

Modification du comportement du Saumon d'Atlantique face au réchauffement climatique et à la pollution

FUENTES Sébastien, L1 SVT, riderseb@hotmail.fr

BON MARDION Julie, L1 SVT, july7301@hotmail.fr

*Since the industrial era, the human activities considerably developed. As a result of a too low awareness, the climate sees itself modified and the human arrangements upset the balance of the ecosystems. In this article, we are going to concentrate our searches on the ecosystem of the Atlantic' salmon (*Salmo salar*) and its behavioral modifications in front of diverse impacts of the human activities (pollution and human arrangements) in the ocean and in the rivers.*

Mots Clefs: Saumon d'Atlantique – Adaptation - Pollution – Réchauffement climatique

1 Introduction

Depuis les années 1850, l'homme n'a cessé d'augmenter ces rejets polluants par ses activités et de modifier son environnement en aménageant son territoire. Cela n'est pas sans conséquence sur la faune et la flore qui l'entoure, en effet les écosystèmes de milliers d'espèces sont touchés. Quand certaines espèces disparaissent ou diminuent en masse, d'autres adaptent leur mode de vie pour faire face à la pollution et tous les aménagements qui leurs sont imposés. Le saumon d'atlantique, espèce migratoire qui se reproduit en eau douce et vie en eau salée, est une espèce très étudiée par les scientifiques, son cycle et ses conditions de vie ce sont vu modifiés. Quelles sont les modifications comportementales du saumon d'atlantique face aux activités humaines (pollution et aménagement) ?

2 Méthodologie

Nous avons tout d'abord fait des recherches internet afin de trouver une espèce marine spécifique pour notre sujet. Les espèces qui en ressortaient le plus étaient le thon rouge et le saumon d'atlantique. Les informations sur le thon rouge portaient surtout sur le thème de la pêche, or notre projet était de parler des effets de la pollution et des aménagements humains sur la vie aquatique. Les informations obtenues sur le saumon d'Atlantique étaient en accord avec notre problématique, Nous avons donc décidé de faire une étude sur cette espèce aquatique. De plus, le saumon est une espèce vivant en eau douce mais aussi en mer, il était donc intéressant d'étudier son mode de vie et ses modifications comportementales

face aux activités humaines dans ces différents milieux.

Après cela, nous avons fait de nombreuses recherches sur des sites universitaires, des thèses, des organisations et associations environnementales afin de trouver des renseignements et des données fiables sur les différents impacts des activités humaines (pollution des mers-océans et des fleuves, aménagements des fleuves, modifications de l'acidité, salinité des océans...), puis sur les conséquences que cela pouvait avoir sur le saumon, sur sa reproduction et sur son mode de vie.

3 Impact du changement climatique et de la pollution

3.1 Pollution atmosphérique

3.1.1 Augmentation de la température des océans

70% de la hausse de la température de l'océan Atlantique est la conséquence de la diminution des tempêtes de sable au Sahara et de la baisse des éruptions volcaniques dans les tropiques explique Amato Evan, un climatologue de l'Université du Wisconsin [1]. En effet, les particules de sable et les poussières issues des éruptions volcaniques peuvent se déplacer sur des milliers de kilomètres dans la haute atmosphère et réfléchir une partie du rayonnement solaire, réduisant ainsi l'effet de serre.

Les 30% restants sont dûs à d'autres facteurs comme le réchauffement climatique. Selon l'Institut de recherche de l'eau des Ecoles Polytechniques fédérales [2] le réchauffement climatique causé par les activités humaines a un lien direct avec les variations des courants océaniques (voir figure 1).

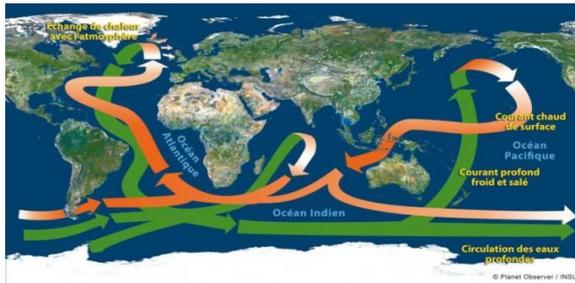


Figure 1 : Carte représentant les courants profonds et les courants de surface sur l'ensemble du globe

En analysant les isotopes de l'azote des récifs coralliens, les scientifiques ont constaté que le long de la côte Ouest des Etats Unis, a perdu de son influence au profit du Gulf Stream, un courant chaud et salé de l'Atlantique sud qui remonte au Nord, réchauffant le climat.

