats de granulométries variées (racines, bois mort, bois humides, dalle,...). En 2009, il traduit notamment l'anthropisation et la réduction du nombre d'habitats de la retenue notamment en zone littorale, mais également en zone riveraine et profonde. La zone de berge semble la moins impactée.

Les indices LHMS sont faibles ce qui traduit donc une faible modification des habitats, et notamment de la zone de berge dont 10% à 30% est anthropisée. La composante "Hydrologie" révèle la présence du barrage et l'importance du marnage (< 5 m). Le LHMS indique également un léger problème de sédimentation. En effet, d'une note de 2, le sous-indice "Régime sédimentaire" traduit que 25% à 50% de la retenue sont affectées soit par l'érosion soit par la sédimentation.

Plus le rapport LHQA / LHMS est élevé, plus le milieu présente d'habitats naturels diversifiés. A l'inverse, plus il est faible, plus l'impact sur le milieu est marqué et plus la qualité des habitats est altérée. **Pour les années 2005 et 2009, on obtient respectivement des résultats de 1,17 et 2,26 environ**, ce qui est très faible, les rapports pouvant s'élever à au moins 60 (Cf. étude Grangent, Asconit Consultants, 2006).

Macrophytes (2005)

Les résultats de l'année 2005 démontrent que le rapport hydrophytes/hélophytes peut être considéré comme nul. Le peuplement de Lavalette présente en effet une faible variété floristique (12 taxons recensés) dont 11 taxons d'hélophytes.

La morphologie des berges, très abrupte en grande partie sur le barrage de Lavalette, associée au marnage important de la retenue (entre 5m et 10m selon les années), limite considérablement le développement et donc la présence de macrophytes. La strate végétale dominante autour du plan d'eau est une ripisylve dense et mixte, composée de conifères et de feuillus. Les conditions hydromorphologiques de la retenue s'avèrent peu favorables à l'installation de macrophytes aquatiques, malgré des eaux claires (Secchi moyen de 3,7 m) et un stock de phosphore important dans les sédiments. Cette rareté de la végétation peut constituer une limite pour la faune piscicole et invertébrée en la privant de lieux de pontes.

En outre, la non colonisation des berges par des hélophytes, ne permet pas de limiter le phénomène d'érosion. La baisse du niveau d'eau découvre souvent des berges sableuses pentues. La ligne haute du niveau d'eau est constituée de ceintures de carex, baldingère, ou plus rarement d'iris, associées à quelques espèces ripicoles communes (lysimaque vulgaire, menthe aquatique,...). La renouée amphibie est la seule macrophyte se développant également dans l'eau où elle forme seulement de faibles recouvrements dans quelques anses.

Ainsi, malgré un score LHQA assez fort (en 2005), qui montre une diversité d'habitats en zones rivulaires, ceux-ci sont très limités en végétation (absence quasi-totale d'hélophytes), ce qui limite fortement les zones à reproduction et croissance des espèces phytophiles. L'indice LHMS d'altération de l'habitat est typique des barrages utilisés pour la production d'électricité et d'eau potable, mais est tout de même considéré comme fort. Les faibles ratios obtenus pour les années 2005 et 2009 témoignent d'un impact marqué sur les habitats déjà en faible proportion.

Qualité de l'eau, suivi de l'eutrophisation

L'analyse globale des études de 2005 et 2009 met en évidence un hydrosystème moyennement riche en nutriments (ce qui correspond aux observations faites sur la caractérisation piscicole du plan d'eau ci-dessous). En revanche la richesse des fonds en phosphore est telle qu'il est facilement relargable dans la colonne d'eau lors de la stratification thermique de l'eau, participant au phénomène d'eutrophisation.

