

UFR SCIENCES & TECHNIQUES DE LA COTE BASQUE
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence Biologie des Organismes

Contribution à l'évaluation de paramètres de la dynamique de la population de saumons atlantiques du bassin de l'Adour.

LABEDAN Mathilde



Stage effectué du 16 Mars au 12 Juin 2015 à Migradour (74 route de la Chapelle de Rousse 64290 GAN) sous la direction de Mr Barracou.



"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Remerciements

J'exprime tout d'abord mes profonds remerciements à Monsieur Jacques GJINI, président de MIGRADOUR pour m'avoir permis d'effectuer mon stage de 3 mois au sein de cette structure et pour son accueil chaleureux.

Je tiens ensuite à remercier tout particulièrement mon maître de stage, David BARRACOU, directeur de MIGRADOUR, pour son accueil, le temps qu'il m'a consacré et le partage de ses connaissances au quotidien.

Pour terminer, je souhaiterais remercier le personnel de MIGRADOUR pour son accueil, pour m'avoir emmené sur le terrain afin de me faire découvrir cet aspect-là de leur travail.

Avant-propos

L'association MIGRADOIR a été créée en 1994 à l'initiative des quatre fédérations départementales de pêche du bassin de l'Adour (Gers, Landes, Pyrénées atlantiques et Hautes-Pyrénées) et du Conseil Supérieur de la Pêche (ONEMA depuis 2006). Elle rassemble les pêcheurs amateurs (lignes, engins et filets) et pêcheurs professionnels en zone fluviale (AIAPP). MIGRADOIR a pour objectif de contribuer à la restauration des milieux aquatiques et au développement des populations de poissons migrateurs des bassins de l'Adour, de la Nivelle et des cours d'eau côtiers des départements des Landes et des Pyrénées Atlantiques. Les espèces concernées sont le Saumon atlantique, la Truite de mer, la Grande Alose, l'Alose feinte, la Lamproie marine, la lamproie fluviatile et l'Anguille. L'association assure la maîtrise d'ouvrage d'opérations diverses, menées à l'initiative des pêcheurs sur les parcours dont ils sont gestionnaires. MIGRADOIR met à la disposition des pêcheurs des outils de gestion destinés à soutenir de façon concrète les travaux du COGEPOMI (COMité de GEstion des POissons MIGrateurs).

L'association est aujourd'hui un interlocuteur privilégié dans le traitement des dossiers d'aide à la gestion et à la restauration des migrateurs. Elle emploie six salariés permanents, soutenus par des recrutements ponctuels en période d'accroissement d'activité saisonnière. Il faut ajouter à ce personnel, l'appui considérable fourni gracieusement par les A.A.P.P.M.A. (bénévoles), les fédérations (techniciens, garderies), ainsi que par l'ONEMA (personnel technique, matériel). MIGRADOIR reçoit le soutien des différents partenaires concernés par la protection des milieux aquatiques : l'Etat (Ministère de l'Environnement) et les deux régions de programme Aquitaine et Midi-Pyrénées, la Fédération Nationale de la Pêche en France, l'ONEMA, l'Union Européenne, l'Agence de l'Eau Adour Garonne et de divers organismes, dont EDF Energie Aquitaine.

Table des matières

Introduction	1
Matériel et méthode	2
1. Présentation du site.....	2
1.1. Le bassin de l'Adour	2
1.2. Les sous bassins de la Nive et du gave d'Oloron.....	2
2. Les stations de contrôle des migrateurs.....	2
2.1. Station vidéo	2
2.2. Station de piégeage	4
3. Description du saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>)	6
3.1. Systématique et description	6
3.2. Biologie et écologie	6
3.3. Aire de répartition	8
3.4. Statut de protection et mesures de conservation	8
4. Age et histoire de vie des saumons atlantiques	8
4.1. Principe de la scalimétrie	8
4.2. Lieu et méthode d'échantillonnage des écailles.....	12
4.3. Mode opératoire	12
5. L'estimation des stocks de géniteurs.....	14
5.1. La méthode CMR (Capture-marquage-recapture)	14
5.2. Estimation grâce au logiciel SPAS	14
5.3. Stock d'œufs et taux de retour des saumons atlantique	15
6. Outils statistiques et logiciels utilisés.....	15
Résultats et discussion.....	17
1. Résultats de la scalimétrie	17
1.1. Répartition des captures de saumons atlantique dans l'année	17
1.2. Histoires de vie des saumons capturés	19
1.3. Mensuration	21
1.4. Le sex-ratio	25
2. Résultats de la méthode capture-marquage-recapture.....	27
2.1. L'estimation	27
2.2. Les stocks d'œufs de saumons atlantiques.....	31
2.3. Taux de retour des saumons atlantiques.	31

Conclusion :	32
Références bibliographiques	34
Annexes	36

Introduction

Le saumon atlantique (*Salmo salar*) est un poisson migrateur amphihalins dont la reproduction et la croissance des juvéniles s'effectuent en eau douce, tandis que la croissance des adultes s'effectue en mer (KEITH et ALLARDI, 2001). Il fait partie des huit grands poissons migrateurs amphihalins présents en Europe. Après avoir disparu ou fortement régressé dans certains bassins français, il est aujourd'hui présent en France dans une cinquantaine de cours d'eau, principalement dans les bassins Rhin, Loire-Allier, Garonne-Dordogne, Adour, Nivelle et les rivières bretonnes et normandes. C'est avec l'ère industrielle, que débute la diminution du nombre de saumons : les carrières, les mines et les usines se multiplient le long des rivières rejetant leurs déchets dans les cours d'eau. De nombreux travaux de canalisation furent réalisés à cette même époque interdisant aux saumons la remontée des fleuves (BEAU, 2002). Ensuite viendront s'ajouter à cela la segmentation des rivières par la construction de barrages, la surexploitation et enfin la dégradation de la qualité des eaux (DUMAS, 1981).

Le saumon possède un intérêt écologique car il s'agit d'un indicateur de la qualité de l'eau dans les rivières. Il présente aussi un intérêt socio-économique, en effet il est exploité par la pêche commerciale avec une valeur marchande importante. De plus il est soumis à une pêche récréative dont les retombés économiques sont importantes (matériel, permis de pêche, hébergement, activités liées au tourisme, guides,...) (BEAU, 2002).

L'intérêt économique de la souche Adour est renforcé par le fait qu'on peut encore y pêcher de grands saumons atlantique, plus rentables pour la pêche commerciale mais également très prisés des pêcheurs à la ligne. De plus le saumon n'est pas la seule espèce présente dans le bassin de l'Adour : une action de restauration du cours d'eau profitera aux autres espèces présentes et en particulier aux autres poissons migrateurs amphihalins. En effet le bassin de l'Adour est l'un des seuls bassins avec la Garonne, qui abrite l'ensemble des espèces amphihalines (mis à part l'esturgeon) (BEAU, 2002).

Afin de conserver ou même de restaurer le saumon atlantique au niveau du bassin de l'Adour, il est indispensable de connaître l'état des populations. L'analyse des relations stock/recrutement est un élément fondamental de toute étude de dynamique de population de poissons plus particulièrement dans le cas de populations exploitées. Il est essentiel d'apprécier dans quelle mesure les prélèvements, en agissant sur la taille des stocks (la quantité de géniteurs ou le nombre d'œufs) vont influencer sur le recrutement (le nombre de poissons produits par le stock et potentiellement capturables) (PREVOST et al. 1996).

Dans le cadre de mon stage j'ai réalisé dans un premier temps des analyses scalimétriques sur un échantillon de saumons couvrant plusieurs années, afin de déterminer l'âge des individus concernés, complétées ensuite par des estimations de stocks dans le but d'évaluer les taux de retour des saumons au niveau des sous bassins du Gave d'Oloron et de la Nive. Ce stage s'inscrit dans le cadre du PLAGEPOMI (plan de gestion des poissons migrateurs) dont un des objectifs est de connaître l'état des stocks de saumons sur le bassin de l'Adour.

Matériel et méthode

1. Présentation du site

1.1. Le bassin de l'Adour

Le bassin de l'Adour d'une superficie de 16 960 km², s'étend sur quatre départements : Pyrénées Atlantiques, Landes, Gers et Hautes-Pyrénées. Il est limité au Nord par la région des landes, à l'Est par le bassin de la Garonne au Sud par la chaîne des Pyrénées et à l'Ouest par l'océan (MARTY A. et BOUSQUET B., 2000). Le bassin versant de l'Adour est drainé par trois bassins hydrographiques qui sont la rivière Adour (10400 km²), des gaves (5400 km²) et de la Nive (près de 1000 km²). Un des caractères particuliers de ce bassin en forme d'entonnoir est la grande ramification de son réseau hydrographique. Historiquement le bassin de l'Adour a toujours accueilli des migrateurs amphihalins. Actuellement sept espèces sont présentes : le saumon atlantique, la truite de mer, la grande alose, l'alse feinte, l'anguille, la lamproie fluviatile et la lamproie marine.

1.2. Les sous bassins de la Nive et du gave d'Oloron

Le sous bassin de la Nive comporte la Nive qui naît de la confluence, au niveau de SAINT-JEAN-PIED-DE-PORT, de la Nive de Béhérobie, du Laurhibar et de la Nive d'Arnéguy. Le bassin versant drainé par la Nive couvre une surface totale de 993 km². Sa longueur proprement dite, en aval de SAINT-JEAN-PIED-DE-PORT, est de 58 km. Sa confluence avec l'Adour se fait à Bayonne à moins de 10 km de l'océan.

Le sous bassin du Gave d'Oloron est composé de quatre gaves :

- Le Saison ou Gave de Mauléon qui est le principal affluent du Gave d'Oloron. Il mesure 72 km et son bassin versant couvre une superficie de 630 km².
- Le Gave d'Oloron qui naît de la confluence du Gave d'Ossau et du Gave d'Aspe, au cœur de la ville d'OLORON-SAINTE-MARIE. Il reçoit en son milieu le Saison puis il conflue à son tour avec le Gave de Pau pour former les gaves réunis qui se jettent dans l'Adour. Le Gave d'Oloron mesure 77 km et la superficie qu'il draine est 910 km².
- Le Gave d'Aspe qui est long de 57 km et draine un bassin versant de 500 km².
- Le Gave d'Ossau qui mesure 72 km et draine un bassin versant de 490 km². Dans l'approche « source-confluent » le Gave d'Ossau est assimilé au Gave d'Oloron.

2. Les stations de contrôle des migrateurs

2.1. Station vidéo

Trois dispositifs de surveillance vidéo ont été mis en place au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron. Ils se trouvent au niveau des barrages hydroélectriques Masseys, Saint-Cricq et Charritte (Figure 1). Les caméras de surveillance filment les passages de poissons, en continu sur les systèmes équipés de vitres latérales (Masseys Charritte). Un logiciel

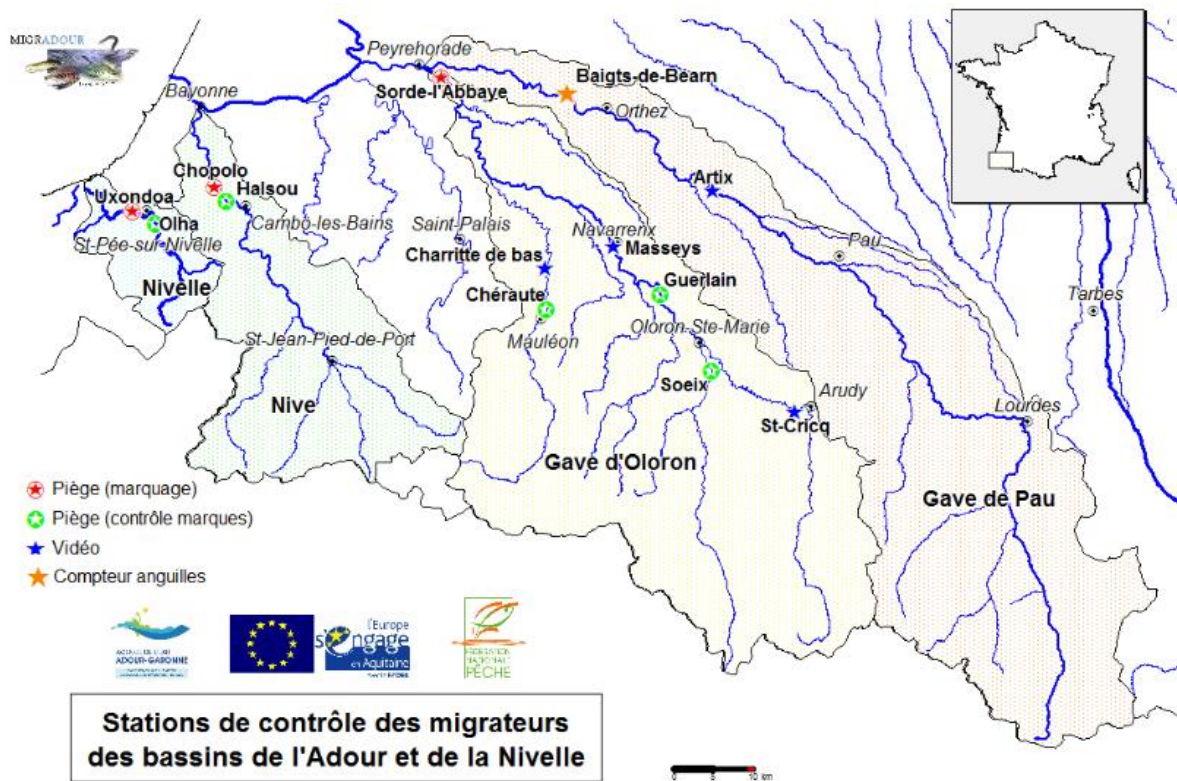


Figure 1 : Station de contrôle des migrateurs des bassins de l'Adour et de la Nivelle (Migradour).

informatique analyse à la volée les séquences vidéo pour ne conserver que les événements significatifs (poisson ou objet en mouvement dans le champ de la caméra). Le site de Saint-Cricq est équipé d'un ascenseur à poissons. Dans ce cas particulier, chaque remontée de la cuve est filmée par-dessus ; un magnétoscope numérique synchronisé avec l'automate de l'ascenseur n'enregistre que la phase finale du cycle de remontée. L'enregistrement vidéo permet de dénombrer les individus et d'estimer leur taille. Selon l'angle de prise de vue, idéalement latéral, il est également possible de déterminer l'espèce, avec plus ou moins de succès.

2.2. Station de piégeage

Les pièges quant à eux apportent le maximum d'information. Ils permettent de dénombrer, de déterminer l'espèce, d'avoir la taille, le poids, le sexe, l'état de l'animal mais aussi de prélever des écailles afin de réaliser des analyses ultérieures. Ce seront les données de ces dispositifs qui seront utilisées lors de cette étude. Ces dispositifs sont toutefois beaucoup plus contraignants et exigeants en main d'œuvre que les systèmes vidéo. Afin de limiter la manipulation des poissons, la série chronologique de l'échantillonnage s'étendant sur une quinzaine d'années, les stations de piégeage sont progressivement remplacées par des stations vidéo en fonction des opportunités (travaux d'amélioration de la continuité écologique sur les ouvrages existants).

Tous les pièges sont basés sur le même principe. Ils sont installés sur le ou les deux derniers bassins d'un dispositif de franchissement. Les poissons sont maintenus dans le piège par des grilles. La grille aval est équipée d'un cône anti-retour et seule la migration de montée est contrôlée. L'espacement des barreaux ne permet de retenir efficacement que des individus dont la taille est supérieure à 25 cm environ.

Le fonctionnement des pièges est fractionné, 5 jours par semaine, sur l'ensemble des périodes de migration des poissons, du moins lorsque le dispositif de franchissement concerné fonctionne. En l'absence de toute possibilité de passage hors du système de contrôle, le piégeage est qualifié de total. Il est partiel dans tous les autres cas. Sur le bassin de l'Adour tous les piégeages sont partiellement franchissables sauf celui du Gave d'Aspe.