Une mer chaude, absorbe moins d'oxygène que normalement. Il y a donc une conséquence sur la durée de vie de certaines espèces.

3.1.2 Acidification des océans

L'océan absorbe entre 20 et 30% de CO₂ atmosphérique émis par l'homme, ce qui représente environ 22 million de tonnes par jour. La dissolution du CO₂ dans l'océan produit de l'acide carbonique, ce qui augmente l'acidité des eaux. Comme le montre la figure 2, le pH de l'eau de mer avant la révolution industrielle était de 8,2, il atteint aujourd'hui une acidité de 8,1 et pourrait atteindre les 7,8 d'ici la fin du siècle d'après les scientifiques du 11^{ème} congrès des sciences du Pacifique.

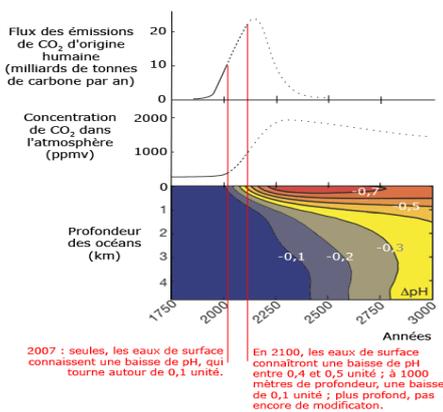


Figure 2 : Graphique représentant l'acidité des océans en fonction de la profondeur et du taux de CO₂ atmosphérique émis par l'homme

L'augmentation de l'acidité a un impact sur les protozoaires, c'est-à-dire les organismes marins

synthétisant des coquilles calcaires (moules, huître, coraux) et sur la chaîne alimentaire. Ces derniers ont du mal à créer leur coquille, on constate déjà une réduction de 30% de leur épaisseur. L'augmentation de l'acidité lors des prochains siècles pourrait faire diminuer d'un tiers le nombre de récifs coralliens, ce qui toucherait les espèces qui viennent s'y reproduire comme les escargots ptéropodes, nourriture principale des saumons.

3.1.3 Réchauffement atmosphérique

Selon le Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat [3], le niveau des mers va augmenter de 59 cm d'ici 2100.

Sur la figure 3, on peut voir que d'après la GIEC, en 2050, l'océan aura gagné 32cm dont :

- 15 cm à cause de la fonte du Groenland et de l'Antarctique. En 2006, le Groenland et l'Antarctique ont perdu 475 milliards de tonnes de glace (une épaisseur d'eau de 1.3mm en plus), contre 402 milliards de tonnes pour les glaciers de montagne. Les glaces polaires contiennent du méthane, un gaz à effet de serre. Lors de la fonte de la calotte, la libération de CH₄ va accélérer la fonte des glaces arctiques.
- 8cm à cause de la fonte des glaciers de montagne.
- 9cm à cause de la dilatation thermique (une eau chaude est plus volumineuse qu'une eau froide).

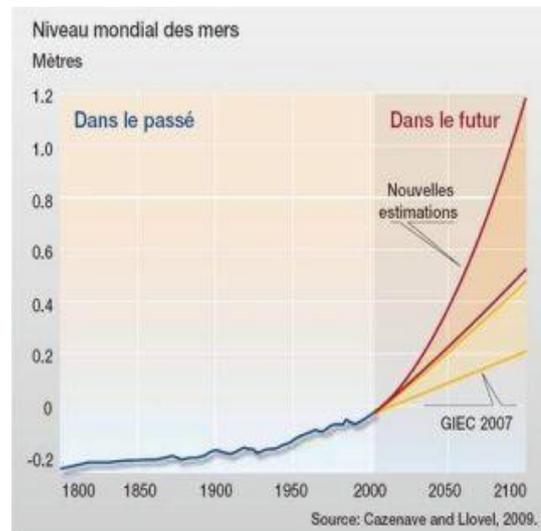


Figure 3 : Graphique représentant le niveau des mers dans les années passées et modélisant les niveaux des mers pour le siècle à venir

L'augmentation du niveau des mers intensifie les tempêtes et cyclones, ce qui affecte les écosystèmes marins.

3.1.4 Augmentation de la salinité

L'effet de serre augmente la chaleur de surface, qui augmente l'évaporation des eaux océaniques. La salinité des océans est donc de plus en plus importante. L'halocline située entre 0 et 500m de profondeur, est l'augmentation de la salinité avec la profondeur.

