

Qualité du milieu de la Garonne au regard des poissons notamment migrateurs

Mémoire de fin d'étude



Photo Didier Taillefer

SMEAG

61 rue de Cazeneuve
31200 Toulouse
Tuteur entreprise : Mme Aline Chaumel
Chargée de mission poissons migrateurs

ENSAT

Avenue de l'Agrobiopole
B.P. 32607 - Auzeville-Tolosane
31326 - Castanet-Tolosan Cédex
Tuteur ENSAT : M. Pascal Laffaille

Sommaire

Glossaire/Abréviation.....	3
Introduction.....	6
Contexte de l'étude.....	7
I. Présentation de l'entreprise.....	7
II. Problématique.....	8
III. Périmètre de l'étude.....	9
Matériels et méthodes.....	11
I. Espèces piscicoles et cycles de vie.....	11
1) Espèces de référence pour l'étude.....	11
2) Besoins et sensibilités des espèces migratrices.....	12
3) Cycle de vie et calendrier des migrations.....	17
II. Recensement des données sur les ouvrages : base de donnée ROE.....	18
1) Choix de la base ROE.....	19
2) Description de la base.....	19
3) Présentation des obstacles sur la zone d'étude.....	20
4) Présentation des ouvrages sur la Garonne.....	21
5) Problèmes rencontrés.....	22
III. Recensement des données de qualité de l'eau : les différents réseaux.....	23
1) Le réseau du SIE (Système d'Information sur l'Eau).....	23
2) Réseaux de données en continue (Carte en Annexe 5).....	30
3) Données supplémentaires.....	31
IV. Recensement des données sur le débit et les éclusées.....	31
1) Le débit.....	31
2) Les éclusées.....	31
3) Impacts des éclusées.....	32
Résultats.....	34
I. Impacts des ouvrages sur les migrations.....	34
1) Forte présence d'obstacles sur le périmètre d'étude.....	34
2) Franchissement des obstacles.....	35
3) Territoire accessible à la migration.....	36
4) Obstacle physico-chimique à la migration : Bouchon vaseux.....	43
5) Conclusion de la libre circulation.....	44
II. Impacts de la température, de l'oxygène dissous, des substances polluantes et des différents indices biologiques.....	45

Rapport de stage de fin d'étude : la Qualité du milieu de la Garonne au regard des poissons
notamment migrateurs

1) Données de températures élevées entre juin et septembre	45
2) Données d'oxygène dissous faible entre juin et septembre	50
3) Des substances prioritaires présentes sur la majorité des cours d'eau	52
4) Présence de matières azotés et phosphorées.....	55
III. Secteurs soumis aux éclusées	56
IV. Principaux problèmes sur la zone d'étude	57
1) Impacts sur les frayères (Figure 21)	57
2) Impacts par tronçons de cours d'eau (Tableau 12).....	58
Discussion	59
I. Les critiques de la méthode utilisée	59
II. Les gestions futures et perspectives	60
Conclusion	62
Bibliographie.....	63
Table des Figures	65
Tables des Tableaux	66
Résumé.....	Erreur ! Signet non défini.
Annexe.....	67

Glossaire/Abréviation

AEAG : Agence de l'Eau Adour Garonne

Bon état : C'est l'objectif imposé par la DCE pour l'ensemble des eaux en 2015 (sauf report de délai ou Objectif moins strict). Le Bon état d'une eau de surface est atteint lorsque son état écologique et son état chimique sont au moins "bons". Le bon état d'une eau souterraine est atteint quand son état quantitatif et son état chimique sont au moins "bons". *Source: glossaire DCE 2004*

DCE : Directive Cadre sur l'Eau. Communément appelée directive cadre, la directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établit un cadre pour une politique communautaire de l'eau.

Débit d'étiage : Le Débit d'étiage d'un cours d'eau est le débit minimum d'un cours d'eau calculé sur un pas de temps donné en période de basses eaux. Ainsi pour une année donnée on parlera de :

- débit d'étiage journalier
- débit d'étiage de n jours consécutifs
- débit d'étiage mensuel : moyenne des débits journaliers du mois d'étiage (QMNA).

Pour plusieurs années d'observation, le traitement statistique d'une série de débits d'étiage qui doit avoir si possible au moins 30 observations, permet d'obtenir un débit d'étiage fréquentiel.

Débit réservé : Débit minimal éventuellement augmenté des prélèvements autorisés sur le tronçon influencé. Il est exprimé notamment dans les cahiers des charges et les règlements d'eau. Souvent utilisé à tort à la place de débit minimal. *Source: glossaire DCE 2004*

Démodulation : il s'agit de lisser les débits entrants pour restituer des débits plus réguliers en aval grâce à des barrages qui récupèrent l'eau. Par exemple, Plan d'Arem (Fos Arlos) a la lourde tâche de démoduler des éclusées issues du Val d'Aran.

Dévalaison : Action pour un Poisson migrateur de descendre un cours d'eau pour retourner dans un lieu nécessaire à son développement (lieu de reproduction ou de développement). On dit également avalaison. *Source: glossaire DCE 2004*

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

DOCOOB : documents d'objectif Natura 2000. Il comprend un document de diagnostic et un document d'orientation pour la gestion des sites Natura 2000. Il fixe des objectifs de protection de la nature conformément à des textes dont la protection et la gestion des milieux naturels est la fonction principale. *Source : Natura 2000*

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPTB : Etablissement Public Territorial de Bassin

Frayère : Lieu de reproduction des poissons, où ils déposent leurs œufs

HAP : Hydrocarbure aromatique polycyclique (pyrene, fluoranthine, ...).

HCB : Hexa chlorobenzène

IBGN : Indice Biologique Global Normalisé. Note de 0 à 20 attribuée au niveau d'une Station de mesure après étude du peuplement d'invertébrés aquatiques. La valeur de cet indice dépend à la fois de la qualité du milieu physique (structure du fond, état des berges...) et de la qualité de l'eau ;

elle prend toute sa signification avec l'interprétation indispensable qui doit en être faite. Norme NF T90-350

IPR (Indice Poisson Rivière) : écart entre la composition du peuplement sur une station donnée, observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement attendue en situation de référence. L'indice devient d'autant plus élevé que les caractéristiques du peuplement échantillonné s'éloignent de celles du peuplement de référence ; ainsi plus l'indice est élevé plus la qualité du peuplement est dégradée. (ONEMA IPR)

MAGEST : MAREL Gironde ESTuaire

Masse d'eau : Portion de cours d'eau, canal, Aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la DCE. Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des Eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Pour les cours d'eau la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydro-écorégion. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de Bon état. Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères. *Source : Eaufrance / Agence de l'eau Adour-Garonne*

MES : Matière en suspension

MIGADO : association des poissons Migrateurs GARonne DOrdogne

Montaison : Action de remonter un cours d'eau pour un Poisson migrateur afin de rejoindre son lieu de reproduction ou de développement. *Source: glossaire DCE 2004*

NQE-MA : seuil sur la moyenne annuelle des normes de qualité environnementale

NQE-CMA : seuil de concentration maximale admissible des normes de qualité environnementale

Obstacle à l'écoulement : Les obstacles à l'écoulement regroupent les barrages, les seuils, les écluses, ... qui affectent l'écoulement des eaux. Un seuil est défini comme un ouvrage implanté dans le Lit mineur de la rivière et permettant de rattraper un enfoncement excessif du lit lié à une Extraction de matériaux ou à un ouvrage, par exemple. Une écluse constitue un sas limité de deux cotés par les bajoyers (murs) et, à l'avant et à l'arrière, par des portes permettant le passage entre 2 niveaux différents. Un barrage constitue un Obstacle à l'écoulement pouvant être fixe ou mobile. Il en existe plusieurs types, selon leur fonction : barrages hydro-électriques, barrages réservoirs, barrages antipollution ou barrages de navigation. *Source : Atlas des ouvrages, SANDRE*

ONEMA : Office National de l'Eau de des Milieux Aquatiques. Etablissement public national créé le 27 avril 2007 conformément à la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 et au décret du 25 mars 2007

Paramètre : Un Paramètre est une propriété du milieu ou d'une partie du milieu qui contribue à en apprécier les caractéristiques et/ou la qualité et/ou l'aptitude à des usages.

Il se décline d'une part en deux types : quantitatif et qualitatif, et d'autre part en cinq natures : physique, chimique, environnemental, microbiologique et hydrobiologique. *Source: SANDRE*

Passé à poissons : Dispositif implanté sur un obstacle naturel ou artificiel (barrage) qui permet aux poissons migrateurs de franchir ces obstacles pour accéder à leurs zones de reproduction ou de développement. On distingue des dispositifs de Montaison et de Dévalaison. D'autres équipements de franchissement parfois assimilés à des passes à poissons sont par exemple des ascenseurs à poisson, des écluses particulières, ... *Source: glossaire DCE 2004*

PCB : Polychlorobiphényl.

Périmètre du SAGE : Délimitation géographique du champ d'application d'un schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Ce périmètre s'inscrit à l'intérieur d'un groupement de sous-bassins ou d'un sous-bassin correspondant à une unité hydrographique ou à un système Aquifère . Il est déterminé par le Schéma Directeur d'Aménagement ou de Gestion des Eaux ou à défaut arrêté par le représentant de l'Etat après consultation ou sur proposition des collectivités territoriales et après consultation du Comité de Bassin . Article 5 de la Loi sur l'eau 92-3

Source: glossaire DCE 2004

PGE : protocole d'accord entre différents partenaires dans le domaine de la gestion quantitative de la ressource en période d'étiage*. Il vise à retrouver une situation d'équilibre entre les usages de l'eau et le milieu naturel, traduite par le respect des débits objectif d'étiage

RCA : Réseau Complémentaire de l'Agence

RCS : Réseau de Contrôle et de Surveillance

RNB : Réseau National de Bassin

ROE : Référentiel Obstacle à l'Écoulement

RSA : Réseau de Stations d'Alerte

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

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

SMEAG : Syndicat Mixte d'Etude et d'Aménagement de la Garonne

SIE : Système d'Information sur l'Eau

Thalassotoque : se dit d'un poisson qui vit en eau douce mais naît et se reproduit en mer

Introduction

Ce stage achève une formation d'ingénieur en agronomie avec une spécialisation en qualité de l'environnement et gestion des ressources. Lors de ce stage de fin d'étude, j'ai pu intégrer l'Etablissement Public Territorial de Bassin de la Garonne : le Syndicat Mixte d'Etudes et d'Aménagement de la Garonne (SMEAG). L'objectif du Syndicat est de promouvoir une gestion coordonnée de la Garonne tout en contribuant à la préservation de la ressource en eau et des écosystèmes de ce fleuve, des montagnes pyrénéennes à l'estuaire de la Gironde.

Une des missions du SMEAG est de préserver les fonctions d'une Garonne vivante dont les poissons font partie. Ainsi, le syndicat cherche à établir un diagnostic sur les conditions de vie des poissons sur la Garonne car il n'existe, à ce jour, aucune synthèse de connaissances à l'échelle de la Garonne que ce soit sur les besoins des poissons ou sur les conditions d'habitats sur le fleuve.

Mon travail consistait à collecter, synthétiser et analyser des données sur la qualité de l'eau et des milieux de la Garonne afin de faire un état des lieux des informations présentes et des informations manquantes pour effectuer ce diagnostic. Une des attentes était donc d'avoir une vue d'ensemble de ce qui existe et de comprendre les grands problèmes auxquels les poissons, notamment les migrateurs, pourraient être confrontés.

Dans un premier temps, je ferai une brève présentation de la structure d'accueil et de ses missions qui m'amèneront à aborder le contexte de l'étude ainsi que sa délimitation géographique. Ensuite, j'exposerai le matériel et la méthodologie utilisés pour mon étude et leurs limites en termes de précision. Puis, j'exposerai les premiers résultats observés. Enfin, une critique du travail fourni et les perspectives que l'on peut attendre de ces travaux seront présentés. Pour finir, je ferai un bilan professionnel et personnel sur l'apport de ce stage.

Contexte de l'étude

I. Présentation de l'entreprise

Le SMEAG est un établissement public territorial de bassin créé en 1983 (arrêté ministériel du 28/11/1983) et reconnu par l'Etat. Ses objectifs premiers sont de favoriser l'aménagement coordonné de la Garonne dans les domaines de :

- l'amélioration du régime des eaux pour satisfaire aux différents besoins en eau sur les plans de la qualité et de la quantité,
- la protection contre les inondations,
- la promotion économique,
- la protection de son environnement.

Il peut réaliser ou faire réaliser toutes les études utiles pour l'accomplissement de sa mission au niveau européen (coopération franco-espagnol), national et du bassin.

En pratique, le SMEAG anime, pilote ou participe à la réalisation de diagnostics, à l'élaboration de schémas et à la réalisation d'études à caractère stratégique. Il contribue à la définition des programmes d'action à l'échelle de territoires interdépartementaux et interrégionaux comme pour l'élaboration du Plan Garonne qui constitue un cadre de cohérence et un ensemble d'actions pour les dix prochaines années à l'échelle globale du fleuve. Enfin, pour adapter au mieux les objectifs et actions, le SMEAG soutient les démarches des acteurs locaux.

Le SMEAG travaille en collaboration régulière avec les autres acteurs concernés par la Garonne : Etat, collectivités locales, Agence de l'eau Adour-Garonne, EDF, associations de protection de la nature, fédérations de pêche et de chasse. De plus, le SMEAG est membre de l'AFEPTB (Association Française des Etablissements Publics Territoriaux de Bassin) et de la Mission Opérationnelle Transfrontalière.

Ses travaux sont variés :

- Outils de planification : l'initiation du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de la vallée de la Garonne (2007)...
- Ressource quantitative en eau : l'étude sur la sensibilisation aux éclusées de la Garonne amont...
- Qualité du milieu : le schéma directeur d'entretien coordonné du lit et des berges (adopté en 2002) ; l'élaboration du document d'objectif de Natura 2000 sur la Garonne amont et aval (en cours)...
- Coopération transfrontalière (site SMEAG).

Le SMEAG est administré par des élus des quatre départements et des deux régions riveraines de la Garonne au sein d'un Comité Syndicat. Il est présidé par un président, M. Bilirit, assisté de deux vices présidents.

Le personnel du syndicat est composé (**Annexe 1**) : d'une directrice, Mme Rocq, de huit chargés de mission ainsi que d'une secrétaire, d'un comptable, d'une personne chargée de la gestion des ressources humaines et de la communication, d'un responsable administratif et financier et d'un SIGiste.

II. Problématique

Les poissons migrateurs font l'objet depuis plusieurs années d'une attention toute particulière car leurs effectifs baissent chaque année. Par exemple : à Golfech, avant 2000 plus de 30000 aloses passaient ; elles ne sont plus que 9400 en 2011 qui reste une bonne année comparée aux années 2007, 2008 et 2009 (MIGADO).

Constats sur les poissons migrateurs en Garonne :

- Seul fleuve en France à avoir conservé ses huit espèces originelles dont l'esturgeon
- Plus vaste estuaire d'Europe occidentale pour la transition migratoire entre eau douce et eau salée.
- Cours d'eau diversifié pour garantir les habitats particuliers aux huit espèces.
- Bénéficiaire d'un large retour d'expériences sur les restaurations depuis 1983

Depuis 25 ans, pour atténuer et corriger les effets de l'ancien modèle de croissance sur notre fleuve, beaucoup de travail a déjà été accompli dans les missions cruciales de restauration :

- Libre circulation des migrateurs (construction/optimisation des passes-à-poissons, ascenseur et piégeage-transport)
- Connaissance des espèces (comportements, comptages, cartographie qualifiée des frayères et des habitats)
- Surveillance des ressources et gestion des pêches
- Reconstitution des stocks avec des filières de production hautement qualifiées et des alevinages productifs (technologies pilotes pour l'esturgeon et l'aloise)
- Protection des habitats et des espèces (Arrêt des extractions de granulats, protection des biotopes et classement Natura 2000 des habitats, informations sur les règlements) (site SMEAG)

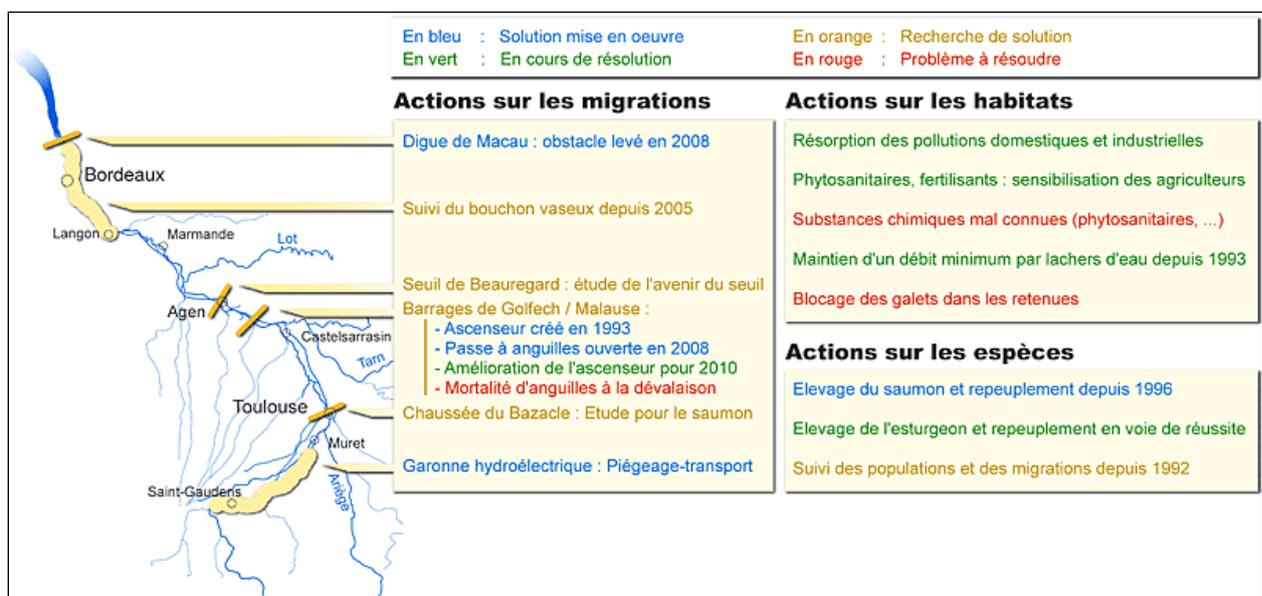


Figure 1: Les programmes d'actions sur la Garonne concernant les poissons migrateurs (site SMEAG)

Le SMEAG a souhaité avoir une vision globale des conditions de vie des poissons notamment migrateurs au regard du fleuve afin de « préserver les fonctions d'une Garonne vivante » (santé des hommes et du milieu objectif 2 du plan stratégique du SMEAG). Ainsi, avec le contexte actuel d'amélioration des milieux avec la DCE, le Grenelle ou le SDAGE, le SMEAG s'est aperçu qu'il n'existait pas de synthèse de connaissances vulgarisées à l'échelle de la Garonne. C'est pourquoi, une étude a été lancée cette année pour faire un diagnostic sur les conditions de vie des poissons en tant que marqueur de la qualité du fleuve.

Mon stage s'intègre dans la première phase d'action de cette étude : il s'agit de recenser, de collecter et d'organiser des données sur les conditions de vie des poissons, sur la qualité du milieu, sur les aménagements présents sur la Garonne...

L'étude ne portera que sur les poissons migrateurs car ils sont plus intégrateurs exigeants (température, libre circulation,...) sur le linéaire que les poissons sédentaires et on a plus d'informations sur certaines de ces espèces. De plus, le SMEAG est animateur du Groupe Migrateur Garonne et voudrait ainsi se concentrer sur les migrateurs.

III. Périmètre de l'étude

La qualité des milieux de la Garonne est influencée par les qualités des milieux de ses affluents. C'est pourquoi, le périmètre d'étude va s'étendre à certains affluents de la Garonne compris dans le périmètre d'action du SAGE et du PGE. Ces deux territoires sont des territoires de gestion en interaction importante avec le sujet des migrateurs. Les affluents sélectionnés représentent les axes de migrations prioritaires (cf. SDAGE : "Axes prioritaires pour la restauration de la circulation des poissons migrateurs amphihalins" C34) sur toute la Garonne ainsi que tous les axes migrateurs (liste C32 du SDAGE) en amont de Toulouse car l'amont du bassin est une zone importante pour la reproduction des saumons. Par ailleurs, le Volp, le Ger et la petite Barguelonne ont été ajoutés pour leur rôle de réservoirs biologiques. Ils auront un rôle de témoin du bon état de l'eau et du milieu. Ensuite, l'Aussonnelle et l'Hers Mort sont ajoutés car ils sont en mauvais état écologique et pourraient dégrader la qualité de la Garonne. Enfin, la Ségone a été intégrée à la demande de la fédération de pêche 47 car des anguilles ont été recensées sur ce cours d'eau (**Figure 2 et Annexe 2**).

Ce périmètre permettra d'identifier les sources de pollutions possibles de la Garonne et de déterminer si les affluents sont propices aux poissons migrateurs.

Les données utilisées ou recensées pour l'étude sont toutes dans le périmètre d'étude : données de biologie, de qualité de l'eau, de qualité biologique et sur la libre circulation.

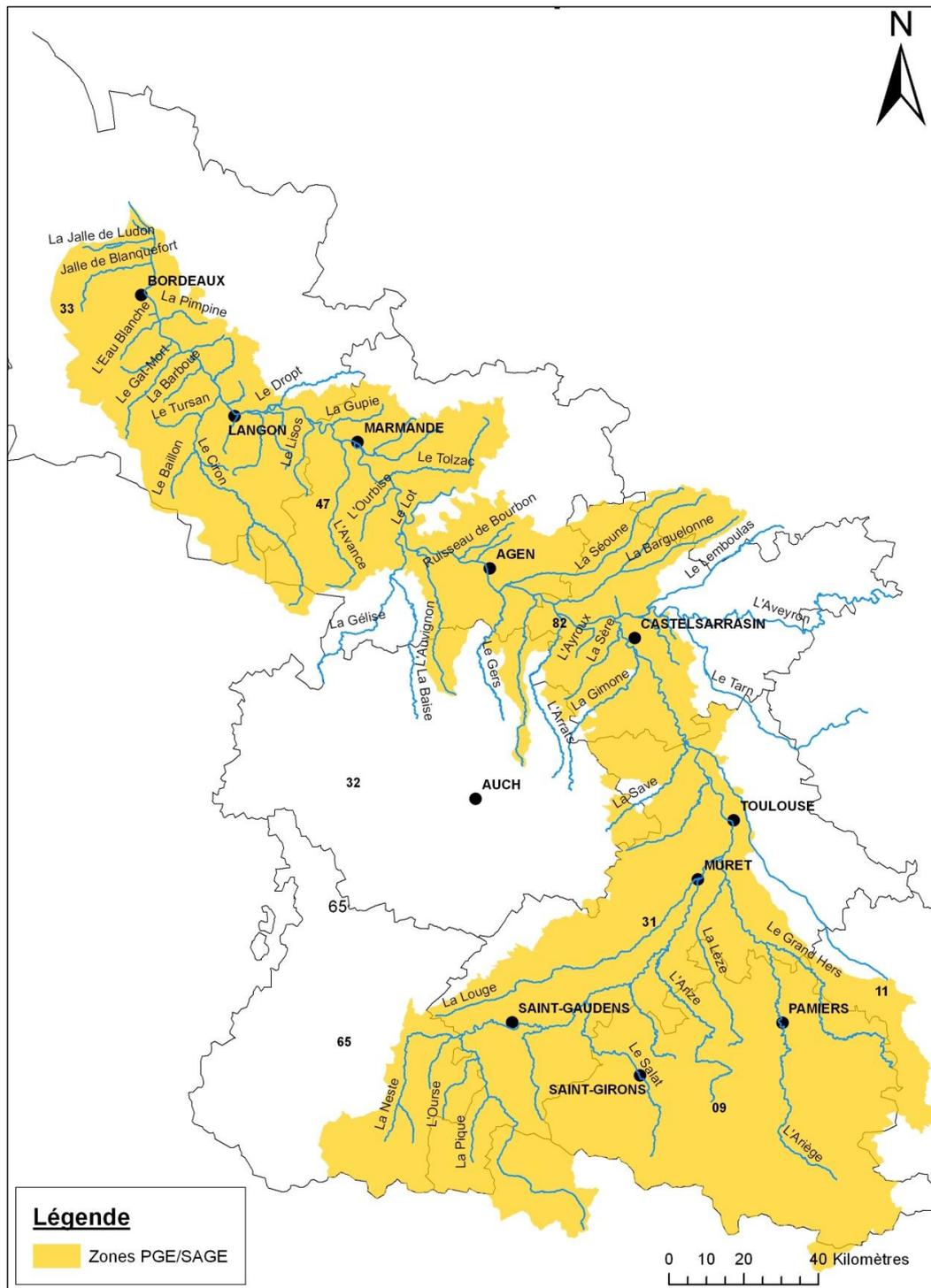


Figure 2: Périmètre de l'étude

Matériels et méthodes

I. Espèces piscicoles et cycles de vie

1) Espèces de référence pour l'étude

L'étude que j'ai effectuée concerne la qualité du milieu de la Garonne au regard des poissons. Cependant, seuls les poissons migrateurs seront nos témoins de la qualité du milieu car ceux-ci sont plus exposés aux pollutions le long du bassin de la Garonne et font l'objet de fortes préoccupations du fait de la baisse de leur population sur ce fleuve. Ces poissons sont aussi les plus sensibles aux aménagements humains tels que les barrages qui les empêchent d'atteindre les zones de reproduction (frayères).