Au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron il existe quatre pièges. Le piège de Sorde-l'Abbaye (Gave d'Oloron) où les poissons sont marqués soit à l'aide de pit-tag soit par un tatouage au bleu alcyan. Les positions sur l'abdomen de ce dernier sont codées (LANGE et al., 2010). Ces marques sont ensuite recontrôlées au niveau des trois pièges situés en amont : Guerlain (Gave d'Oloron), Soeix (Gave d'Aspe) et Chéraute (Saison).

Au niveau du sous bassin de la Nive, sur le même principe, il y a un piège de marquage : Chopolo (Nive) et un piège de contrôle des marques qui est Halsou (Nive) (Figure 1).

Règne : Animalia
Embranchement : Chordata
Classe : Actinopterygii
Ordre : Salmoniformes
Famille : Salmonidae
Genre : <i>Salmo</i>
Espèce : <i>salar</i>

Tableau 1 : Systématique du saumon atlantique (IUCN)



Figure 3 : Photo d'un saumon atlantique. Tiré de Natura 2000

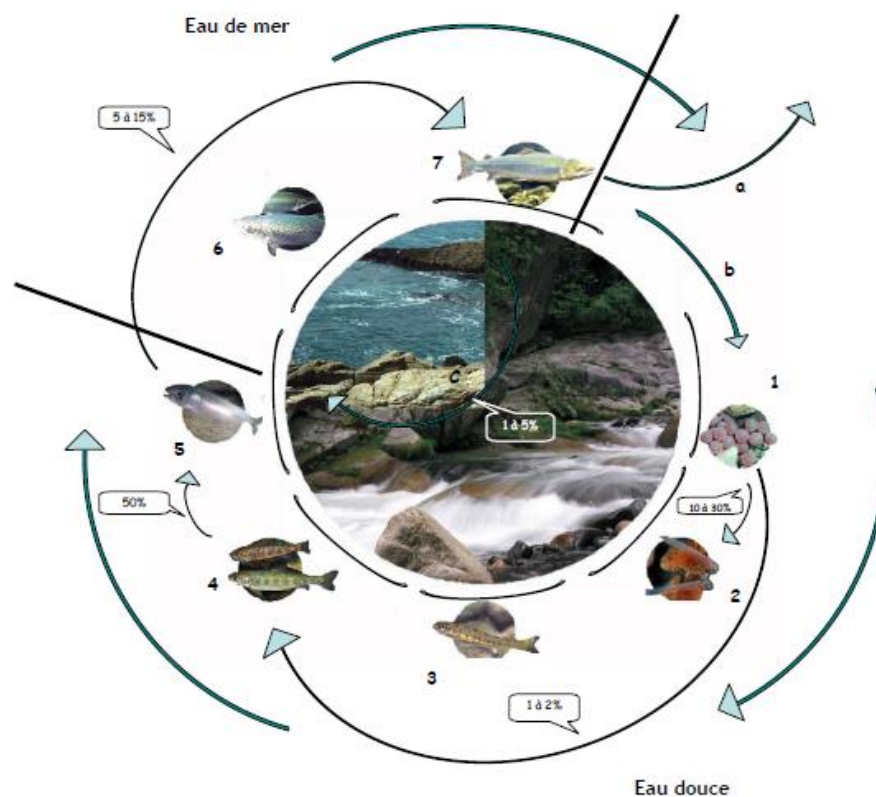


Figure 2 : Cycle de vie et taux de survie (bulles) du saumon atlantique en France (d'après ICES 2004).

- 1 : la reproduction a lieu de novembre à janvier, les œufs (5 à 7 mm) sont enfouis dans des graviers
- 2 : les alevins à vésicule (3 à 4 cm) restent dans la frayère de février à mars-avril
- 3 : les alevins émergent au début du printemps vers mars-avril
- 4 : les juvéniles ou tacons (4 à 20 cm) passent 1 ou 2 ans en eau douce
- 5 : après smoltification (12 à 20 cm), ils migrent vers la mer en avril de l'année suivante
- 6 : la phase en vie de mer dure de 14 (castillons) à 24 (voire 36) mois (saumons de printemps)
- 7 : les adultes (45 à 70 cm) et 1,5 à 4 kg pour le castillon, 70 à plus de 90 cm et 4 à plus de 8 kg pour le saumon de printemps) reviennent dans leur rivière d'origine et cessent de s'alimenter quand ils arrivent en eau douce
- a : une partie des saumons adultes de retour à leur lieu de naissances sont capturés pour extraction de leurs œufs qui seront placés dans des écloséries
- b : mâles et femelles adultes fraient dans leur rivière d'origine
- c : après ponte, les saumons adultes survivant (=kelts) retournent en mer

Le but du piégeage est avant tout de permettre une estimation des stocks de grands salmonidés en absence d'un point de contrôle exhaustif, et de collecter un échantillon représentatif à des fins d'analyse de dynamique des populations.

3. Description du saumon atlantique (*Salmo salar*)

3.1. Systématique et description

Le saumon atlantique (*Salmo salar* Linné, 1758) fait partie de la classe Actinopterygii, de l'ordre des salmoniformes dont l'unique famille est représentée par les salmonidés, du genre *Salmo* et de l'espèce *salar* (Tableau 1).

Son corps est fusiforme (Figure 2) et recouvert de petites écailles cycloïdes. La couleur de sa robe est variable selon le stade de développement. Les alevins (3 à 4 cm) et les tacons (4 à 12 cm) possèdent un dos gris ardoise, des flancs argentés avec des marques bleutées et un ventre blanc. Le smolt (12 à 18 cm, juvéniles près à partir en mer) possède un revêtement d'écaille brillant et argenté. A l'approche de la reproduction les flancs se teintent en jaune et des taches rouges apparaissent. Chez les mâles, un bec apparaît au niveau de la mâchoire inférieure. Les saumons adultes mesurent entre 45 cm à 150 cm pour un poids allant de 2 à plus de 10 kg. La taille est le poids dépendent principalement de la durée du séjour marin (plus il est long est plus ils seront importants) (KEIT et ALLARDI, 2001).

3.2. Biologie et écologie

La reproduction du saumon atlantique a lieu de Novembre à Janvier. Les œufs pondus par les femelles (1500 à 1800 par kg de femelle) mesurent de 5 à 7 mm et sont immédiatement fécondés par la laitance du mâle. Ces œufs sont ensuite enfouis dans le substrat (Figure 3) (KEIT et ALLARDI, 2001).

Une fois sortis de l'œuf les alevins (3 à 4 cm) possèdent une vésicule vitelline qui leur permet de se nourrir. Ils resteront dans la frayère de février à mars-avril, jusqu'à la résorption des réserves contenues dans la vésicule. Les alevins émergent au début du printemps, ils vont alors commencer à se nourrir (ICES, 2004).

Ces alevins deviennent ensuite des juvéniles ou tacon, ils mesurent de 4 à 12 cm et passent de 1 à 3 ans en eau douce (sous nos latitudes). Les tacons sont territoriaux et ont une exigence d'habitat très précise, ils ne colonisent que les zones courantes peu profondes (radiers rapides, plats courants).

Au printemps après une à trois années passées en eau douce ces individus vont ensuite subir une smoltification qui entraîne des changements morphologiques (forme du corps), physiologiques et comportementaux complexes (KEIT et ALLARDI, 2001). Les smolts perdent le comportement individualiste des tacons pour adopter un comportement grégaire. Ils se rassemblent en bancs, d'une dizaine à une centaine d'individus. (Pico) Ces changements vont les préparer à la vie dans le milieu marin, ils vont alors devenir des smolts (12 à 20 cm).



Figure 4 : Aire de répartition du saumon atlantique (Migrateurs Loire)

Ces smolts vont migrer vers la mer début Mars à fin Mai sur le bassin de l'Adour, avec un pic de migration en Avril. En mer, le saumon gagne des zones d'engraissement éloignées (concentrations les plus importantes à l'Ouest du Groenland) (KEIT et ALLARDI, 2001). Certains individus ne vont passer qu'une seule année en mer, ils sont appelés les castillons. D'autres vont passer 2 ans en mer (petits saumons de printemps), certains saumons peuvent y passer jusqu'à 3 ans (grands saumons de printemps).

Les saumons retournent ensuite en eau douce afin de se reproduire. Ils remontent dans le cours d'eau dans lequel ils sont nés, qu'ils retrouvent grâce à leur mémoire olfactive. Ce phénomène est connu sous le nom de « homing », chaque entité hydrographique a pour conséquence l'existence d'une population propre (KEIT et ALLARDI, 2001). Une fois arrivé en eau douce ils cessent de s'alimenter. La remontée en rivière et la reproduction demande beaucoup d'énergie aux saumons, ils perdent de 30 à 40% de leur poids. (MUUS, 1981) c'est pour cela qu'une grande partie d'entre eux va alors mourir (95-99%). Seuls quelques saumons vont survivre (kelts) et retourner en mer.

3.3. Aire de répartition

Le saumon atlantique est indigène d'une grande partie de l'atlantique Nord : presque toute la façade Ouest de l'Europe, les îles Britanniques, l'Islande, le Sud-Ouest du Groenland, enfin la façade Est du continent Nord-Américain, de la rivière du Connecticut au Nord des Etats-Unis jusqu'au Sud du Groenland et à la région d'Ungava au Canada (Beau A. 2002 ; KEIT et ALLARDI, 2001) (Figure 4).

3.4. Statut de protection et mesures de conservation

La fraction des stocks composés de saumons d'un hiver de séjour marin apparaît en forte régression ces dernières années dans le Sud-Ouest (Garonne Dordogne et Adour). Les taux de survie pendant la phase marine ont fortement chuté sans que l'on puisse identifier le ou les facteurs environnementaux responsables de cette évolution. Le saumon est considéré comme menacé d'extinction dans la liste des espèces menacées. Il figure dans les annexes II et V de la Directive Habitats-faune-flore et dans l'annexe II de la Convention de Berne. A la différence de la Bretagne, gérée par la mise en place de TAC (Total Autorisé de Capture), la gestion sur le bassin de l'Adour est basée sur une limitation de l'effort de pêche. C'est le seul bassin français où une pêche professionnelle du Saumon est encore autorisée. Enfin, des programmes de restaurations sont en cours sur les bassins où les espèces ont disparus (Rhin, Dordogne, Garonne, Gartempe).

4. Age et histoire de vie des saumons atlantiques

4.1. Principe de la scalimétrie

Afin de réaliser l'estimation de l'âge et de l'histoire de vie des saumons j'ai réalisé une analyse scalimétrique. La scalimétrie est l'analyse des écailles, elle permet d'étudier la

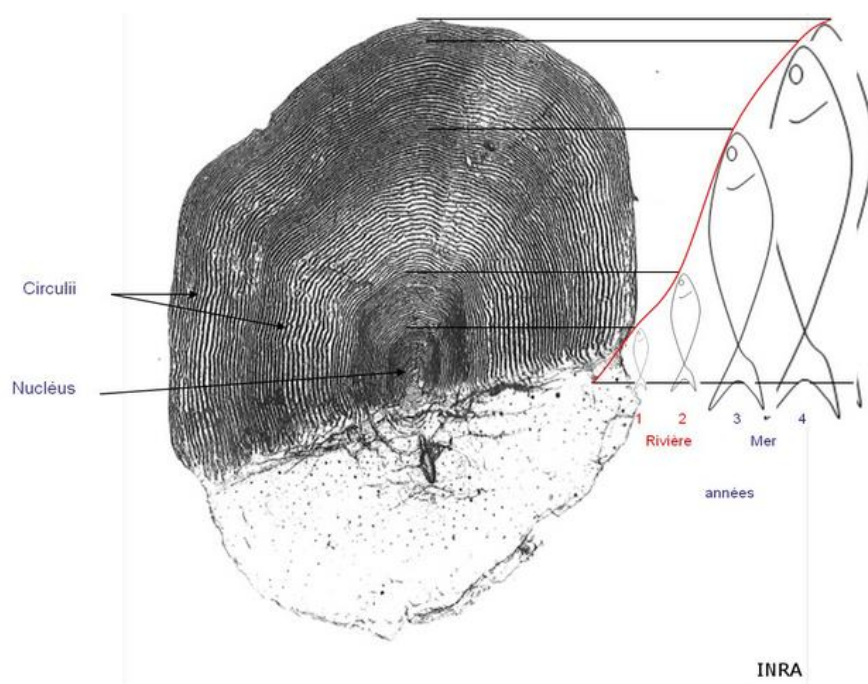


Figure 5 : Présentation de la lecture d'une écaille de saumon atlantique (INRA)

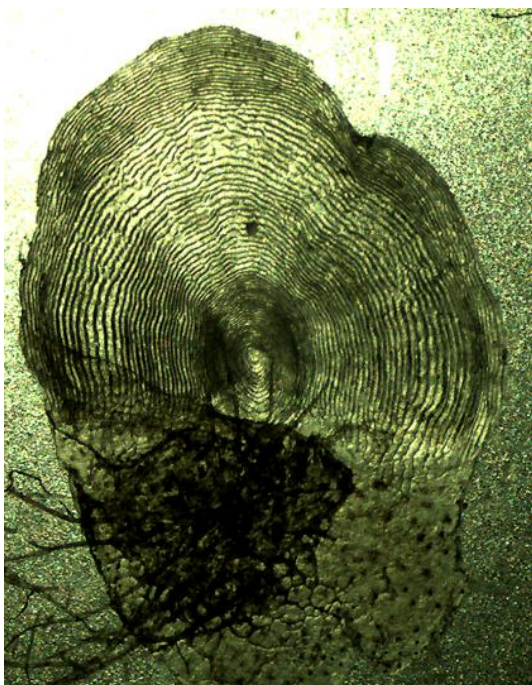


Figure 6 : Photo d'une écaille de castillon 1.1+ prise durant le stage (x7).



Figure 7 : Photo d'une écaille de castillon 2.1+ prise durant le stage (x7).

croissance des saumons atlantiques. En effet, la surface des écailles possède des marques de croissance régulières appelées circuli (Figure 5). Ces derniers témoignent de la vitesse de croissance des saumons atlantiques. Lorsque le saumon croît rapidement les circuli sont relativement espacés, au contraire si sa croissance est faible ils seront rapprochés. En hiver la température de l'eau diminue et la nourriture se raréfie pour les saumons c'est pourquoi leur croissance diminue. Cela se répercute sur leurs écailles, en effet en hiver les circuli se rapprochent et forment une bande, on appelle cela un annulus. Cette méthode est utile pour donner un âge aux poissons en déterminant le temps passé par le saumon en eau douce (avant de partir en mer) ainsi que le temps passé par le saumon en mer (avant de revenir en rivière pour se reproduire). Les saumons atlantique au niveau du bassin de l'Adour passent un ou deux hivers en eau douce (très rarement trois) et de un à trois hivers en mer. Les écailles possédant un nucléus inférieur à 0,5 mm ne peuvent pas être analysées (Figure 5) (BAGLINIERE et al, 1985).

Afin de déterminer l'âge de rivière d'un saumon il est nécessaire de regarder le centre de l'écaille (Figure 5). Il est possible de compter le nombre d'annuli pour obtenir l'âge de rivière, cependant certains individus ont une croissance continue (hiver de mer absent ou difficilement discernable). D'autres individus possèdent des checks ou « faux anneaux » durant leur phase smolt. Un check correspond à un changement de mode de croissance en relation avec les conditions environnementales qui se présentent sous la forme de bandes sombres ressemblant fortement à des annuli mais qui n'en sont pas. Lorsque ces problèmes-là se présentent il est possible d'estimer l'âge d'eau douce par une autre méthode. En effet lors de sa première année en rivière le saumon grandit peu et les circuli sont rapprochés. Si un poisson n'a passé qu'une seule année en eau douce on ne retrouvera que ces circuli rapprochés au centre de l'écaille. Au contraire si le poisson a passé deux années en rivières les circuli s'espacent lors de cette deuxième année (Figure 5, Figure 6 et Figure 7) (BAGLINIERE et al., 1985). Il est possible que les saumons passent une troisième année en rivière, les circuli seront alors encore plus écartés.