3.2 Pollution des eaux

3.2.1 Pollution due à la navigation

10% de la pollution des océans est causée par la navigation. En effet, les eaux utilisées pour purger les réservoirs des bateaux sont rejetées en mer, emportant avec elles un grand nombre de particules polluantes. On constate que 60% de la pollution par les hydrocarbures est due au déversement d'huiles à moteurs usées.

L'eau de mer embarquée sur les bateaux avant le départ pour les stabiliser ainsi que leur cargaisons, appelée eau de lest, est chargée de bactéries, de virus et d'organismes. Cette eau est rejetée en mer à la fin du voyage. De nombreuses espèces sont introduites de cette façon en bouleversant, le milieu de vie des autres espèces et la chaîne alimentaire.

Après avoir contribué à réduire la pollution par le déversement d'hydrocarbures, l'Organisation Maritime Internationale [4] a pour projet de réglementer l'évacuation de l'eau et de lest en stérilisant ou filtrant cette eau.

3.2.2 Pollution d'origine tellurique

70 à 75 % de la pollution océanique est d'origine tellurique. D'après le secrétaire général au ministère islandais de l'Environnement [5], environ 100 000 produits chimiques différents de fabrication humaine sont introduits dans notre vie quotidienne. La plupart d'entre eux finissent dans l'océan :

- Les réseaux fluviaux amènent des milliers de produits chimiques.
- Le déversement des eaux usées entraîne la présence d'une quantité excessive de nutriments qui favorisent la prolifération et la décomposition rapide des algues. On constate la mort des poissons et autres formes de vie marine. Certaines variétés toxiques d'algues peuvent occasionner un empoisonnement alimentaire par les crustacés.
- Les activités agricoles peuvent entraîner des écoulements de pesticides et d'engrais (appelé Polluant Organique Persistant) qui finissent dans l'océan. Les courants et les vents transportent ces POP sur des milliers de kilomètres. Cela nuit à la

capacité de reproduction et à l'immunité de certaines espèces.

3.2.3 Pollution des fleuves

Les fleuves ainsi que toutes les substances polluantes qu'ils contiennent se jettent dans les mers et océans. L'agriculture intensive qui utilise à outrance des nitrates et autres pesticides et engrais est le premier responsable de la pollution fluviale.

Les polychlorobiphényles (PCB), les Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les médicaments, et les substances organiques des eaux usées provenant des industries sont les autres causes de pollutions et ne sont pas sans conséquence sur l'écosystème des espèces maritimes.

Les PCB s'accumulent dans les sédiments et se fixent dans les chairs des poissons. Les substances organiques en provenance des industries entrent en décomposition et absorbent l'oxygène de l'eau, processus néfaste pour la faune et la flore marine.

3.3 Aménagement

Les aménagements des fleuves mis en place au 20^{ème} siècle ont entraîné un déclin des espèces migratoires dans de nombreux fleuves, comme celui de la Seine.

La construction de barrages-écluses a bloqué la migration des espèces. Les poissons comme le saumon sont incapables de franchir les barrages qui constituent un obstacle infranchissable pour rejoindre leurs sites de reproduction situés en amont des fleuves. Des passes à poissons (un schéma est montré en figure 4) ont été créées dans les barrages, cela ne bloque plus la remontée des poissons le long des cours d'eau mais retarde leur migration.

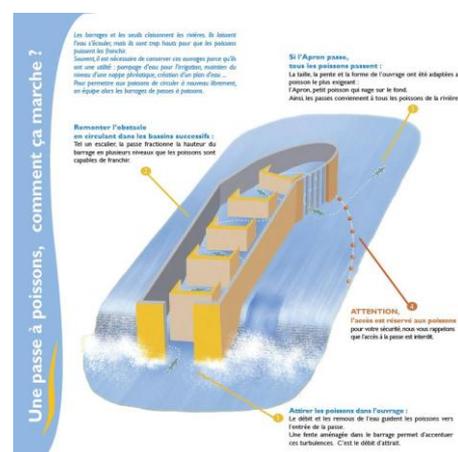


Figure 4 : Schéma d'une passe à poisson

Les aménagements pour la navigation, la protection de l'hydro-électricité, et les endiguements pour lutter contre les crues modifient la vitesse du courant : un rétrécissement des cours d'eau entraîne une augmentation de la vitesse du courant. Ainsi, les îles et bancs de graviers sont détruits et les refuges et frayères à poissons disparaissent.