Ainsi, les poissons choisis pour notre étude ont été les espèces sur lesquelles nous avons le plus d'informations (localisation des frayères, bibliographie,...):

- La Grande Alose et la Lamproie marine qui remontent jusqu'en amont de Toulouse (remontent sur les grands affluents)
- Le Saumon d'Atlantique qui migre jusque dans les montagnes pyrénéennes
- L'Anguille Européenne qui migre jusqu'à Toulouse et même l'Ariège et colonise les affluents

La **figure3** permet de voir les lieux de reproduction utilisés par chaque espèce.

L'utilisation de ces espèces se fera au travers de l'indice IPR, des lieux de frayères et permettra de déterminer des seuils de bonne/mauvaise qualité du milieu selon les besoins et sensibilité des poissons migrateurs.

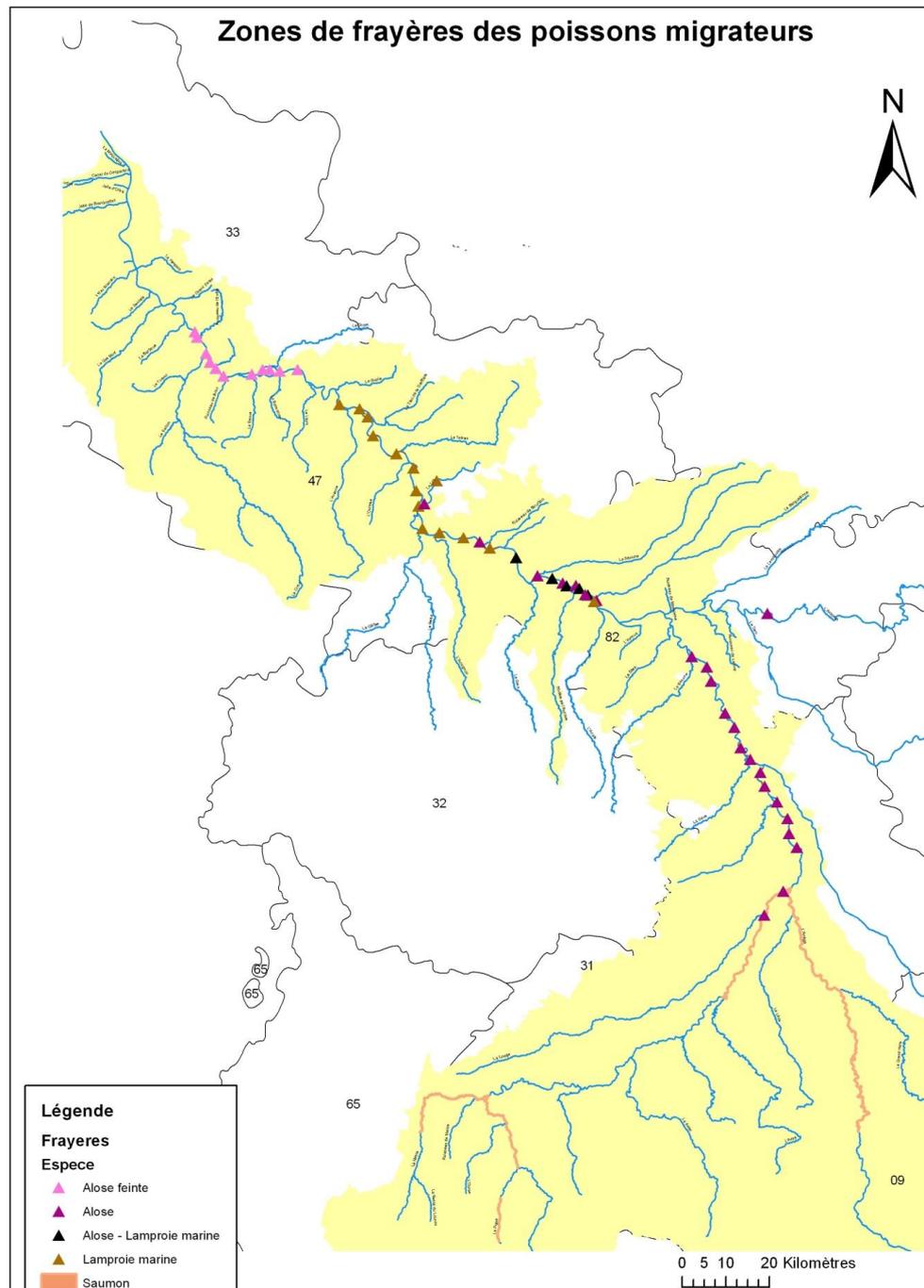


Figure 3: Représentation des frayères (Données NATURA 2000, MIGADO, Association de la frayère Alose d'Agen et la Fédération de pêche 47)

2) Besoins et sensibilités des espèces migratrices

a) Besoins physico-chimiques par espèces

Lorsque les poissons se déplacent pour remonter jusqu'aux frayères, ils ne s'alimentent pas car ils remontent le plus vite possible jusqu'à celles-ci. Ainsi, ils sont principalement sensibles à trois facteurs : la température, le débit et la teneur en oxygène dissous. Lors de la reproduction, de la ponte et de la croissance, d'autres paramètres entrent en jeu comme les substances polluantes, le substrat, l'accessibilité à la nourriture...

i. Exigences en terme de température

La température de l'eau est très importante car elle influence d'autres paramètres comme la teneur en oxygène et conditionne l'activité migratoire, la reproduction des poissons...

Selon la DCE, les seuils de bon état des eaux sont de deux types (**Tableau 1**)

Tableau 1: Seuils de bon état des paramètres physico-chimique et des indices biologiques DCE (arrêté du 25 janvier 2010)

Classe d'aptitude	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Paramètre/Indice d'aptitude					
Température (°C)					
-eaux salmonicoles	20	21,5	25	28	
-eaux cyprinicoles	24	25,5	27	28	
Oxygène dissous (mgO ₂ /l)	8	6	4	3	
Phosphore total (mgP/l)	0,05	0,2	0,5	1	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,1	0,5	2	5	
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,1	0,3	0,5	1	
NO ₃ ⁻ (mg/l)	10	50	*	*	
IBGN	17	13	9	5	
IPR	7	16	25	36	

* : les conditions actuelles ne permettent pas de fixer des valeurs seuils fiables pour cette limite.

La 1^o catégorie piscicole concerne les salmonidés et la 2^o catégorie concerne les lamproies, aloses et anguilles.

Selon les études faites, des températures supérieures à 20°C pourraient inhiber la migration des saumons d'Atlantique (Thioulouse, 1972) et des températures supérieures à 24°C pourraient être létales pour cette même espèce (Alabaster, 1967 et Wilkie et al. 1997). C'est à cette température que des mortalités ont été observées chez les saumons adultes entre Golfech et Toulouse (Croze et al. 2006).

Il suffit d'une journée de forte température pour que les poissons dépérissent. L'espèce la moins impactée est l'anguille qui résiste à des températures allant jusqu'à 30°C. Par contre le saumon est l'espèce la plus exigeante (Chanseau et al., 2007) avec plusieurs seuils :

- 10-11°C au-dessus duquel la reproduction et le développement des œufs sont incertains
- 19°C au-dessus duquel la croissance des juvéniles se dégrade (Decola, 1970 Swansburg et al., 1999)
- 24°C au-dessus duquel les saumons subissent un stress thermique avec des mortalités d'adultes entre Golfech et Toulouse (Croze et al., 2006)

Espèces	Température maximale (°C)
<i>Alosa alosa</i>	25
<i>Anguilla anguilla</i>	30
<i>Salmo salar</i>	11 (en reproduction) ; 19 (pour les juvéniles) ; 24
<i>Petromyzon marinus</i>	25

J'ai donc pris les seuils de 20 et 25°C pour mon analyse afin de prendre en compte les salmonidés et les autres espèces.

ii. Besoins en oxygène dissous

La teneur en oxygène est un autre facteur primordial pour les poissons, celui-ci est inversement corrélé à la température donc très variable. Il existe d'autres facteurs qui influent tel que la consommation de l'oxygène par les bactéries. En général, les teneurs les plus faibles sont donc attendues lorsque la température est forte.

Les espèces sont plus ou moins exigeantes (Chanseau et al., 2007):

Espèces	Teneur minimale oxygène (mg/l)
<i>Alosa alosa</i>	4.5-5
<i>Anguilla anguilla</i>	1.5
<i>Salmo salar</i>	6

Dans la DCE, les seuils sont différents car ils ne différencient pas chaque espèce (**Tableau 1**).

En général, les poissons migrateurs évitent les lieux où la teneur en oxygène dissous est inférieure à 5.5mg/l et dépérissent lorsque la teneur en oxygène dissous est sous 3.3mg/l (Lepage). Ce sont ces seuils que j'ai utilisé pour mon analyse.

b) Sensibilité aux pollutions

Lorsque les migrateurs se reproduisent ou que les juvéniles grandissent, il devient important d'avoir une bonne qualité de l'eau car ils sont très sensibles aux pollutions. Ainsi, des substances sont considérées comme toxiques pour les poissons ; s'ils sont exposés longtemps (plusieurs heures) à une substance au-dessus du seuil de concentration maximal, ils peuvent mourir (**Tableau 2**).

Tableau 2: Substances prioritaires et toxicité (Levet et al., 2008)

groupes	familles	substances	Dangereuse	poisson	homme	analysé	NQE- MA(µg/l)	NQE- CMA(µg/l)
pesticides	triazines	atrazine		xxx	xxx	o	0,6	2
pesticides	triazines	simazine		xx	xxx			
pesticides	urées substituées	diuron		xxxx	xxx	o	0,2	1,8
pesticides	urées substituées	isoproturon		xxxx	xxx	o	0,3	1
pesticides	organochlorés	endosulfan	o		xxx			
pesticides	organochlorés	lindane	o	xxxx	xxx	o	x	x
pesticides	organochlorés	hexachlorobenzene (HCB)	o	xxxx	xxxx	o	0,01	0,05
pesticides	organochlorés	DDT		xxxx	xxx	o	0,025	x
pesticides	alachloré	alachloré		xxx	xxx	o	0,3	0,7
pesticides	organophosphorés	chlorfenvinphos		xxxx	xx(x)	o	0,1	0,3
pesticides		chlorpyrifos-éthyl		xxxx	xx(x)	o	0,03	0,1
Métaux		Cadmium	o	xxxx	xxxx	o	0.08/ 0.15/0.25	0.45/ 0.9/1.5
Métaux		Mercuré	o	xxxx	xxxx	o	0,05	0,07
Métaux		Nickel			xxx			
Métaux		Plomb		xxxx	xxxx	o	7,2	x
Métalloïdes	organoétains	tributyl-étains	o	xxxx	xxx	o	0,0002	0,0015
HAP	hydrocarbure aromatique	Benzo(a)pyrène	o	xxxx	xxxx	o	0,05	0,1
HAP	hydrocarbure aromatique	Fluoranthène		xxxx	?	o	0,1	1
HAP	hydrocarbure aromatique	naphtalène		xxx	x			
HAP	hydrocarbure aromatique	anthracène	o	xxxx	?	o	0,1	0,4
Organiques		polybromodiphényléthers	o	xxxx	xxx?	o		
Organiques		benzène		xxx	xx	o	10	50
Organiques		chlorobenzènes (3)	o	xx	xx			
Organiques		Dichlorométhane		x	xxxx			
Organiques		1 2 dichloroéthane		x	xx			
Organiques		trichlorométhane		x	xxx			
Organiques		pentachlorophénols		x	?			
Organiques	parafines chlorés	chloroalcanes C10-13	o	xxx	xx?	o	0,4	1,4
Organiques	alkylphénols	nonylphénols	o	xxxx	xx	o	0,3	2
Organiques	alkylphénols	octylphénols		xxx	xxx?	o	0,1	x
Organiques	Phtalates	DEHP (di é etylhexyl)		x	xx?			

Légende : x peu toxique ; xx modérément toxique ; xxx toxique ; xxxx très toxique et o : oui (Levet et al., 2008)

c) Libre circulation

Un autre facteur essentiel pour la migration des poissons est la libre circulation. Si des obstacles viennent entraver la circulation des migrateurs ceux-ci sont condamnés à mourir sans se reproduire à la montaison ou lorsqu'ils redescendent à la dévalaison.

Par exemple, face à un obstacle, les aloses s'arrêtent puis par petits groupes s'élancent vers l'obstacle ; si elles échouent plusieurs fois elles vont frayer en aval. Les conditions pour franchir le barrage sont : un courant vif (mais une vitesse de courant inférieure à la vitesse de nage des aloses), une entrée large, lames d'eau épaisses, sillage d'une alose « leader », stimulations somatiques par les turbulences, instinct de migration et l'absence de facteurs inhibiteurs (bruits, perturbations hydrauliques, jets plongeurs,...).

De nombreuses améliorations sont visibles sur les cours d'eau grâce aux équipements de franchissements mis en place sur les ouvrages. Cependant, certains ouvrages ne sont pas équipés ou même équipés posent toujours problème.

A la montée, la présence de passe permet le passage d'une partie de la population. L'équipement de franchissabilité peut être une passe à bassins successifs, une passe à ralentisseurs, un ascenseur... avec plus ou moins d'efficacité. L'efficacité est toujours moindre pour l'aloise que pour les Salmonidés (jusqu'à 100% d'efficacité pour les Salmonidés contre 75% pour l'aloise) car à l'origine les passes étaient destinées aux saumons.

Cependant, même s'il est difficile de constater l'efficacité des passes, on observe une efficacité des passes plus de l'ordre de 20% chez l'aloise et 50% d'efficacité est un très bon pourcentage. En l'absence d'équipement, les poissons peuvent franchir l'ouvrage si celui n'est pas haut soit être bloqué ou se blesser.

Au delà, des paramètres sont importants pour la survie des poissons lors de la dévalaison de l'obstacle :

- La hauteur de chute de l'ouvrage : engendre la mort des poissons soit par les chocs contre des structures fixes, la masse d'eau ou des rochers après la chute, soit par la prédation facilitée par la désorientation des poissons arrivés à l'aval du barrage.
- L'aspiration vers les turbines : lorsqu'il n'y a pas d'exutoire ou même si il y a un exutoire, les poissons sont attirés dans les turbines à l'exception des périodes de surverses où les poissons vont passer grâce à l'excès d'eau. Sinon la mortalité peut atteindre 62-82% chez les alosons d'après Taylor et Kynard, 1985 mais même si ce pourcentage est surestimé, le problème est tout de même important. Ici intervient deux facteurs : le type de turbine et la présence d'exutoire de dévalaison.

Il existe des turbines à action comme la Pelton et la Crossflow et des turbines à réaction comme Francis, Kaplan, ou hélice. Le taux de mortalité est compris entre quelques pour cent (turbine Kaplan basse chute) à 100% (turbine Pelton haute chute). Par exemple, la mortalité chez la Grande Alose varie entre 5 et 90% dans une turbine Francis et 5-20% pour une turbine Kaplan. A cela il faut penser à l'effet cumulé du nombre de barrage sur un axe qui multiplie la probabilité de mortalité. Pour diminuer la mortalité des poissons, des aménagements peuvent être mis en place comme des grilles pour empêcher le passage des poissons dans les turbines et des passes ou exutoire de dévalaison adaptés. Les exutoires de dévalaison permet ainsi de réduire la mortalité en dévalaison, cependant, dans la plupart des cas, elles ne sont pas efficaces à 100% (Baglinière et Elie, 2000).

Enfin, il est essentiel d'équiper de passes les barrages infranchissables ou difficilement franchissables en aval des cours d'eau avant d'équiper les barrages infranchissables en amont.

Par ailleurs, la dévalaison reste toujours un problème car les poissons sont poussés par le courant vers les turbines donc même en présence d'exutoire de dévalaison, une partie de la population de poissons traversera par les turbines avec un taux de mortalité plus ou moins important (dépend du type de turbine).

En conclusion, les principaux impacts des ouvrages sont :

- A la montaison, un blocage relatif ou un retard (jusqu'à 80 jours pour certains saumons au niveau de l'aménagement de Golfech (Delmoury et al. 2007)) qui peuvent induire des mortalités (épuisement, prédation,...) ou une incapacité à rejoindre les frayères à temps pour la reproduction.
- A la dévalaison, une mortalité due aux turbines, au seuil ou à la prédation induite.

Les passes sont plus efficaces pour les salmonidés que les autres espèces (Baglinière et Elie, 2000). En particulier, l'anguille demande l'aménagement de passes spécifiques (rampe). Il est donc important de considérer les besoins de chaque espèce pour que les passes soient efficaces sur toutes les espèces.

Il faut, par ailleurs, rappeler que le cumul des ouvrages a un impact fort sur les populations car les blocages et les mortalités s'additionnent.

d) Régime alimentaire

Les adultes en migration ne s'alimentent pas. Ainsi seules les anguilles (thalassotoque) et les juvéniles des autres migrateurs se nourrissent en eau douce.

- Les larves de lamproies marines s'alimentent de diatomées, d'algues bleues, de débris organiques filtrés face au courant pendant plusieurs mois (Natura 2000).
- Les alosons sont euryphages et utilisent toutes les ressources trophiques de dimensions adaptées disponibles dans le milieu : larves d'insectes aquatiques en eau douce (accessoirement des mollusques et des crustacés du zooplancton) (Natura 2000).
- Pour les juvéniles du saumon d'Atlantique, une fois ses réserves vitellines épuisées (grosse vésicule qui assure sa subsistance durant un mois et demi), l'alevin se nourrit peu à peu de larves d'insectes et de vers pendant trois mois. Les smolts, qui stationnent à l'embouchure des fleuves pour s'accoutumer à l'eau salée et à leur nouveau régime, consomment essentiellement des gammares et autres crustacés, ainsi que des épinoches (Natura 2000).
- Enfin en eau douce, l'anguille européenne se nourrit principalement d'invertébrés benthiques (insectes, crustacés, mollusques), de poissons, de batraciens et même de rongeurs. Lors de leur migration vers la mer, le système digestif régresse et l'anguille cesse de s'alimenter (Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie de l'Université de Liège et Ecole de pêche)

3) Cycle de vie et calendrier des migrations

Les espèces migratrices ne sont pas toutes présentes toute l'année sur le cours d'eau ; c'est pourquoi les exigences en termes de qualité de l'eau doivent être plus suivies lorsque les poissons sont présents dans le **Tableau 3**:

Tableau 3 : Calendrier des mouvements de poissons dans les cours eau (Etude SMEAG réalisées par Chanseau et al.)

Espèces		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Anguille européenne	dévalaison anguille												
	anguille jaune												
	migration civelles												
Grande alose	montaison adulte												
	reproduction												
	dévalaison juvénile												
Alose feinte	montaison adulte												
	reproduction												
	dévalaison juvénile												
Lamproie marine	montaison adulte												
	croissance												
	reproduction												
	dévalaison juvénile												
Saumon Atlantique	montaison adulte												
	reproduction												
	croissance												
	dévalaison juvénile												

Légende : en rouge, période avérée et en jaune, période potentielle.

La période entre avril et juin est la période de plus forte présence de poissons migrateurs. Cependant, on peut voir entre juin et septembre, une forte présence de migrateurs à des stades plus sensibles comme à la reproduction ou la croissance des juvéniles.

II. Recensement des données sur les ouvrages : base de donnée ROE

L'un des facteurs impactant sur les migrations est la libre circulation des poissons sur les axes de migration. Lorsqu'un ouvrage devient un obstacle à la migration, les poissons sont bloqués à son aval :

- Soit ils ne peuvent le franchir et ils risquent de ne pas pouvoir se reproduire si les frayères se trouvent en amont de l'obstacle ;
- Soit ils sont ralentis le temps qu'ils trouvent la passe par exemple et parviennent à passer l'ouvrage mais souvent trop tard pour se reproduire.

C'est pourquoi, la franchissabilité des ouvrages le long des cours d'eau est un enjeu majeur. Pour cette étude, j'ai fait un état des lieux de ses ouvrages à partir d'une synthèse de données, je ne suis pas allée sur le terrain.

Afin de faire l'état de la libre circulation des poissons migrateurs, j'ai souhaité avoir un inventaire de tous les obstacles connus sur la Garonne ainsi que sur les affluents dans la zone d'étude. Après confirmation de l'AEAG et de l'ONEMA, la référence sera le ROE (Référentiel des Obstacles à l'Écoulement : base de l'ONEMA rassemblant tous les barrages du bassin avec une orientation plus biologie). Cette base de données inventorie tous les ouvrages sur les cours d'eau et elle a pour vocation de devenir la base officielle d'information sur les ouvrages. Cependant celle-ci n'est pas encore complète et de nombreuses informations manquent. C'est pourquoi, j'ai recherché d'autres études et références pour tenter d'avoir plus d'informations comme celles de l'agence de l'eau qui inventorie les barrages pour la redevance, les rapports DOCOB, l'étude sur la mortalité à la dévalaison (Bosc et Larinier, 2000),...

Des informations telles que le type d'ouvrage (seuil, centrale hydroélectrique, barrage, écluse,...), la hauteur de chute, le fonctionnement (au fil de l'eau, éclusé, réservoir à lac), l'existence d'une passe à poisson à la montaison et dévalaison et du type de turbine sont réunies car elles sont utiles pour déterminer si les poissons peuvent passer l'obstacle.

1) Choix de la base ROE

De nombreuses bases de données sur les ouvrages des cours d'eau ont été construites par les différents acteurs de l'eau et de l'aménagement du territoire en fonction de leurs besoins mais celles-ci sont très hétérogènes et ont des objectifs différents (continuité écologique, navigation, production hydroélectrique...). Comme par exemple, la base EDF qui recense les barrages EDF seulement.

Les deux principales bases sont le ROE (le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement) gérée par l'ONEMA et le SIE (le Système d'Information sur l'Eau) gérée par l'AEAG. Le SIE donne des informations sur les ouvrages sur le bassin de la Garonne de même que pour l'ONEMA avec le ROE. J'ai donc demandé aux deux gestionnaires quelle base devait me servir de référence, il a été convenu que le ROE serait utilisé. Le ROE a pour vocation de devenir la référence sur les ouvrages et d'homogénéiser toutes les informations.

2) Description de la base

On y trouve donc tous les ouvrages présents sur les cours d'eau en France métropolitaine et des informations diverses (administratives, écologiques,...).

Les paramètres sont nombreux, je vais donc citer les plus importants pour l'étude (Léonard et Zegel, 2010) :

- Nom de l'ouvrage et localisation (coordonnées GPS et administrative)
- Type d'ouvrage : barrage, seuil, pont et épis en rivière (pas pris en compte puisque ces deux aménagements ne bloquent pas l'eau)
- Le statut de l'ouvrage : existant, en construction ou obsolète. Lorsque l'ouvrage est considéré comme obsolète est soit :
 - partiellement ou entièrement détruit. Suite au démantèlement, l'ouvrage peut être remplacé par un autre ouvrage.
 - définitivement hors service et jamais démantelé
 - transformé (arasé, restructuré, ...)
 - non démantelé et seulement noyé dans une autre retenue.

Cependant, nous ne sommes pas informés quant à l'aménagement fait.

- Usages de l'ouvrage : agricoles, loisirs, production d'énergie...
- Organe de franchissement : équipement de passes à poissons, exutoire de dévalaison,...
- Note de franchissabilité par espèces et générale (pour toutes espèces)

Les notes attribuées en fonction du franchissement sont visibles **Tableau 4**.

Tableau 4: Classes de franchissabilité d'un obstacle (Descriptif ROE : Léonard et Zegel, 2010)

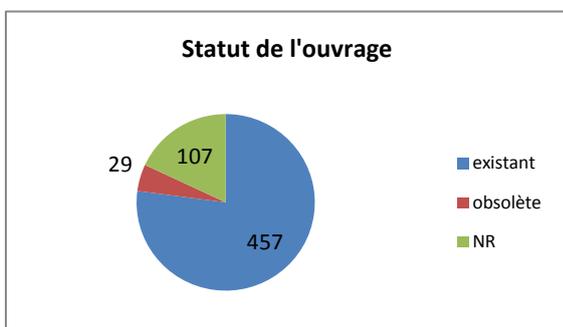
Classe	Appréciation	(équivalence avec dispositif de franchissement)
0	Absence d'obstacle (ruiné, effacé ou sans impact)	
1	Franchissable sans difficulté apparente (libre circulation assurée à tout niveau de débit)	(dispositif de franchissement efficace)
2	Franchissable mais avec risque d'impact (retard ou blocage en conditions hydroclimatiques limitantes)	(dispositif de franchissement relativement efficace, mais insuffisant pour éviter des risques d'impact)
3	Difficilement franchissable (impact important en conditions moyennes)	(dispositif de franchissement insuffisant)
4	Très difficilement franchissable (passage possible seulement en conditions exceptionnelles)	(dispositif de franchissement très insuffisant)
5	Infranchissable (passage impossible y compris en conditions exceptionnelles)	

Etant donné que cette note de franchissabilité est peu renseignée, j'ai pris d'autres informations pour la compléter comme le rapport SAGA2000 et le rapport de groupe technique anguille (rapport ZAP). Cependant, seul trois classes déterminaient la franchissabilité de l'obstacle dans ces deux rapports. C'est pourquoi, j'ai regroupé certaines classes du ROE pour que les informations se coordonnent avec les autres sources (Tableau 5).