Suite à la smoltification les saumons vont partir en mer où ils trouveront une nourriture plus abondante qu'en eau douce. Leur croissance va s'accélérer ce qui va entraîner un écartement plus important des circuli.

De la même manière, il est possible de connaître l'âge de mer des saumons en comptabilisant le nombre d'hiver (annuli) qu'ils ont passé en mer. Cependant des « faux-anneaux » appelés check peuvent aussi survenir (Figure 8) (BAGLINIERE et al., 1985). Il existe des normes afin de différencier les hivers des checks, elles sont basées sur le rétrocalcul linéaire simple du type:

$L_i = L R_i / R$ (BEALL et al., 1992).

Avec : R = Rayon de l'écaille selon son plus grand axe.

L = Longueur à la fourche (cm).

R_i = Distance du centre de l'écaille à la fin de la bande hivernale.

L_i = Longueur rétrocalculée à la fin de l'hiver en cm.



Figure 8 : Photo d'une écaille de petit saumon de printemps 1.2 présentant un check après le premier hiver de mer (x7).



Figure 9: Photo d'une écaille de petit saumon de printemps 1.2 prise durant le stage (x7).

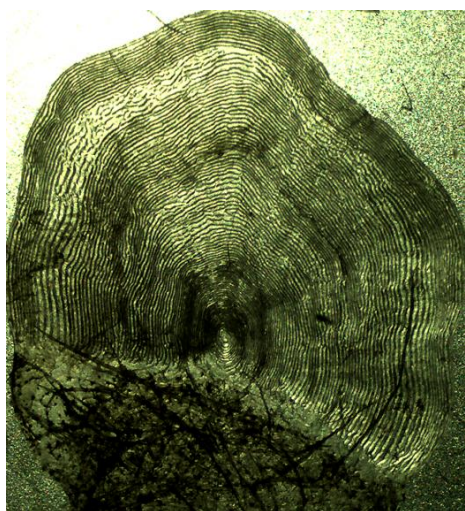


Figure 10 : Photo d'une écaille de petit saumon de printemps 2.2 prise durant le stage (x7).

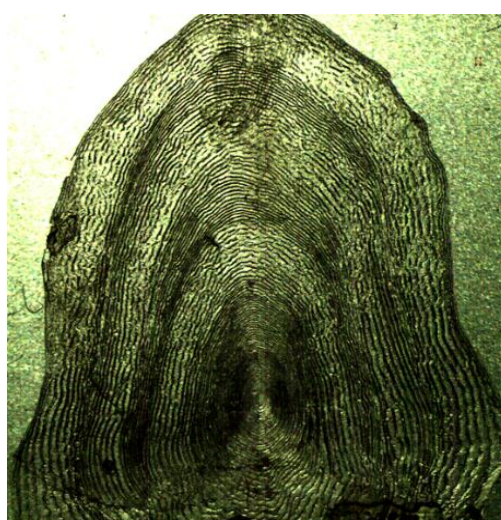


Figure 11 : Photo d'une écaille de grand saumon de printemps 2.3 prise durant mon stage (x7).

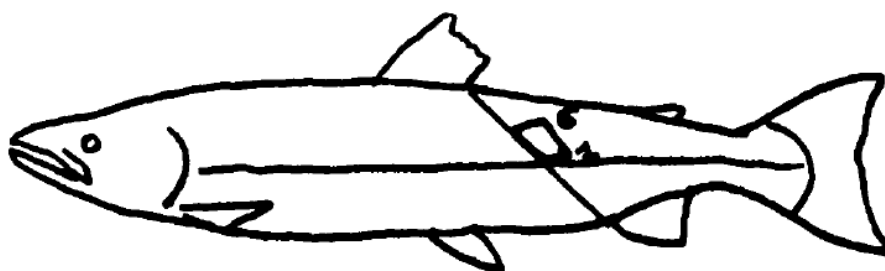


Figure 12 : Localisation standard pour le prélèvement des écailles (Baglinière et al., 1985).

Les normes sont les suivantes :

- Est considérée comme premier hiver toute bande sombre donnant une longueur rétromesurée (rétromesurée linéaire) du poisson comprise entre 40 et 60 centimètres (Figure 6 et Figure 7).
- Est considérée comme second hiver toute bande sombre apparaissant à une longueur rétromesurée supérieure ou égale à 1,4 fois celle du premier hiver (Figure 8 et Figure 9).
- Est considérée comme troisième hiver toute bande sombre apparaissant à une longueur rétromesurée supérieure ou égale à 1,17 fois celle du second hiver (Figure 10 et Figure 11) (BAGLINIERE et al., 1991).

En général l'histoire de vie d'un saumon est notée comme suit « âge de rivière.âge de mer », lorsque qu'une reprise de croissance a lieu après un hiver un + est ajouté (ex : 1.1⁺). L'âge de mer et l'âge d'eau douce permettent de remonter à l'année de naissance du poisson.

4.2. Lieu et méthode d'échantillonnage des écailles

Les écailles de saumons utiles à la scalimétrie ont été récoltées au niveau des pièges par le personnel de Migradour. Le prélèvement des écailles s'effectue entre 1 et 6 rangs au-dessus de la ligne latérale et sur une ligne joignant l'attache postérieure de la nageoire dorsale à antérieure de la nageoire anale (Figure 12).

En ce qui concerne le sous bassin de la Nive les prélèvements sont effectués au niveau des pièges Chopolo et Halsou et pour le sous bassin du Gave d'Oloron ils ont été réalisés au niveau des piège Sorde-l'Abbaye, Chéraute, Guerlain et Soeix.

4.3. Mode opératoire

Les écailles des saumons atlantiques se trouvaient à l'intérieur de pochettes. Sur ces dernières étaient inscrits le lieu (station de contrôle) et la date du prélèvement, la taille du poisson (à la fourche), son sexe et la couleur de sa robe. Des informations sur l'état du poisson étaient notées, la présence de poux de mer, de blessures, cicatrices ou perte d'écailles. Il était aussi possible d'y trouver le numéro d'une marque nouvelle ou ancienne éventuellement présente sur le poisson.

Dans un premier temps, j'ai trié les enveloppes en fonctions de la date (du début à la fin de l'année) et de la station de piégeage afin de faciliter le travail. Dans chacune des enveloppes se trouvaient plusieurs écailles du même saumon, (cependant seules les écailles possédant un nucléus inférieur à 0,5 mm pouvaient être analysées.)

J'ai utilisé un lecteur de microfiche (x7) afin de réaliser l'analyse scalimétrique des écailles échantillonnées de 2010 à 2012. J'ai ensuite inscrit l'âge d'eau douce et de mer de chaque poisson qui étaient déjà répertoriés dans une base de données. Cela permet de déterminer l'histoire de vie ainsi que l'année de naissance de chaque poisson.

DATA File: Symbolic Layout					
"Title for the data, enclosed in quotes"					
s	t				
		"Col 1"	"Col 2"	...	"Col t"
"Row 1"	n^c_1	m_{11}	m_{12}	...	m_{1t}
"Row 2"	n^c_2	m_{21}	m_{22}	...	m_{2t}
:	:	:	:		:
"Row s"	n^c_s	m_{s1}	m_{s2}	...	m_{st}
		n^r_1	n^r_2	...	n^r_t

DATA File: Example					
"Example where stratification is by time"					
3	4				
		"May 14"	"May 21"	"May 28"	"June 14"
"May 4"	1000	45	24	12	3
"May 12"	2000	0	123	42	12
"May 24"	1000	0	0	16	8
		400	892	634	400

Figure 13 : Forme des fichiers requise pour les analyse avec le logiciel SPASS (ARNASON et al., 1996). Avec n^c_i le nombre d'individus capturés (marqués puis relachés) au niveau de la strate de capture i , m_{ij} le nombre de n^c_i recapturés au niveau de la strate de recapture j , n^r_j le nombre d'individus capturés au niveau de la strate de recapture j .

5. L'estimation des stocks de géniteurs

5.1. La méthode CMR (Capture-marquage-recapture)

La méthode de capture-marquage-recapture permet d'estimer le nombre d'individus présents dans une population. Dans un premier temps des individus sont capturés, marqués et relâchés selon un protocole d'échantillonnage. Dans un second temps ce même protocole est réutilisé pour réaliser une recapture où les individus précédemment marqués sont comptabilisés (CARON et al., 2006). Les saumons atlantiques qui remontent les cours d'eau afin de se reproduire sont capturés dans des pièges en aval, le piège de Sorde l'Abbaye pour le sous bassin du Gave d'Oloron et Chopolo pour celui de la Nive. Tous les poissons capturés sont marqués grâce à des pit-tag ou par un tatouage au du bleu alcalin. Ensuite les marques sont contrôlées dans des pièges en amont, Guerlain, Soeix et Chéraute pour le sous bassin du Gave d'Oloron et Halsou pour celui de la Nive. Les données utilisées pour cette méthode se trouvent dans le même fichier utilisé et complété par la scalimétrie. Dans ce fichier figurent pour chaque individu la présence ou non d'une marque nouvelle (marque réalisée au moment de la capture) avec le numéro du pit-tag ou le code du bleu alcalin ainsi que la présence ou non d'une marque ancienne (marque lue lors de la recapture) avec les mêmes indications. Il est alors possible de connaître la date de capture de chaque saumon et de savoir s'il a été recapturé et à quel moment.

5.2. Estimation grâce au logiciel SPAS

Le logiciel SPAS permet de faire des estimations à partir de données de marquage recapture. Afin d'utiliser ce logiciel j'ai réalisé des tableaux pour chaque sous bassin et chaque année. Les individus d'une année de mer et de plusieurs années de mer sont séparés dans des tableaux différents. Dans ces derniers se trouvent en ligne les mois (ou les semaines) de capture (et de marquage) des saumons atlantiques et en colonne les mois (ou les semaines) de recaptures des individus. Sur la deuxième colonne figure le nombre total d'individus capturés et marqués et sur la dernière ligne le nombre total de saumons recapturés (Figure 13). A l'intérieur du tableau il est donc possible de trouver la période de capture et de recapture pour chaque individu marqué et recapturé.

Le logiciel SPAS permet d'utiliser plusieurs estimateurs, cependant certains demandent des conditions particulières comme un taux de capture ou de recapture constant (Schaefer estimate), ou encore un nombre de colonnes égal au nombre de lignes (Darroch moment estimate). Or dans cette étude ces conditions ne sont pas vérifiées en effet le débit variable des cours d'eau modifie la probabilité de capture des 1HM. Les estimateurs qui semblent les mieux adaptés ici sont « ML Darroch » et « Pooled Petersen estimate » car ces conditions ne sont pas demandées. L'estimateur « ML Darroch » est moins biaisé mais aussi moins précis lorsqu'il existe une variabilité de capture, ce qui est le cas ici. Mais dans l'ensemble l'absence de biais compense la perte de précision ce qui en fait le meilleur estimateur. Cependant pour qu'il fonctionne il faut un nombre important de saumons marqués et recapturés, dans beaucoup de cas ils sont insuffisants dans cette étude (Arnason et al.,

1996). C'est pourquoi l'estimateur que j'ai utilisé est « Pooled Petersen estimate ». Il utilise le total des poissons marqués, les poissons marqués et recapturés et le total des poissons recapturés. Pour cela il regroupe les lignes ensemble et les colonnes ensemble. Cet estimateur permet aussi d'obtenir un intervalle de confiance 95%.

5.3. Stock d'œufs et taux de retour des saumons atlantique

Afin d'obtenir le taux de retour des saumons atlantiques, il faut dans un premier temps évaluer le stock initial de saumons. Pour cela une estimation du nombre d'œufs pondus par les femelles l'année de leur retour a été réalisée. Dans un premier temps j'ai soustrait de l'estimation les captures à la lignes réalisées par les pêcheurs en eau douce (Annexe 4). Cependant je n'ai pas pu avoir accès aux captures réalisées par les pêcheurs au filet professionnels. J'ai déterminé le taux de femelles d'un hiver de mer et de plusieurs hiver de mer pour chaque année parmi les individus capturés, j'ai ensuite multiplié ces proportions par le nombre d'un et de plusieurs hivers de mer estimés afin d'avoir le nombre de femelles d'un hiver de mer et de plusieurs hivers de mer pour chaque année. En effet les femelles ayant un hiver de mer ou plusieurs hivers de mer ne pondent pas le même nombre d'œufs. On estime que les femelles d'un hiver de mer pondent 4058 œufs et celles de plusieurs hivers de mer 7227 œufs (Pévost E. et Porcher J.P., 1995).

Afin d'obtenir le taux de retour des saumons atlantiques, j'ai estimé l'année de naissance des saumons en fonction de l'année de leur capture, leur âge de mer et leur âge de rivière (obtenus lors de l'analyse scalimétrique). Cela permet d'obtenir un tableau avec le nombre estimé d'individus des différents hivers de rivières et de mer en fonction des années de naissance (Annexe 5). La somme de tous ces individus divisée par le nombre d'œufs estimés donne un taux de retour œufs-adulte des saumons atlantiques des sous bassins du Gave d'Oloron et de la Nive (Annexe 6).

6. Outils statistiques et logiciels utilisés

Afin de réaliser les graphiques présents dans ce rapport j'ai majoritairement utilisé Excel, cependant les histogrammes et les boîtes de dispersion ont été réalisés grâce au logiciel R.

Certains tests statistiques nécessitent la normalité de l'échantillon. Pour tester cette normalité j'ai utilisé le test de Shapiro-Wilk sur le logiciel R lorsque les effectifs étaient inférieurs à 5 000. Si ce n'était pas le cas j'ai alors utilisé le test Kolmogoriv-Smirnov.

Afin de tester si plusieurs modalités d'une même variables sont égales j'ai utilisé soit le t-test indépendant (lorsque les modalités suivent une loi normale), soit le test de Wilcoxon bivarié (lorsqu'il n'y a que deux modalités qui ne suivent pas une loi normale) ou alors le test Kruskal-Wallis (lorsqu'il y a plus de deux modalités qui ne suivent pas une loi normale).

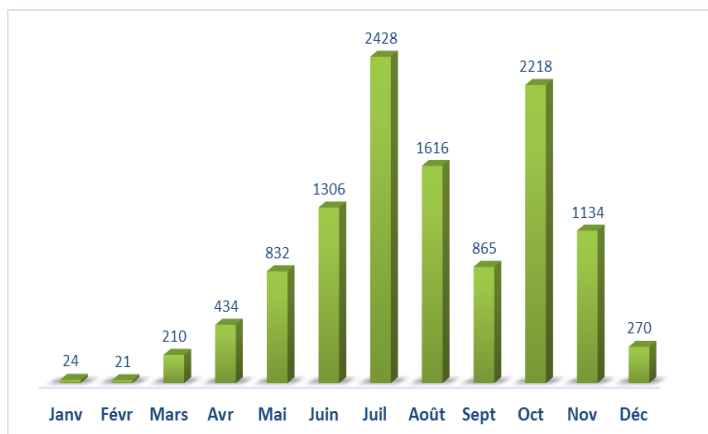


Figure 14 : Répartition des captures dans l'année.

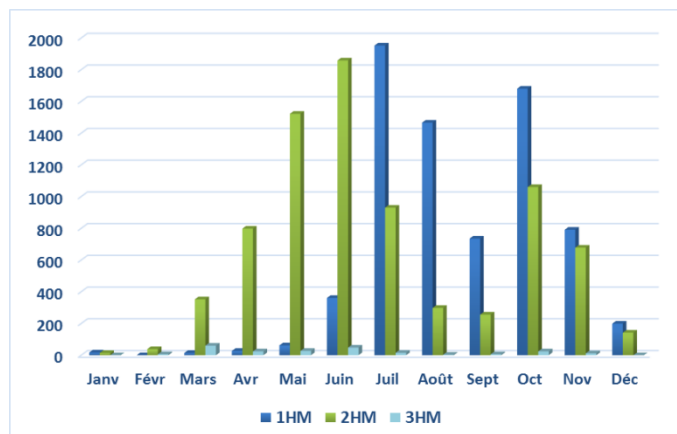


Figure 15 : Répartition des captures en fonction des hivers de mer.