[Le saumon est un « bio-indicateur » de la qualité de l'eau car il est très sensible à la pollution. Alors qu'il avait disparu depuis 1920 de la Seine, un saumon a été pêché récemment, signe de l'amélioration de la qualité des eaux.]

4 Etude du mode de vie du saumon

Le saumon d'Atlantique étant un poisson migrateur, son cycle de vie et de reproduction est donc décrit par le cycle de base des poissons migrateurs représenté schématiquement sur la figure 5. Quatre étapes sont bien distinctes:

- Lors de l'éclosion, les larves de saumons mesurant 20 mm ont avec eux un sac vitellin (réserve de nutriments) leur permettant de redescendre jusqu'à la mer. Cette étape est appelée avalaison. Les jeunes poissons atteignent 10 à 15 cm.
- Ils passent ensuite la majeure partie de leur vie en mer, plus particulièrement dans les mers froides atlantiques nord, dans lesquelles ils se développeront jusqu'à maturité sexuelle. Cette maturité sexuelle est atteinte au bout de deux ans en moyenne avec variabilité d'un an.
- Arrivé à maturité, ils reviennent près des côtes, remontent les fleuves et rivières pour atteindre la frayère ou ils sont nés. Cette ascension ce fait lors du frai du saumon, période comprise entre fin octobre et décembre. Cette remontée des cours d'eau est d'autant plus difficile qu'elle s'accompagne d'une diminution voire un arrêt total de l'alimentation, le saumon survit alors par les réserves de graisse qu'il a construit lors de son voyage en mer. Cette étape s'appelle la migration, caractérisée par une montaison de cours d'eaux
- Dernière étape: La reproduction. La femelle ayant choisi une frayère convenable va pondre ses œufs dans du gravier (granulométrie comprise entre 4 et 250 mm), le mâle venant ensuite lâcher son nuage de laitance. Une fois

fécondée, la femelle recouvre de gravier les œufs puis meurt une semaine après.

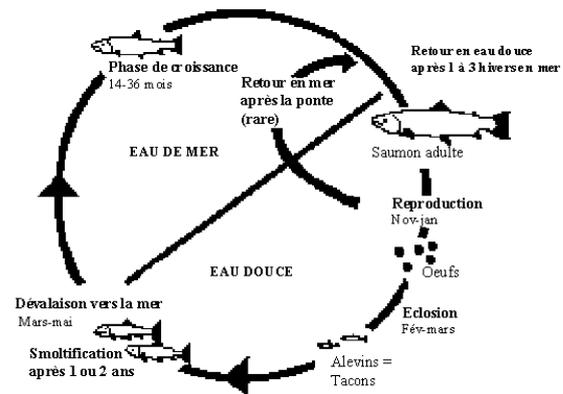


Figure 5 : Schéma du cycle de vie du saumon d'Atlantique

4.1 Adaptation aux impacts de l'activité humaine

Depuis quelques années, des recherches effectuées dévoilent des barrières au bon mode de vie du saumon.

Une première observation : une baisse considérable de la longueur à la fourche de l'alevin de saumon. Un alevin de saumon ayant eu une croissance normale verrait sa taille comprise entre 22 et 34 mm, or de plus en plus d'alevin observé ont une taille inférieure de peu à 22mm.



Figure 6 : Un alevin de saumon

Une donnée a analysé en remontant plus loin, l'acidité des océans en hausse, le saumon a de plus en plus de mal à s'alimenter, son métabolisme s'adapte en diminuant la taille conséquente du saumon et donc la taille de sa future progéniture. Cette adaptation se fait en dépit de sa capacité à se défendre, ce qui pourrait menacer la survie de l'espèce. Cette modification de taille est encore très faible car observé à petite échelle de temps, cependant des modèles théoriques basés sur des statistiques permettent de valider significativement la réduction de croissance du saumon.

Une deuxième observation a été réalisée sur l'espérance de vie du saumon qui révèle une diminution du temps de vie des saumons. Est-ce juste une conséquence des facteurs touchant à l'équilibre marin ? Des réponses à trouver là aussi

en voyant ces modifications comme une adaptation et non une conséquence. En effet, partant du fait que les conséquences de l'activité humaine influant largement sur l'équilibre marin, un renouvellement plus rapide des populations de saumon conduirait à une durée de vie en mer limitée et à l'augmentation du nombre des mâles précoces, donc un retour aux frayères plus tôt qui permettrait une diminution du temps passé dans le milieu marin de moins en moins adapté.