Tableau 5: Regroupement des classes du ROE pour cette étude

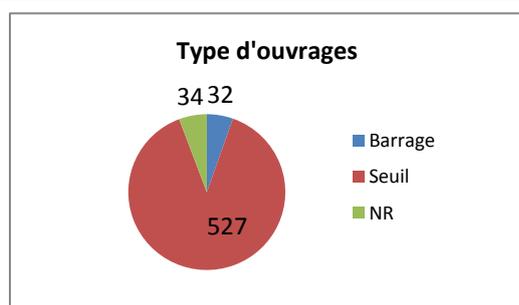
Classe ROE	Nouveau classement	Appréciation
0, 1 et 2	1	Facilement franchissable
3	2	Difficilement franchissable
4 et 5	3	Infranchissable

3) Présentation des obstacles sur la zone d'étude



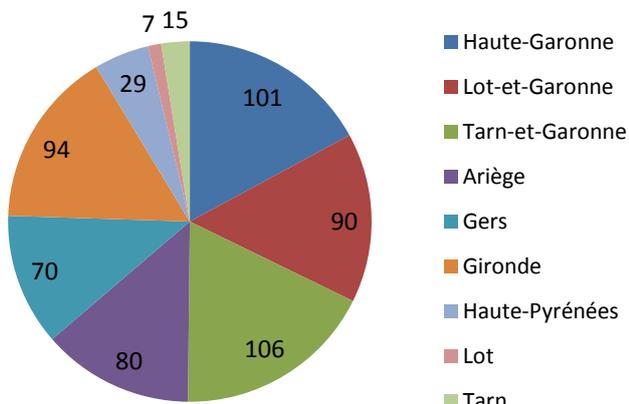
On dénombre plus de 600 ouvrages sur tout le périmètre d'étude dont les $\frac{3}{4}$ sont existants mais seulement 1/20 sont obsolètes.

Du fait que nous ne sachions pas si l'obstacle obsolète est démantelé ou non, j'ai considéré que les ouvrages obsolètes n'étaient pas démantelés (faute d'informations supplémentaires).



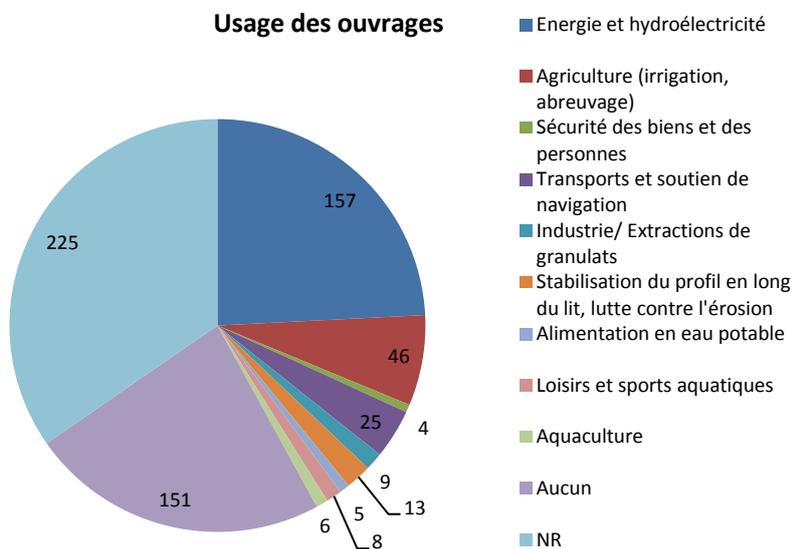
Les ouvrages sont, à presque 90%, des seuils en rivière. Cependant, certains barrages sont assimilés à des seuils.

Nombre obstacle par département



Nous pouvons constater que les cours d'eau des départements du Tarn-et-Garonne et de la Haute-Garonne possèdent le plus grand nombre d'ouvrages sur leur territoire ; ce qui peut s'expliquer par la surface de cours d'eau pris pour l'étude sur ces départements qui est plus élevée que pour le Tarn ou le Gers par exemple.

Usage des ouvrages



On constate qu'un quart des ouvrages n'a aucun usage et qu'un tiers n'est pas renseigné. Ces ouvrages sans usage pourraient être démantelés (s'ils ne le sont pas déjà) pour permettre une meilleure circulation des espèces piscicoles. D'autres ouvrages ont plusieurs usages.

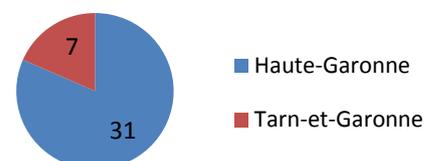
Le fait que le ROE ne soit pour l'instant pas complet ne permet pas de faire des analyses précises. Des travaux de synthèse de connaissances des ouvrages et d'inventaires de terrain sont actuellement mis en œuvre afin de compléter le ROE.

4) Présentation des ouvrages sur la Garonne

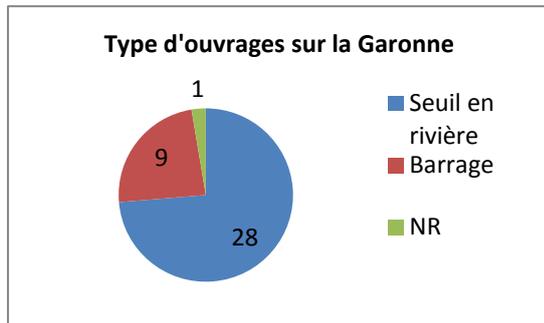
Sur la Garonne, on dénombre 38 ouvrages (sans compter le seuil de Beaugard qui n'est pas mentionné dans le ROE) : le premier ouvrage recensé sur la Garonne est celui de Golfech à l'aval. La base de données du ROE est plutôt bien renseignée concernant les ouvrages sur la Garonne contrairement au reste du bassin.

On constate que plus des $\frac{3}{4}$ des obstacles se situent en Haute-Garonne, ce qui peut se justifier du fait de la présence de nombreux barrages pour la production d'énergie électrique en amont du fleuve du fait du relief plus favorable. De plus, le linéaire de Garonne est plus important en Haute-Garonne que dans les trois autres

Nombre d'ouvrage sur la Garonne

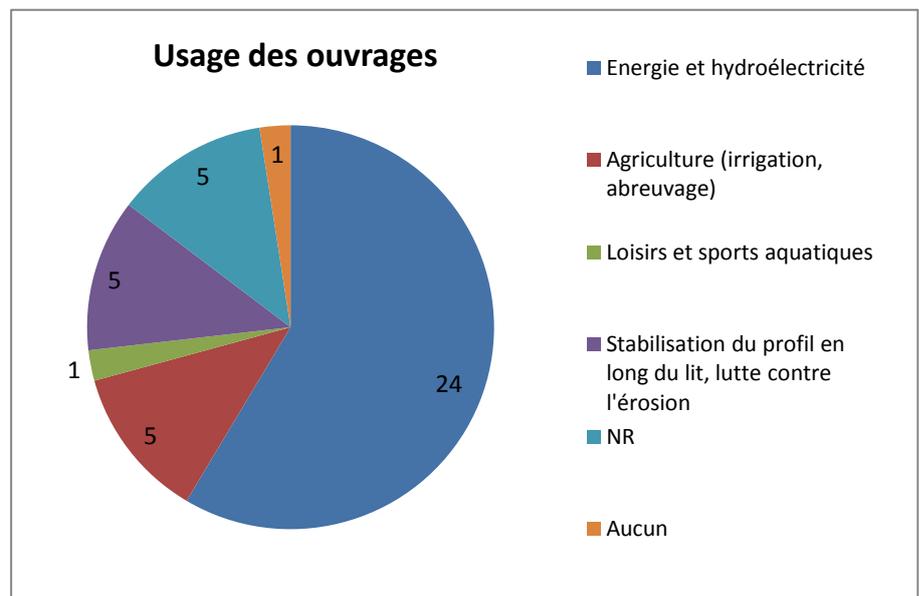


départements traversés (Gironde, Lot-et-Garonne et Tarn-et-Garonne). Environ 200km de Garonne traverse la Haute-Garonne contre 74 km environ sur le Tarn-et-Garonne.



Les obstacles sont en majorité des seuils en rivière. Cependant, comme je l'ai mentionné précédemment certains barrages sont assimilés à des seuils en rivière.

Concernant les usages de ces ouvrages sur la Garonne, on peut constater que presque 2/3 ont pour but de produire de l'énergie. Un obstacle ne sert à rien et 5 ne sont pas renseignés. Par contre, d'autres ont plusieurs usages comme la Chaussée du Bazacle qui sert à la fois pour la production d'énergie et pour les loisirs.



5) Problèmes rencontrés

Tout d'abord, la base de données est loin d'être complète, il manque beaucoup d'informations comme nous l'avons évoqué lors de la présentation des ouvrages sur la Garonne et du périmètre de l'étude. C'est pourquoi j'ai été amenée à rechercher d'autres sources d'informations.

Ensuite, tous les ouvrages ne sont pas présents comme le seuil de Beauregard qui n'est pas mentionné alors qu'il n'est pas encore démantelé. D'autres ouvrages sont, quant à eux, regroupés sous un même identifiant ROE donc on ne sait pas à quel ouvrage sont attribués les informations (hauteur, équipement de franchissement, usage,...). Ensuite, des barrages sont notés seuil en rivière dans le paramètre « type d'ouvrage ».

Par ailleurs, des incohérences entre les différentes sources et le ROE sont visibles : par exemple, les usines de Valentine et de Camon sont réunies dans le ROE et la hauteur de chute est estimée à 13m or dans l'étude sur la mortalité à la dévalaison de Bosc et Larinier la hauteur de chute est estimée respectivement à 11.4 et 21.45m.

Malgré le manque d'informations, le ROE reste la base la plus complète et elle est destinée à être la référence, c'est pourquoi j'ai utilisée cette base après l'avoir complétée avec les autres sources mentionnées précédemment.

III. Recensement des données de qualité de l'eau : les différents réseaux

Je me suis attachée à l'analyse des paramètres influençant les poissons migrateurs (température, oxygène dissous,...) et disponible sur la zone d'étude.

Il y a des différences entre l'amont et l'aval du bassin avec en amont un cours d'eau peu profond, à débit rapide coupé par des usines hydroélectrique, peu pollué malgré la présence de mercure due aux anciennes mines. En aval au niveau de l'estuaire, on peut observer le bouchon vaseux, barrière physico-chimique presque imperméable à certaine période, pour les poissons. On peut donc supposer que les paramètres rendant les conditions de vie difficiles aux poissons sont différents selon le lieu.

L'essentiel des données que j'ai pu récolter sont celles du réseau SIE. Ces données sont des mesures au mieux mensuelles sinon annuelles ou bimestrielles et l'état des eaux est déterminé par la moyenne sur l'année de toutes les données. Or certains paramètres varient fortement et rapidement ; ainsi le milieu aquatique peut être momentanément mauvais pour les poissons et ne pas être classé en mauvais. Il est donc important de repérer ces périodes où l'état de l'eau est problématique pour les poissons.

1) Le réseau du SIE (Système d'Information sur l'Eau)

a) Base de données qualité des eaux de surface

L'objectif de cette base de données est d'avoir une vue d'ensemble de la qualité de l'eau et du milieu en France. Ce sont ces données que l'on a utilisées pour faire l'évaluation SDAGE 2010 sur la base de données 2006-2007.

Le SIE synthétise les données sur l'eau, les milieux aquatiques et leurs usages mis à disposition par les principaux acteurs publics du domaine de l'eau. Le SIE a été introduit dans le code de l'environnement (article L213-2) par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, mais il a été construit en 2003 faisant suite au Réseau national des données sur l'eau (RNDE) issu de la loi sur l'eau de 1992 (site SIE).

L'objectif du SIE est de répondre aux besoins des services de l'état, des maitres d'ouvrage, des gestionnaires, des experts,... son rôle est donc de :

- Diffuser l'information environnementale publique (convention d'Aarhus) ;
- Rendre compte des avancées de la politique de l'eau pour la mise en œuvre de la législation environnementale ;
- Aider à la décision technique, administrative ou économique dans la cadre d'actions de restauration, de définition de programmes de mesures,...
- Analyser les pressions dues aux activités humaines, les analyses économiques et l'évaluation de l'état des eaux.

« Les jeux de données du SIE rassemblent des millions de mesures sur les eaux de surface continentales, les eaux côtières et de transition, les eaux souterraines, les habitats, les espèces constituant les écosystèmes aquatiques, les activités humaines ayant un lien avec l'eau ou les milieux aquatiques, les incidences directes ou indirectes de ces activités, les réponses apportées par les politiques publiques... Ces données sont tout aussi bien d'ordre quantitatif, physico-chimique, biologique, morphologique, réglementaire ... et sont stockées dans des banques de données (HYDRO,

ADES, QUADRIGE...). Par ailleurs, des outils de traitement permettent de produire des informations élaborées (caractérisation des régimes hydrologiques, évaluation de l'état des eaux...) et des métadonnées permettent de décrire des jeux et banques de données. » (Eaufrance)

Dans notre étude, nous n'utilisons que les données sur la qualité de l'eau.

Cette base regroupe les données de prélèvements de plusieurs réseaux :

- Réseaux de Contrôle et de Surveillance (RCS) : En application de la directive-cadre européenne sur l'eau, ce programme de contrôle de surveillance a été mis en place pour disposer d'un suivi des milieux aquatiques sur le long terme notamment pour évaluer les conséquences de modifications des conditions naturelles (changement climatique par exemple) et des activités anthropiques largement répandues, dans le but de donner une image de l'état général des eaux, sur les cours d'eau du Bassin Adour Garonne.
- Réseaux Complémentaire de l'Agence (RCA) : en complément du réseau patrimonial, l'objectif est de surveiller l'évolution qualitative des cours d'eau de taille secondaire pour orienter et évaluer les politiques en matière de dépollution.
- Réseaux National de Bassin (RNB) : Connaissance patrimoniale de la qualité des rivières pour orienter et évaluer les politiques de gestion qualitative de la ressource en eau
- Réseaux départementaux,... (site SANDRE)

Cette base de données réunit 150 points de prélèvements sur le territoire de l'étude. Ces points de prélèvements sont appelés par l'Agence de l'Eau « stations » qu'est en fait un « volume de rivière sur lequel sont effectuées des prélèvements et des mesures en vue de connaître la qualité du cours d'eau à cet endroit » (**Figure 4**).

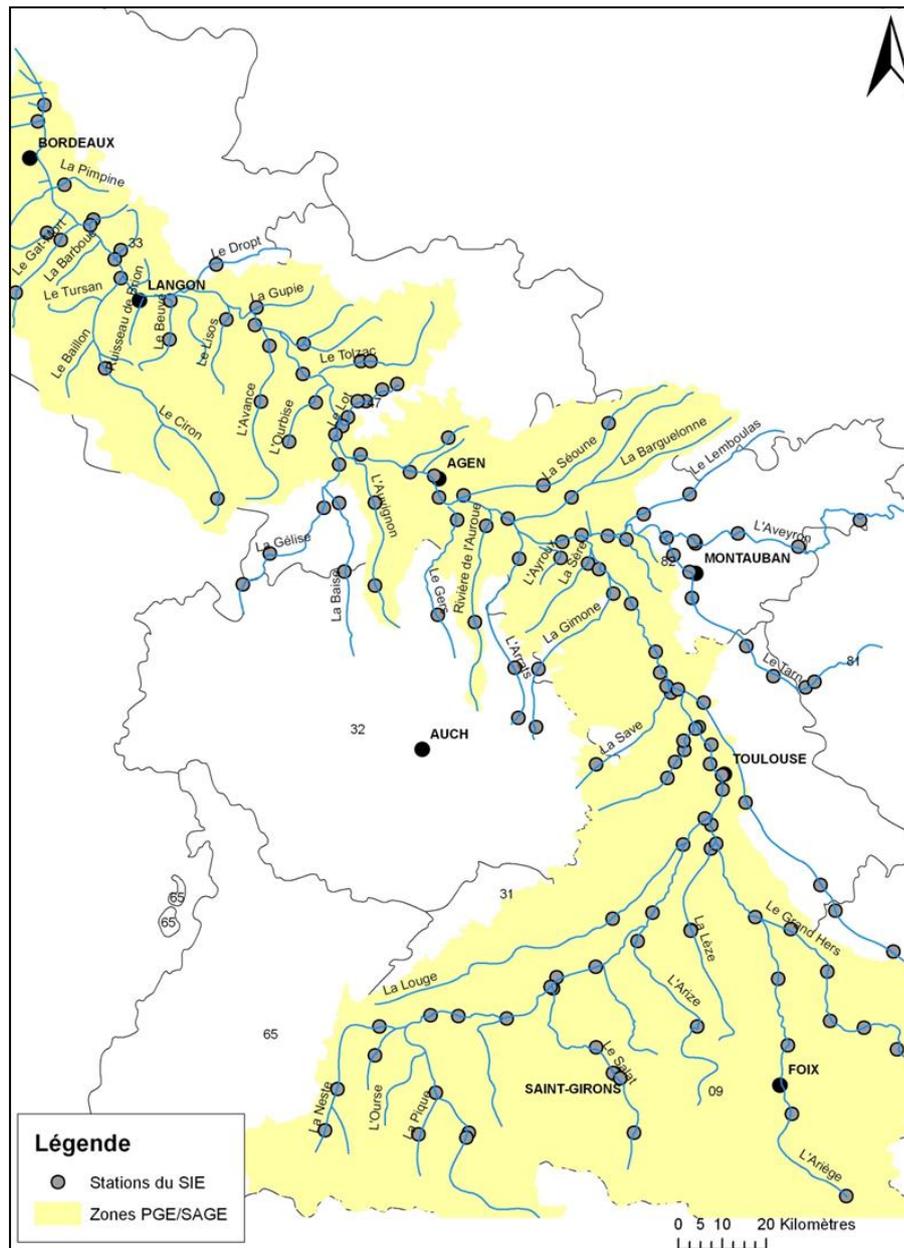


Figure 4: Stations de qualité de l'eau recensées dans SIE

Ainsi, plus de 160 paramètres sont analysés mais pas sur toutes les stations ni sur toutes les années (entre 2001 et 2009). Le **tableau 6** présente de façon synthétique les paramètres analysés et les fréquences.

Tableau 6: Paramètres mesures par les réseaux de qualité de l'eau du SIE et nombre de données

Paramètres	Fréquence d'analyses dans l'eau	Nb de donnée entre 2001-2009
<ul style="list-style-type: none"> • nitrate, • pesticides, • micropolluants organiques, • température, • oxygène dissous, • taux de saturation en oxygène, - conductivité, • chlorophylle a, • phéopigments, • matières phosphorées, • matières organiques et oxydables, • matières azotées (hors nitrates), • composition et abondance de la faune benthique invertébrée, • acidification, • MES 	6-12/an	54 à 108 données par paramètres
minéralisation	2/an	18 données
métaux	1-4/an	9-18 données
micropolluants minéraux	12/an	108 données
Indice biologique (IPR, IBGN...)	1-2/an	9-18 données

J'ai choisi de me concentrer sur les données de température de l'eau et d'oxygène dissous qui sont les paramètres les plus impactant pour les poissons lors de leur migration mais aussi pendant la reproduction et la croissance. Ensuite, je me suis intéressée aux substances prioritaires toxiques pour les poissons et les hommes.

b) Pressions existantes sur le bassin Garonne donnée par masse d'eau (DCE)

Le SIE met à disposition les données de l'état des lieux de la Directive Cadre sur l'Eau.

« La directive cadre sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000 (directive 2000/60) vise à donner une cohérence à l'ensemble de la législation avec une politique communautaire globale dans le domaine de l'eau. Elle définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen avec une perspective de développement durable. »

Elle fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines. Ces objectifs doivent être atteints pour 2015.

La méthode de travail est hiérarchisée en quatre étapes :

- Un état des lieux en 2004 : identification des problèmes à traiter et des pressions ;
- Un plan de gestion : le SDAGE qui fixe les objectifs environnementaux à atteindre ;
- Un programme de mesures : actions à mettre en place pour atteindre les objectifs ;
- Un programme de surveillance : suivi de l'atteinte des objectifs.

L'état des lieux, le plan de gestion et le programme de mesures sont à renouveler tous les 6 ans (eaufrance).

Les pressions recensées par le SIE sont au nombre de huit : agricole, domestique (relative aux matières oxydables et organiques ou toxiques hors pesticides), industrielle, sur la ressource (prélèvements), morphologique (chenalisation, aménagements), présence de nitrates, de pesticides, ou de micropolluants. Certaines pressions sont corrélées entre elles comme par exemple, la pression agricole avec la présence de pesticide : s'il y a une pression agricole importante il en résultera une pression en pesticides forte.

- Sur le territoire, les pressions sur la ressource et la morphologie (chenalisation par exemple) sont dénombrées sur tout le périmètre d'étude. En amont sur la partie montagneuse, ceci s'explique par la présence de barrages qui servent de retenues d'eau (pour les loisirs par exemple) et/ou à la production d'électricité. C'est le cas pour la Pique, les Neste, la Garonne amont ou l'Ariège. Dans l'ensemble, les cours d'eau en amont de Saint-Gaudens ne subissent pas d'autres pressions.

- Les pressions domestiques sont recensées à l'aval des villes comme Toulouse, Agen, Foix sur l'Ariège ou autour de Bordeaux... Ces pressions domestiques sont parfois accompagnées de pressions en micropolluants (dues à l'industrie et aux rejets domestiques) ; elles sont visibles sur le Tarn, la Barguelonne, l'Aussonnelle, à l'aval de Toulouse, l'Aveyron, le Tolzac et autour de Bordeaux.

- Les pressions agricoles sont dénombrées sur les affluents présents dans le Gers (grandes cultures), le Tarn-et-Garonne et le Lot-et-Garonne et à moindre impact sur les affluents en amont de Toulouse et en Gironde (viticulture).

La Garonne, entre l'Aussonnelle et le Tarn, est sujette à toutes les pressions. C'est d'ailleurs pour cette raison que ce secteur est le plus suivi.

Enfin entre la confluence avec le Tarn et Agen, aucune pression n'est apparemment recensée d'après l'agence de l'eau. Par contre, sur tous les affluents présents sur ce tronçon, on constate des pressions agricoles (et pesticides), morphologiques, domestiques et sur la ressource. On observe également la présence de micropolluants sur le Tarn et l'Aveyron.

Ces données nous ont permis de sélectionner les cours d'eau à analyser en priorité car si des pressions importantes s'exercent sur un cours d'eau, celui-ci est potentiellement sensible à diverses pollutions. Nous observerons donc en priorité la qualité de l'eau des cours d'eau suivant : la Garonne mais aussi le Tarn, le Lot, l'Aveyron, la Pique, la Neste, le Salat, l'Ariège, l'Hers vif qui sont les affluents majoritaires de la Garonne ainsi que le Ciron, le Dropt, l'Hers Mort, l'Aussonnelle, le Gers, la Gimone et le Tolzac qui présentent de fortes pressions sur le bassin versant.

En conclusion, en amont jusque Toulouse, la Garonne (comme ses affluents amont) subit des pressions morphologiques et sur la ressource, viennent s'ajouter des pressions domestiques et industrielles à Toulouse. Ensuite vers Saint-Nicolas de la Grave il apparaît que la Garonne ne subit aucune pression et en aval après la confluence avec le Lot, elle est soumise à de fortes pressions agricoles, domestiques, morphologiques et sur la ressource.

En ce qui concerne les affluents de la Garonne, les pressions agricoles sont très importantes (pesticide, ressource,...) ce qui n'est pas surprenant lorsque l'on sait que le département du Gers est l'un des plus agricole de France (surtout grandes cultures). L'Avance, l'Hers mort, l'Aussonnelle ainsi que les affluents proches de Bordeaux sont soumis à des pressions industrielles. Enfin, nous retrouvons des micropolluants dans l'Aussonnelle, le Tolzac, le Lot et la Jalle de Blanquefort et à moindre degré la Barguelonne (**Figure 5**).

c) Utilisation des données de température en juin et septembre

Etant donné que les températures les plus élevées se situent entre juin et septembre et que c'est durant cette période que la plupart des poissons migrent, se reproduisent ou grandissent, j'ai choisi de n'analyser les données du SIE qu'à cette période puisque c'est la plus importante pour les poissons.

Puis, j'ai utilisé deux seuils pour mettre en évidence les zones dont la température pourrait poser des problèmes. Les seuils sont à :

- 20°C : température au-dessus de laquelle les alevins et même les saumons adulte sont en difficulté.
- 25°C : température au-dessus de laquelle les conditions sont médiocres pour la première catégorie piscicole et sont moyennes pour la deuxième catégorie piscicole.

Enfin, la température à l'amont des ouvrages est plus élevée car l'eau stagne ; elle peut provoquer un arrêt (épuisement) de la migration. On estime que les poissons franchissent les obstacles à partir de températures comprises entre 9 et 20°C pour le saumon atlantique. Lorsque les températures sont inférieures à 9°C ou supérieures à 20°C il semble qu'il n'y ait pas de franchissement de l'obstacle par le saumon. Les arrêts de migration sont constatés pour des températures élevées (17-22°C) et les fins d'arrêt sont constatées surtout entre 17 et 18°C. Des mortalités sont observées pour des températures comprises entre 17 et 24°C et 60% des mortalités interviennent à des températures de plus de 20°C (moyenne journalière) (Croze et al. 2002).

d) Utilisation des données de teneur en oxygène entre juin et septembre

La teneur en oxygène est un autre facteur primordial pour les poissons, celle-ci est inversement corrélée à la température donc très variable. Les teneurs les plus faibles sont relevées entre juin et septembre.

En général, les poissons migrateurs évitent les lieux où la teneur en oxygène dissous est inférieure à 5.5mg/l et dépérissent lorsque la teneur en oxygène dissous est sous 3.3mg/l (Lepage). Ainsi, en observant les teneurs en oxygène dissous des données du SIE, seulement quatre valeurs sont sous 3.3mg/l (Bournézian, Bazas, Bordeaux). C'est pourquoi j'ai choisi de ne représenter que les pourcentages de valeurs sous le seuil de 5.5mgO₂/l.

e) Les substances prioritaires analysées sur 2009 seulement

La présence de substances toxiques dans les cours d'eau est un sujet pris en compte par la DCE. La directive a établie une première liste de 33 substances prioritaires (**Tableau 2**) du fait du « risque qu'elles présentent pour les écosystèmes aquatiques : toxicité, persistance, bioaccumulation... » (Définition par l'Agence de l'eau). La DCE suit 40 substances sur le bassin. Sur la trentaine de substances prioritaires, seules les substances toxiques pour les poissons et pour l'homme ont été étudiées (pour une toxicité chronique).