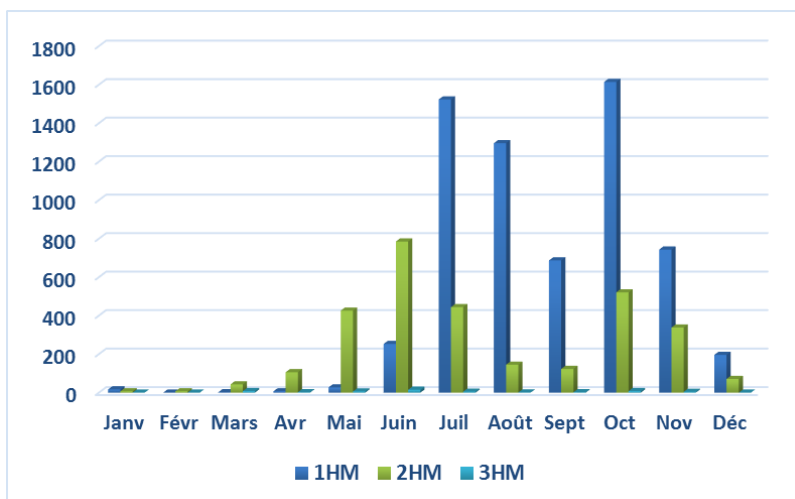


Figure 16 : Répartition des captures au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron en fonction des hivers de mer.

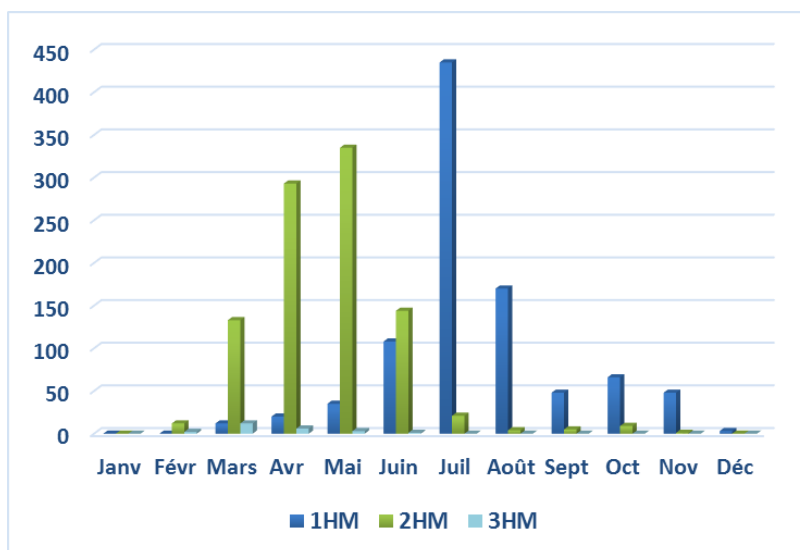


Figure 17 : Répartition des captures au niveau du sous bassin de la Nive en fonction des hivers de mer.

Afin de connaître la tendance d'une courbe et surtout de savoir si elle est significative, j'ai utilisé une régression linéaire réalisée sur Excel.

Résultats et discussion

1. Résultats de la scalimétrie

Afin d'obtenir des résultats plus complets j'ai ajouté les données plus anciennes aux données que j'ai moi-même saisies. Le fichier de données s'étale donc de 1998 à 2012. Il comporte 11275 lignes soit 11275 individus et j'ai choisi d'utiliser sept variables : le mois de capture, les années de capture, le sous bassin, l'histoire de vie, la taille, l'âge de mer et l'âge de rivière.

1.1. Répartition des captures de saumons atlantique dans l'année

Au niveau du sous bassin de la Nive 1910 saumons ont été capturés contre 9365 sur celui du Gave d'Oloron.

D'après la répartition annuelle de capture (Annexe 1) des saumons on s'aperçoit qu'il y a deux modes de captures : un en Juillet et l'autre en Octobre (Figure 14). Lorsque les hivers de mer sont dissociés, les 1HM (1 hiver de mer) et les 2HM (2 hivers de mer) ne semblent pas arriver en même temps au niveau des pièges. En effet les 2HM sont présents plus tôt que les 1HM avec un premier mode en Juin pour les 2HM et en juillet pour les 1HM. De nombreux 2HM mais surtout des 1HM seront aussi capturés en Octobre (Figure 15). Si le sous bassin de la Nive est dissocié de celui du Gave d'Oloron on observe la même tendance pour ce dernier (Figure 16) mais pour la Nive le mode d'Octobre n'est pas présent (Figure 17). Les 3HM quant à eux sont capturés en petite quantité tout au long de l'année (Figure 16 et 17).

Il y a une nette différence au niveau de la période de captures des saumons en fonction de leurs hivers de mer. En effet les individus n'ayant passé qu'un seul hiver en mer reviennent plus tard en eau douce que les individus de plusieurs hivers de mer. Le mode en Octobre au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron s'explique par le fait que le barrage de Soeix se trouve en amont des autres piègeages, les saumons ont donc tendance à y arriver plus tard. De plus certains saumons ralentissent leur remontée en rivière en été, en période d'étiage et d'augmentation de la température de l'eau, et la reprennent en Octobre juste avant la période de reproduction. Ce mode n'est pas présent au niveau du sous bassin de la Nive puisque le seul piège se trouve plus en aval.

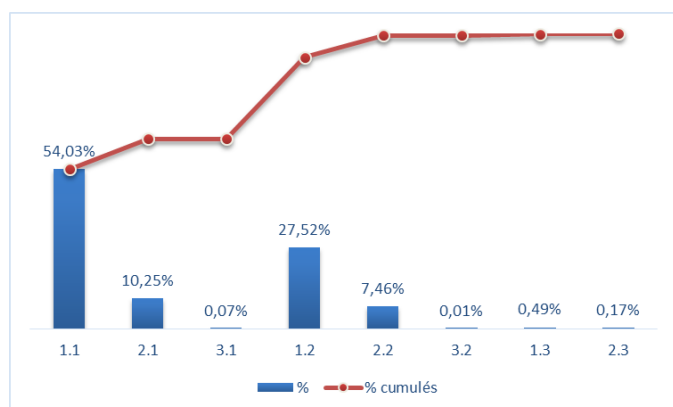


Figure 18 : Proportion des différentes histoires de vie des saumons atlantiques capturés dans les deux sous bassins.

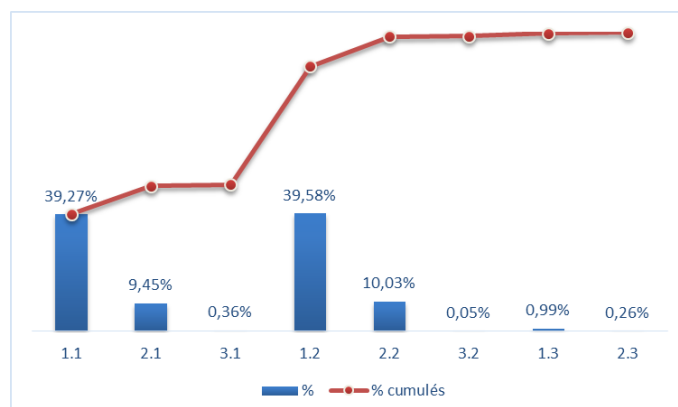


Figure 19 : Proportion des histoires de vie des saumons atlantiques capturés au niveau du sous bassin de la Nive.

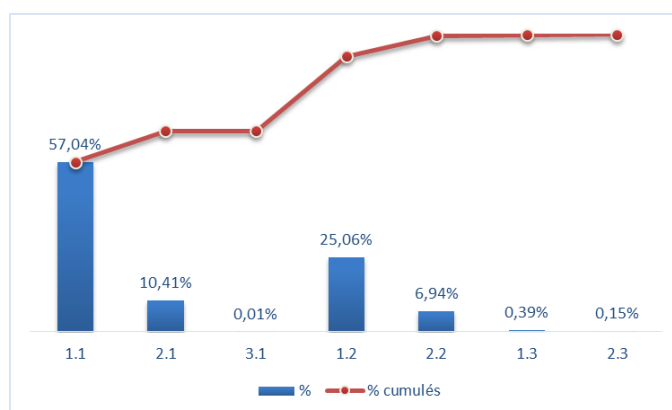


Figure 20 : Proportion des histoires de vie des saumons atlantiques capturés au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron.

Hivers de mer	% Total	% Nive	% Oloron
1	64,34%	49,07%	67,46%
2	35,00%	49,69%	32,00%
3	0,66%	1,25%	0,54%

Tableau 2 : Proportion des hivers de mer des individus capturés.

Hivers de rivière	% Total	% Nive	% Oloron
1	82,05%	79,84%	82,50%
2	17,88%	19,74%	17,49%
3	0,08%	0,42%	0,01%

Tableau 3 : Proportion des hivers de rivière des individus capturés.

1.2. Histoires de vie des saumons capturés

Les captures (Annexe 2) montrent aussi que plus de la moitié (54%) des saumons capturés ont une histoire de vie 1.1 (une année de rivière et un hiver de mer), 27,5% des saumons capturés sont des 1.2 (Figure 18). Cependant il existe une différence entre les deux sous bassins. En effet la Nive possède un taux de 1.1 (39,27%) plus faible et un taux de 1.2 plus élevé (39,58%) (Figure 19). Le sous bassin du Gave d'Oloron quant à lui possède une différence encore plus marquée entre les 1.1 (57,04%) et les 1.2 (25,06%) (Figure 20). En ce qui concerne les autres histoires de vie il n'y a pas de différence évidente entre les deux sous bassins.

Si l'âge mer et celui de rivière sont dissociés, on observe que les saumons capturés d'un hiver de mer sont majoritaires (64,34%) alors que ceux qui ont passé trois hivers en mer sont largement minoritaires (0,66%). Cependant il y a une grande différence entre les deux sous bassins, en effet au niveau de la Nive les proportions des 1HM (49,07%) et des 2HM (49,69%) sont égales alors que sur le gave d'Oloron elles ne le sont pas 67,46% pour les 1HM et 32% pour les PHM. Dans les deux sous bassins les 3HM sont largement minoritaires (Tableau 2).

Si on s'intéresse maintenant à l'âge de rivière on remarque que les saumons d'un hiver de rivière sont majoritaires (82,05%), ceux de deux hivers de rivière ont un taux inférieurs (17,88%) et ceux de trois hivers de mer sont minoritaires (0,08%). Il n'y a pas de différence importante entre les deux sous bassins en ce qui concerne l'âge de rivière (Tableau 3).

Cependant ces résultats doivent être nuancés, en effet la probabilité de capture des castillons est supérieure à celle des PHM. Cela s'explique par le fait que les barrages sont franchissables par les saumons plus particulièrement lorsque le niveau de l'eau est élevé. Or les castillons arrivent plus tard en rivière, au moment où le niveau des cours d'eau est le plus bas, leur probabilité de capture par les pièges sera alors plus élevée. En effet ils auront plus de mal à franchir les barrages sans passer par les passes à poissons.

Il y a moins de différence entre les captures de 1HM et de 2HM au niveau du sous bassin de la Nive. En effet lorsqu'il y a moins d'eau, l'eau autorisée à être prélevée en amont du barrage par les centrale électrique et rejetée en aval sera aussi moins importante. Cela diminuera l'attractivité de la passe à poisson pour les saumons atlantiques (le débit de l'eau rejeté par la centrale électrique contribue à attirer les saumons vers la passe à poisson). Le nombre de castillons capturés lorsque le niveau de l'eau est bas sera diminué, ce qui équilibrera le nombre de captures des 1HM et des 2HM. Au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron il y a une quantité d'eau suffisante pour que les centrales électriques puissent prélever la même quantité d'eau au niveau des barrages tout au long de l'année. Cela avantagera la capture des 1HM.

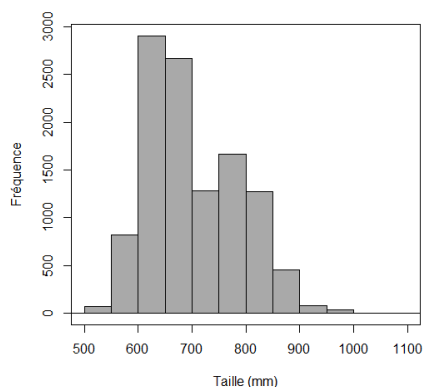


Figure 21: histogramme de la taille des saumons capturés au niveau des deux sous bassins.

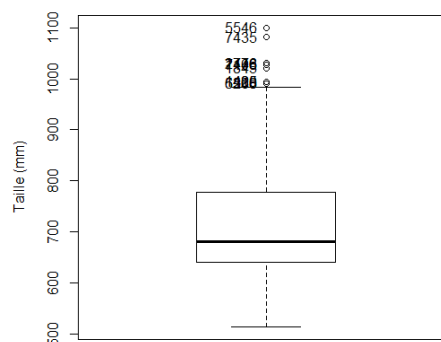


Figure 22 : Boîte de dispersion de la taille des saumons capturés au niveau des deux sous bassins.

Moyenne	écart type	IQR	Min	25%	50%	75%	Max	n
705.66	85,45	138	514	640	681	778	1100	11353
IC95% (moyenne)= [704,08; 707,24]								

Tableau 4 : Statistiques descriptives de la taille des saumons capturés au niveau des deux sous bassins.

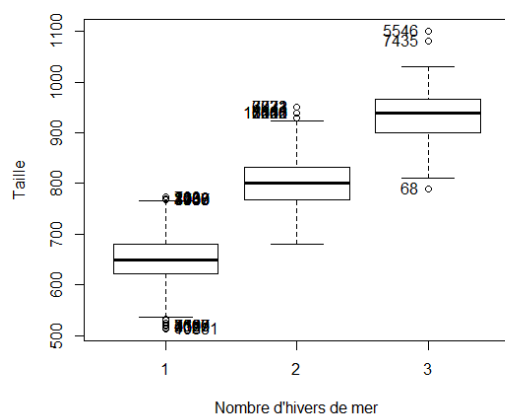


Figure 23 : Boîte de dispersion de la taille des saumons atlantiques en fonction du nombre d'hivers de mer.

Hivers de mer	Moyenne	Ecart type	IQR	Min	25%	50%	75%	Max	N
1	651.4887	42.53111	58	514	622	650	680	773	7262
2	801.1247	44.20163	64	681	768	800	832	951	3938
3	938.6667	54.70124	67	790	900	940	967	1100	75

Tableau 5 : Statistique descriptives de la taille en fonction du nombre d'hivers de mer.

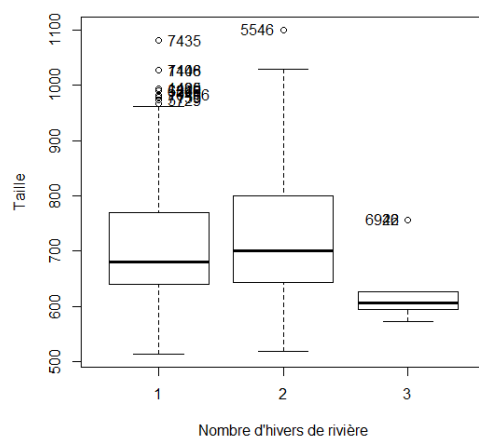


Figure 24 : Boîte de dispersion de la taille des saumons atlantiques en fonction du nombre d'hiver de rivière.

Hivers de rivière	Moyenne	Ecart type	IQR	Min	25%	50%	75%	Max	N
1	702.6012	83.91528	130	514	640	680	770	1081	9248
2	719.9316	90.75535	156	519	644	700	800	1100	2017
3	637.0000	69.68321	32	573	595	606	627	757	9

Tableau 6 : Statistique descriptive de la taille en fonction du nombre d'hivers de rivière.