Par la comparaison des années 2005, 2009 et 2012, les conditions physico-chimiques rentrent dans les intervalles d'exigences de l'espèce 'repère'. Cependant, l'année 2009 semble avoir été une année chaude, où le mois de mai a plus rapidement réchauffé l'eau par qu'en 2005, l'eutrophisation a donc été plus rapide (conductimétrie forte) et l'oxygène dissous est beaucoup plus limitant en septembre 2009 qu'en septembre 2005.

On met aussi en évidence au sein d'une même année des différences significatives entre les mois mais aussi entre les zones amont et aval. En effet on a pu constater que l'amont, qui présente les meilleures conditions pour le brochet au début du printemps, puisqu'il est la zone impactée par l'eutrophisation en première et de façon plus importante par la présence de nombreuses baies, devient plus rapidement limitante en oxygène, présente de plus fortes valeurs de conductimétrie et baisse plus vite en pH.

Enfin, on peut signaler que la colonne d'eau, en période estivale, est limitante en oxygène pour l'ichtyofaune de façon générale : en amont, on descend à 50% d'oxygène à -6m en amont et à -7m en aval pour l'année 2009. Pour l'année 2012, le bureau d'études Asconit Consultants a révélé que cette même valeur était atteinte à -7m. L'étude de 2005 indique une valeur de 49.7% d'O₂ début septembre pour une profondeur de -8m.

Cette eutrophisation entraîne également une limitation au niveau du pH, identifiable en amont seulement d'après l'étude de 2009, au mois d'août : on atteint en effet des valeurs de 9.7 alors que la limite supérieure pour le brochet est généralement fixée à 9-9.5.

Il existe donc une eutrophisation non seulement annuelle mais variable en fonction des années pouvant créer des pénuries d'oxygène (concentration et saturation) à partir des mois de septembre-octobre. Il faudra donc veiller à surveiller cette eutrophisation à partir du mois d'août et jusqu'à septembre-octobre lorsque les années sont très chaudes.

Maturité sexuelle

Comme on l'a énoncé en partie III-5), les individus 3+ bien que peu nombreux, sont compris entre 480 et 561 mm. Aussi, si on en croit la littérature qui fixe à 3 ans, un âge de maturité sexuelle certain à la fois pour les mâles et les femelles, bien que cela doive être vérifié par un nombre plus importants de captures tout sexe confondu, la détermination du sexe des brochets capturés et l'examen gonadique afin de vérifier la maturité des appareils reproducteurs, si les prochaines captures et lectures d'écailles donnent les mêmes résultats, alors la maille de 50 cm semble être attribuée et pourra ne pas se voir modifiée. Comme on l'a

vu précédemment, cette maille doit en effet respecter la condition d'au moins une reproduction au cours de la vie de l'individu.

Relations inter-spécifiques et contexte piscicole du barrage de Lavalette

L'étendue de Lavalette semble être un plan d'eau dont les espèces dominantes sont par ordre décroissant d'abondance : la Perche commune, le Gardon, le Sandre et la Brème commune. Sur l'ensemble des carnassiers présents (Brochet, Perche, Sandre), c'est la Perche qui est dominante suivie du Sandre puis du Brochet.

Le fort développement de la perche s'explique par son absence d'exigence par rapport au milieu et à sa stratégie de reproduction. En effet, la ponte de la perche correspond à un ruban d'œufs liés les uns aux autres et qui monte et descend selon les variations du niveau de l'eau : aussi, le marnage récurrent du barrage n'impact pas le succès de reproduction. L'importance de perchettes démaillées des filets témoigne d'une importante reproduction des Perches communes. Beaucoup d'alevins de Gardon ont également été retrouvés. Cette reproduction tardive est favorable au Brochet et au Sandre qui s'en alimente en grande partie, il est en effet considéré comme son principal prédateur. Les examens stomacaux à la loupe binoculaire de 4 des 8 brochets et 2 des 10 sandres ont en effet démontré la présence de perchettes identifiées et dans un cas de gardon également (*cf annexes*), le reste des estomacs était vide.