J'ai donc utilisé les données du SIE et les seuils fixés par la DCE (Arrêté du 25 janvier 2010) afin de voir si les substances dépassaient le seuil en 2009. Je n'ai utilisé que 2009 car c'est à partir de cette année que toutes les substances étaient mesurées chaque mois sur la majeure partie des stations. J'ai effectué le même travail pour la teneur en matière azotée et en matière phosphatée.

f) Indices biologiques difficiles à utiliser

J'ai effectué le même travail pour l'IBGN et l'IPR. L'IBGN permet de constater l'état de la disponibilité en nourriture pour les juvéniles mais aussi d'avoir une idée de l'état du substrat car pour qu'il y est des macroinvertébrés dans le milieu il est indispensable que le milieu contienne des supports à ses macroinvertébrés (graviers, sables, sédiments,...). Pour plus d'informations,

<http://www.paca.ecologie.gouv.fr/docHTML/bilan-labo/IBGN.htm>.

L'indice poisson rivière (IPR) est un indicateur de l'écart entre la composition du peuplement sur une station donnée, observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement attendue en situation de référence, c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme. L'indice devient d'autant plus élevé que les caractéristiques du peuplement échantillonné s'éloignent de celles du peuplement de référence ; ainsi plus l'indice est élevé plus la qualité du peuplement est dégradée. (ONEMA IPR)

Cependant, il est difficile de faire ressortir des conclusions de ces deux indices car l'IPR ne peut pas être utilisé pour masse d'eau fortement modifié ce qui est notre cas, les prélèvements ne sont pas homogènes sur tout le bassin (différences de dates par exemple) et ne sont pas fait pendant les périodes de migration des poissons. C'est pourquoi, je n'ai pas continué l'analyse de ces données.

2) Réseaux de données en continue (Carte en Annexe 5)

Des données en continue sont recueillies par d'autres propriétaires de données. Ainsi, j'ai recensé ces réseaux sur le bassin de la Garonne (**Tableau 7**).

Tableau 7: Réseaux de données en continu

Réseaux de données en continue	Paramètres mesurés	Nombre de stations	Localisation
MAGEST	T°, O2, Turbidité, salinité (tous les 10min)	3	Bordeaux, Pauillac, Portets
DIREN/DREAL	T°, O2, pH, conductivité/ T° (toutes les heures)	7	<ul style="list-style-type: none"> • Engomer/Lez • St-Girons/Salat • Roquefort/Salat • Valentine/Garonne • Bompas/Ariège • Saverdun/Ariège • Montricoux/Aveyron
MIGADO	T° (horaire, journalière)	13	<ul style="list-style-type: none"> • Sur Garonne : Loures-Barousse, Valentine, Carbonne, Bazacles, Verdun, Golfech - sur Ariège : Bompas, Crampagna, Foix, Lacroix-Falgarde Saverdun - Saint-Laurent/Neste • Luchon/Pique
VEOLIA	T° (toutes les 10minutes)	2	Portet, Lacroix-Falgarde
Réseau de Surveillance et d'Alerte	T°, O2, (pH, conductivité) (tous les quarts d'heure)	3	Montespan, Saint-Julien, Bazacles
Fédération de pêche 82	T°	3	<ul style="list-style-type: none"> • Pont de Riols/Aveyron • Tarn amont/Tarn aval

Ces données étant plus fréquentes (toutes les 10-15minutes par exemple), on peut voir les amplitudes de variation et la durée des phénomènes (canicule, qualité...) qui ne sont pas visibles avec les données du SIE. Ainsi, une analyse de ces données pourrait être effectuée pour confirmer les

constats faits avec les données du SIE. Cependant, les stations de données en continu coutent relativement cher c'est pourquoi il n'y en a pas sur tous le territoire. La présence de stations témoigne d'un besoin particulier :

- Pour le suivi de la qualité de l'eau pour les prélèvements d'eau potable (stations Véolia)
- Pour le suivi des migrations (stations MIGADO)
- Pour le suivi de la qualité de l'eau (stations MAGEST)

Au vu de la quantité et de l'hétérogénéité des données, je n'ai pas analysé finement ces données.

3) Données supplémentaires

D'autres données plus ponctuelles cette fois sont recensées comme les données en continu utilisées pour certaines thèses (par exemple la thèse de Y. Reyjol sur la variabilité spatio-temporelles de la transition salmoniformes-cypriniformes dans la Garonne) (ENSAT), données ponctuelles des fédérations de pêche (départements 47, 82),...

IV. Recensement des données sur le débit et les éclusées

1) Le débit

Le débit des cours d'eau est un élément influençant la migration. Par exemple, les aloses dévalent les cours d'eau lorsque le débit augmente. Ainsi, il est important de surveiller le débit surtout durant les périodes les plus chaudes pour lesquelles le débit est le plus faible souvent et peut causer une augmentation de la température de l'eau ou un arrêt de la migration des poissons. C'est le cas entre juin et septembre c'est pourquoi le soutien d'étiage à été mis en place pour palier aux possibles carences en débit des cours d'eau (Garonne, Ariège, Hers vif et Pique). Des réserves d'eau permettent lorsque le débit est trop faible de réalimenter les cours d'eau pour avoir toujours un débit correct (réserve du lac d'Oo sur la Pique, de Monbel sur l'Hers vif, et de IGSL sur l'Ariège). Le Plan de Gestion des Etiages (PGE) est en cours de révision.

2) Les éclusées

Les éclusées engendrent des impacts sur les espèces piscicoles.

Une éclusée est un phénomène rapide, important et souvent imprévisible de variations de débits dues aux ouvrages hydroélectriques (ou hydrauliques) de lacs ou d'éclusées. On observe une augmentation brusque du débit du cours pendant un certain temps. Une éclusée se caractérise par trois phases : une phase de montée, une phase de plateau et une phase de descente (**Figure6**).

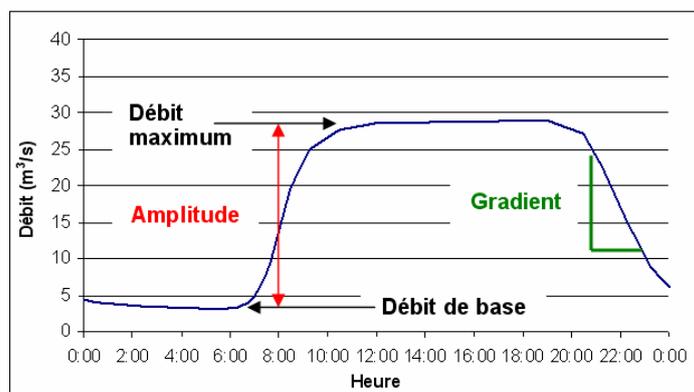


Figure 6: Caractérisation du débit lors d'une éclusée (Courret et Larinier, 2008)

On repère le caractère artificiel de variation sur le régime d'un cours d'eau par quelques critères simples et assez intuitifs :

- Une fréquence souvent élevée sans rapport avec les précipitations et largement imprévisible mais liée à la gestion hydroélectrique des heures de pointe ou aux aléas sur l'outil de production ou de transport électrique.
- Des vitesses de montée et surtout de descente des débits particulièrement fortes par rapport aux situations naturelles (cruue et décrue).
- Des amplitudes de variations qui peuvent être soit très caractéristiques (égales au débit d'équipement caractéristique des usines par exemple) soit peu caractéristiques mais souvent sans rapport avec le niveau hydrologique de base.
- Des débits minimums (débit réservé) souvent plus faibles que les débits d'étiages naturels (Eaucéa, 2010).

3) Impacts des éclusées

Ces éclusées posent des problèmes directs ou indirects pour les poissons :

- **Variation du débit** : lors des lâchés d'eau, le débit va fortement augmenter et engendrer la reprise sédimentaire quasi permanente des particules les plus fines (schiste et limons), qui est liée aux instabilités des couples hauteur vitesse, ce qui pourrait être à l'origine du colmatage des frayères à salmonidés, principal enjeu du secteur amont de la Garonne, sur la Neste.
- **Température** : certes la variation de température n'est pas létale pour les poissons mais elle provoque des modifications sur le métabolisme et sur le comportement de certains stades de développement des poissons ou de certaines espèces sensibles.
- **Qualité de l'eau** : Le soutien d'étiage de l'Ariège et celui de la Garonne depuis l'Ariège ou la Pique vise d'ailleurs à sécuriser le fonctionnement écologique de ces axes en périodes estivales. Des débits estivaux trop bas en période chaude favorisent en effet un ralentissement du courant, les proliférations algales (fixées ou non), une moindre dilution des rejets, une moindre diversité des zones d'habitats aquatiques, des difficultés pour les déplacements piscicoles. Vis-à-vis de ces enjeux et hors situation locale particulière, les éclusées peuvent être considérées comme un facteur de réduction répété de l'efficacité du soutien d'étiage qui se gère forcément à des pas de temps pluri-journaliers. Elles ont des incidences limitées sur la qualité des eaux sauf ponctuellement en raison des variations thermiques ou en période d'étiage estival.
- **Sur la faune** : Les effets les plus fréquemment cités sont répertoriés **Tableau 8**.

Tableau 8: Effets les plus fréquents d'une éclusée (Eaucéa, 2008)

Les plus fréquemment cités	Paramètres
Habitats aquatiques	Offre en habitats (hydraulique)
Jeunes poissons : fonction	Dérive Echouage / assèchement
Macrozoobenthos : fonction	Dérive Echouage / assèchement Fréquence / densité Biomasse Composition Nombre d'espèces / diversité
Peuplement piscicole : fonction	Offre et ingestion d'aliments Activité / comportement Echouage / assèchement Reproduction
Peuplement piscicole : structure	Biomasse
Qualité de l'eau	Température

Par ailleurs, d'autres effets sur la faune moins observés viennent s'ajouter **Tableau 9**. Les éclusées peuvent être plus impactant sur les espèces piscicoles lorsqu'elles adviennent durant les périodes sensibles qui sont recensées dans le **Tableau 10**.

Tableau 9: Effets moins fréquents des éclusées (Eaucéa, 2008)

Citations répétées	Paramètres
Ensemble de la biocénose : fonction	Production Dérive Echouage / assèchement
Ensemble de la biocénose : structure	Colonisation de la zone de marnage
Habitats aquatiques	Teneur en matière organique particulière
Jeunes poissons : fonction	Mortalité Activité / comportement
Jeunes poissons : structure	Fréquence / densité
Macrozoobenthos : fonction	Production Offre et ingestion d'aliments
Morphologie	Largeur du lit Profondeur
Paramètres hydrauliques Type d'effet :	Ecoulement
Peuplement piscicole : fonction	Production Croissance / développement Dérive
Peuplement piscicole : structure	Fréquence / densité Composition
Phytobenthos : structure	Biomasse
Qualité de l'eau	Caractéristiques chimiques Concentration d'oxygène
Sédiments	Composition granulométrique Déposition / remise en suspension

Tableau 10: Périodes critiques par les espèces (Eaucéa, 2010)

Ecosystème	Critère de sensibilité	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
		Poisson											
Salmonidés	Espèce sensible et stade												
	Adulte												
	juvénile												
	alevin												
	fraie												
Esocidés													
	Fraie												
Cyprinidés													
	juvénile												
	fraie												
Qualité des eaux													
	Fluctuation de la dilution et impact thermique en étiage												

Plus le débit est faible, plus les variations sont importantes. Cependant, il est aujourd'hui quasi impossible d'avoir une analyse prédictive de l'impact d'un régime hydrologique sur le fonctionnement d'un écosystème. Les impacts sont dus à plusieurs paramètres (hydrologie, hydraulique, stade de développement du poisson) et restent spécifiques à un cours d'eau ou tronçon de cours d'eau.

Par ailleurs, il est important de noter que les impacts constatés sur des individus ne sont pas toujours visibles à l'échelle de la population. Ainsi, un déficit de production peut présenter un caractère plus ou moins contraignant selon le potentiel de recolonisation depuis l'environnement proche (affluent, tronçon moins concerné, etc.).

Enfin, la gestion piscicole (le repeuplement) serait aussi une cause de réduction de l'impact visible des éclusées sur les populations, les repeuplements artificiels pouvant influencer la structure et la composition des populations. En repeuplant des tronçons amont, on peut penser qu'il n'y a pas de problème à l'aval car on trouvera des poissons (Eaucéa, 2008).

Résultats

I. Impacts des ouvrages sur les migrations

1) Forte présence d'obstacles sur le périmètre d'étude

Dans le ROE, on dénombre 38 références d'ouvrages sur la Garonne (une référence peut renvoyer à plusieurs ouvrages) et 605 obstacles sur notre zone d'étude. Afin de se rendre compte de la densité d'ouvrages sur le périmètre d'étude, j'ai découpé le linéaire en tronçon de 100km en partant de l'aval pour remonter. Les zones où l'on trouve peu d'obstacle sont en vert (**Figure 7**).

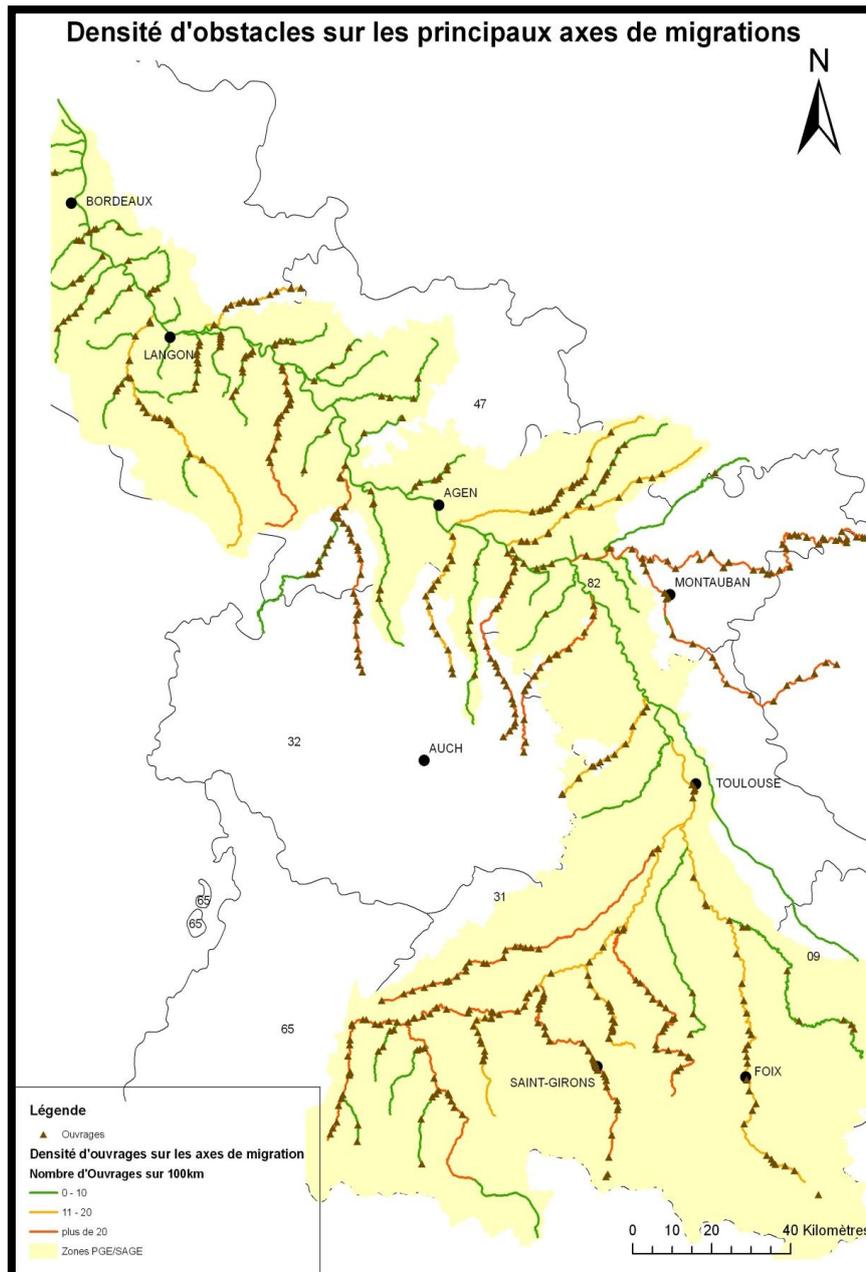


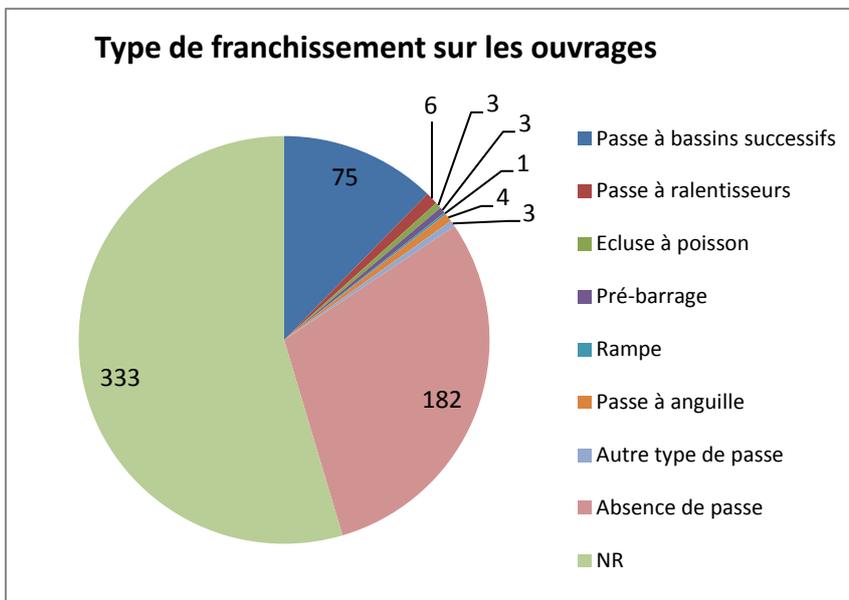
Figure 7: Densité d'obstacles sur les principaux axes de migrations (données du ROE ONEMA)

En observant la carte de densité des obstacles, on peut logiquement supposer que des cours d'eau utilisés par les saumons pour se reproduire (amont de Carbonne) ne sont pas facilement accessibles ou colonisable car ils sont abondamment équipés d'usines hydroélectriques. Par exemple, même si le Salat n'est pas ouvert à la migration aujourd'hui puisque les saumons sont piégés à Carbonne et relâchés à l'aval de la Pique : on compte 23 microcentrales ne permettant pas la colonisation des habitats les plus favorables en amont des ouvrages par les saumons. Autre exemple, la Neste et ses 18 ouvrages jusqu'au Pont de Lète n'est donc pas accessible à 100% par les migrateurs malgré les équipements de franchissement présent sur certains obstacles.

2) Franchissement des obstacles

Les ouvrages sont parfois équipés de passes à poissons ou d'autres aménagements permettant d'améliorer le franchissement des poissons à la montaison et de limiter la mortalité à la dévalaison (surtout induite par les turbines des usines hydroélectrique).

a) Informations sur le franchissement des obstacles sur tout le périmètre d'étude

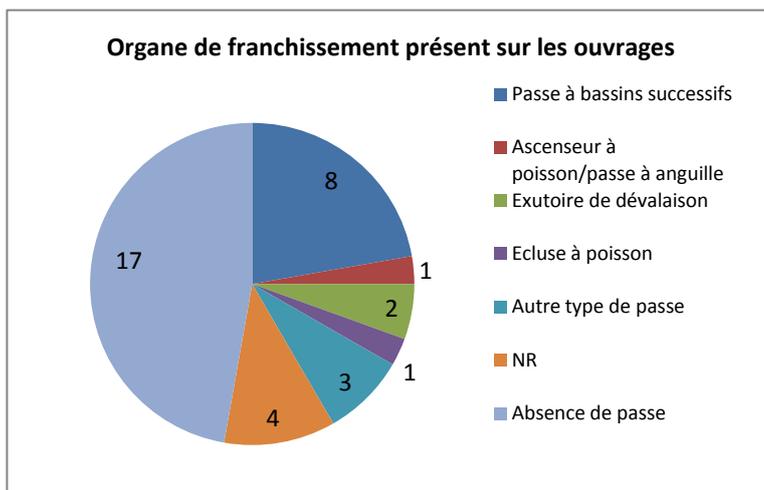


J'ai pu constater que parfois certains ouvrages sont équipés de passe à poissons alors que des ouvrages plus en aval ne le sont pas. Ainsi, les poissons ne pouvant franchir les premiers obstacles, ne peuvent pas bénéficier des équipements présents en amont. Il est donc plus pertinent d'équiper et attester du franchissement des obstacles en aval avant d'équiper ceux en amont.

En ce qui concerne les notes de franchissabilité des ouvrages, peu d'entre elles sont renseignées.

Les notes de franchissement des lamproies et aloses sont encore moins renseignées que celles des anguilles ou salmonidés (**Annexe 6**).

b) Equipement pour le franchissement des obstacles sur la Garonne



Sur la Garonne, si l'on considère les ouvrages non renseignés en termes d'équipement pour le franchissement comme sans équipement, plus de la moitié ne possèdent pas d'aménagement pour le franchissement des poissons.

J'ai pu constater que peu d'informations sur la franchissabilité sont encore renseignées dans le ROE et les autres sources surtout sur les affluents. C'est pourquoi, ma première analyse de la franchissabilité des obstacles n'est que provisoire, il faudra réutiliser les données du ROE une fois celui-ci complété.

Sur la Garonne, nous pouvons constater que la franchissabilité de l'ouvrage est peu renseignée par espèces sauf pour les salmonidés dont 12 obstacles sont « infranchissables » et 7 « infranchissables sauf en condition exceptionnelle » donc environ la moitié n'est pas franchissable par cette famille.

3) Territoire accessible à la migration

J'ai tenté de délimiter les linéaires de migration possible et ceux infranchissables par la majorité des poissons du fait de la présence d'un obstacle infranchissable. Ceci s'applique pour les aloses, les salmonidés et les lamproies. Pour les anguilles, j'ai utilisé le travail fait par MIGADO.

Pour déterminer le premier barrage infranchissable pour les poissons, j'ai considéré :

- la note de franchissabilité par espèce ou général (quand il n'y avait pas de note par espèce donc très souvent) du ROE.
- lorsqu'il n'y avait pas de données, j'ai utilisé les notes de franchissabilité du rapport SAGA2000 ou les travaux du Groupe migrateur Garonne.
- enfin, si le premier barrage rencontré sur un affluent était sans aucune donnée, je l'ai considéré comme infranchissable à la montaison (seulement 3 barrages sans information ont été considéré comme infranchissables).

Les obstacles pour lesquels je n'avais pas ces informations sont en gris. C'est le cas de la Jalle de Blanquefort.

Le linéaire colonisé par la plupart des poissons migrateurs est plus restreint que le linéaire présenté dans le SDAGE à cause des ouvrages infranchissables pour les poissons. On peut constater que beaucoup d'affluents classés comme axes prioritaires à la migration sont dans l'incapacité d'être (ou très difficilement) colonisés par les poissons à cause d'un ouvrage en aval qui bloque les migrateurs. Cependant, il y a toujours des poissons plus forts que les autres qui arriveront à traverser ses barrages très difficilement franchissables mais ils représentent une faible proportion et ne peuvent à eux seuls maintenir le stock de poissons. Pour assurer la survie de la population, il existe un système transfert par camion des saumons entre Carbonne et Ausson/Pointis.

a) *Linéaire de migration du Saumon d'Atlantique*
i. *A la montaison*

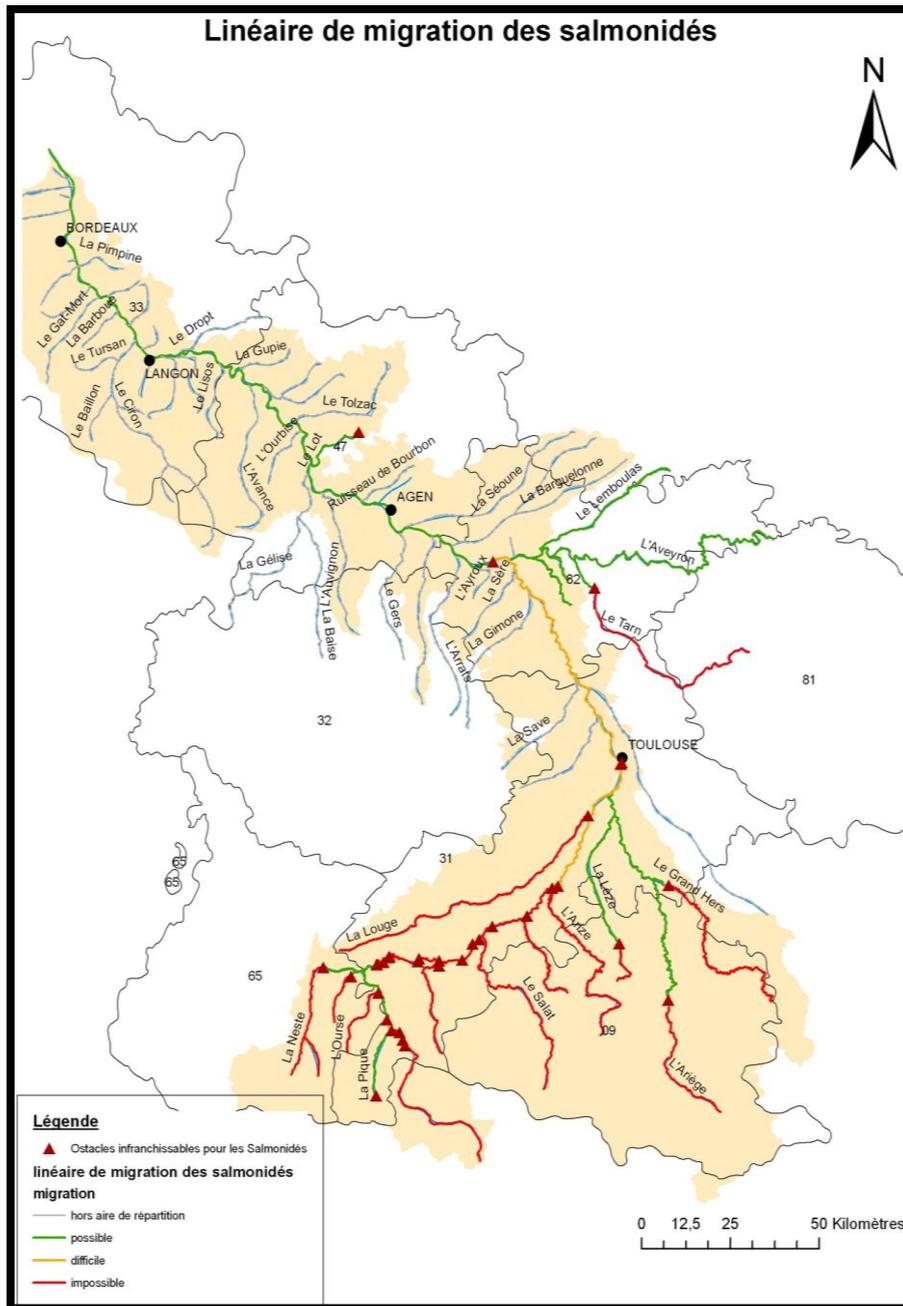


Figure 8: Linéaire de migration des salmonidés à la montaison (élaboré à partir des données ROE, SAGA200,...)