Les recherches à ce sujet favorisent donc une stratégie de reproduction excluant la phase marine qui conduirait à une diminution de l'âge des individus en eau douce, avec l'augmentation des castillons (1 an de mer), une forte diminution des saumons de printemps (deux ans de mer ou plus) et une quasi-disparition des individus à long séjour marin (3 ans de mer).

Une troisième observation : la migration du saumon.

Dans les mers : ce poisson aime en particulier les eaux fraîches de l'Atlantique comprise entre 1 et 9 °C. Mais les océans se réchauffant, celui d'Atlantique n'est pas un cas à part et les saumons subissent cette augmentation de température.

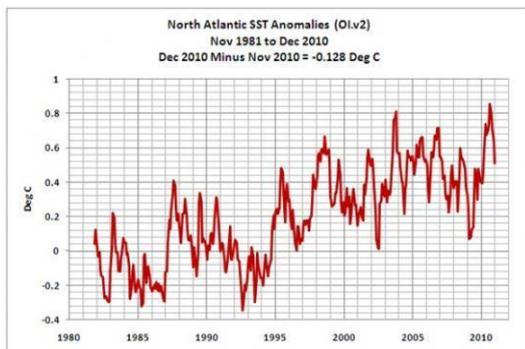


Figure 7 : Graphique représentant la variation de température du nord de l'Atlantique au cours du temps

Pour remédier à ce problème, deux évolutions de l'habitat en mer du saumon sont descriptibles.

La première est une évolution latitudinale des aires de répartitions du saumon. Pour trouver des eaux froides ceux-ci remontent les eaux en direction du nord pour s'y développer confortablement.

La deuxième migration se fait en profondeur, les eaux profondes ne recevant pas de rayons lumineux elles sont plus froides et conviennent mieux aux saumons.

D'autres modifications comportementales sont aujourd'hui observées et étudiées mais trouvent à ce jour que des réponses hypothétiques, par exemple la hausse des températures montrée en figure 7 peut être associée à un ralentissement de la croissance, à une augmentation des vitesses de nage, à une baisse de productivité. Une élévation de

la température de l'eau a tendance à augmenter les besoins énergétiques du poisson, ce qui entraîne souvent une réduction de la croissance, de la productivité, une réactivité plus grande face aux enjeux nutritifs et, en bout de ligne une réduction de la taille des populations.

Il a également été démontré qu'une eau plus chaude diminue les chances de succès du frai du saumon et augmente les taux de survie en améliorant l'état physiologique du saumon.

4.2 Quel avenir pour le saumon

Les variations de la température influent indirectement sur le poisson en modifiant les apports alimentaires et nutritifs et la dynamique prédateurs-proies. Les anomalies thermiques et les modifications des courants sont associées à des changements importants dans le type et la disponibilité saisonnière du plancton. Il a aussi été démontré qu'une élévation des températures de l'eau de surface empêche les nutriments de parvenir à la surface de l'eau et augmente les taux de prédation du saumon par d'autres poissons.

On prévoit que le changement climatique augmentera la variabilité des débits des cours d'eau, avec des crues soudaines plus fréquentes et un abaissement des débits d'étiage. Il devrait également déplacer la période des débits de pointe. Ces changements auraient une influence sur la mortalité, le passage et l'habitat du saumon. Une diminution des débits pourrait avantager le saumon juvénile en réduisant les taux de mortalité et en augmentant le nombre de refuges. Cependant, conjuguée à une élévation des températures à la fin de l'été et à l'automne, elle risquerait d'augmenter les taux de mortalité avant le frai. Par ailleurs, une augmentation de la fréquence des crues soudaines pourrait endommager les lits de gravier que le saumon utilise pour frayer. Les inondations pourraient également causer une mortalité massive par manque d'oxygène, étant donné que d'avantage de matières organiques seraient évacuées dans les estuaires.

S'ajoute à cela, les impacts de l'activité humaine, comme la construction de seuils et barrages qui sont des obstacles infranchissables pour les saumons et des modificateurs de l'hydrodynamisme des rivières. Les saumons ayant un odorat moléculairement sensible, certaines recherches s'avancent sur le fait qu'un saumon pourrait

détecter l'équivalent d'une cuillère à café d'alcool dans toute la mer Méditerranée en terme de concentration, les entreprises polluantes ou susceptibles de reverser dans l'eau des déchets toxiques ou juste olfactifs pourraient largement perturber la migration du saumon aux frayères natales.