1.3. Mensuration

1.3.1. *La taille globale des saumons atlantiques sur les sous bassins de la Nive et du Gave d'Oloron.*

La taille des saumons atlantiques adultes qui sont capturés au niveau des pièges (variable quantitative continue) est exprimée en millimètres. Elle ne suit pas une loi normale ($p\text{-valeur} = < 2.2e-16$), en effet deux modes distincts peuvent être observés (Figure 21). Le premier se situant à environ 650 mm et le deuxième à environ 775 mm (Figure 22). La taille des saumons atlantiques semble très dispersée autour de la moyenne, le plus petit saumon capturé mesure 514 mm et le plus grand 1100 mm (Tableau 5).

La moyenne de la taille des poissons sur l'échantillon est de 706,66mm et l'intervalle de confiance à 95% associé est : [704,08; 707,24]. Cet intervalle de confiance a 95% de chances de contenir la valeur de la moyenne de la taille sur la population. La moitié des saumons possède une taille inférieure à 681 mm (Tableau 5).

Cependant ces résultats ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble de la population car l'échantillonnage est biaisé du fait de la forte variabilité de la probabilité de capture dans le temps, et donc entre classes d'âge marin qui migrent à des périodes différentes. En réalité la taille moyenne des saumons sur la Nive et le sous bassin du Gave d'Oloron doit être plus importante. Si besoin, on serait plus proche en prenant les tailles moyennes de chaque classe (1HM, 2HM et 3HM), pondérées par les estimations de leurs effectifs.

1.3.2. *La taille des saumons atlantiques en fonction des hivers de mer*

D'après les boîtes de dispersion, la taille des saumons dépend fortement du nombre d'hivers passés en mer par ces derniers (Figure 23). Cela est vérifié grâce à un test statistique (test Kruskal-Wallis : $p\text{-value} < 2.2e-16$). Plus l'âge de mer est élevé et plus le saumon aura une taille importante. Cependant les boîtes de dispersions et le tableau de statistique descriptive mettent en évidence que les tailles se chevauchent, deux saumons ayant la même taille peuvent ne pas avoir passé le même nombre d'années en mer (Tableau 6).

La croissance des saumons atlantiques accélère lorsqu'ils arrivent en mer. Ils y trouvent en effet plus de nourriture qu'en eau douce. Le temps qu'ils passent en mer déterminera leur taille à leur retour en eau douce. Cependant la croissance n'est pas la même pour tous les individus, un saumon de 1HM peut faire la même taille qu'un saumon de 2HM

1.3.3. *La tailles des saumons atlantique en fonction des hivers de rivière*

La taille des saumons atlantiques semble être différente en fonction des hivers de mer. Le test de Kruskal-Wallis met en évidence qu'il y a bien une différence de taille des saumons en fonction des hivers de mer ($p\text{-value} = 1.214e-14$). Les plus grands saumons semblent être ceux qui ont séjourné deux ans en rivière. Ceux qui ont passé un an en rivière sont en moyenne légèrement plus petit alors que les saumons de trois hivers de rivière sont largement plus petits (Figure 24 et Tableau 7).

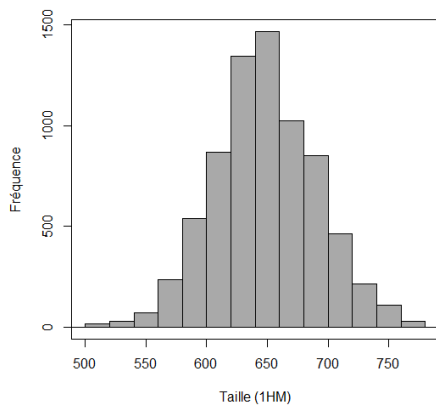


Figure 25 : Histogramme de la taille des 1HM capturés sur les deux sous bassins.

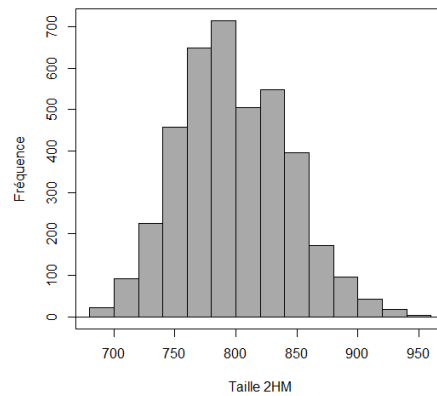


Figure 26 : Histogramme de la taille des 2HM capturés sur les deux sous bassins.

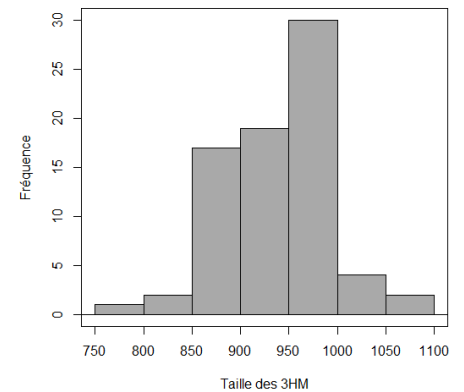


Figure 27 : Histogramme de la taille des PHM capturés sur les deux sous bassins.

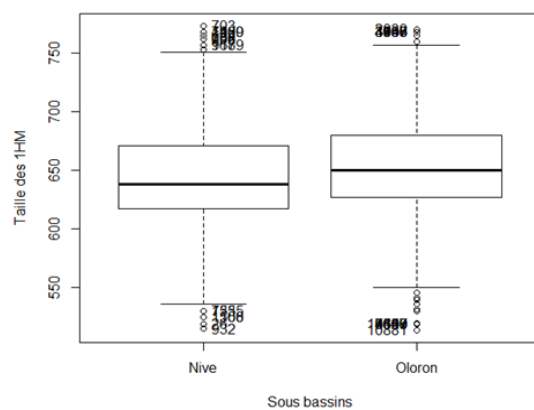


Figure 28 : Boîtes de dispersion de la taille des 1HM en fonction des sous bassins.

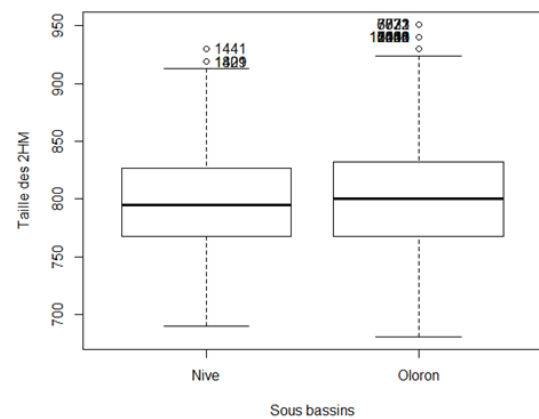


Figure 29 : Boîtes de dispersion de la taille des 2HM en fonction des sous bassins.

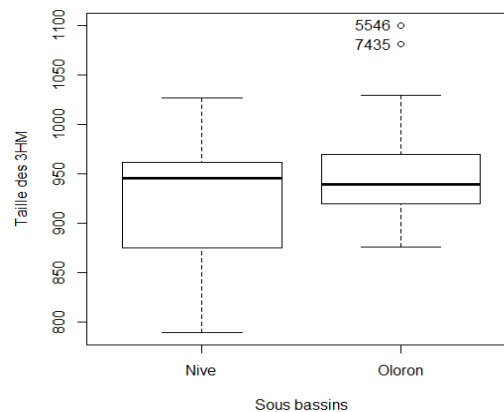


Figure 30: Boîte de dispersion de la taille des 3HM en fonction des sous bassins.

	1HM		2HM		3HM	
	Moyenne	IC 95%	Moyenne	IC 95%	Moyenne	IC 95%
Total	651,5	[650,5103; 652,4671]	801,1	[799,7437; 802.5056]	938,7	[926.0811; 951.2523]
Nive	643	[640,1485; 645,8430]	797,9	[795,2459; 800.5832]	924,1	[896.3877; 951.8623]
Oloron	652,7	[651,7106; 653,7852]	802,1	[800.5334; 803.7516]	945,5	[932.0377; 958.9819]

Tableau 7 : Moyennes et intervalles de confiance 95% en fonction des sous bassins et des hivers de mer.

Les saumons demeurent en eau douce le temps que leur croissance soit assez avancée pour qu'ils puissent partir en mer. On pourrait penser que les saumons qui restent trois années en rivière aient une croissance relativement lente. Ce serait une explication au fait qu'ils soient plus petits que les saumons ayant résidé une ou deux années en eau douce. Il est possible que certains saumons n'ayant résidé qu'une seule année en rivière, aient ensuite un retard de croissance sur les saumons qui y sont restés deux années. Cela pourrait être une hypothèse pour expliquer la taille légèrement inférieure des saumons qui sont restés une année en eau douce.

1.3.4. La taille des saumons atlantiques en fonction des sous bassins

La taille des saumons d'un hiver de mer ne suit pas une loi normale ($p\text{-value} < 2.2\text{e-}16$) (Figure 25). Elle semble supérieure au niveau du gave d'Oloron, cette hypothèse a été validée grâce à un test statistique (test Wilcoxon : $p\text{-value} = 2.342\text{e-}13$) (Figure 28). La moyenne des saumons 1HM sur le sous bassin du Gave d'Oloron est de 652,7 (IC 95% = [651,7106; 653,7852]), elle est de 643 (IC 95% = [640,1485; 645,8430]) au niveau de celui de Nive et 651,5 (IC 95% = [650,5103; 652,4671]) au total (Tableau 8).

La taille des saumons de deux hivers de mer ne suit pas une loi normale ($p\text{-value} = 7.724\text{e-}13$) (Figure 26). Elle semblerait très légèrement inférieure sur la Nive que sur le Gave d'Oloron, cette hypothèse a été validée grâce à un test statistique (test Wilcoxon : $p\text{-value} = 0.02087$) (Figure 29). La moyenne des saumons 2HM sur le sous bassin du Gave d'Oloron est de 802,1 (IC 95% = [800.5334; 803.7516]), elle est de 797,9 (IC 95% = [795,2459; 800,5832]) au niveau de la Nive et (IC 95% = [650,5103; 652,4671]) au total (Tableau 8).

La taille des saumons de trois hivers de mer suit une loi normale ($p\text{-value} = 0.097$) (Figure 27). D'après les boîtes de dispersion il ne semble pas y avoir de différence de taille entre le sous bassin du Gave d'Oloron et celui de la Nive. Cela s'est vérifié grâce à un test statistique (t-test indépendant : $p\text{-value} = 0.1626$) (Figure 30). Cependant la moyenne des saumons 3HM sur le sous bassin de Gave d'Oloron est inférieure à celle de la Nive, elles sont respectivement de 945,5 (IC 95% = [932.0377; 958.9819]) est de 924,1 (IC 95% = [896.3877; 951.8623]). La moyenne des taille des 3HM est de 938,7 (IC 95% = [926.0811; 951.2523]) (Tableau 8).

Il semblerait donc que les saumons d'un hiver de mer et de deux hivers de mer soient de taille significativement inférieure sur la Nive par rapport au sous bassin du Gave d'Oloron. Cette différence pourrait s'expliquer par un facteur génétique, en effet Perrier et al., montrent que la dispersion et les flux de gènes sont limités entre les sous bassin de la Nive et celui du Gave d'Oloron. Il est possible que les saumons atlantiques de la souche du sous bassin de la Nive soient plus petits que ceux du sous bassin du Gave d'Oloron.

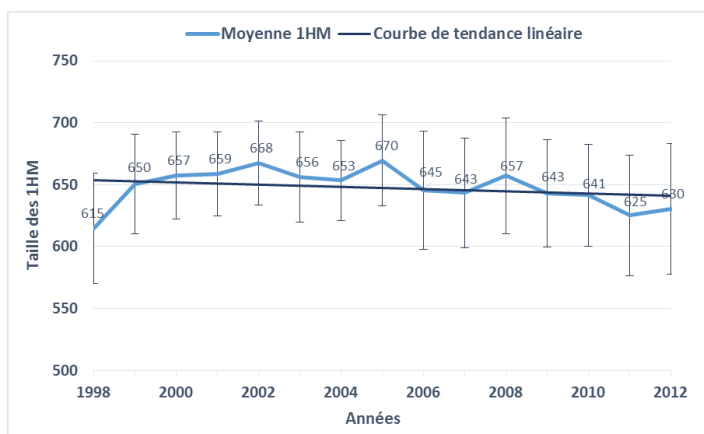


Figure 31 : Répartition de la moyenne des tailles des 1HM en fonction des années.

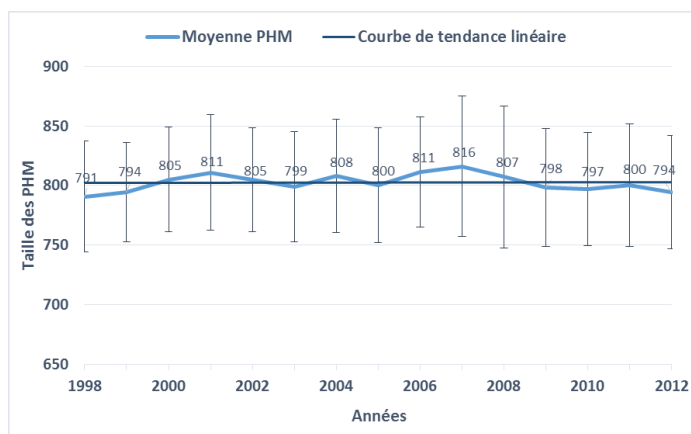


Figure 32 : Répartition de la moyenne des tailles des PHM en fonction des années.

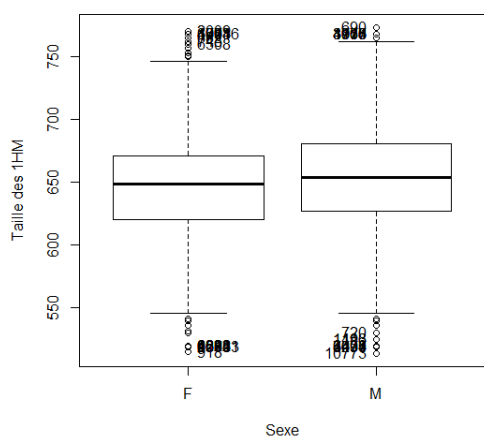


Figure 33 : Boîte de dispersion de la taille des 1HM en fonction du sexe.

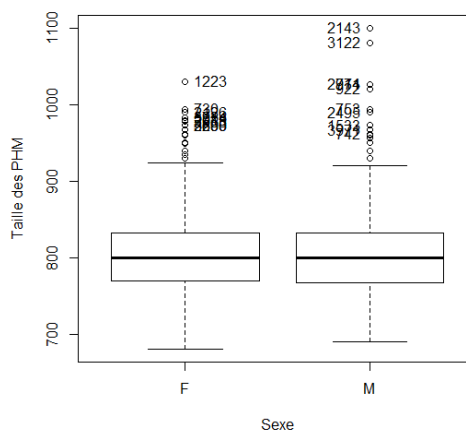


Figure 34 : Boîte de dispersion de la taille des PM en fonction du sexe.

Sexe	Moyenne	Ecart type	IQR	Min	25%	50%	75%	Max	N
F	647.9711	41.39996	51	515	620	649	671	770	3041
M	653.8225	43.20260	54	514	627	654	681	773	4136

Tableau 8 : Statistique descriptive de la taille des individus d'un hiver de mer en fonction du sexe.

Sexe	Moyenne	Ecart type	IQR	Min	25%	50%	75%	Max	N
F	804.6566	47.48062	62	681	770	800	832	1030	2187
M	802.6600	49.10654	64	690	768	800	832	1100	1794

Tableau 9 : Statistique descriptive de la taille des individus de plusieurs hivers de mer en fonction du sexe.