Selon le rapport SAGA, les équipements permettent aux saumons de remonter jusqu'à Carbone. Cependant, un pourcentage de saumons reste bloqué en aval des barrages de Golfech et du Bazacle. Une étude a montré que la franchissabilité de l'aménagement hydroélectrique de Golfech-Malause était de 47% avec un temps de blocage moyen de plus de 12 jours (Delmouly et al. 2007). Les saumons arrivés à Carbone sont directement conduits à l'aval de la Pique.

Sur la Pique le premier barrage posant problème est celui de Castelvieil qui ne permet pas le passage des saumons ; c'est donc le point d'arrêt des saumons (**Annexe 7**).

Sur l'Ariège, des dispositifs de passes à poissons ont été mis en place sur les barrages mais des barrages en aval bloquent toute remontée du saumon comme celui du Vieux Moulin, de Labarre et Ferrières/Garrabet. Les saumons sont ainsi définitivement bloqués à ce niveau si ce n'était pas le cas plus en aval avec le barrage de Grépiac car celui-ci est équipé d'une passe à poissons peu efficace (54% d'efficacité avec beaucoup de retard GMG) ou à Saverdun où seul un saumon sur deux accède à l'amont de l'obstacle. De même au niveau de l'obstacle de Pébernat qui possède une passe de faible efficacité avec des retards importants mais peu de poissons se présentent à cause des barrages précédents. Les saumons se reproduisent en aval du barrage de Grépiac.

Sur l'Hers vif, la confluence avec l'Ariège étant située en amont de Grépiac qui n'est que partiellement franchissable, les saumons sont probablement peu nombreux à remonter ce cours d'eau. De plus le premier barrage rencontré sur cet axe est infranchissable (Cintegabelle). L'Hers vif n'est donc actuellement pas un axe de migration pour les saumons (**Figure 8**).

Sur le Salat, aucun poisson ne peut y accéder puisque sa confluence se situe entre le barrage de Carbonne et celui d'Ausson (Bosc Iarinier, 2000).

Sur la Neste, le premier ouvrage infranchissable est celui d'Artigaux (5^e barrages en partant de l'aval) suivi de quatre autres barrages infranchissables. On peut donc considérer que la migration du saumon sur la Neste s'arrête à Artigaux.

ii. A la dévalaison

De même que pour la montée des adultes, les smolts sont piégés à Ausson pour être transportés en aval de Carbonne voir à l'aval de Golfech. Les smolts nés en aval du barrage de Ladivert sur la Garonne pourront redescendre jusqu'au piégeage mais pas ceux nés à l'amont du barrage.

Sur la Pique, la dévalaison est impossible au niveau de la centrale de la Pique inférieur (si les saumons arrivent jusque là) cependant aucun saumon n'a pu passer ce barrage à la montaison. Il n'y a pas de problème rencontré au niveau des barrages de Cierp et de Péchiney.

Sur la Neste, si on considère qu'aucun saumon ne passe les cinq barrages infranchissables à la montaison à partir du barrage d'Artigaux alors il n'y a pas de problème à la dévalaison des saumons issus du repeuplement à partir de ce barrage.

Sur l'Ariège, il n'y a pas d'ouvrages infranchissables à l'aval du vieux moulin. Suite à des aménagements, le barrage de Grépiac est franchissable comme Las Mijanes, Las Rives, Guilhot par contre il y a toujours un problème au niveau de Saverdun.

Sur l'Hers vif, les saumons ne pouvant franchir le barrage de la Cintegabelle, les problèmes se situent au niveau de Grépiac et Auterive sur l'Ariège (rapport SAGA 2000).

On peut donc constater que la libre circulation est difficile pour les saumons car ceux-ci remontent la Garonne jusqu'aux sources et donc ils doivent traverser les montagnes pyrénéennes chargées en usines hydroélectriques. C'est pourquoi, les opérations de piégeage/transport ont été mises en place pour leur permettre de se reproduire en amont. Malgré les efforts mis en place, les opérations ne sont pas efficaces à 100%, des pertes peuvent être visibles comme entre le barrage de Golfech et celui du Bazacle où un nombre important de saumons est bloqué à ce niveau ce qui peut occasionner leur mort. Cette année (27/06/2011), 149 saumons ont traversés Golfech et seulement 40 saumons ont été vus au Bazacle. En 2010, sur 101 saumons passés a Golfech, seulement 24 étaient dénombrés au Bazacle (Site MIGADO)

Cependant, on ne connaît pas les raisons de ce blocage : sont-ils bloqués aux barrages de Toulouse ou est-ce la mauvaise qualité de l'eau qui les empêchent de traverser ce tronçon ?

iii. Programme de repeuplement

Des programmes de repeuplement du saumon sont organisés sur le bassin de la Garonne. Après la phase de production d'œuf, éclosion et grossissement en milieu artificiel, les smolts et les alevins sont déversés en amont du bassin. Les déversements sur le bassin de la Garonne se déroulent en 3 phases (selon le stade) : au mois de mars pour les smolts, de mai à juillet pour les alevins et les pré-estivaux et en octobre pour les tacons. Les opérations de repeuplement sont réalisées par le personnel et avec les moyens techniques de MIGADO.

En 2009, 311 000 alevins/pré-estivaux ont été déversés sur la Garonne et la Neste en amont des stations de piégeage à la dévalaison de Pointis et Camon. L'Ariège, entre Saverdun et Foix a bénéficié d'un effort de repeuplement de 146 560 alevins, 75 710 pré estivaux, 31 050 tacons 0+, 5 960 tacons 1+ issus de l'élevage intensif (production de smolts et géniteurs enfermés) et 18 500 tacons 0+ provenant de la production extensive en lac. Sur la Garonne, en aval de Golfech, ont été lâchés 6 750 smolts produits à la pisciculture de Pont Cruzet. En complément, 18 890 pré-estivaux et 12 160 tacons 0+ ont été introduits au niveau de plusieurs secteurs sur la Garonne en aval de Carbonne.

C'est grâce au programme de repeuplement que le saumon est encore présent sur le bassin de la Garonne. Sans ce programme, les barrages empêcheraient la migration du saumon.

b) Linéaire de migration de l'anguille européenne (Figure 9)

Sur la Garonne, le pourcentage d'anguille à passer Toulouse est faible à cause de la présence de deux barrages (Bazacle et Ramier **Annexe 8**), on peut donc considérer que la migration s'arrête en ce point. Les anguilles ne colonisent donc pas ou très peu les cours d'eau en amont de Toulouse.

Au niveau du Dropt, dés Casseuil, l'anguille rencontre un obstacle difficilement franchissable sur son passage suivi de deux autres infranchissables (moulin de Labarthe et le barrage de Bagas). La colonisation du Dropt est donc très limitée.

Sur le Lot, le barrage d'Aiguillon représente un obstacle très difficilement franchissable, on peut donc en déduire que ce cours d'eau n'est pas ou très peu colonisé par les anguilles.

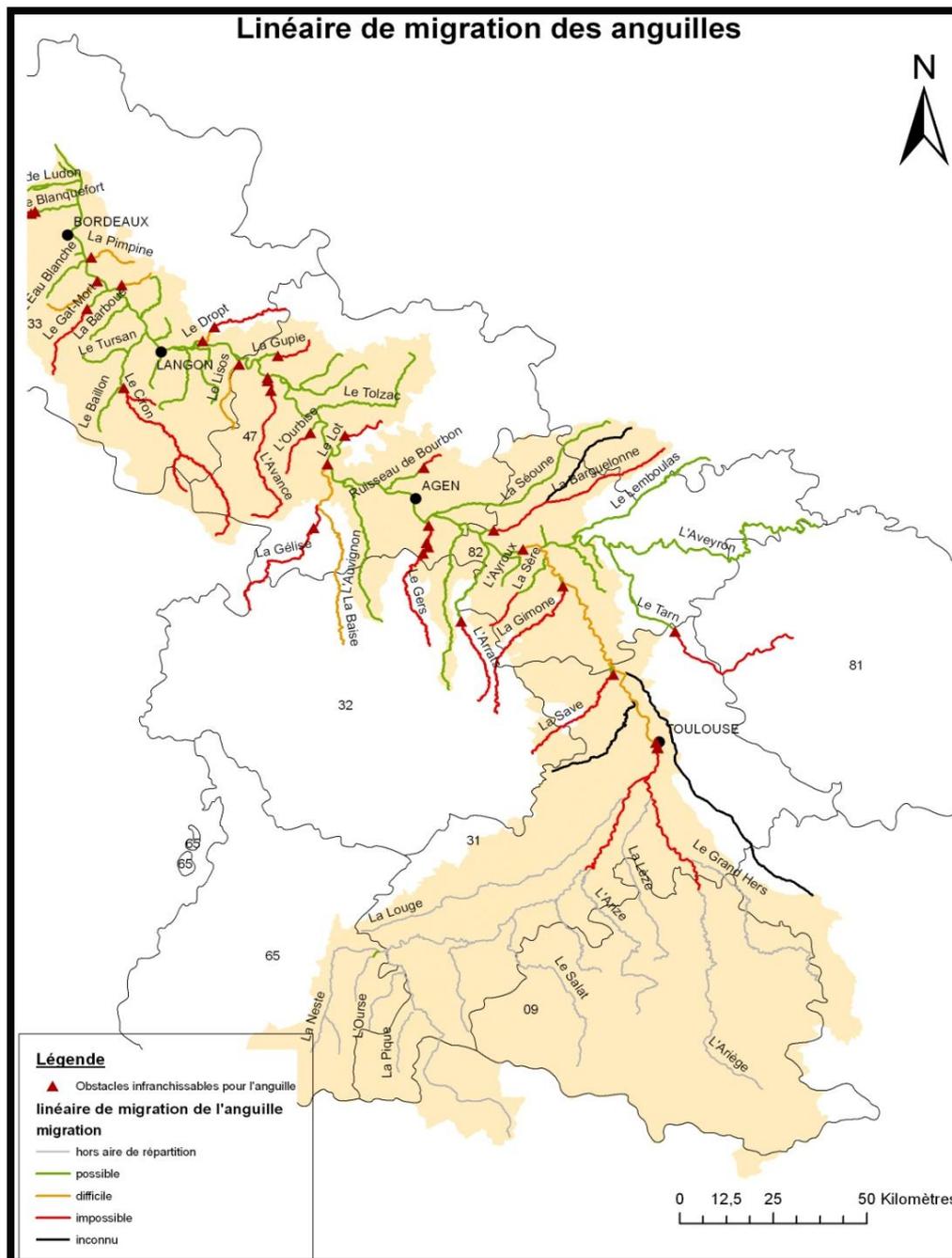


Figure 9: Linéaire de migration de l'anguille (groupe technique anguille du Cogepomi et MIGADO)

Par ailleurs, des ouvrages empêchent partiellement ou totalement la migration des anguilles sur les cours d'eau suivants : la Séoune, la Barguelonne, le canal de Despartin, la Maqueline, la Jalle de Blanquefort, l'Auroue, la Baise, la Canaule, le Trec, l'Euille, l'Avance, le Lisos, l'Ourbise, la Beuve, le Gats mort, le Saucats, la Pimpine, l'Eau blanche, et la Jalle d'Olive. En outre, le Lisos est un cours d'eau atelier pour la restauration de l'anguille, il serait donc important de permettre le passage de l'anguille au-dessus du moulin de Rabèze qui est considéré comme difficilement franchissable.

L'aval du Gers est équipé de quatre barrages infranchissables pour les anguilles (barrage de Layrac, moulin de Sabathé, ancien moulin de Roques et moulin d'Astaffort), on peut donc se demander si ce

cours peut être considéré comme colonisable par les anguilles car elles sont stoppées à un kilomètre après avoir passées la confluence.

De même pour le Tolzac, le barrage du moulin de Fauillet est très difficilement franchissable et se trouve à un kilomètre de la confluence avec la Garonne. Ce cours d'eau n'est donc pas colonisé par les anguilles.

En ce qui concerne le Ciron, les moulins de Lamothe et Lasalle sont difficilement franchissables et le moulin de Villandraut est infranchissable. Ainsi, les anguilles ne peuvent coloniser le reste du cours d'eau (Rapport du groupe technique anguille du Cogepomi).

Enfin, l'anguille adulte qui dévale le cours d'eau est très impactée par les usines car il y a une importante mortalité lors du passage dans les turbines.

c) Linéaire de migration de l'alose et de la lamproie marine (Figure 10)

A la fin des années 70, l'alose ne remontaient que jusqu'à Golfech (80% des frayères de grande Alose sont situées en amont de Golfech). Aujourd'hui avec l'équipement de l'aménagement hydroélectrique de Golfech, les aloses peuvent remonter Golfech.

L'alose feinte ne colonise que la Garonne et remonte jusque Marmande. Elle ne rencontre donc pas de problème de libre circulation (Baglinière et Elie, 2000).

La Grande Alose peut coloniser la Garonne jusqu'à Mancières/Carbonne cependant les aloses sont souvent arrêtées par le barrage de Golfech ou par l'un des quatre de seuils à Toulouse (**Annexe 9**). Il est donc rare d'observer des aloses en amont de Toulouse malgré l'existence de frayères avérées ou potentielles en amont. La lamproie marine possède le même territoire de migration que l'alose.

En conclusion, on peut dire que sur la Garonne certaines espèces sont en difficulté, il est donc important de rétablir la libre circulation sur la Garonne pour voir plus de poissons sur l'amont et sur les affluents (qui sont eux-mêmes chargés de nombreux ouvrages). Cependant, la libre circulation n'est pas le seul facteur à entrer en jeu dans la capacité de colonisation des cours d'eau par les poissons, la pollution est un facteur aussi essentiel.

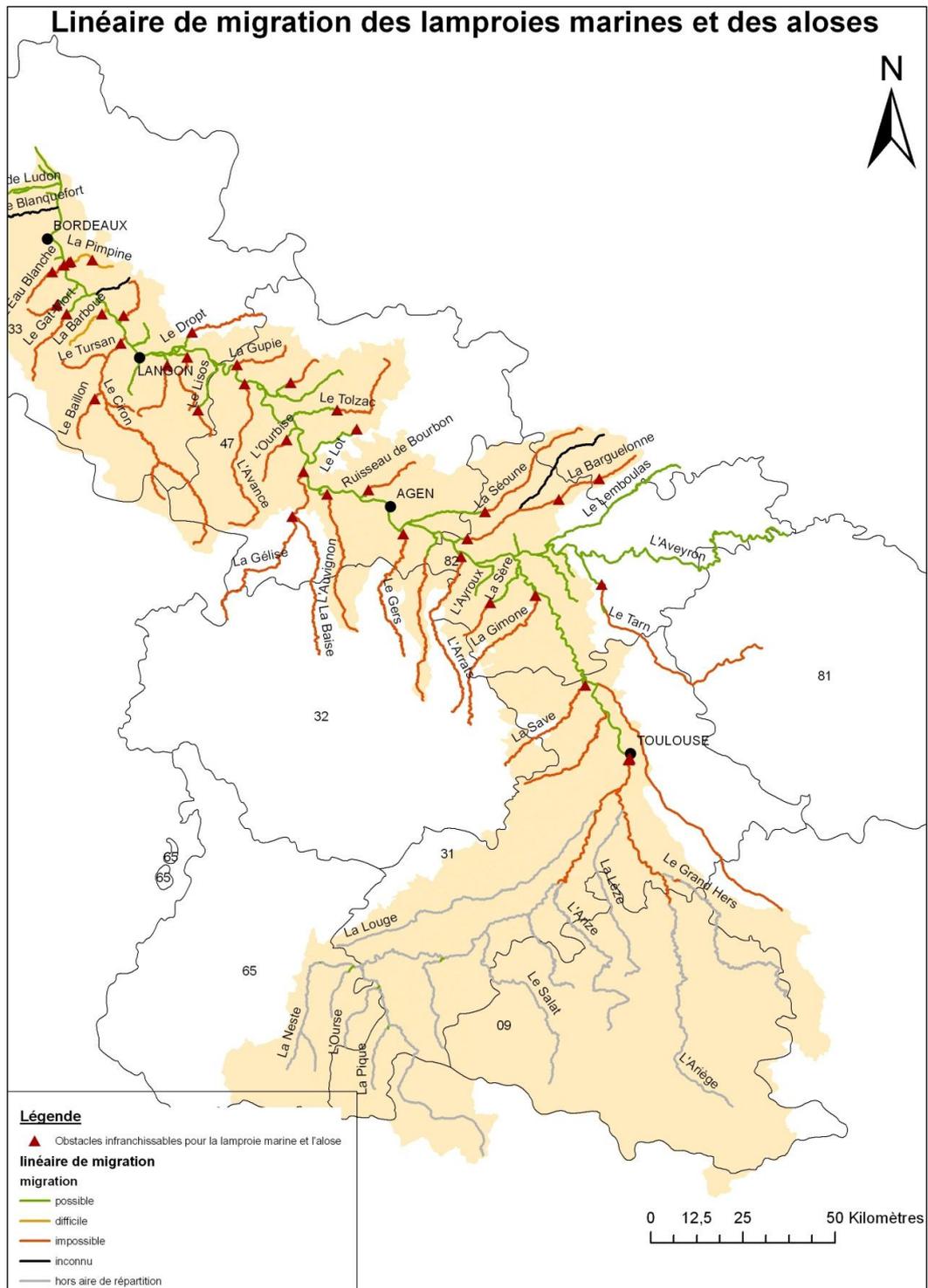


Figure 10: Linéaire de migration de la lamproie marine et de l'aloise vraie à la montaison (élaboré à partir des données ROE)

4) **Obstacle physico-chimique à la migration : Bouchon vaseux**

Le bouchon vaseux est une zone de turbidité maximale (sédiments fins en suspension) particulière aux estuaires à marée, comprise entre des eaux douces peu chargées de matière en suspension à l'amont et les eaux salées marines en aval. Sa situation spatiale n'est pas stable. Elle évolue au gré des conditions hydrologiques (débits, cycles de marée...). (Site IFREMER)

En Gironde le bouchon vaseux est surtout dû à la marée. L'onde de marée le déforme vers l'amont de l'estuaire. Les sédiments fins sont remis en suspension, on a donc une remontée des particules et une accumulation de celles-ci au niveau de la convergence entre eaux douce et eau salé (Etcheber et al, 2011).

a) Evolution du bouchon vaseux

La concentration en matière en suspension est due à l'intensité des courants (elle-même due à l'amplitude de la marée) qui provoque une remise en suspension. Lorsque l'intensité de courant est maximum (en vives eaux), la remise en suspension est maximale et la concentration dans le bouchon vaseux est élevée.

Evolution saisonnière : lorsque le fleuve est en étiage, le bouchon vaseux remonte dans l'estuaire sous l'effet de l'onde de marée. En crue, le bouchon vaseux est expulsé vers l'aval. La condition optimale pour l'expulsion du bouchon vaseux est la concomitance d'une crue soutenue et d'une marée de vives-eaux. Ainsi malgré la présence quasi permanente du bouchon vaseux dans l'estuaire central, le bouchon vaseux remonte dans l'estuaire fluvial vers juin-juillet (Etcheber et al. 2009) et redescend lors des premières crues ou quand le débit augmente.

Sur la Garonne, le bouchon vaseux est plus étroit que dans l'estuaire et est donc plus concentré avec des déplacements longitudinaux plus marqués lors des changements de débits.

Les rejets industriels et domestiques augmentent le bouchon vaseux où s'accumulent les polluants. Le bouchon vaseux est riche en matière organique et de nombreuses bactéries consomment tout l'oxygène disponible. Sa turbidité empêche la lumière de pénétrer ainsi la photosynthèse est limitée et les organismes sensibles à la lumière y trouve un abri. En été, la nuit, le cœur du bouchon vaseux est fortement anoxique. En période de mortes eaux, le taux d'oxygène dissous remonte dans l'eau, à des valeurs proches de la saturation, mais la vase qui s'est déposée est alors très asphyxiante (wikipedia).

b) Barrière physico-chimique pour les migrateurs

Le bouchon vaseux agit comme une barrière pour les poissons qui souhaitent migrer car l'oxygène y est faible, la température y est élevée et il est concentré en polluants. Le manque d'oxygène et la température élevée provoquent un évitement des poissons. A la montaison, soit les adultes attendent le moment propice et ils prennent du retard sur leur migration ou ils retournent en mer et ne se reproduisent pas. Dans le cas où ils traversent le bouchon vaseux lorsque les conditions ne sont pas favorables, il est fortement probable qu'ils meurent. A la dévalaison, les juvéniles n'ont d'autres solutions que de traverser le bouchon vaseux, ils ne peuvent pas faire demi-tour. Ainsi, si les conditions ne sont pas propices, ils périssent avant d'arriver en mer.

Tout le problème pour le migrateur est de traverser le bouchon vaseux au bon moment car celui-ci est en permanence présent dans l'estuaire de la Gironde. C'est-à-dire qu'il ne doit pas traverser le

bouchon lorsque la température est élevée et que l'oxygène dissous est faible : entre juin et septembre, les conditions sont donc difficiles.

Le bouchon vaseux qui se retrouve dans sa partie fluviale de juin à octobre, pose problème aux saumons atlantiques adultes qui remontent ainsi qu'aux juvéniles d'aloses feintes et de grandes aloses qui redescendent en mer (**Tableau 11**).

Tableau 11: Calendrier de présence des migrations de poissons dans l'estuaire de la Gironde (Cemagref)

	Stade	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
<i>Petromyzon marinus</i> (lamproie marine)	Adulte												
	juvénile												
<i>Anguilla anguilla</i> (anguille européenne)	Adulte												
	juvénile												
<i>Alosa alosa</i> (grande alose)	Adulte												
	juvénile												
<i>Alosa fallax</i> (alose feinte)	Adulte												
	juvénile												
<i>Salmo salar</i> (saumon atlantique)	Adulte												
	juvénile												

Le recul du bouchon vaseux doit se faire en combinant la gestion de plusieurs paramètres qui influencent le comportement de celui-ci.

Le débit d'eau douce est un facteur important pour l'existence et les déplacements du bouchon. Ainsi, un débit d'étiage trop réduit engendre la remontée du bouchon vaseux sur la Garonne. A Bordeaux, il faut un débit supérieur à 200m³/s pour repousser le bouchon vaseux vers l'aval. Or durant l'étiage ce débit n'est pas possible c'est pourquoi le bouchon vaseux remonte.

La qualité de l'eau dépend des apports en matière organique associés aux apports en matière minérale de l'amont et aux apports locaux (zones de rejets industriels, urbains,...).

Enfin, en agissant pour réduire l'érosion des sols, on limiterait la quantité de sédiments fins, matières organiques et de polluants (pesticides, hydrocarbures,...) (Etcheber et al, 2011).

5) Conclusion de la libre circulation

Le nombre important d'ouvrages sur la Garonne et les affluents met en évidence un linéaire de migration parfois difficilement accessible si ce n'est inaccessible. Ainsi, même lorsque les obstacles sont considérés comme franchissables une partie de la population peut être en difficulté soit bloquée au niveau de l'ouvrage soit retardée car les poissons peuvent mettre du temps à traverser l'ouvrage (plusieurs essais ou difficulté à trouver la passe à poisson).

Un linéaire de migration pour chaque espèce a été déterminé grâce aux informations fournis par le ROE et nous a permis de constater que des cours d'eau classés comme axes à grands migrateurs (liste C32 SDAGE) n'étaient que très peu colonisables. Suite à la première analyse, seul 41% du territoire est colonisable toutes espèces confondues.

Cependant, comme il l'a été plusieurs fois mentionné, la base de données de référence, le ROE, n'est pas encore complet. C'est pourquoi, les résultats de cette première analyse sont provisoires.

De plus, quelques problèmes en terme de gestion de ces ouvrages ont pu être décelés comme par exemple, l'équipement de passe à poisson sur des ouvrages en amont alors que des ouvrages plus en aval ne sont pas équipés et sont difficilement franchissables voir infranchissables.