Le maintien du sandre et sa plus forte biomasse (plus importante en 2012 qu'en 1999 de 1.8 fois pour une abondance quasi similaire) peut également s'expliquer par l'absence d'exigences du sandre vis-à-vis de son substrat de ponte et sa capacité à pondre à des profondeurs de plusieurs mètres, contrairement au brochet.

On a donc une évolution du peuplement piscicole en 13 ans. Celle-ci se fait en faveur d'espèces piscicoles non exigeantes vis-à-vis de leurs habitats, carnassiers et cyprinidés dominants confondus.

Les coefficients de condition, tous supérieurs à 1, démontrent une bonne condition physique pour la Brème, le Gardon, la Perche et le Rotengle (espèces dont la croissance peut être considérée comme 'symétrique' et dont le nombre est assez élevé pour un résultat significatif). Cela prouve une bonne alimentation, une bonne croissance ainsi qu'une bonne reproduction de ces espèces très bien adaptées au barrage.

Cependant, bien que le milieu ait évolué, on dispose encore d'un milieu riche en Cyprinidés (*poissons-blancs* : ablettes, brèmes, chevesnes, gardons, rotengles,...) considérés

comme *poissons-fourrage*. Ces abondances sont jugées satisfaisantes pour le brochet et les deux autres espèces de carnassiers. En outre, un autre poisson fourrage, la carpe, n'a pas été capturée et est bien présente sur l'étendue, ce qui constitue une proie en abondance supplémentaire.

Aussi, les ressources alimentaires ne constituent pas un facteur limitant.

Coefficient de condition (K) du brochet

Le nombre d'individus capturés lors des pêches Asconit, sommé au peu d'individus inventoriés précédemment, est trop faible, rendant ces résultats non significatifs et me mettant dans l'incapacité de conclure. Le coefficient 'b=3' ne correspond que pour les poissons à croissance symétrique or, le brochet en tant que carnassier est fusiforme pour optimiser son hydrodynamisme (ce très faible échantillonnage d'individus donne l'impression d'une meilleure croissance en longueur qu'en poids).

Les faibles résultats pour le brochet s'expliquent en partie du fait que sur les 11 individus pêchés, au moins 7 sont de l'année. En outre, le brochet est, comme la carpe, qui, pourtant présente sur le barrage, ne figure pas dans la liste des espèces présentes dans les filets, est une espèce difficile à capturer. L'ensemble des captures de brochets ont eu lieu sur des profondeurs comprises entre 0 et 6 m comme pour la plupart des autres prises du fait de l'absence d'oxygène en cette période estivale, dès -7m. Cinq d'entre eux ont été capturés sur des filets posés à la strate 0 – 3 m de fond (profondeur max : - 2.8 m), cinq autres sur la strate 3 - 6 m (profondeur max : - 4.4 m), un dernier a été pris dans le filet pélagique lors de la première pose de strate 0 -6 m.

V) Conclusion

Les ressources alimentaires et la reproduction semblent satisfaisantes cette année pour l'espèce brochet compte tenu des études et observations menées sur ces six derniers mois. Cependant, ces résultats concernent l'année 2012 qui correspond à une étendue modifiée par les deux années de vidange précédentes, grâce auxquelles la végétation a pu se développer en densité plus importantes créant ainsi des sites favorables qui n'existaient pas avant. En outre, on a pu mettre en avant un impact important du marnage sur le succès de reproduction,

d'autant plus fort en cas de pontes fractionnées : aussi le succès de reproduction dépend fortement de la date de fraie.

La véritable limite relative à la croissance semble être la faible surface d'habitats potentiels et le partage de ces zones non seulement par les différents stades de développement au sein de l'espèce Brochet mais aussi par les autres espèces dont la Perche commune. En effet, comme on l'a vu dans des études antérieures et par la présente, la morphologie des berges, très abrupte en grande partie sur le barrage de Lavalette, associée au marnage important de la retenue (entre 5m et 10m selon les années), limite considérablement le développement de macrophytes et le phénomène d'érosion ne peut qu'être constant ou accentué par cette absence.