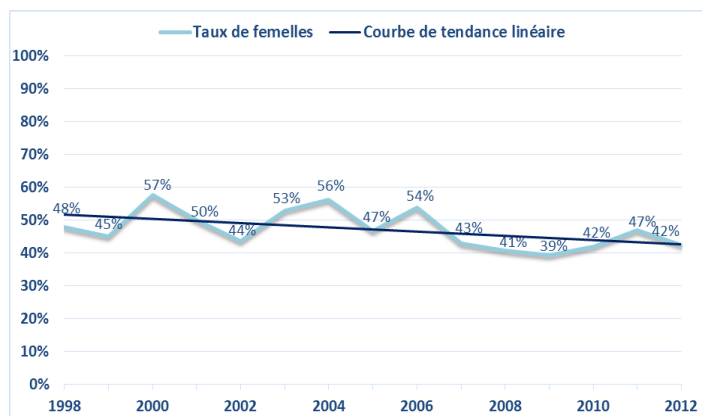


Figure 35 : Courbe de la proportion de femelles des deux sous bassins en fonction des années

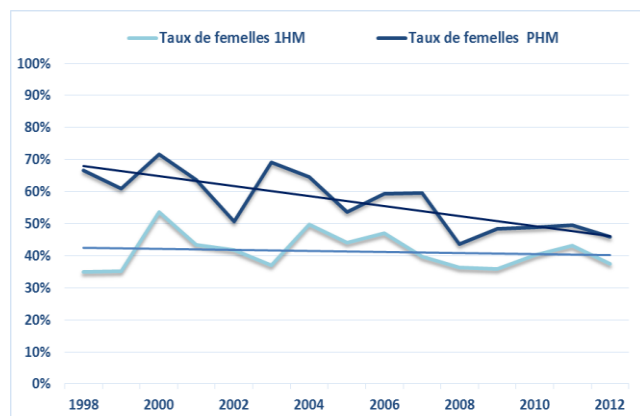


Figure 36 : Courbe de la proportion de femelles en fonction des années et des hivers de mer

1.3.5. La taille des saumons atlantiques en fonction des années

La moyenne des tailles des 1HM fluctue entre 615 et 670 mm au cours des années 1998 à 2012 (Figure 31). Malgré ces fluctuations la taille moyenne des 1HM semble rester constante au cours des années. J'ai réalisé une régression linéaire qui a vérifié cette hypothèse (p -value = 0,34430801). La moyenne des tailles des PHM (plusieurs hivers de mer) quant à elle fluctue entre 791 et 816 mm durant la même période (Figure 32). Tous comme les 1HM la moyenne des tailles semble rester constante au cours du temps. Cela a aussi été vérifié par une régression linéaire (p -value = 0,92272395).

Il n'y a donc pas de variation de la moyenne des tailles significative des saumons atlantiques au niveau des deux sous bassins de la Nive et du Gave d'Oloron.

1.3.6. La taille des saumons atlantiques en fonction du sexe

En ce qui concerne les individus d'un hiver de mer les mâles semblent de taille supérieure aux femelles d'après les boîtes de dispersion (Figure 33) et le tableau 9 de statistiques descriptives. Le test Wilcoxon bivarié a mis en évidence que cette différence est bien significative ($W = 5760631$, p -value = 1.096e-09).

Quant aux individus qui ont séjourné plusieurs années en mer, la taille des mâles et des femelles semble égales d'après les boîtes de dispersion (Figure 34) et le tableau 10 de statistiques descriptives. Cela est confirmé grâce au test Wilcoxon bivarié ($W = 2020714$, p -value = 0.1019).

1.4. Le sex-ratio

Il est important de connaître l'évolution du taux de femelles au cours des années. En effet le remplacement progressif des stations de piégeage par des stations de contrôle vidéo sur le bassin du Gave d'Oloron imposera de faire des hypothèses sur le sex-ratio de cette population pour estimer le nombre d'œufs pondus à partir du stock de saumon contrôlé chaque année.

Au cours des années 1998 à 2012 le taux de femelles (47%) est légèrement inférieur à celui des mâles (53%). La proportion de femelles reste relativement stable malgré une très légère baisse (Figure 35). La régression linéaire que j'ai effectué met en évidence qu'il y a bien une légère diminution mais que cette dernière n'est pas significative (coefficient = - 0,00640758, p -value = 0,05866043).

Cette même proportion est stable pour les femelles d'un hiver de mer, en effet la régression linéaire montre qu'il y a une légère baisse qui n'est pas significative (coefficient = - 0,00170515, p -valeur = 0,62956407) (Figure 36). Le taux de femelles total des 1HM est de 42%. La proportion des femelles de plusieurs hivers de mer a quant à elle une tendance à diminuer plus fortement. En effet la régression linéaire met en évidence que cette baisse est significative (coefficient = - 0,01553769, p -value = 0,00075738) (Figure 36). La proportion de femelles dans la fraction PHM totale est de 56%.

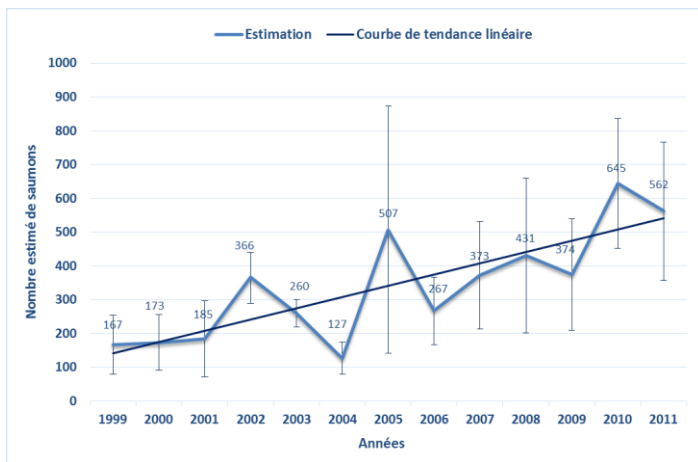


Figure 37 : Evolution des stocks de saumons du bassin de la Nive.

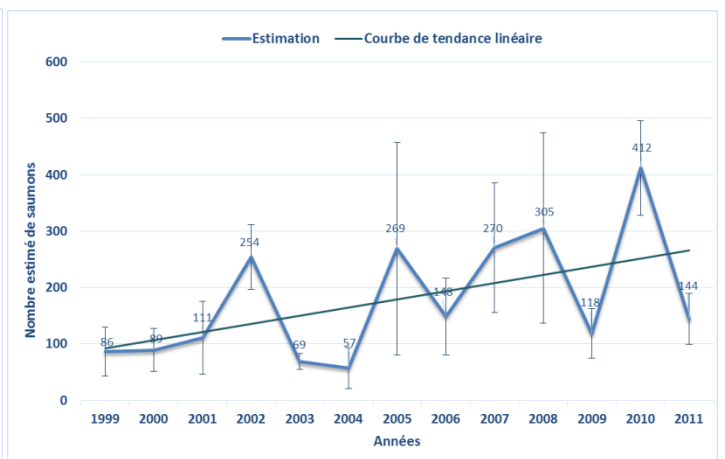


Figure 38 : Evolution des stocks de saumons 1HM du bassin de la Nive.

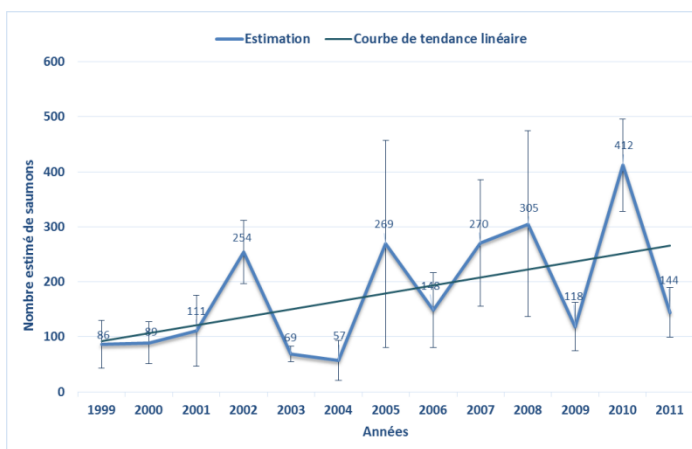


Figure 39 : Evolution des stocks de saumons PHM du bassin de la Nive.

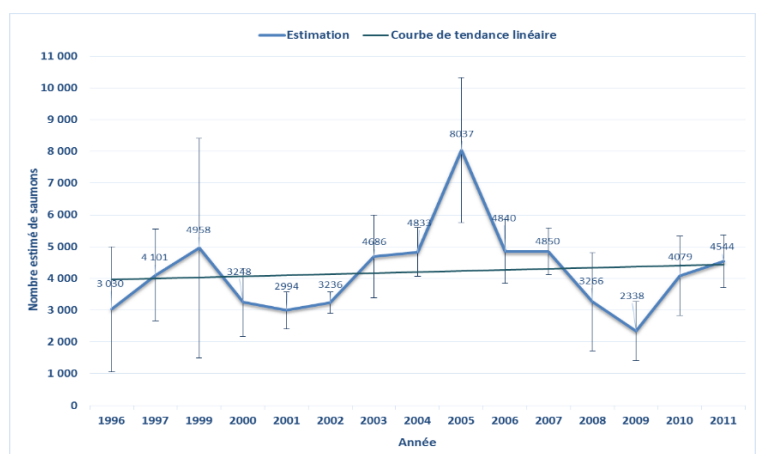


Figure 40 : Evolution des stocks de saumons du bassin du gave d'Oloron.

La comparaison des sex-ratio entre 1HM et PHM met en évidence que la proportion de femelles est plus importante dans la fraction de plusieurs hivers de mer que dans celles d'un hiver de mer. En effet les mâles atteignent leur maturité sexuelle plus précocement et ils ont ainsi une plus forte tendance à remonter en eau douce après seulement un hiver passé en mer (70%). Les femelles étant alors minoritaires sur cette fraction d'âge marin. Ces dernières sont par contre majoritaires dans la fraction des saumons qui remontent après plus d'un hiver passé en mer.

Si les sous bassins du Gave d'Oloron et de la Nive sont traités séparément les conclusions sont les même en ce qui concerne celui du Gave d'Oloron. Sur le bassin de la Nive, les écarts de sex-ratio entre les 1HM et les PHM sont moins marqués. Pour la majorité des années la proportion de femelles est plus important chez les PHM (11), mais il y a des exceptions (4).

2. Résultats de la méthode capture-marquage-recapture

2.1. L'estimation

2.1.1. L'estimation en fonction des sous bassins

La tendance générale de l'estimation des saumons atlantique des années 1998 à 2012 est à l'augmentation au niveau du sous bassin de la Nive. Cette augmentation est significative d'après une régression linéaire (coefficient = 33,2252747, p-value = 0,00125139). La progression n'est toutefois pas régulière et fluctue de manière importante selon les années. La population estimée était de 167 individus en 1999, elle est en 2011 de 562 individus, soit un écart supérieur à un facteur quatre. Les écarts peuvent être très importants d'une année à l'autre (127 en 2004 et 507 en 2005).

Si les différentes fractions d'âge marin sont traitées séparément, on s'aperçoit que la population estimée a aussi tendance à augmenter, mais cet accroissement n'est pas significatif (coefficient = 14,489011, p-value = 0,07445118). Les variations entre les années sont encore plus marquées, la population estimée ayant été multipliée deux fois par quatre d'une année à l'autre (de l'année 2004 à 2005 et de 2009 à 2010). L'estimation était de 86 en 1999 et de 144 en 2012. En ce qui concerne les PHM, la tendance générale est aussi à la hausse avec toutefois des variations entre les années moins importantes. Cette fois l'augmentation est significative (coefficient = 18,7362637, p-value = 0,00573234). L'estimation était de 81 en 1999 et de 418 en 2012. L'accroissement du nombre de saumons au niveau du sous bassin de la Nive est plus important pour les PHM que pour les 1HM.

Au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron, la tendance générale de la population de saumons atlantique est à une très faible augmentation, des années 1996 à 2011. Cependant, d'après la régression linéaire, cette augmentation n'est pas significative (coefficient = 35,2231369, p-value = 0,66648487). L'évolution de la population estimée paraît cyclique avec des périodes d'augmentation suivies de périodes de diminutions et ainsi de suite. Le nombre de saumons atlantiques estimé était de 3030 en 1996, il était de 4544 en 2012.

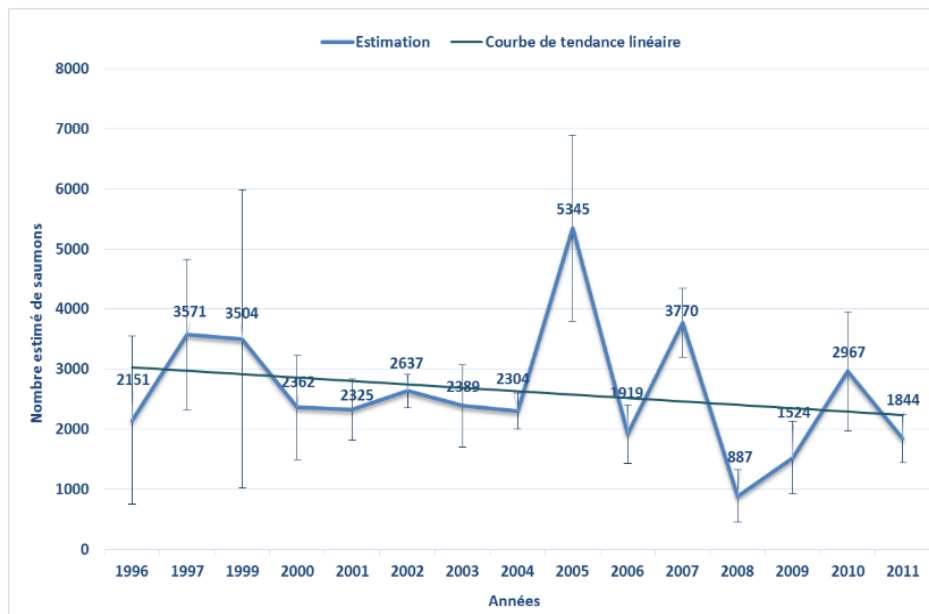


Figure 41 : Evolution des stocks de saumons 1HM du bassin du gave d'Oloron.

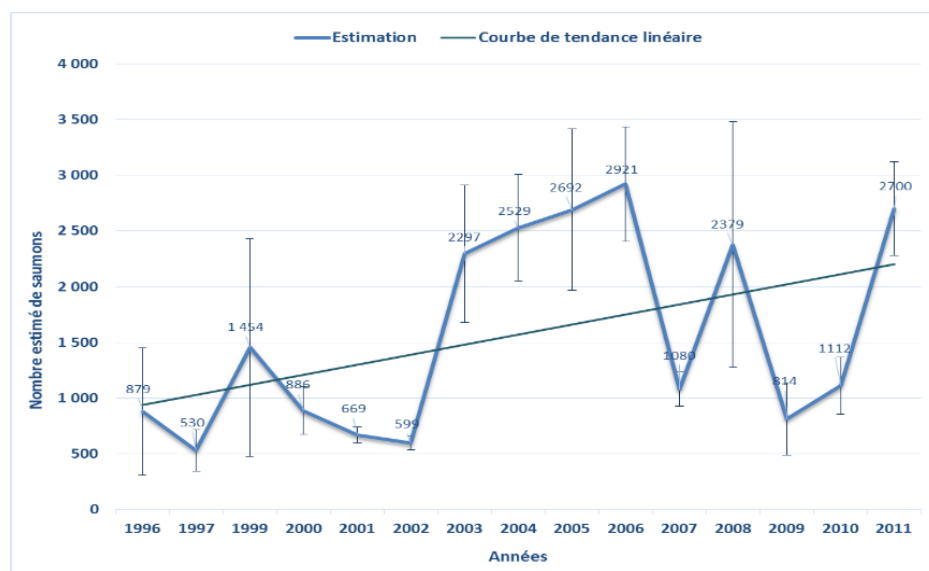


Figure 42 : Evolution des stocks de saumons PHM du bassin du gave d'Oloron.

	% total	% Nive	% Oloron
1HM	62%	52,6%	62,7%
PHM	38%	47,4%	37,3%

Tableau 10 : Proportion de 1HM et de PHM estimés en fonction des sous bassins.