II. Impacts de la température, de l'oxygène dissous, des substances polluantes et des différents indices biologiques

1) Données de températures élevées entre juin et septembre

a) Dans la bibliographie

Il suffit d'une journée de forte température pour que les poissons dépérissent. L'espèce la moins impactée est l'anguille qui résiste à des températures jusqu'à 30°C.

Dans les études faites entre Toulouse et Golfech ou plus en amont, des moyennes journalières de températures supérieures à 28°C en 2009 et des températures ponctuelles maximales supérieures à 30°C sont recensées au niveau de Golfech (Etude SMEAG effectuée par Carry et Nars, 2010). De même en 2009, au Bazacle et à Verdun les températures moyennes journalières en aout dépassaient 25°C.

L'étude de Croze et al. (2006) rapporte que des moyennes journalières de 27.5°C ont été atteintes en aout 2004 aux stations de Malause, de St-Nicolas-de-la-Grave et de Belleperche. Des températures instantanées de 28.6°C et 28.8°C ont été enregistrées respectivement à St-Nicolas de la Grave et Belleperche. Ainsi, ces températures sont létales pour les saumons ou juvéniles traversant ces zones à cette période.

Une autre étude (Croze et al., 2007), montre l'évolution de la température en Garonne entre 1977 et 2007. La première conclusion est que la température annuelle à Golfech et Toulouse a augmenté (de 0.9°C à Golfech et 0.6°C à Toulouse) en 30 ans tout comme la température moyenne du mois le plus chaud (+ 1.9°C à Golfech et + 1.8°C à Toulouse). Sur les cinq dernières années de l'étude les températures du mois le plus chaud sont passées de 22.2 à 24.4 °C à Golfech et de 20.6 à 22.3°C à Toulouse. Enfin les températures élevées sont plus précoces (le seuil de 19°C apparait au jour 154 en 2005 contre jour 209 en 1977 à Golfech) et s'étendent sur une plus longue période. Le seuil de 24°C qui n'avait pratiquement jamais été atteint à Golfech avant 1989 est ensuite souvent atteint et est même franchi à Toulouse. Ce seuil est pourtant très néfaste pour les saumons d'atlantique qui ne bougent plus, voir dépérissent à ce seuil. En résumé, la température annuelle entre Golfech et Toulouse a augmenté comme les températures du mois le plus chaud. Le réchauffement des eaux est plus précoce dans l'année et la période de fortes températures est plus longue.

Ces études ont montré que la Garonne entre Toulouse et Agen était peu favorable entre juin et septembre pour les poissons mais surtout pour les saumons qui doivent impérativement passer Toulouse avant que les températures soient trop importantes c'est-à-dire avant juin.

b) Moyenne des valeurs de températures du SIE sur ces quatre mois

J'ai fait la moyenne des données sur les quatre mois les plus chauds entre 2001 et 2009 pour chaque station. Il y a donc quatre données par an sur 9 ans : 36 données, cependant certaines stations ont moins de données car soit la station est plus récente soit sur certaines années la température n'a pas été prélevée. Les seuils étaient 20°C pour les salmonidés et de 25°C pour les autres poissons.

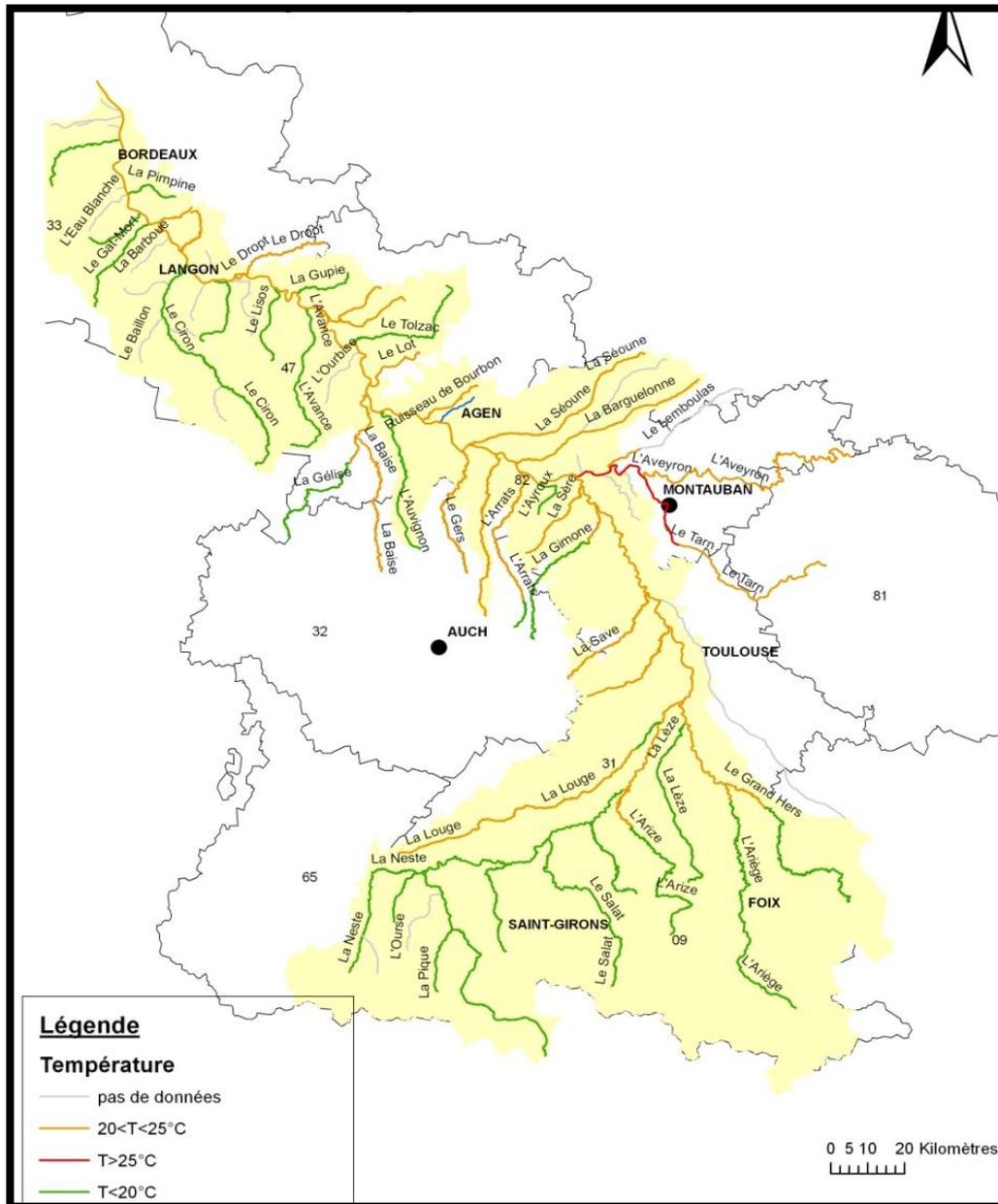


Figure 11: Représentation des moyennes des valeurs de température du SIE entre juin et septembre (2001-2009) par tronçons

On peut noter que les moyennes des données de températures sur la Garonne de Bordeaux à la confluence avec l'Arize sont supérieures à 20°C et que sur l'aval du Tarn, les moyennes sont supérieures à 25°C (**Figure 11**). Pour les aloses et lamproies dont les exigences en termes de températures doivent être inférieures à 25°C, la migration et la reproduction doivent avoir lieu avant juillet et les larves et alosons doivent supporter des températures ponctuellement supérieures à 25°C.

Rapport de stage de fin d'étude : la Qualité du milieu de la Garonne au regard des poissons
notamment migrateurs

On peut donc supposer que pour avoir des moyennes sur quatre mois supérieures à 20°C (moyenne de 25.54°C en aout à Ondes et température maximale de 29.4°C), des températures sont vraisemblablement supérieures à 25°C sur de courtes périodes surtout en juillet et aout qui sont les deux mois les plus chauds.

Afin de mettre en évidence l'abondance de données au-dessus de 25°C, j'ai choisi de présenter le pourcentage de données au-dessus de 25°C.

Des données sont supérieures à 25°C à partir de la station de Pinsaguel (amont Toulouse) avec des pics de pourcentages de données de température supérieures à 25°C à Toulouse (plus de 27%), après Golfech et après Agen jusqu'à Bordeaux(**Figure 12**).

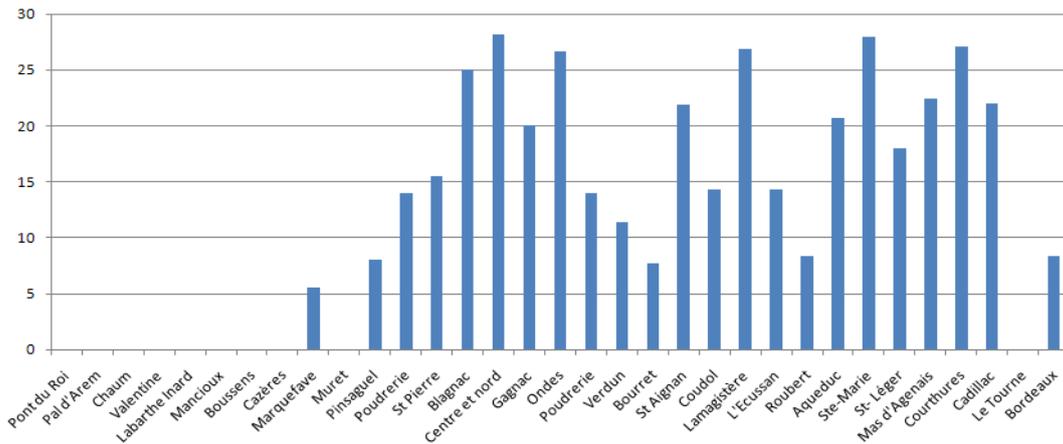


Figure 12: Pourcentages de données de températures du SIE supérieur à 25°C sur la Garonne entre juin et septembre (2001-2009)

J'ai effectué le même travail pour les données sur le Tarn et le Lot qui sont deux grands affluents plutôt chaud (**Figure 13**).

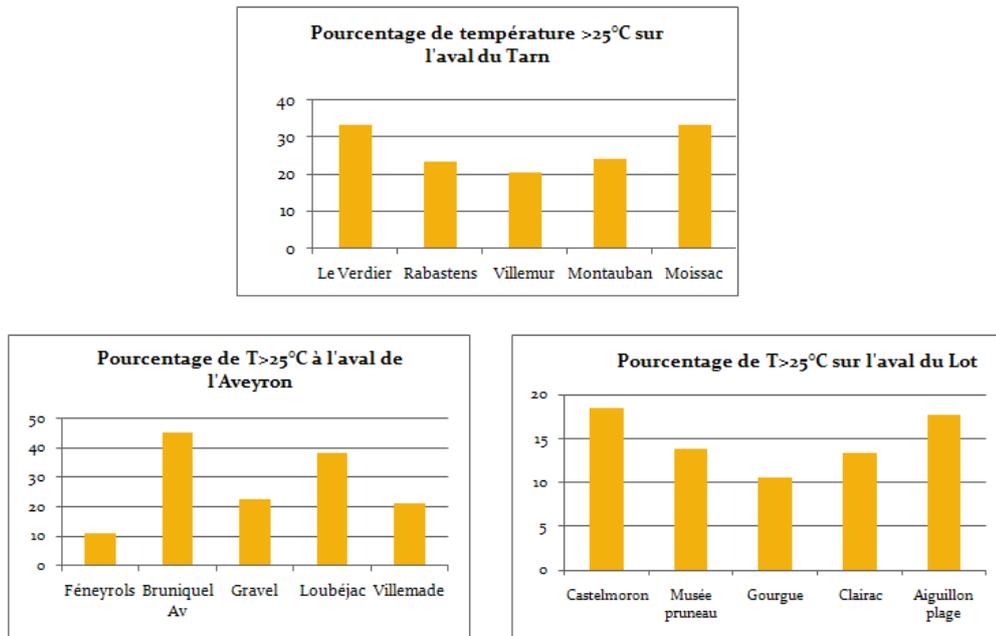


Figure 13: Histogramme des pourcentages de données de températures du SIE supérieurs à 25°C entre juin et septembre (2001-2009) sur les affluents

Les zones auxquelles l'attention doit être portée sont l'aval du Tarn, l'aval du Lot, la Garonne aval jusqu'à Toulouse.

c) Moyennes journalières des températures entre juin et septembre

Afin de vérifier que ces premières conclusions étaient valides, j'ai choisi de présenter les moyennes journalières de sept stations sur la Garonne réparties de l'amont à l'aval. Les données utilisées sont celles de l'année 2008 car c'est durant cette année que j'avais le plus de stations ayant un suivi en continu de la température sur le linéaire de la Garonne. L'année 2008 n'a pas été une année particulière en ce qui concerne ces températures (pas de canicule), c'est une année aux températures moyennes.

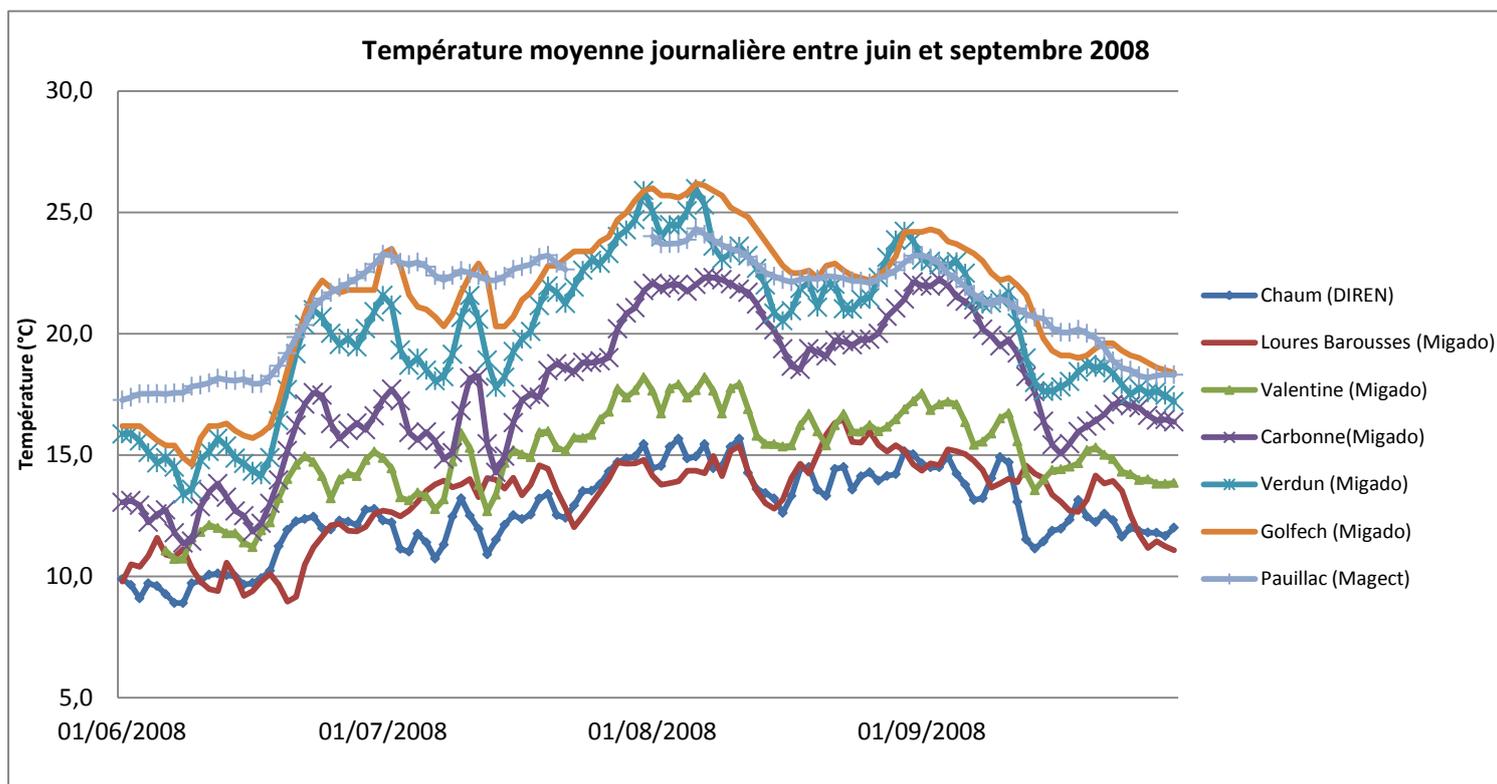


Figure 14 : Température moyenne journalière entre juin et septembre 2008 sur la Garonne (données MAGEST, DIREN et MIGADO)

On peut observer des moyennes journalières au dessus de 25°C à Verdun (26.1°C le 06/08) et Golfech (26.2°C le 06/08) début août. Ainsi, ponctuellement on peut s'attendre à avoir des températures bien supérieures à 25°C ce qui correspond à des conditions médiocre voir mortelles pour les smolts qui dévalent par exemple.

d) Comparaison des données du SIE et des données en continu

Par ailleurs, pour rendre compte de la représentativité des données du SIE, j'ai comparé les données du SIE et les données en continu obtenues plus tard : on peut observer quelques différences (jusqu'à 1.5°C) (Figure 14).

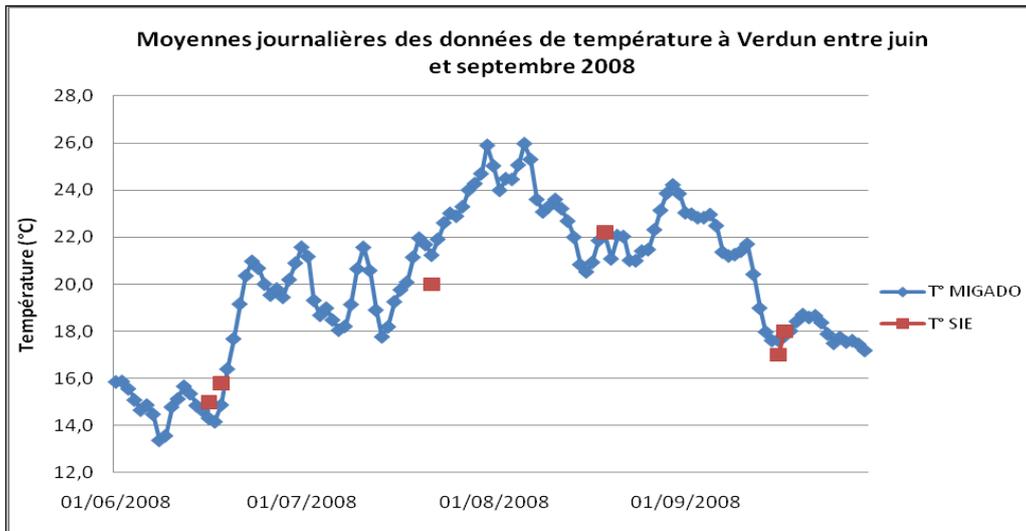


Figure 15 : Comparaison des données de températures moyennes journalières avec les données ponctuelles du SIE à Verdun en 2008 (données MIGADO et SIE)

Cependant, le point de prélèvement n'est pas le même c'est pourquoi on peut avoir des différences de 1°C comme on peut le voir avec les données en continu de MIGADO et de la DIREN à Valentine (Figure 15). La différence maximale est de 1.1°C et l'écart-type moyen est de 0.2°C. On peut ainsi mettre en évidence le fait que les données de température doivent être utilisées avec précaution. (Annexe 3).

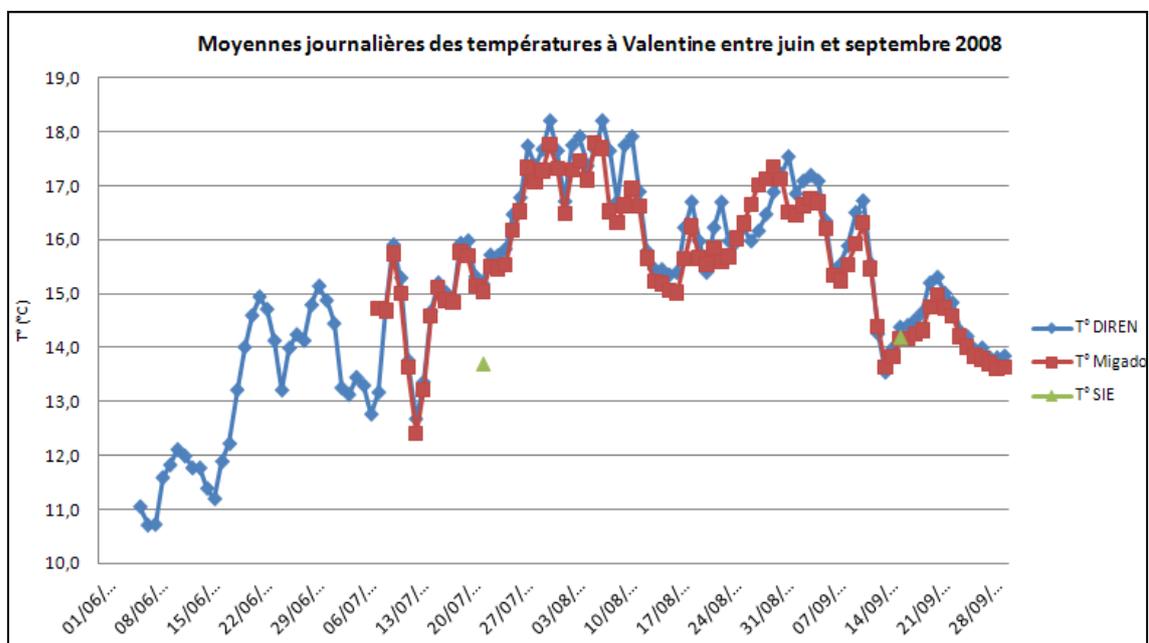


Figure 16 : Comparaison des données de températures moyennes journalières de deux stations de prélèvement en continu et des données du SIE à Valentine en 2008 (données MIGADO, DIREN et SIE)

En conclusion, même si les données du SIE ne sont pas très fréquentes (une donnée par mois), elles sont un bon indicateur et le seul à être homogène sur le bassin.

Des périodes de températures élevées sont visibles. On peut donc voir que les conditions sont difficiles pour le saumon sur tout le bassin sauf en amont de Carbone. Cependant, les températures létales ou difficiles pour les espèces sont très difficiles à évaluer car elles dépendent du temps d'exposition mais aussi et surtout de l'acclimatation des espèces à ces températures. Une acclimatation qui peut être très rapide (quelques générations seulement).

2) Données d'oxygène dissous faible entre juin et septembre

Dans la littérature, entre Toulouse et Golfech, le taux de saturation en oxygène peut se retrouver sous les 70% (bon état des eaux selon la DCE). Ce taux peut devenir problématique pour les saumons. Il faut noter que proche d'un obstacle la teneur en oxygène dissous est plus faible qu'en rivière ; ceci est dû à la stagnation de l'eau et une forte consommation en oxygène par respiration des plantes et animaux. La teneur en oxygène dissous est liée à l'activité photosynthétique.

Lorsque j'ai voulu représenter les moyennes de teneurs en oxygène dissous, aucunes moyennes sur les quatre mois (juin-septembre) n'étaient en-dessous de 5.5mg/l par contre sur certaines stations plus de 25% des données se situaient en-dessous du seuil de 5.5mg/l surtout en aval de Marmande. Nous pouvons penser que le bouchon vaseux a un rôle dans ces teneurs faibles.

En observant la carte (**Figure 17**), on peut s'apercevoir que le teneur d'oxygène dissous est au-dessous de 5.5 mg/l à l'aval de Toulouse et sur l'Aussonnelle puis à l'aval du Tarn, de l'Aveyron et du Lot puis sur l'aval de la Garonne (à partir de Marmande) et sur ses affluents avals de la Garonne.