La survie du saumon, déjà classé dans les espèces protégées reste donc très sensible et complexe à aborder, dû notamment aux nombreux paramètres à prendre en compte dans le cycle de vie du saumon, allant du barrage massif à la granulométrie des fleuves.

5 Conclusion

Par la pollution de l'océan, des fleuves et de l'atmosphère, le mode de vie du saumon d'atlantique a subi des modifications qui ne sont pas toujours prouvées scientifiquement, mais simplement observées. Malgré cela, les scientifiques persistent à penser que ces modifications sont bien réelles et ne cessent de poursuivre leurs recherches. Des associations se mettent en place afin de préserver cette espèce menacée d'extinction dans les années à venir, en innovant des nouvelles passes à poissons par exemple. La société GESTRA (Groupe d'études spécifique en technologies et recherches avancées) construit une nouvelle génération de barrages en structure type nids d'abeille, qui permet pour la première fois de laisser monter et descendre librement les poissons au droit de l'ouvrage, sans risque de les blesser. De plus, l'évolution comportementale du saumon va avoir un impact direct sur la pêche industrielle. En effet les techniques, la gestion de rentabilité et des quotas vont changer, mais la question reste de savoir comment ? Le saumon n'étant pas un enjeu majeur économiquement, peu de mesures sont encore instaurées à l'inverse du thon rouge qui suscite un intérêt financier élevé.

6 Bibliographie

Ressources naturelles Canada : Impacts et adaptation liés aux changements climatiques.
<http://adaptation.nrcan.gc.ca>
Consulté le 24 février 2011

Introduction de thèse de Florence Dufour : impact du changement climatique sur la distribution des espèces.
http://www.dufour-florence.com/Ma_these.html

Consulté le 12 mars 2011

ONEMA : Changement climatique - impacts sur les milieux aquatiques et conséquences pour la gestion
<http://www.onema.fr>

Consulté le 24 février 2011

Les effets du réchauffement lié à l'activité humaine déjà observables.

Un réchauffement du climat causé par les activités humaines.

La physiologie des espèces, leur répartition spatiale peuvent être affectées.

Réchauffement climatique et écosystèmes aquatiques : résultats de recherche.

http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/dossiers_scientifiques/changement_climatique

Consulté le 12 mars 2011

Réchauffement et modification des océans

<http://www.ushuaia.com/ushuaia-nature/>

Consulté le 21 mars 2011

Le saumon d'atlantique : gestion, mode de vie et habitat.

<http://www.saumon-fqsa.qc.ca/section.php?ID=24>

Consulté le 31 mars 2011

La santé de l'océan : la pollution marine

<http://www.unesco.org/bpi/fre/98iyo/goos.htm>

Consulté le 2 avril 2011

Les changements climatiques : conséquences sur les écosystèmes aquatiques

PDF de Delphine Bonnet sur <http://mon.univ-montp2.fr/>

Consulté le 26 février 2011

Dilatation thermique et montée des eaux.

Recherche en direct – CNRS n°400 – Mars 2002

Consulté le 2 avril 2011

Colloque : Débits réservés et besoins pour l'habitat et la libre circulation

« Saumon atlantique : pour une bonne gestion des habitats et des salmonicultures de repeuplement »

(Michel Dedual Taupo Fishery Area, Department of Conservation, Turangi, Nouvelle-Zélande)

Consulté le 2 avril 2011

Colloque : Restauration de l'habitat du saumon
« Etude d'évaluation des impacts générés par la
production d'hydroélectricité sur le bassin versant
du Gave d'Oloron » (Bernard Gourmand)
Consulté le 30 mars 2011

Thèse d'Olivier CROZE : « Impact des seuils et
barrages sur la migration anadrome du saumon
d'Atlantique (*Salmo salar* L.) : caractérisation et
modélisation des processus de franchissement »
Consulté le 21 mars 2011

7 Références

[1] Amato Evan, climatologue de l'Université du
Wisconsin

<http://www.ushuaia.com/ushuaia-nature/>

[2] Institut de recherche de l'eau des Ecoles
Polytechniques fédérales, trouvé sur

<http://www.ushuaia.com/ushuaia-nature/>

[3] Données du Groupe Intergouvernemental
d'experts sur l'évolution du climat sur le site de

<http://www.ushuaia.com/ushuaia-nature/>

[4] Organisation Maritime Internationale sur le site
suivant :

<http://www.unesco.org/bpi/fre/98iyo/goos.htm>

[5] Secrétaire général au ministère islandais de
l'Environnement sur le site suivant :

<http://www.unesco.org/bpi/fre/98iyo/goos.htm>