Si les 1HM sont traités séparément les résultats montrent une tendance à la diminution de la population estimée au cours des années (Figure 41). Cependant cette diminution n'est pas significative d'après la régressions linéaire (coefficient = -52,5567591, p-value = 0,41413723). Des fluctuations importantes peuvent être observées. L'estimation des saumons atlantiques était de 2151 en 1996 et de 1984 en 2011.

En ce qui concerne les individus de plusieurs hivers de mer la population estimée a tendance à augmenter (Figure 42). Cependant cette augmentation n'est pas significative d'après la régression linéaire (coefficient = 87,779896, p-value = 0,08563879). L'estimation était de 878 en 1996 et de 2700 en 2011. De fortes fluctuations en fonction des années sont aussi observées pour les PHM du sous bassins du Gave d'Oloron.

De plus la population estimée est au moins 10 fois supérieure au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron par rapport à celle de la Nive. En effet, compte tenu du phénomène de homing, les saumons qui sont nés dans le sous bassin de la Nive reviendront se reproduire dans ce même sous bassin. C'est pour cela que les saumons atlantique ne se répartissent pas de manière homogène entre les deux sous bassins et que le sous bassin du Gave d'Oloron, doté d'une capacité d'accueil en juvéniles beaucoup plus importante, accueille la majorité des adultes reproducteurs. Les pics d'estimations ne sont pas non plus symétriques au niveau des deux sous bassins (sauf en 2005), ce qui justifie encore plus que les deux sous bassins soient indépendants. Les facteurs qui jouent sur le nombre de saumons atlantiques ne doivent pas être les même au niveau des deux sous bassins.

En ce qui concerne le sous bassin du Gave d'Oloron, la tendance d'évolution de la population estimée est à la stabilité entre 1996 et 2011. En effet les résultats ne montrent pas de hausse ou de baisse significative. Cette stabilité de l'estimation au cours des années se retrouve autant pour les individus d'un hiver de mer que pour ceux de plusieurs hivers de mer. Cependant de très importantes fluctuations sont observées, même d'une année à l'autre.

En ce qui concerne le sous bassin de la Nive une légère augmentation significative de la population estimée est observée des années 1999 à 2011. Cette hausse est due plus particulièrement à l'accroissement du nombre d'individus de plusieurs hivers de mer. En effet, l'augmentation est significative pour les PHM et pas pour les 1HM.

Ces résultats sont cependant à nuancer car les intervalles de confiances à 95% de l'estimateur « Pools Petersen » sont relativement importants. Il est arrivé que certains pièges soient arrêtés quelques temps, lors de périodes de travaux d'aménagement des sites hydroélectriques, ce qui a pu parfois impacter l'estimation.

2.1.2. Estimation des taux de 1HM et de PHM

Les tableaux que j'ai construits afin de réaliser l'estimation dissociaient les individus d'un hiver de mer et ceux de plusieurs hivers de mer. Cela permet d'estimer l'évolution du taux des 1HM et des PHM dans la population, car l'échantillon collecté est biaisé du fait de la variabilité importante de l'attractivité des pièges au cours du temps (les différentes fractions d'âge marin migrent en effet à des périodes différentes. Après l'estimation la proportion de 1HM et de PHM (Tableau 11) n'est pas fortement modifiée, en effet la proportion totale

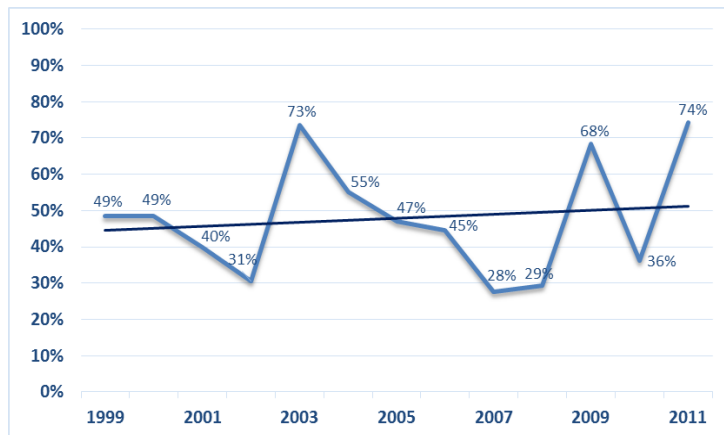


Figure 43 : Evolution de la proportion de PHM sur le sous bassin de la Nive

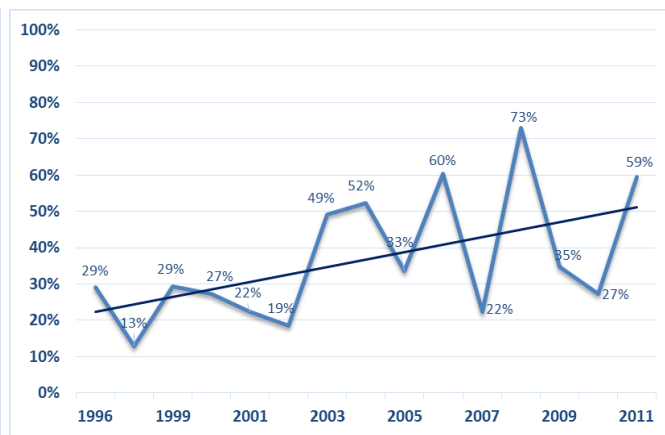


Figure 44 : Evolution de la proportion de PHM sur le sous bassin du Gave d'Oloron

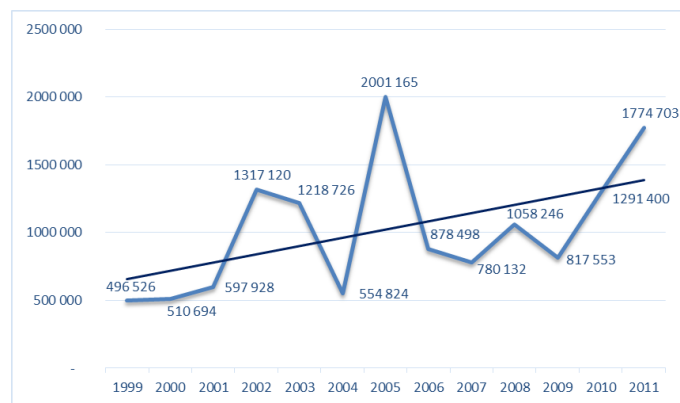


Figure 45 : Evolution du stock d'œufs de saumons atlantiques dans le sous bassin de la Nive (sans les captures au filet des professionnels).

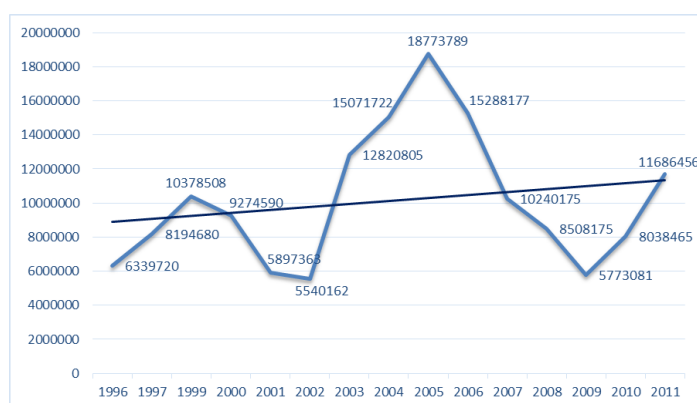


Figure 46 : Evolution du stock d'œufs de saumons atlantiques dans le sous bassin du Gave d'Oloron (sans les captures au filet des professionnels).

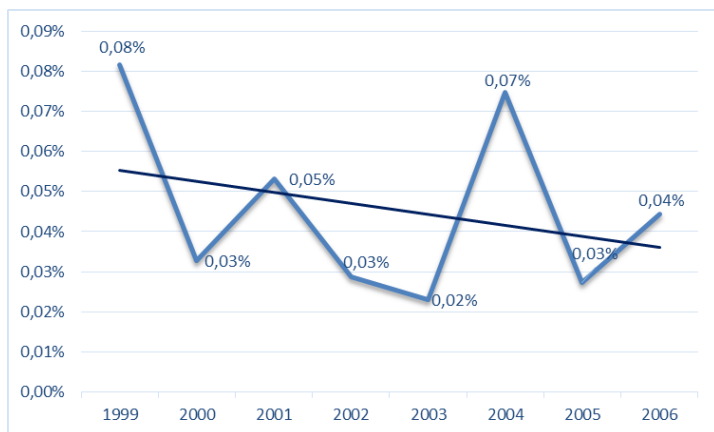


Figure 47 : Evolution du taux de retour du saumon atlantique dans le sous bassin de la Nive (sans les captures au filet des professionnels).

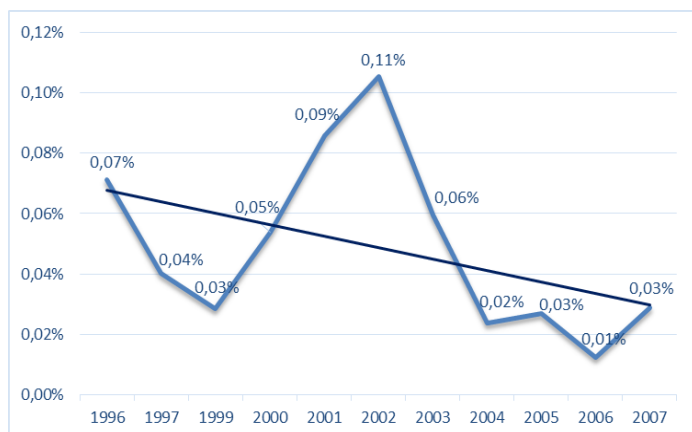


Figure 48 : Evolution du taux de retour du saumon atlantique dans le sous bassin du Gave d'Oloron (sans les captures au filet des professionnels).

d'IHM a un peu diminué (de 63,34 à 62%) (Tableau 11), il en est de même pour le sous bassins du gave d'Oloron (de 67,5 à 62,7%). Cependant ce même taux est en très légère hausse au niveau du sous bassin de la Nive (de 49,07 à 52,6%). Le taux de PHM est plus important au niveau du sous bassin du gave d'Oloron qu'au niveau du sous bassin de la Nive. A cours des années la proportion des PHM à tendance à augmenter, cependant cet accroissement n'est pas significatif au niveau du sous bassin de la Nive alors qu'il l'est au niveau de celui du Gave d'Oloron (Figures 43 et 44).

Je n'ai pas vraiment d'explication au fait que le taux de PHM soit plus important au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron qu'au niveau de celui de la Nive.

2.2. Les stocks d'œufs de saumons atlantiques

L'estimation du nombre d'œufs pondus par les femelles semble en augmentation sur les deux sous bassins. Cependant cette hausse n'est significative ni pour celui du Gave d'Oloron (coefficient = 177372,925 et p-value = 0,45226879) (Figure 46) ni pour celui de la Nive (coefficient = 61104,1455, p-value = 0,08599664) (Figure 47), du fait des fluctuations très importantes du nombre d'œufs. On peut néanmoins constater que ce dernier a été multiplié par plus de trois (496 526 en 1999 et 1 774 703 en 2011) au niveau du sous bassin de la Nive et par un peu moins de deux au niveau de celui du Gave d'Oloron (6339720 en 1996 et 11686456 en 2011). Cependant compte tenu des fluctuations il y a de fortes chance que ces nombres diminuent fortement l'année d'après. Le stock d'œufs est au moins 10 fois plus élevé sur le sous bassin du Gave d'Oloron.

Le stock d'œufs au niveau des deux sous bassins est stable (avec une très légère tendance à l'augmentation). Cependant les captures au filet des professionnels (auxquels je n'ai pu avoir accès) pourraient faire chuter plus ou moins fortement ce stock d'œufs.

2.3. Taux de retour des saumons atlantiques.

Le taux de retour œufs-adultes des saumons atlantique semble diminuer au cours des années au niveau des deux sous bassins. Cependant les régressions linéaires ont mises en évidence que cette réduction n'est significative ni pour celui du Gave d'Oloron (coefficient = -3,3193E-05, p-value = 0,21222258) (Figure 48) ni pour celui de la Nive (coefficient = -2,74E-05, p-value = 0,47176588) (Figure 47).

Cependant ces taux de retours ne sont pas exacts puisqu'il manque les captures au filet des professionnels.

Conclusion :

Les résultats de l'analyse scalimétrique et des relevés effectués sur les saumons mettent en évidence que les saumons de deux hivers de mer ont tendance à débiter leur remontée en rivière plus tôt (Mars) que ceux d'un hiver de mer (Juin). De plus ils montrent que la taille des saumons atlantique dépend fortement du temps de séjour en mer, mais aussi plus faiblement du temps de séjour en rivière. Les mensurations semblent différentes entre les sous bassins de la Nive et du Gave d'Oloron. En effet les individus d'un hiver de mer et de deux hivers ont une taille significativement inférieure au niveau du sous bassin de la Nive. De plus la taille des mâles d'un hiver de mer est significativement inférieure à celle des femelles. Au cours des années la taille moyenne des saumons atlantique est restée relativement stable.

Le sex-ratio lui aussi reste globalement constant avec un taux de femelles légèrement inférieur à celui des mâles (47%). Cependant si les hivers de mer sont dissociés, le sex-ratio des individus de plusieurs hivers de mer est inférieur quelles que soient les années à celui des individus d'un hiver de mer. De plus le taux d'individus de plusieurs hivers de mer décroît significativement au cours du temps alors que celui des individus d'un hiver de mer reste constant.

Les estimations réalisées grâce au logiciel SPAS mettent en évidence qu'il y a de fortes fluctuations du nombre de saumons atlantique au cours des années, quel que soit le sous bassin ou l'âge de mer des individus. Cependant, au niveau du sous bassin de la Nive la population estimée a tendance à augmenter significativement, du seul fait des individus de plusieurs hivers de mer. En ce qui concerne le sous bassin du Gave d'Oloron, la population estimée est relativement stable au cours des années, tant pour les individus d'un hiver de mer que pour ceux de plusieurs hivers de mer.

La proportion d'individus d'un hiver de mer (62%) est largement supérieure à celle des individus de plusieurs hivers de mer (38%). Cependant si les deux sous bassins sont dissociés, les proportions s'équilibrent sur la Nive, 52,6% pour les 1HM et 47,4% pour les PHM, et restent inchangées sur le Gave d'Oloron.

Le stock d'œufs quant à lui semble en légère augmentation au niveau des deux sous bassins, cependant elle n'est pas significative. Il en est de même pour le taux de retour des saumons atlantique. N'ayant pas pu avoir accès aux captures de la pêche professionnelle, qui n'est pas négligeable sur le bassin de l'Adour, ces résultats ne sont pas complets et demanderont des ajustements lorsque ces données seront disponibles. Ils ne sont que le reflet des observations réalisées sur le réseau de stations de contrôle des migrations de poissons.

Les résultats de l'analyse scalimétrique ainsi que les tableaux de capture-marquage-recaptures réalisés durant ce stage seront réutilisés dans le cadre d'un projet de recherche sur la dynamique de population du saumon atlantique du bassin de l'Adour, intégrant des sources de données complémentaires (prélèvements par la pêche professionnelle en aval des stations

de contrôle, recrutement naturel en juvéniles, effort de repeuplement par alevinage). Cela permettra de déterminer de façon précise l'état des populations, d'évaluer les limites de conservation de l'espèce par sous bassin et d'apporter des éléments aux gestionnaires pour mettre en place des mesures concrètes (régulation de l'effort de pêche par exemple) afin d'obtenir une population de saumon durablement autonome sur le bassin de l'Adour.