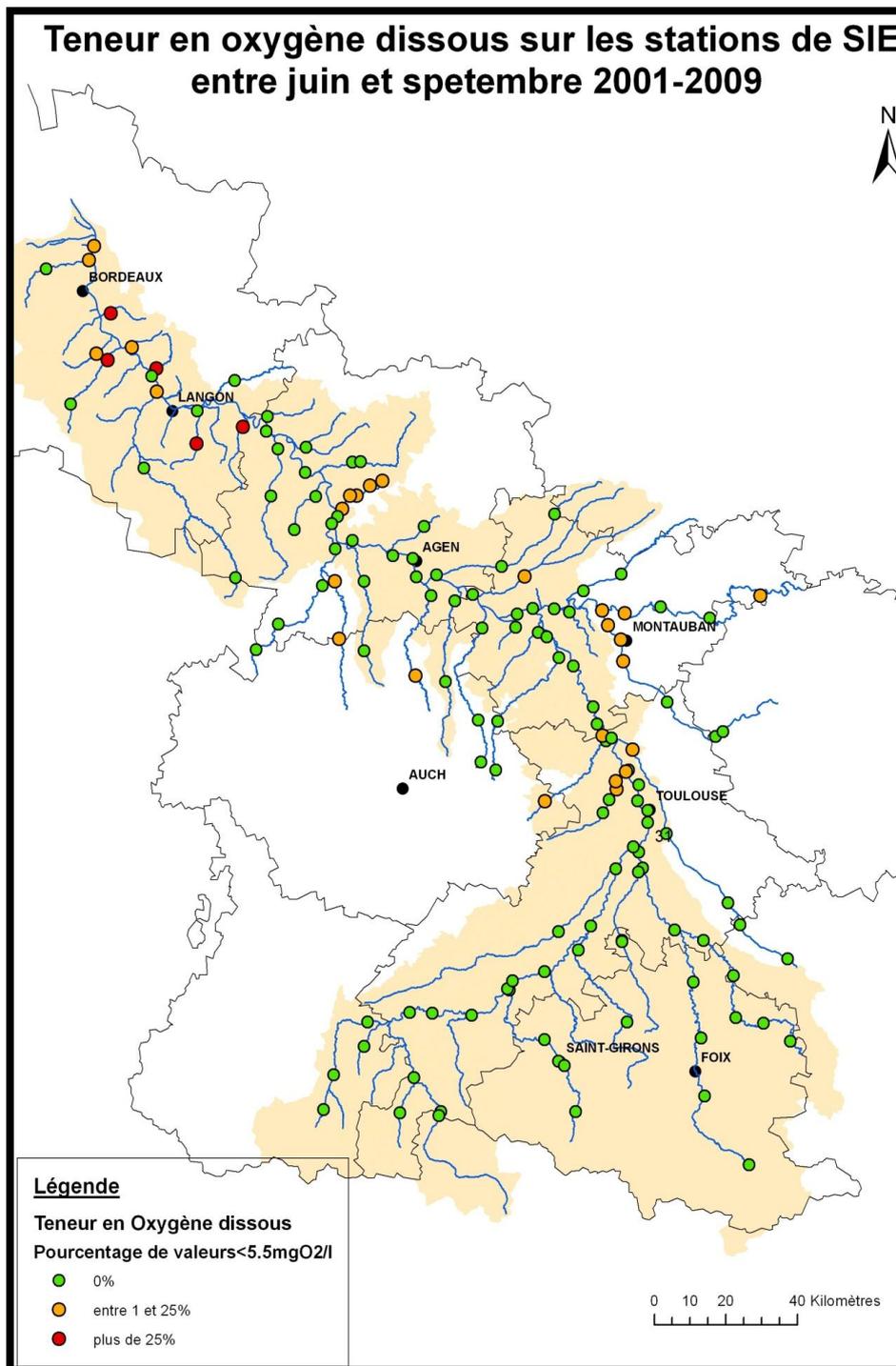


Figure 17: Pourcentage de données de teneur en oxygène dissous sur les stations du SIE inférieur à 5.5mg/l entre juin et septembre (2001-2009)

Le taux d'oxygène ne semble pas vraiment problématique sauf ponctuellement sauf à l'aval du Lot, du Tarn et de l'estuaire. C'est pourquoi, au niveau de l'estuaire le programme MAGEST surveille en continu l'oxygène dissous. Sur Pauillac, on n'observe pas de problème d'oxygénation ; mais plus en amont, on observe des teneurs très basses plusieurs jours de suite comme à Bordeaux (Figure 18).

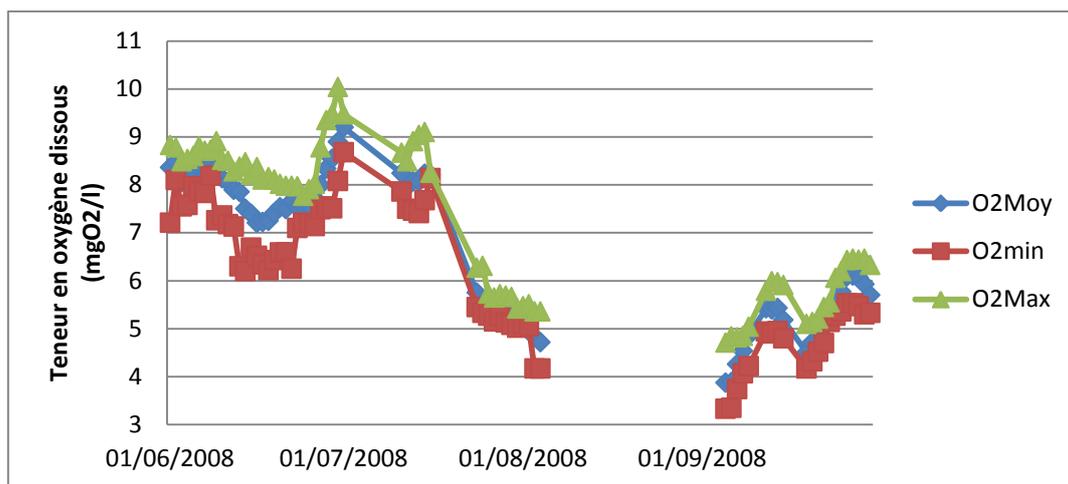


Figure 18: Teneurs en oxygène dissous à Bordeaux entre juin et juillet 2008 (Données MAGEST)

Il serait important de mettre des sondes pour mesurer ce paramètre dans les zones où le taux d'oxygène est momentanément sous les 5.5mg/l à savoir sur le Lot, le Tarn et l'aval de Toulouse. Ces enregistrements permettraient de mieux suivre les taux d'oxygène et appréhender les difficultés rencontrées par les poissons.

3) Des substances prioritaires présentes sur la majorité des cours d'eau

Comme je l'ai dit précédemment je n'ai analysé que les données de 2009. On a donc environ 12 mesures sur l'année 2009.

Sur toutes les stations de mesures, la présence au dessus du seuil de concentration maximale admissible du tributylétain, cadmium et mercure est révélée sur un ou plusieurs mois en 2009.

- Le tributylétain est utilisé comme pesticide. En France, son emploi est limité. Dans le bassin Adour-Garonne, une augmentation ponctuelle (dans l'espace et le temps) des taux de TBT (> 10 ng/l) a été mesurée dans l'eau en aval des stations d'épuration.

Des composés du tributylétain pourraient servir (INERIS) :

- comme produit anti-moisissure dans l'industrie du papier, du cuir et du textile et dans les circuits de refroidissement ;
- comme désinfectant et biocide dans les tours de réfrigération et les centrales électriques, en milieu hospitalier, etc.
- comme répulsif pour rongeurs ;
- comme antiparasitaire dans la brasserie et la maçonnerie.
- dans certains produits grands publics (oreillers anti-allergéniques, aérosols pour les pieds,...)

Le seuil limite de bon état de l'eau est de 0.0004µg/l.

- Le mercure est une substance classée dangereuse car celle-ci est neurotoxique et reprotoxique. Les rejets anthropiques sont principalement dus à l'exploitation des minerais, à la combustion des produits fossiles, aux rejets industriels et à l'incinération des déchets. Le seuil de bon état des eaux est de 0.07µg/l.

- Le cadmium est une substance classée dangereuse. Les rejets sont liés à sa production et son utilisation pour les alliages, batteries, plaqués, stabilisants ou pigments et dans les engrais. En France, 50 % de cette consommation serait consacrée à des applications industrielles et 50 % à des applications domestiques. Le seuil de bon état est fixé à 0.04µg/l pour une eau à dureté moyenne. Historiquement, la Garonne est connue pour sa pollution en cadmium à cause du Lot.

- Le plomb est un métal de la famille des cristallogènes. C'est un élément toxique, mutagène, et reprotoxique. Les batteries électriques représentent une fraction importante des utilisations du plomb. Les batteries pour l'automobile représentent à elles seules 65 à 70 % des utilisations du plomb. Le reste de la consommation concerne des usages divers : radiateurs d'automobiles, munitions, alliages, enrobage de câbles, produits extrudés, feuille de plomb (protection contre les rayonnements), soudure, céramique, masses de lestage, tuyaux, réservoirs. Le seuil de toxicité dépend de la dureté de l'eau. On retrouve ce composé sur l'Aussonnelle, l'amont de l'Ariège, l'aval du Lez, la Neste, la Baise et sur la Garonne (**Figure 19**).

(Source : rapport Croze 2006, Agence de l'eau 1999, Wikipedia)

Par ailleurs, sans dépasser les seuils de la DCE, on retrouve des molécules d'hexachlorobenzène sur tout le linéaire de la Garonne ; du diuron présent de Toulouse jusqu'à la confluence du Tarn, l'atrazine présente à l'aval de Toulouse jusqu'à Bordeaux et le fluoranthène ponctuellement présent.

Même si les substances ne sont pas tout le temps présentes, elles peuvent impacter les poissons à certains stades de leur cycle biologique. De plus, on ne connaît toujours pas l'effet cocktail de ces substances : ne s'accumulent-elles pas (effet toxique plus forte) lorsque plusieurs sont présentes au même endroit ?

Ensuite, avec les préoccupations sur les PCB, j'ai constaté que toutes les valeurs de PCB dans le SIE dépassaient la NQE à 0.001µg/l sur les sept stations (sur les 150 du territoire) où ces substances sont mesurées : Blagnac, Cornebarrieu, Coudol, Centre et Nord, Fourquet, Lamagistère et Seilh.

Par ailleurs, les substances prélevées ne sont pas nombreuses par rapport au nombre de molécules existantes sur le marché. On peut donc passer à côté d'une pollution sans le savoir car celle-ci n'est pas mesurée. C'est le cas des nouvelles molécules comme le fipronil (insecticide présent sur l'estuaire de la Gironde).

Il faudrait donc élargir la gamme de substances surveillée sur le bassin. En outre, ne connaissant pas bien comment se comportent ces nouvelles substances, il serait intéressant de mener des études même locales de suivi fin pour comprendre les variations (si il y en a) dans le temps et pouvoir appréhender les pollutions. C'est le cas dans l'estuaire de la Gironde où le programme étiage a pour but de mieux connaître, comprendre et appréhender les diverses pollutions sur l'estuaire.

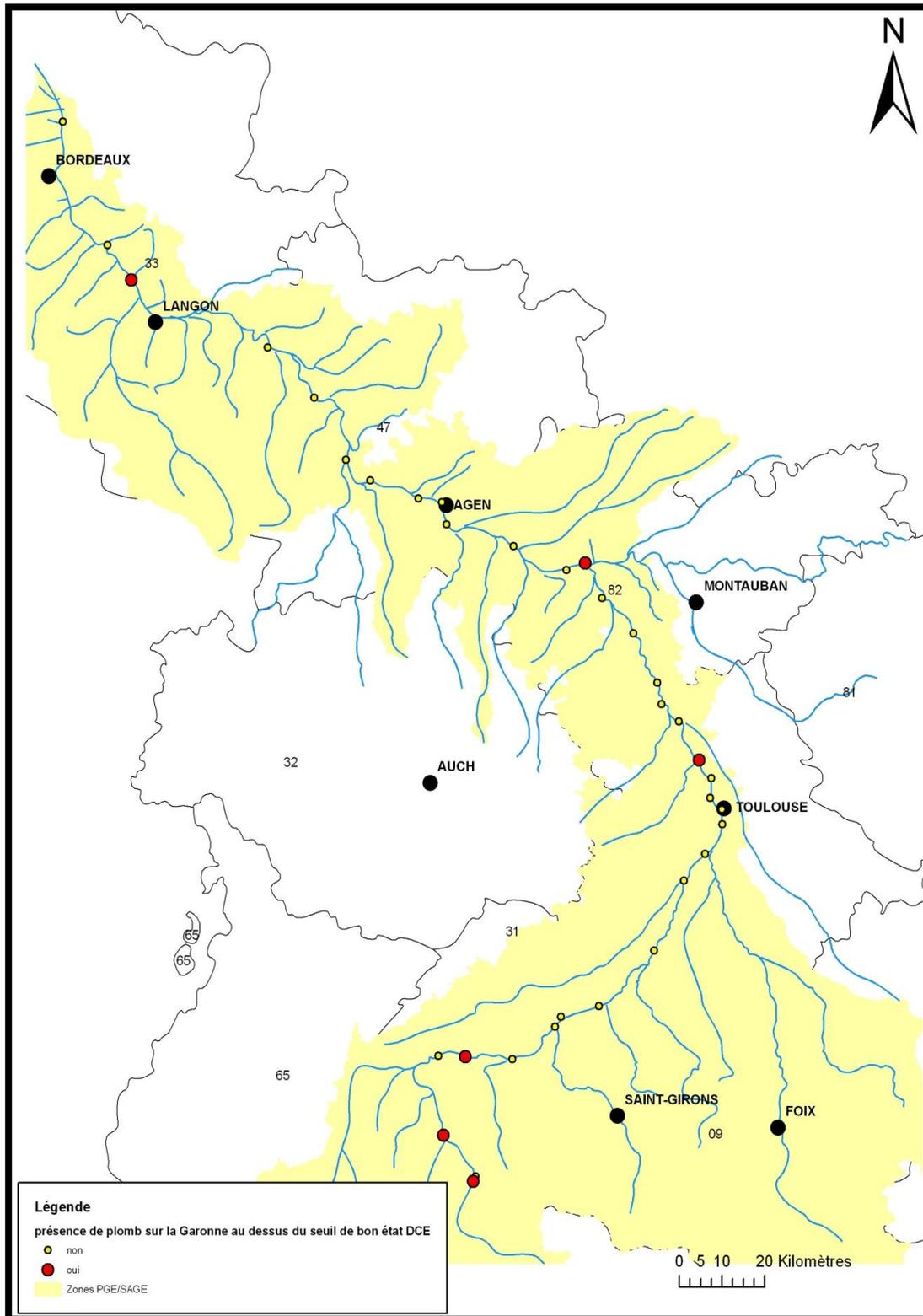


Figure 19: présence de substances prioritaires au dessus du seuil de bon état de la DCE en 2009 sur la Garonne (données SIE)

4) Présence de matières azotés et phosphorées

Dans l'Arrêté du 25/01/2010, les seuils de bon état pour l'ammonium et les nitrites sont respectivement de 0.5 et 0.3 mg/l. En utilisant ces seuils, peu de stations n'étaient pas en bon état en 2009. De même pour les nitrates qui ne dépassent que très rarement les 50mg/l d'eau (Figure 20 et annexe 10).

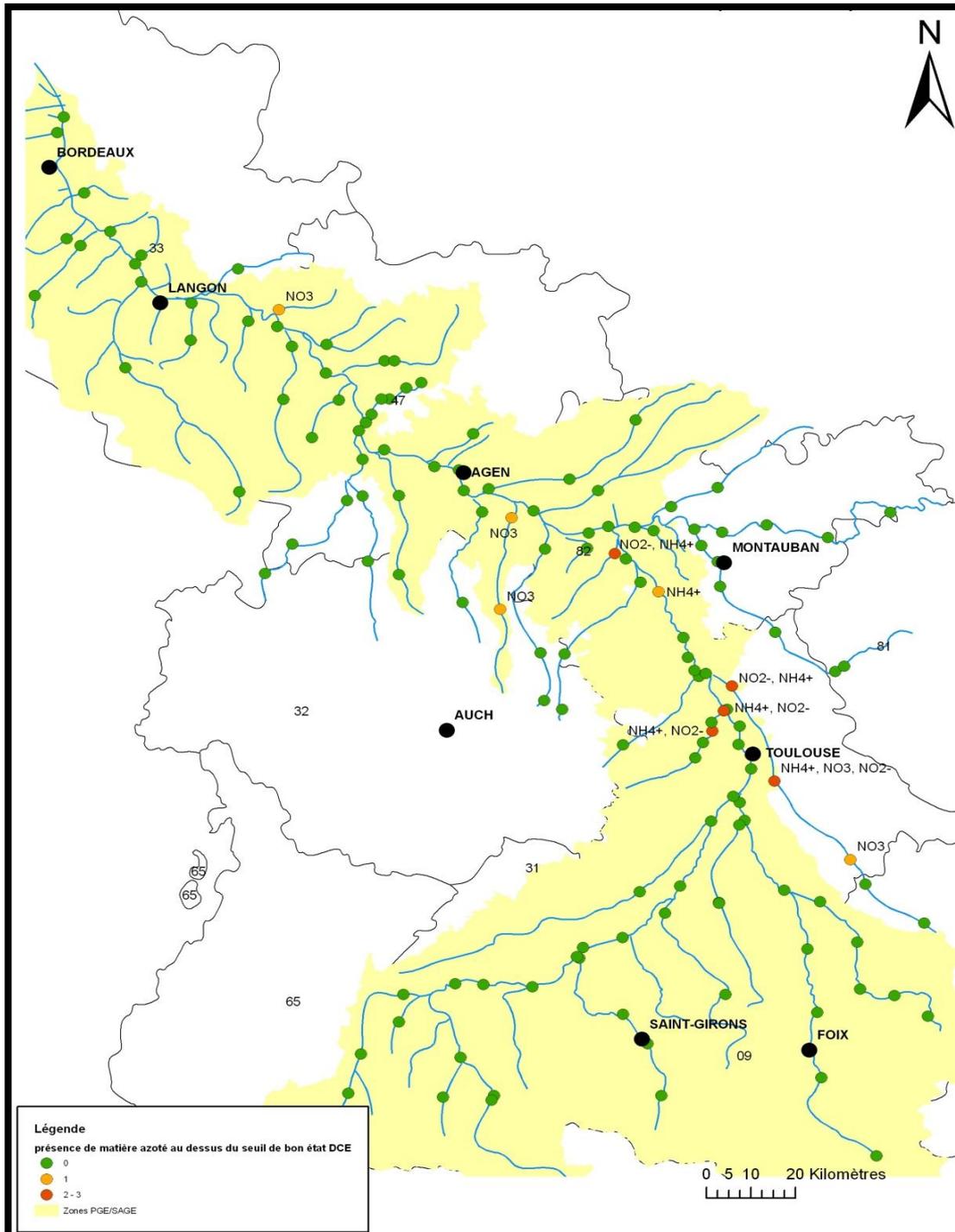
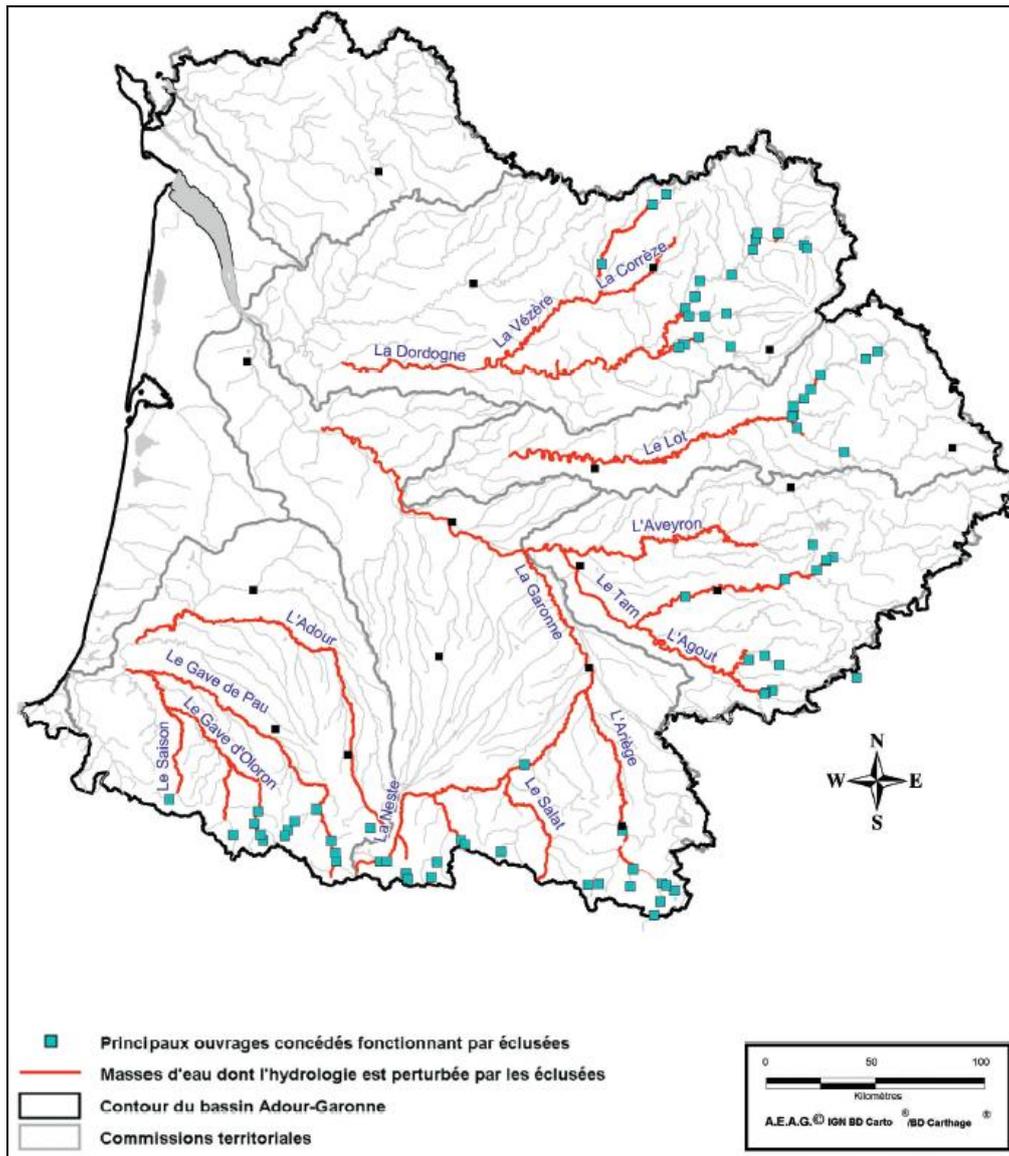


Figure 20 : Présence de matière azotée au dessus du seuil de bon état DCE en 2009 sur les stations du SIE

La matière phosphorée élevée se retrouve en amont sur la Neste et la Garonne puis entre Toulouse et Agen et à l'aval après la confluence avec le Lot.

III. Secteurs soumis aux éclusées



Le secteur amont du bassin de la Garonne est fortement soumis aux éclusées mais on observe que le Tarn et le Lot sont également soumis aux phénomènes d'éclusées.

En Espagne, le principal impact de la gestion hydroélectrique observé dans le Val d'Aran concerne le régime de débit réservé qui affecte l'essentiel du linéaire du fleuve. Des préconisations techniques et le processus de négociation qui suivra entre la France et l'Espagne devraient modifier le fonctionnement hydrologique de cette importante chaîne de production d'électricité (Etude SMEAG réalisée par Eaucéa, 2010). Les conséquences seront très importantes pour le respect

des objectifs écologiques en France qui subit l'essentiel des impacts du régime d'éclusée trop partiellement amorti par le barrage de Plan d'Arem (**Annexe 11**).

Pour le moment des études sur la présence d'éclusées ont été menées mais on ne connaît pas encore les impacts réels sur le bassin Garonne. Des études à ce sujet sont en cours (MIGADO, SMEAG)

IV. Principaux problèmes sur la zone d'étude

1) Impacts sur les frayères (Figure 21)

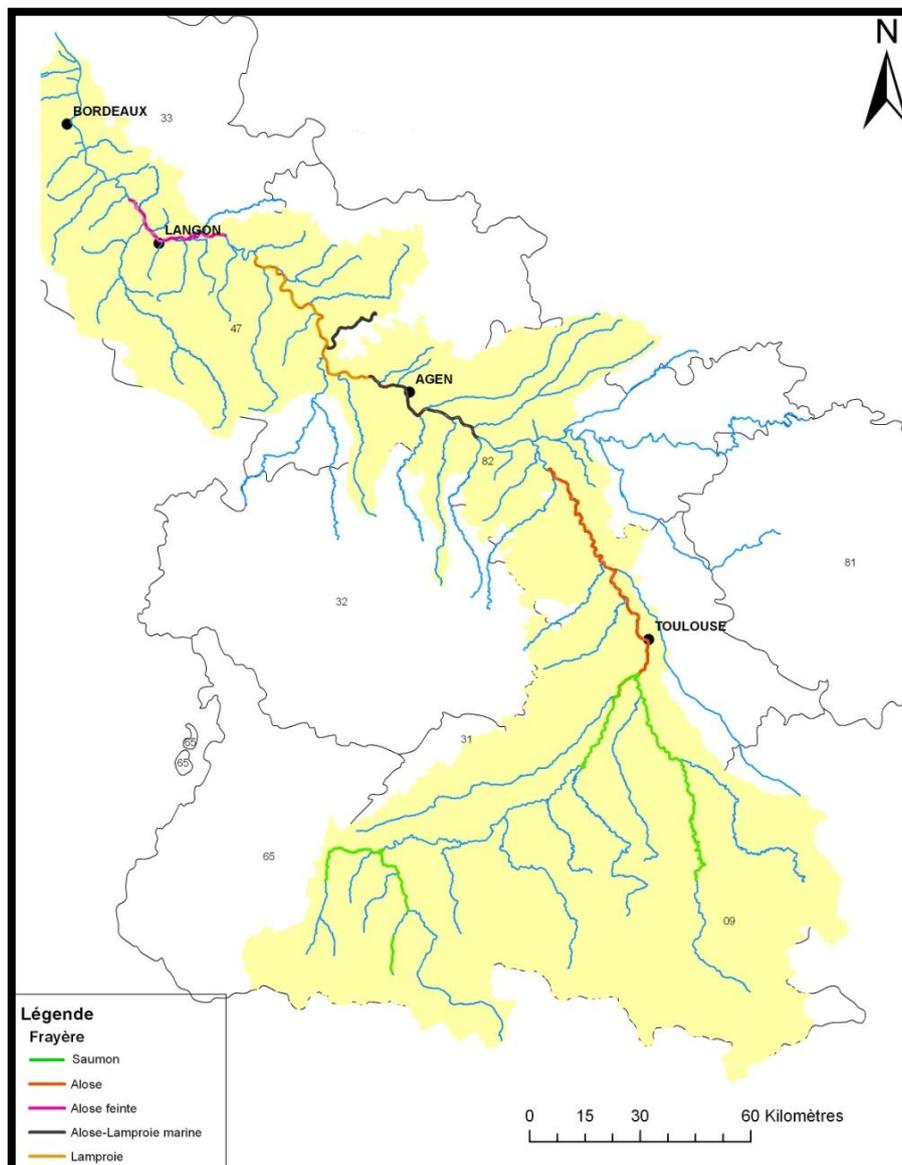


Figure 21: Représentation des frayères (Données NATURA 2000, MIGADO, Association de la frayère Alose d' Agen et la Fédération de pêche 47)

Sur les frayères les impacts peuvent être différents. Pour les aloses feintes qui se reproduisent en aval de la confluence avec le Lisos, la présence du bouchon vaseux en période estivale peut poser des problèmes de teneur en oxygène dissous faible accompagnée d'une température élevée (entre 20 et 25°C de moyenne entre juin et septembre) à l'aval des frayères. De plus, la station à l'aval de la confluence avec le ruisseau de l'Euille présente pour l'année 2009 un indice IBGN médiocre et un taux de matière phosphorée au dessus du seuil de bon état DCE. Le taux d'oxygène dissous semble le plus impactant pour les aloses feintes.