On peut donc expliquer la faible croissance globale des brochets malgré l'existence d'individus plus gros pouvant atteindre 70 cm à 80 cm, par l'existence d'habitats trop limités et peu diversifiés, fait accentué par un impact marqué du marnage, et postuler pour un effet densité-dépendant compte tenu du grand nombre d'individus présents proportionnellement à la surface.

En effet si les brochets sont nombreux pour partager les mêmes ressources (habitats et nourriture), alors la dynamique naturelle voudra que si la population est composée d'une densité forte d'individus, ces individus n'auront pas une croissance optimale et seuls quelques-uns pourront dépasser les 60 cm. Cela a été vu sur l'étendue de Lavalette où des prises d'individus de 80 cm se sont faites mais de façon très rare. De nombreuses études de densité-dépendance ont montré que la taille de la structure d'une population était négativement corrélée à la densité de population pour l'espèce brochet (notamment Pierce & Tomcko, 2003 ; Pierce et al. 2003).

Cela n'empêche cependant pas le Brochet de se maintenir dans ce lac de barrage, cette espèce étant associée à d'importantes capacités d'adaptation, on en retrouve en effet jusqu'à 1500 m d'altitude alors que son habitat décrit comme d'origine sont les lacs naturels des grandes plaines, ayant une aire de répartition vaste : très adaptée aux régions nordiques, fréquentant de la mer du Béring jusqu'à la mer Baltique, présente sur le continent eurasiatiques et en Amérique du Nord, pouvant supporter les eaux saumâtres,... Des régions septentrionales jusqu'à l'hémisphère Nord.

Aussi, des mesures de gestion telles que des rempoissonnements en brochets n'amélioreraient pas les conditions de croissance actuelle du brochet, et risquerait au contraire d'intensifier la

densité dépendance. Le seul intérêt que pourrait représenter une telle action serait pour les pêcheurs : le rempoissonnement serait alors à orienter sur des individus dépassant la maille des 50 cm.

Compte tenu des bons résultats de cette année relatifs à la reproduction, les frayères utilisables et présentées au cours de ce rapport entre les niveaux 808.54 et 810 m NGF, semblent fonctionnelles et de bonne qualité. Cependant, nous avons pu aussi constater qu'en fonction des années, environ 1 année sur 3, le niveau d'eau baisse de façon trop importante et le risque d'une exondation des œufs fixés à leur substrat augmente, impactant négativement le succès de reproduction. Aussi, en fonction du niveau d'eau, une réserve naturelle pourra être aménagée.

→ Création d'habitats à adultes ? Ingénierie écologique / habitats artificiels ??? Cela aurait-il un sens compte-tenu du grande partie de faciès type falaise ???

VI) Limites de l'étude

Dans un premier temps, il est important de noter que l'étude quasi complète de l'écologie d'une espèce est un travail complexe et difficile à mener sur une durée aussi brève que 6 mois, certaines recherches, sur une espèce, pouvant durer plus de 20 ans. Cependant, un certain nombre de limites peuvent être pointées du doigt afin d'optimiser les prochaines actions menées sur le brochet sur le barrage de Lavalette.

Plusieurs zones du barrage sont très difficiles d'accès et donc non praticables à pieds, ce qui entraîne un biais possible dans l'échantillonnage, certaines zones pouvant disposer d'un potentiel non ou mal identifié.

Il existe également des limites quant à la récolte d'écailles. En effet, malgré une réunion avec les gardes bénévoles chargés des enquêtes paniers-pêcheurs et l'acquisition d'écailles, une incompréhension sur la volonté de prélever l'ensemble des brochets pêchés, quelque soit la taille, s'est produite. Les gardes avaient compris que seuls les poissons morts devaient être prélevés et n'ont donc pas prélevés 3 individus de tailles comprises entre 460 et 480 mm, qui, non maillés, ont été remis à l'eau. La difficulté que cela aurait entraîné, aurait été de ne

disposer que d'individus de tailles égales ou supérieures à 500 mm, ce qui aurait biaisé nos résultats et n'aurait dans tous les cas pas permis d'établir une courbe de croissance complète.