Références bibliographiques

- ARNASON A.N., KIRBY C.W., SCHWARZ C.J. et IRVINE J.R., 1996. Computer analysis of data from stratified mark-recovery experiments for estimation of salmon escapements and other populations. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2106 : vi+37 p.
- BAGLINIERE J.L., BOMASSI P., BOUSQUET B., CHANCEREL F., DE PONTUAL H., DUMAS J., EUZENAT G., FONTENELLE G., FOURNEL F., GAYOU F., LUQUET J.F., MAISSE G., MARTIN VENTURA J.A., MARTY A., NIHOARN A., PORCHER J.P., PREVOST E., PUSTELNIK G., RICHARD A. et TROADEC H., 1985. La détermination de l'âge par scalimétrie chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) dans son aire de répartition méridionale : utilisation pratique et difficultés de la méthode. In : Bull. Fr. Pêche Piscic. (1985) 298 : 69-105.
- BAGLINIERE J.L., NICIEZA A.G., BRANA-VIGIL F. et PREVOST E., 1991. Vérification des critères utilisés pour déterminer les positions des bandes hivernales sur les parties marines des écailles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) adulte en France et en Espagne. In : Bull. Fr. Pêche Piscic. (1991) 323 : 160-168.
- BEALL E., DAVAINÉ P., BAZIN D., BLANC J.M., 1992. Détermination d'un modèle de rétrocalcul pour l'estimation de la croissance de la truite de mer (*Salmo trutta*) à Kerguelen. In : Baglinière J.L. (ed.), Castanet J. (ed.), Conand François (ed.), Meunier F.J. (ed.) Tissus durs et âge individuel des vertébrés. Paris : ORSTOM ; INRA, 1992, p. 193-198.
- BEAU A., 2002. Contribution à l'étude de la restauration du saumon atlantique (*Salmo salar* Linné) dans le bassin de l'Adour. Thèse d'exercice, Université Paul-Sabatier – Toulouse III, 120 p.
- DUMAS, J., PROUZET, P., PORCHER, J.P., DAVAINÉ, P. (1981). Etat des connaissances sur le saumon en France. CNEXO Actes des Colloques (12), 153-170.
- ICES, 2004. Report of the Working Group on North atlantic Salmon. ICES CM 2004/ACFM:20, Ref. I. 289p.
- KEITH P. et J. ALLARDI (coord), 2001. Atlas des poissons d'eau douce de France. Patrimoines Naturels, **47** : 338 p.
- MARTY A. et BOUSQUET B., 2000. Situation des poissons migrateurs amphihalins sur le bassin de l'Adour. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2000) **357/358**:345- 356.

MUUS B.J. et DAHLSTRÖM P., 1981. Guide des poissons d'eau douce et pêche. Les guides du naturaliste, 242 p.

PERRIER C., LE GENTIL J., RAVINE V., GAUDIN P. et SALVADO J.C., 2014. Origins and genetic diversity among Atlantic salmon recolonizing upstream areas of a large South European river following restoration of connectivity and stocking. In : Conservation Genetics. October 2014, Volume 15, Issue 5, pp 1095-1109.

PREVOST E. et PORCHER J.P., 1995. Méthodologie pour l'élaboration de totaux Autorisés de Captures (TAC) pour le Saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans le Massif Armoricaïn. Propositions et recommandations scientifiques. GRISAM, Evaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs. Document scientifique et technique n°1, 18 pages + tableaux et fig.

Annexes

Annexe 1 : Tableau du nombre de captures en fonctions des mois de l'année, des histoires de vie et des sous bassins.

Sous bassin de la Nive	Mois	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	Total général
	Février	0	9	2	0	3	0	0	0	14
	Mars	7	101	9	5	31	3	0	0	156
	Avril	15	232	5	5	61	1	0	0	319
	Mai	29	262	2	6	73	1	0	0	373
	Juin	96	129	1	11	15	0	1	0	253
	Juillet	338	16	0	91	5	0	6	0	456
	Août	140	3	0	30	1	0	0	0	174
	Septembre	37	4	0	11	0	0	0	1	53
	Octobre	57	5	0	9	4	0	0	0	75
	Novembre	34	1	0	14	0	0	0	0	49
	Décembre	3	0	0	0	0	0	0	0	3
	Total général	756	762	19	182	193	5	7	1	1925
Sous bassin du Gave d'Oloron	Mois	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	Total général
	Janvier	14	5	0	3	2	0	0	0	24
	Février	0	7	0	0	0	0	0	0	7
	Mars	2	31	8	0	12	0	0	0	53
	Avril	5	73	2	2	33	0	0	0	115
	Mai	21	337	3	6	89	3	0	0	459
	Juin	225	571	10	28	214	5	0	0	1053
	Juillet	1359	350	5	158	94	0	0	0	1966
	Août	1089	126	0	207	19	1	0	0	1442
	Septembre	582	107	2	105	16	0	0	0	812
	Octobre	1316	426	4	298	95	4	0	0	2143
	Novembre	623	266	3	120	72	1	0	0	1085
	Décembre	141	63	0	54	8	0	1	0	267
	Total général	5377	2362	37	981	654	14	1	0	9426

Annexe 2 : Tableau du nombre de captures en fonction des années, des histoires de vie et des sous bassins.

Sous bassin de la Nive	Année	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	Total général
	1998	9	12	0	23	11	0	7	1	63
	1999	22	19	1	9	14	1	0	0	66
	2000	30	15	0	10	12	0	0	0	67
	2001	29	10	0	16	5	0	0	0	60
	2002	136	46	0	14	13	1	0	0	210
	2003	35	115	0	1	22	1	0	0	174
	2004	30	30	1	1	7	0	0	0	69
	2005	43	27	0	7	6	0	0	0	83
	2006	21	56	1	10	19	0	0	0	107
	2007	63	31	0	20	3	0	0	0	117
	2008	55	42	0	6	9	0	0	0	112
	2009	42	56	2	15	19	0	0	0	134
	2010	164	66	2	33	15	1	0	0	281
	2011	13	171	1	9	24	1	0	0	219
	2012	59	57	11	7	13	0	0	0	147
	Total général	751	753	19	181	192	5	7	1	1909
Sous bassin du Gave d'Oloron	Année	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	Total général
	1999	36	5	1	2	0	0	0	0	44
	2000	170	33	0	19	0	1	0	0	223
	2001	136	74	1	35	12	0	0	0	258
	2002	1013	175	1	62	40	1	0	0	1292
	2003	334	177	1	12	43	1	0	0	568
	2004	704	408	5	25	112	6	0	0	1260
	2005	618	164	2	121	60	0	0	0	965
	2006	293	415	3	234	150	2	1	0	1098
	2007	898	148	1	221	34	0	0	0	1302
	2008	66	97	3	22	54	0	0	0	242
	2009	247	29	4	54	13	0	0	0	347
	2010	313	32	0	58	17	0	0	0	420
	2011	374	372	5	79	83	1	0	0	914
	2012	144	210	10	33	30	2	0	0	429
	Total général	5346	2342	37	977	648	14	1	0	9365

Annexe 3 : Estimation du nombre d'individus sur les deux sous bassins.

Sous bassin de la Nive	SAT 1HM			SAT PHM			Estimation SAT tous âges			Fourchette
	Min	Estimation	Max	Min	Estimation	Max	Min	Estimation	Max	
1999	43	86	130	37	81	125	80	167	255	52%
2000	51	89	127	40	84	129	91	173	256	47%
2001	47	111	175	25	74	122	72	185	297	61%
2002	197	254	311	93	112	130	290	366	441	21%
2003	55	69	83	164	191	217	219	260	300	16%
2004	21	57	93	59	70	82	80	127	175	37%
2005	81	269	457	61	238	416	142	507	873	72%
2006	80	148	216	87	119	150	167	267	366	37%
2007	155	270	385	59	103	147	214	373	532	43%
2008	137	305	474	65	126	186	202	431	660	53%
2009	74	118	162	136	256	377	210	374	539	44%
2010	328	412	496	125	233	340	453	645	836	30%
2011	99	144	189	258	418	578	357	562	767	36%
Sous bassin du Gave	SAT 1HM			SAT PHM			Estimation SAT tous âges			Fourchette
	Min	Estimation	Max	Min	Estimation	Max	Min	Estimation	Max	
1996	756	2 151	3 546	307	879	1 451	1063	3 030	4 997	65%
1997	2312	3 571	4 830	345	530	715	2657	4 101	5 545	35%
1999	1022	3 504	5 986	477	1 454	2 430	1499	4958	8416	70%
2000	1500	2362	3224	672	886	1099	2172	3248	4323	33%
2001	1820	2325	2830	598	669	740	2418	2994	3570	19%
2002	2359	2637	2916	536	599	661	2895	3236	3577	11%
2003	1703	2389	3075	1681	2297	2912	3384	4686	5987	28%
2004	2008	2304	2600	2052	2529	3007	4060	4833	5607	16%
2005	3797	5345	6893	1965	2692	3418	5762	8037	10311	28%
2006	1435	1919	2403	2409	2921	3433	3844	4840	5836	21%
2007	3196	3770	4344	926	1080	1235	4122	4850	5579	15%
2008	447	887	1327	1274	2379	3484	1721	3266	4811	47%
2009	921	1524	2127	488	814	1140	1409	2338	3267	40%
2010	1975	2967	3959	856	1112	1368	2831	4079	5327	31%
2011	1436	1844	2252	2280	2700	3121	3716	4544	5373	18%

Annexe 4 : Captures à la ligne en fonction des histoires de vie, des années et des sous bassins.

Captures à la ligne Nive	Total	1,1	2,1	3,1	1,2	2,2	3,2	1,3	2,3
1999	4	0	1	0	2	1	0	0	0
2000	3	0	0	0	3	0	0	0	0
2001	5	1	1	0	2	1	0	0	0
2002	2	1	1	0	0	0	0	0	0
2003	4	0	0	0	1	2	0	1	0
2004	1	0	0	0	1	0	0	0	0
2005	3	0	0	0	2	1	0	0	0
2006	2	0	0	0	1	1	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	7	0	0	0	5	1	0	0	1
2010	4	2	1	0	1	0	0	0	0
2011	5	0	0	0	4	0	0	1	0
Captures à la ligne Gave d'Oloron	Total	1,1	2,1	3,1	1,2	2,2	3,2	1,3	2,3
1996	103	6	0	0	91	3	0	3	0
1997	72	14	4	0	33	14	0	7	0
1999	81	0	0	0	73	2	0	6	0
2000	107	12	3	0	71	12	0	8	1
2001	121	17	5	0	67	28	0	4	0
2002	122	10	1	0	91	20	0	0	0
2003	120	2	0	0	82	36	0	0	0
2004	248	5	0	0	217	13	0	12	1
2005	158	7	1	0	102	37	0	10	1
2006	204	0	0	0	174	28	0	2	0
2007	108	10	2	0	51	25	0	13	7
2008	220	4	2	0	158	46	0	7	3
2009	73	2	0	0	26	27	0	17	1
2010	76	13	1	0	51	9	0	0	2
2011	156	4	0	0	103	41	0	7	1

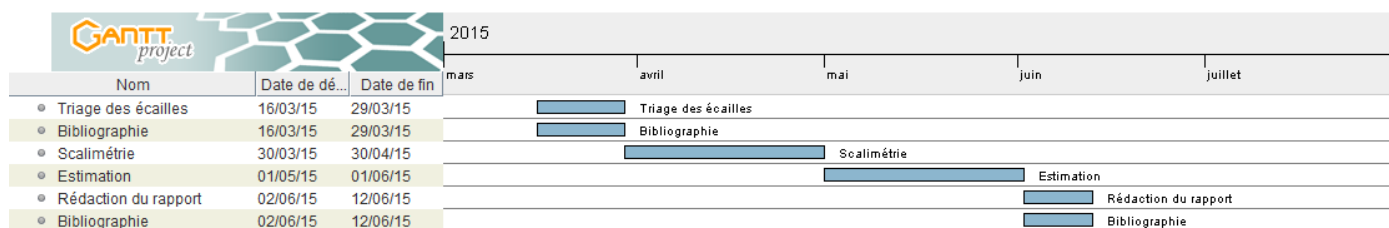
Annexe 5 : Tableau de l'estimation du nombre d'individus par année de naissance en fonction des sous bassins et des histoires de vie.

Sous bassin du Gave d'Oloron	Estimation par année de naissance								
	1,1	2,1	3,1	1,2	2,2	3,2	1,3	2,3	Total
1997	3324	237	0	860	92	0	8	3	4524
1998	2125	476	0	569	112	0	3	10	3295
1999	1849	152	0	481	437	0	10	29	2958
2000	2485	96	0	1840	537	0	24	0	4981
2001	2293	79	0	1940	719	0	23	10	5065
2002	2225	875	4	1949	766	0	15	0	5834
2003	4470	841	0	2130	198	0	6	0	7645
2004	1074	741	0	876	829	0	46	0	3566
2005	3029	219	0	1504	225	0	69	0	5047
2006	668	273	0	520	400	0	0	6	1866
2007	1251	469	0	712	484	0	29	0	2946
Sous bassin de la Nive	Estimation par année de naissance								
	1,1	2,1	3,1	1,2	2,2	3,2	1,3	2,3	Total
2000	230	2	0	159	13	0	2	0	406
2001	67	2	0	55	43	0	0	0	168
2002	55	37	0	195	30	0	2	0	318
2003	232	48	0	88	9	0	0	0	377
2004	100	64	0	94	22	0	0	0	280
2005	206	30	0	104	62	0	6	7	415
2006	275	31	0	188	41	0	5	4	544
2007	87	68	0	183	50	0	2	0	390

Annexe 6 : Tableau permettant d'obtenir le nombre total d'œufs pondus en fonction des années mais aussi le taux de retour par année.

[illegible]

Annexe 7 : Planning du stage



Annexe 8 : Tableau des tâches

Intervenants	Idee originale	Bibliographie	Mise en place du protocole	Prélevement des écailles	Scalimétrie	Estimation (logiciel SPASS)	Analyse statistique	Rédaction
Principal	DB	ML	DB	PM	PM	ML	ML	ML
Secondaire	ML	DB	ML		ML			

DB : David Barracou, maître de stage.

PM : Personnel de Migradour

ML : Mathilde Labedan, stagiaire

Résumé :

Les populations de saumons atlantique sont en forte régression depuis le début de l'ère industrielle. Pour mettre en place des mesures de restauration de ces populations, il est indispensable de connaître l'état des stocks et d'identifier les facteurs limitants. L'âge est un paramètre essentiel à toute étude de dynamique des stocks. Dans le cas du Saumon atlantique, il peut être évalué par analyse scalimétrique, qui permet aussi de préciser le nombre d'années passées en eau douce et en mer. Il est ainsi possible de déterminer l'année de naissance des adultes migrant en rivière pour se reproduire. Lorsqu'un contrôle exhaustif de cette population est impossible, une estimation du nombre de saumons atlantique est obtenue à partir d'échantillonnages réalisés sur des stations de contrôle par piégeage (données de capture marquage recapture analysées à l'aide du logiciel SPAS), sur les sous bassins de la Nive et du Gave d'Oloron. Ces captures de poissons permettent de procéder à diverses mensurations (longueur, sexe, ...), de prélever les échantillons d'écailles nécessaires à la scalimétrie, d'évaluer le stock (nombre d'œufs) de saumons et de participer ainsi à l'évaluation des taux de retour de ces derniers.

Les données récoltées lors des captures et l'analyse scalimétrique mettent en évidence que la taille des saumons atlantique dépend du sous bassin, du sexe de l'animal ainsi que du temps qu'il a passé en mer et en rivière. L'estimation met en évidence que les individus d'un hiver de mer sont majoritaires sur les sous bassins (hors pêche au filet). Elle permet aussi d'observer que le nombre de saumons atlantique est constant au niveau du sous bassin du Gave d'Oloron et qu'il est en légère augmentation au niveau de celui de la Nive. Le stock d'œufs et le taux de retour sont quant à eux stables au cours du temps. Cependant, pour que ces résultats soient complets, il manque les données de captures effectuées au filet par les professionnels, qui seront intégrées dans le cadre d'un projet de recherche en cours de programmation.

Mots clefs : Saumons atlantiques, stock de saumons, scalimétrie, estimation, taux de retour, dynamique de population.