Pour les frayères des grandes aloses, les moyennes des températures relevées entre juin et septembre (entre 20 et 25°C) ne sont pas un facteur limitant pour cette espèce sauf sur l'aval du Tarn où les températures sont supérieures à 25°C. En ce qui concerne la teneur en oxygène dissous, les

résultats ne montrent pas des teneurs trop faibles sauf pour la frayère située sur l'Aveyron et localement à l'aval de la confluence de l'Aussonnelle avec la Garonne. Des matières azotées et phosphorées sont visibles à l'aval de la confluence de l'Aussonnelle avec la Garonne ; l'Aussonnelle qui est un cours d'eau classé en mauvais état par la DCE.

Les frayères à lamproies marines sont soumises aux températures élevées comme les frayères à grandes aloses.

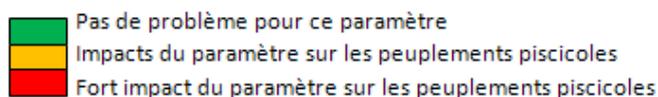
Les frayères à saumon ne se trouvent pas dans des lieux défavorables : les indices IBGN et les teneurs en oxygène sont bons. Cependant, les frayères les plus en aval c'est-à-dire sur l'aval de l'Ariège et l'amont de Toulouse subissent des températures parfois de plus de 20°C entre juin et septembre. Enfin, les frayères en aval de la Neste subissent une pression en pollution de plomb et de phosphore.

Par ailleurs, étant donnée que tout le bassin est soumis aux éclusées surtout en amont (sur l'Ariège, la Neste et la Garonne jusqu'à sa confluence avec la Neste) et aux trois substances (mercure, cadmium et tributylétain), les frayères sont probablement impactées par ces deux facteurs.

2) Impacts par tronçons de cours d'eau (Tableau 12)

Tableau 12: Synthèse des paramètres problématiques s'exerçant sur la zone d'étude (vert: faible, orange: moyenne, rouge: forte, gris inconnu)

cours d'eau	Tronçons	T°	O2 dissous	Substances prioritaires	Matière N	Matière P	IBGN	IPR	Libre circulation	Eclusées
Garonne	source à Carbonne	Vert	Vert	Rouge	Vert	Orange	Vert	Vert	Rouge	Rouge
	Carbonne à Toulouse	Orange	Vert	Orange	Vert	Vert	Vert	Vert	Orange	Orange
	Toulouse	Orange	Orange	Rouge	Vert	Vert	Orange	Orange	Rouge	Orange
	Toulouse à Golfech	Orange	Orange	Orange	Vert	Vert	Orange	Orange	Orange	Orange
	Golfech à Langon	Orange	Vert	Orange	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
	Langon/estuaire	Orange	Rouge	Orange	Vert	Vert	Orange	Orange	Vert	Vert
Affluents	amont Toulouse	Vert	Vert	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
	entre Toulouse et Agen	Orange	Orange	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Orange	Vert
	Lot	Orange	Orange	Orange	Vert	Vert	Vert	Orange	Vert	Vert
	Tarn	Rouge	Orange	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Rouge	Orange
	Aveyron	Orange	Orange	Orange	Vert	Vert	Orange	Gris	Rouge	Orange
	aval Agen	Orange	Rouge	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Orange	Vert



Afin de mettre en évidence les principaux impacts sur les Garonne, j'ai fait un tableau recensant les différents impacts sur le bassin et leur intensité par tronçons.

Il semblerait que l'amont soit surtout impacté par les ouvrages, à partir de Toulouse se serait plutôt les substances polluantes ainsi que la température pour les salmonidés uniquement. Enfin, à l'aval de Marmande, les teneurs en oxygène dissous sont les plus faibles.

En ce qui concerne les affluents, en amont de Toulouse, les ouvrages représentent toujours le facteur le plus impactant comme sur le Tarn et l'Aveyron. Par ailleurs, toujours sur le Tarn, les données de température sont très élevées sur les quatre mois les plus chauds. Entre Toulouse et Agen, la température et les pollutions s'avèrent être les facteurs les plus impactants. Les affluents en aval d'Agen sont surtout impactés par des teneurs en oxygène dissous faibles et des pollutions.

Discussion

I. Les critiques de la méthode utilisée

Méthodologie utilisée pour les ouvrages

Nous avons pu constater que le bassin de la Garonne était très impacté par les ouvrages que ce soit en termes de densité que de franchissabilité de l'ouvrage par les espèces piscicoles. Comme je l'ai fait remarquer, la base que j'ai pu utiliser, le ROE, n'était pas complète. Des informations sur les ouvrages manquaient, j'ai donc considéré que les obstacles étaient infranchissables lorsque je n'avais aucune donnée qui permettait de compléter la base. C'est donc une analyse plutôt pessimiste que j'ai fait. Des études en cours menés par l'ONEMA et les DDT ou fédération de pêche vont permettre de la compléter. L'analyse pourrait donc être renouvelée lorsque la base sera complète.

Méthodologie utilisée pour la température et la teneur en oxygène dissous

J'ai utilisé les données du SIE car c'était les seules à être homogènes sur tout le bassin et disponible sur plusieurs années. Cependant, en général, je n'avais qu'une donnée par mois pour des paramètres qui évoluent très rapidement donc je ne pouvais pas parler de l'évolution ou de la durée des périodes des phénomènes. Ces données m'ont tout de même permis de montrer que des températures élevées caractérisaient les quatre mois (juin à septembre) et que ces températures pouvaient ponctuellement être problématiques pour les salmonidés en particulier. Ensuite, en comparant les données du SIE et les données en continu, aucune différence significative n'a été observée, mes conclusions permettent donc de déterminer des zones et les périodes potentiellement mauvaises pour un ou plusieurs paramètres.

Enfin, le fait que les seuils de qualité de la DCE soient faits pour une moyenne annuelle n'est pas très pertinent lorsque l'on sait que les températures peuvent varier de plus de 20°C dans l'année (par exemple, à Verdun-sur-Garonne en 2010, la température la plus basse était de 2°C le 12 janvier et la plus haute était de 25.8°C le 22 août données MIGADO). Un bon état ne veut pas dire que la température n'a pas dépassé le 25°C sur plusieurs jours.

Par ailleurs, n'ayant pas les connaissances suffisantes en biologie des poissons d'eau douce, j'ai recherché les seuils de température et d'oxygène dissous posant des problèmes et j'ai pu constater qu'il y avait de nombreuses informations à ce sujet mais qu'aucunes ne donnaient les mêmes seuils (DCE, rapport GHAAPPE,...). Il m'a donc été difficile de choisir des seuils qui satisfieraient la majorité.

Méthodologie utilisée pour les substances polluantes

De même pour les substances polluantes, j'ai choisi de me concentrer sur les substances prioritaires car ce sont celles qui sont le mieux suivies et je n'ai choisi d'analyser que les substances qui étaient toxiques pour les poissons et pour l'homme. Mais la plupart de ces substances sont interdites en France depuis plusieurs années et donc ne devraient plus se retrouver des l'eau. D'autres nouvelles substances potentiellement aussi toxiques ne sont pas suivies ou pas assez contrôlées à ce jour par la DCE. La réglementation ne recherche que 41 substances sur plus de 4000 molécules (peu représentatif surtout que certaines molécules recherchées ne sont plus utilisées à l'heure actuelle).

La DCE n'est pas basée sur les pesticides les plus présents, ainsi, une qualité bonne pour les pesticides peut ne pas être en réalité bonne car des pollutions non mesurées sont présentes. On peut

donc passer à côté d'une pollution. Dans l'estuaire, on retrouve 20 à 30 substances chimiques (séminaire 30/06 « estuaire »).

De plus, ce n'est que depuis 2009 que le suivi des substances polluantes est régulier grâce à la DCE, avant il s'agissait d'études particulières ou des suivis à l'échelle d'un département. C'est pourquoi, je n'ai pas pu faire une analyse sur une longue période mais seulement sur l'année 2009 ; lorsque le suivi est homogène sur le bassin. Enfin, les indices biologiques n'ont pas pu être utilisés.

II. Les gestions futures et perspectives

Poisson

Des recherches sur l'impact biologique (maladies, fatigue,...) de la température/oxygène dissous sur les poissons sont à approfondir afin de mieux cibler les seuils de bon état.

Température et oxygène dissous

Afin de confirmer les données et même si il existe déjà des réseaux de mesure en continue de la température ou de l'oxygène dissous, il serait intéressant de mettre des sondes de suivi en continue de la température en aval de chaque affluent important pour voir l'impact de celui-ci sur la Garonne et en aval de chaque ville car les rejets industriels viennent parfois augmenter la température de l'eau. Ces données nous permettraient de suivre au mieux la qualité de l'eau vis-à-vis des espèces aquatiques ainsi que de constater l'impact réel des villes et des affluents sur la Garonne. En plaçant des sondes de mesure de la température et l'oxygène dissous au niveau des frayères, le suivi de la qualité de l'eau serait efficace. Tout comme une étude de la température saisonnière sur tout le bassin permettrait de mettre en évidence les zones à enjeux.

En ce qui concerne la gestion de la température, éviter que l'eau des industries ne soit rejetée trop chaude est le seul moyen de gestion. Il serait intéressant de connaître l'impact des lâchers d'eau pour le soutien d'étiage sur la température, ces lâchers peuvent avoir un effet positif sur ce paramètre.

Substances

Il serait intéressant de recenser les nouvelles molécules potentiellement toxiques pour les espèces aquatiques et de mener des études même locales de suivi fin de ces nouvelles substances pour comprendre les variations (si il y en a) dans le temps et pouvoir appréhender les pollutions car on ne connaît pas bien le comportement de ces nouvelles substances et peu de suivi ont été fait. C'est le cas dans l'estuaire de la Gironde où le programme « étiage » a pour but de mieux connaître, comprendre et appréhender les diverses pollutions sur l'estuaire. L'étude a pour objectif de recenser plus de 200 molécules (pesticides, médicaments, filtre UV,...). Il serait intéressant d'attendre les conclusions de ce programme pour mieux cibler les substances à surveiller sur tout le bassin.

Ouvrages

Lorsque le ROE sera complet, nous connaissons mieux tous les ouvrages et on pourra avoir une vision globale du territoire accessible pour les espèces piscicoles. Cette base pourra servir à la gestion à plus grande échelle des ouvrages. La gestion sera peut-être mieux appréhendée grâce à la vision globale que la base ROE permettra d'avoir. Ainsi, des problèmes de gestion de ces ouvrages que l'on peut voir par exemple, l'équipement de passes à poisson sur des ouvrages en amont alors que des ouvrages plus en aval ne sont pas équipés et sont difficilement franchissables voir infranchissables

pourront peut-être être évités. Cependant, ce sont les propriétaires privés qui sont les plus réfractaires à l'aménagement de passes.

Ensuite, des barrages n'ayant aucune fonction pourraient être démantelés même si leurs impacts ne sont pas très forts car la seule présence d'un obstacle peut perturber une partie de la population piscicole.

Des études sur des passes à poissons plus efficace pourraient être menées ou encore l'installation proche des passes à poissons d'équipements d'attraction ou de répulsion près des turbines pourrait permettre un meilleur taux de reproduction et de survie des poissons.

Enfin, le transport des saumons de Golfech ou Carbonne jusqu'en aval de la Pique permet de maintenir une population de saumons « naturelle » mais cette option peut-elle être permanente ?

Le but du transport étant de permettre à la population de se reproduire sans assistance lorsque le stock sera suffisant. Cependant, si on ne fait rien sur les ouvrages infranchissables ou difficilement franchissables, la population de saumons recommencera à baisser si elle n'est pas assistée du transport en amont de Toulouse.

Eclusées

Une étude sur les éclusées en amont de Toulouse est menée par l'association MIGADO et devrait être rendue courant 2012.

Le fait de mieux connaître les impacts des éclusées sur les espèces piscicoles à cet endroit permettra de mieux cibler les possibilités de lâchers d'eau au moment le plus favorable pour la vie piscicole.

De plus, différents projets visent à diminuer certains impacts en agissant sur certains paramètres :

Paramètre	Cibles
Augmentation du débit de base (+++)	Habitat, meilleure résistance à la dévalaison, espèce lotique, maintien des zones de fraie
Réduction de l'amplitude(+)	Habitat, refuge
Réduction du gradient de montée(+)	Dévalaison, dérive
Réduction du gradient de descente (++)	Echouage
Réduction de la fréquence(+)	Cumul des échouages et dérives
Suppression sur les périodes sensibles (+++)	Période de fraie et émergence des alevins

Des programmes proposés doivent préserver l'essentiel de la capacité de production modulée des grands aménagements hydroélectriques qui se caractérisent sur le bassin par des hautes chutes et des volumes qui restent modestes comparés à l'hydrologie des grands axes (Ariège, Salat, Garonne). Des actions réparties sur plusieurs axes sont proposées et ont des effets positifs sur chacun des sous bassins et par l'effet du cumul des influences, une amélioration globale sur le Garonne moyenne et aval. Il s'agit :

- D'améliorer et renforcer la démodulation
- D'évaluer les performances des opérations de démodulation
- D'agir sur les débits planchers : les débits réservés
- De faire un suivi hydrobiologique et des aménagements du milieu : Il est proposé de soutenir les démarches engagées dans les actions Natura 2000 sur l'Ariège (Enjeu thermique et enjeu Desman) et de les élargir à la Garonne amont (truite et chabot) ainsi que sur les sites de fraie du saumon (Ariège et Garonne). Elles devraient permettre la mise en œuvre de travaux afin de rendre moins sensible les cours d'eau aux éclusées (Eaucéa, 2008)

Conclusion

L'objectif de mon stage au sein du SMEAG était de faire un recensement et une synthèse des données disponibles sur la qualité du milieu de la Garonne en vue de faire un diagnostic de celle-ci sur tout le fleuve et de proposer des actions.

J'ai choisi d'élargir le périmètre d'étude aux affluents car ils ont une influence sur la qualité du fleuve et certains poissons fraient dans ses affluents. Ainsi, le périmètre s'est avéré très vaste.

Le travail réalisé permet d'identifier des carences en informations surtout sur le suivi des pollutions chimiques car celles-ci sont difficiles à appréhender. Cependant, les différents programmes de surveillance de la qualité de l'eau sont récents et il y a peu de données sur de longues périodes mais d'ici quelques années, les données seront plus nombreuses : la base de données sur les ouvrages, le ROE, sera complétée et les suivis de matière polluantes seront améliorés.

Des tronçons de cours d'eau à problèmes ont été mis en évidence, il faudra donc se focaliser plus sur ces secteurs afin de préciser les problèmes mis en évidence et de les résoudre. Ainsi, l'étude a montré des températures élevées présentes sur la Garonne de l'estuaire jusqu'en amont de Toulouse et sur certains affluents tel que le Tarn ; la présence de pollutions chimiques au dessus des seuils de bonne qualité des eaux sur tout le linéaire de la Garonne et des affluents ; ou encore la présence de nombreux obstacles difficilement franchissable par les poissons.

Les objectifs du stage étaient ambitieux et certains d'entre eux n'ont pu être atteints que partiellement. Cependant, j'ai participé à d'autres missions avec mon maître de stage ce qui m'a permis de varier les activités et de constater la diversité des tâches d'un chargé de mission.

J'ai été amenée à rencontrer des professionnels de divers univers qui avaient des avis parfois différents sur mon sujet de stage ce qui m'a permis d'enrichir mes connaissances et mon expérience personnelle.

Bibliographie

Rapports :

- Agence de l'eau (1999). Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau, Rapport de présentation SEQ-Eau (Version 2)
- Bosc S. et Larinier M. (2000). Définition d'une stratégie de réouverture de la Garonne et de l'Ariège à la dévalaison des salmonidés grands migrateurs. Rapport GHAAPPE RA. 00. 01 et MIGADO G 17-00-RT, 127p.
- Chanseau et al (2000). Analyse des données sur les passages enregistrés aux stations de contrôle des poissons migrateurs de Golfech et du Bazacles sur la Garonne et de Tuilières sur la Dordogne. Rapport GHAAPPE RA00.02/MIGADO.G14-00-RT, 64p.
- Courret D. et Larinier M. (2008). Etude pour la définition d'indicateurs pour la caractérisation des éclusées hydroélectriques application au bassin Adour-Garonne. Etude pour la définition d'indicateurs pour la caractérisation des éclusées hydroélectriques application au bassin Adour-Garonne. 68p.
- Croze O et al. (2002) Suivi par radiopistage de la migration anadrome du saumon Atlantique sur la Garonne en amont de Golfech. Première campagne (suivi 2002). Rapport GHAAPPE RA04.06, 243p.
- Croze et al. (2006). Suivi de la qualité de l'eau de la Garonne lors de la migration anadrome du saumon en amont de Golfech. Rapport GHAAPPE RA06.04, 156p.
- Croze et al. (2007). Evolution de la température de l'eau de la Garonne au cours des 3 dernières décennies (1977-2005). Rapport GHAAPPE RA07.04, 85p.
- Decola JN. (1970). Water quality requirements for Atlantic salmon. USDI. Federal Water Quality Administration, N.E., Region, Boston, Mass. 42p.
- Delmoury et al. (2007) Etude de la franchissabilité de l'aménagement hydroélectrique de Golfech/Malause par le saumon atlantique. Suivi 2006 et synthèse 2005-2006. Rapport GHAAPPE RA07.07, 104p.
- Eaucéa (2008) Etude de définition d'indicateurs pour la caractérisation des éclusées sur le bassin Adour-Garonne. 86p.
- Etcheber et al.,(2009). Réseau MAGEST, mesures automatisées pour la surveillance de la Gironde : Rapport d'activité du 1^{er} novembre 2007 au 31 octobre 2008. Interprétation des données. Université Bordeaux 1 EPOC, 50p.
- Etcheber et al. (2011). Dynamique sédimentaire de l'estuaire de la Gironde. Synthèse de la 1^{er} réunion scientifique MAGEST. Université de Bordeaux 1. UMR5805 EPOC.
- Etude SMEAG effectuée par Carry L. et Nars A. (2010). Mise en place d'un suivi de paramètres simples de la qualité de l'eau sur la Garonne suivi 2009. Rapport MIGADO 31G-10-RT.
- Etude SMEAG effectuée par Chanseau et al.(2008). Les conditions du milieu sur le bassin de la Garonne et les besoins des migrateurs amphihalins, MIGADO 20G-08-RT.
- Etude SMEAG effectuée par Eaucéa (2010) Rapport Etude de la sensibilité de la Garonne amont aux éclusées. EPTB Garonne. 155p.
- Léonard A. et Zegel P. (2010). Référentiel des obstacles à l'écoulement (version 1), Descriptif de contenu. ONEMA et Eaufrance. 30p.

- Levet et al. (2008). Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces. Agence de l'eau Seine Normandie et aquascop. Editions AESN. 271p.
- SAGA 2000. Groupe Saumon Atlantique Garonne Ariège (2001). La reconquête du haut bassin de la Garonne.
- Swansburg et al., (1999). Impact of climate change on river water temperatures and fish growth. Climate Change Action Fund Project A217. Final Report A, 22p.

Loi :

- Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surfaces pris en application des articles R. 212-10, R.212-11, R.212-18 du code de l'environnement.

Ouvrages :

- Baglinière JL. Et Elie P. (2000). Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) Ecobiologie et variabilité de des populations. CEMAGREF-INRA, Paris, 275p
- Thioulouse G. (1972). Le comportement du saumon. Essai d'éthologie du saumon de l'Allier. Plein Air Service, Edit. Scient., Clermont-Ferrand, 279p.

Guide :

- Levet et al. (2008). Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces. Agence de l'eau Seine Normandie. Editions AESN. 271p.

Périodiques :

- Alabaster J.S. (1967). The survival of salmon (*Salmo salar* L.) and sea trout (*S. trutta* L.) in fresh and saline water in high temperatures. Water Res., 1:717-730.
- Taylor R. E., Kynard B. (1985). Mortality of juvenile American shad and blueblack herring passed through a low-head Kaplan hydroelectric turbine. Trans. Am. Fish. Soc., 114:430-435.
- Wilkie et al. (1997). Influence of temperature upon the post-exercice physiology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish Aquat. Science, 54: 503-511.

Sites internet :

- Eaufrance, http://www.eaufrance.fr/?rubrique15&id_article=35. Consulté le 21/07/11
- Ecole de pêche, http://www.ecoledepeche.be/Fr/L-anguille-europeenne_287_2.html. Consulté en mai 2011
- INERIS, 2007. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. <http://rsde.ineris.fr/>. Consulté en mai et juin 2011.
- IFREMER, http://envlit.ifremer.fr/infos/glossaire/b/bouchon_vaseux. Consulté le 02/07/11.
- Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie de l'Université de Liège et la FERN (Faune, Education, Ressources Naturelles) asbl, Saumon Meuse, http://www.saumon-meuse.be/poissons/anguille_europeenne.html. Consulté en mai 2011.
- MIGADO, <http://www.migado.fr/php/Start.php>.
- Onema, <http://www.onema.fr/>. Consulté le
- Sandre, <http://sandre.eaufrance.fr/>
- SIE, <http://adour-garonne.eaufrance.fr/>
- SMEAG, <http://www.eptb-garonne.fr/>. Consulté en juillet et aout 2011.
- Wikipedia, encyclopédie libre, http://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal. Consulté en mai, juin et juillet 2011.

Table des Figures

Figure 1: Les programmes d'actions sur la Garonne concernant les poissons migrateurs (site SMEAG)	8
Figure 2: Périmètre de l'étude	10
Figure 3: Représentation des frayères (Données NATURA 2000, MIGADO, Association de la frayère Alose d'Agen et la Fédération de pêche 47)	12
Figure 4: Stations de qualité de l'eau recensées dans SIE.....	25
Figure 5: Carte de synthèse des pressions de la masse d'eau s'exerçant sur le territoire à l'étude élaborées à partir de l'Etat des lieux DCE 2004	27
Figure 6: Caractérisation du débit lors d'une écluse (Courret et Larinier, 2008).....	31
Figure 7: Densité d'obstacles sur les principaux axes de migrations (données du ROE ONEMA)	34
Figure 8: Linéaire de migration des salmonidés à la montaison (élaboré à partir des données ROE, SAGA200,...).....	37
Figure 9: Linéaire de migration de l'anguille (groupe technique anguille du Cogepomi et MIGADO)..	40
Figure 10: Linéaire de migration de la lamproie marine et de l'alose vraie à la montaison (élaboré à partir des données ROE).....	42
Figure 11: Représentation des moyennes des valeurs de température du SIE entre juin et septembre (2001-2009) par tronçons.....	46
Figure 12: Pourcentages de données de températures du SIE supérieur à 25°C sur la Garonne entre juin et septembre (2001-2009)	47
Figure 13: Histogramme des pourcentages de données de températures du SIE supérieurs à 25°C entre juin et septembre (2001-2009) sur les affluents	47
Figure 14 : Température moyenne journalière entre juin et septembre 2008 sur la Garonne (données MAGEST, DIREN et MIGADO)	48
Figure 15 : Comparaison des données de températures moyennes journalières avec les données ponctuelles du SIE à Verdun en 2008 (données MIGADO et SIE)	49
Figure 16 : Comparaison des données de températures moyennes journalières de deux stations de prélèvement en continu et des données du SIE à Valentine en 2008 (données MIGADO, DIREN et SIE)	49
Figure 17: Pourcentage de données de teneur en oxygène dissous sur les stations du SIE inférieur à 5.5mg/l entre juin et septembre (2001-2009)	51
Figure 18: Teneurs en oxygène dissous à Bordeaux entre juin et juillet 2008 (Données MAGEST)	52
Figure 19: présence de substances prioritaires au dessus du seuil de bon état de la DCE en 2009 sur la Garonne (données SIE)	54
Figure 20 : Présence de matière azotée au dessus du seuil de bon état DCE en 2009 sur les stations du SIE	55
Figure 21: Représentation des frayères (Données NATURA 2000, MIGADO, Association de la frayère Alose d'Agen et la Fédération de pêche 47)	57

Tables des Tableaux

Tableau 1: Seuils de bon état des paramètres physico-chimique et des indices biologiques DCE (arrêté du 25 janvier 2010).....	13
Tableau 2: Substances prioritaires et toxicité (Levet et al., 2008)	15
Tableau 3 : Calendrier des mouvements de poissons dans les cours eau (Etude SMEAG réalisées par Chanseau et al.).....	18
Tableau 4: Classes de franchissabilité d'un obstacle (Descriptif ROE : Léonard et Zegel, 2010)	20
Tableau 5: Regroupement des classes du ROE pour cette étude	20
Tableau 6: Paramètres mesures par les réseaux de qualité de l'eau du SIE et nombre de données ...	26
Tableau 7: Réseaux de données en continu.....	30
Tableau 8: Effets les plus fréquents d'une éclusée (Eaucéa, 2008)	32
Tableau 9: Effets moins fréquents des éclusées (Eaucéa, 2008)	33
Tableau 10: Périodes critiques par les espèces (Eaucéa, 2010).....	33
Tableau 11: Calendrier de présence des migrations de poissons dans l'estuaire de la Gironde (Cemagref).....	44
Tableau 12: Synthèse des paramètres problématiques s'exerçant sur la zone d'étude (vert: faible, orange: moyenne, rouge: forte, gris inconnu)	58

Annexes