Ce manque d'écailles est à mettre en lien avec la cote du barrage qui est resté très haut après la période de reproduction et l'ouverture de la pêche du brochet. Les postes des pêcheurs s'en sont trouvés modifiés et beaucoup se sont retrouvés bredouille à plusieurs reprises. Les enquêtes pêcheurs montrent que les pêches ont lieu lorsque le niveau d'eau du barrage est à - 3m, - 4 m en-dessous de la cote maximale fixée à 810,14 m NGF soit autour de 806, 807 m NGF. Il s'en suit que peu de pêcheurs viennent désormais sur le barrage.

La difficulté réside aussi dans le fait qu'un poisson non maillé sera relâché après avoir été désengorgé de l'hameçon, si le collecteur n'arrive pas au moment même de la capture, aucune écaille ne pourra être prélevée.

La proposition de sessions pêches extérieures au travail au sein de la fédération a été faite pour pallier à ce manque mais n'a pas abouti. Cela explique donc le faible échantillonnage pour la scalimétrie et l'impossibilité d'établir une courbe de croissance comme souhaité.

Indice d'INSKIP

L'utilisation de cet indice avait pour but l'estimation de la qualité de la reproduction en fonction de 3 paramètres principaux : surface de frayères, variation du niveau de l'eau et recouvrement végétal entre la période estivale et celle de la reproduction. Du fait d'un important marnage sur le barrage (pouvant varier fortement en l'espace de 30 min), le recouvrement végétal sur la période estivale n'a pas pu être identifié.

Les surfaces de frayères n'ont pu être identifiées que pour l'intervalle 808,54 – 810, du fait que les courbes isoclines ne sont pas explicitement mesurées sur la carte IGN et s'arrêtent à 810 m.

VII) Perspectives

Il faudrait poursuivre les enquêtes paniers-pêcheurs sur les années suivantes afin de disposer d'un plus grand échantillon d'écailles et d'augmenter la probabilité de disposer des différentes classes d'âges (notamment des 2+). Puisque ces enquêtes dépendent directement du nombre de pêcheurs présents sur le barrage, qui dépend lui-même directement du niveau

d'eau du barrage, si ce niveau d'eau sur l'année d'étude est trop important, il faudra alors songer à prévoir des sessions pêches au sein de la fédération dans les emplois du temps de chacun.

Afin de s'assurer que la maille réglementaire actuelle à 50 cm est appropriée, il serait nécessaire d'observer les gonades de certains géniteurs, comme j'avais prévu de le faire cette année. M. Alexis FOSTIER ayant envoyé le matériel adéquat, celui-ci pourra être utilisé.

Il faudrait établir de façon précise les isoclines sur cartes IGN afin de disposer des surfaces entre des intervalles de cotes. Pour ne pas attendre la prochaine vidange du barrage qui n'a lieu que tous les 10 ans, un profil bathymétrique à partir de la cote maximale pourra être établi. Un profil était disponible mais ne représentait le barrage qu'à partir de -9m environ.

Les variations du niveau d'eau doivent faire l'objet d'un suivi à partir de fin mars début avril, afin de vérifier que les arrivées sur les frayères et déclenchement de la ponte ne déroulent au mieux. En cas de fortes variations et d'une baisse de fréquence de la reproduction (rendue possible au fil des années par l'érosion des berges et la dégradation des herbiers aquatiques), il faudra alors imaginer un mécanisme de RNA sur l'une des zones identifiées comme très favorables, telles que la baie du Mousse, afin de garantir un niveau d'eau stable pour les années (s'inspirer du PDPG S. NICOLAS ?).