

Actes des journées scientifiques du Parc national des Pyrénées 11 et 12 octobre 2024

*L'eau,
une ressource majeure et
une source de biodiversité*

© L. Cazabet - Parc national des Pyrénées



Sommaire

Préambule

*Hommages à Didier GALOP et
Henri DECAMP*

Résumés des interventions

Annexes

*Programme des journées
Participants*

Préambule

Le Parc national et son conseil scientifique ont souhaité organiser des journées scientifiques sur le thème de l'eau et de la biodiversité associée.

L'eau représente en effet un enjeu majeur en terme de ressource et de multiples usages. C'est aussi une source de la vie qui a généré une très forte richesse écologique dans les Pyrénées.

Dans le contexte de la charte du Parc national des Pyrénées, le Parc national a souhaité organiser une journée d'échange pour faire un point sur l'état de la connaissance de la ressource, des usages et des impacts des changements globaux sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et de la biodiversité. Il s'agit aussi de partager et s'appropriier les enjeux et les problématiques liés à l'eau et aux milieux naturels.

Dans le contexte du changement climatique qui ne va pas manquer d'accentuer les problématiques, il paraît nécessaire de faire un point sur la ressource et sur quelques éléments emblématiques de la biodiversité associée. Il s'agit aussi d'essayer d'anticiper les problèmes que nous aurons à résoudre pour gérer de façon durable et concertée cette précieuse ressource et la biodiversité inféodée.

Ces journées ont été organisées sur 3 temps forts :

- ▶ une journée d'échange entre scientifiques et acteurs locaux.
- ▶ un ciné débat pour échanger avec le grand public au casino d'Argeles-Gazost avec la projection du film « La Neste » réalisé par Chris CASTILLON, sur une idée originale de Philippe MAS.
- ▶ 4 sorties terrain accompagnées d'experts et d'agents du Parc national des Pyrénées.

Ces journées scientifiques ont été organisées en partenariat avec l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et avec le soutien d'Electricité de France.



Philippe BARAN, bureau d'études ECOGEA

Bonjour à toutes et à tous, il me revient l'honneur de présenter cet hommage à Henri DECAMPS.

Pour cela, je me suis appuyé sur les souvenirs de rencontres lors de mon doctorat avec Henri DECAMPS dans les années 90, mais aussi sur les témoignages des chercheurs qui l'ont beaucoup plus côtoyé que moi dans son laboratoire. Il était totalement légitime dans ces journées consacrées à l'eau de rendre hommage à la mémoire et aux travaux d'Henri DECAMPS disparu en janvier 2023.

Comme beaucoup des chercheurs toulousains en hydrobiologie, il a démarré sa carrière au laboratoire d'Orédon dont on a évoqué les 100 ans lors des précédentes journées scientifiques organisées par le Parc national des Pyrénées, en octobre 2022. Il était d'ailleurs venu faire une présentation sur les recherches conduites dans ce lieu sous la houlette du professeur Eugène ANGELIER.

Ces premiers travaux de recherche ont été consacrés à l'écologie et la taxonomie d'un groupe d'insecte, les trichoptères. Il a travaillé sur tout le bassin de la Neste d'Aure, de la Réserve naturelle nationale du Néouvielle à la Neste d'Aure en aval de Saint-Lary, en passant par de multiples petits affluents. Il a apporté des contributions très importantes notamment sur l'aspect taxonomique de ce groupe en identifiant de nouvelles espèces pyrénéennes et en décrivant tous les cycles biologiques de ces espèces. Ce sera d'ailleurs l'objet de sa thèse d'État publiée en 1969.

Dans les années 80, Henri DECAMPS va prendre la direction de ce qui était à l'époque le centre de la cartographie de la végétation qui avait été fondée par Henri GAUSSEN, rue Jeanne MARVIG à Toulouse. Au sein de cette structure, il va fonder un laboratoire

d'écologie aquatique : le centre d'écologie des systèmes aquatiques continentaux. Il va recruter de jeunes chercheurs comme Philippe VERVIER, Gilles PINET, Éric CHAUVET ou encore Éric TABACCHI. Au sein de ce laboratoire, il va développer une nouvelle vision du fonctionnement des écosystèmes aquatiques, une vision inspirée par ses collaborations avec des chercheurs américains, et tout particulièrement avec Robert NAYMAN de l'université de Washington. Ensemble ils vont proposer une analyse dynamique des écosystèmes aquatiques d'eaux courantes basée

notamment sur les multiples interactions entre composantes physiques et biologiques et entre milieu terrestre et aquatique.

Il peut paraître étonnant que cette notion n'ait pas été développée plus tôt car l'eau est en perpétuel mouvement dans les rivières. Mais, pendant très longtemps, ce sont les approches assez fixistes qui ont prévalu avec des recherches centrées sur un compartiment, un groupe d'espèces voir une seule espèce souvent observée uniquement en étiage.





Henri Descamps et les chercheurs de son laboratoire vont développer une vision beaucoup plus dynamique abordant le fonctionnement à l'échelle complète du bassin versant. Ils vont insister sur les processus physiques, biogéochimiques et biologiques associés aux flux d'eau, de matières et d'organismes qui caractérisent ces écosystèmes et leurs rôles majeur dans la transformation de la matière organique, processus essentiel dans le fonctionnement des rivières.

Henri DESCAMPS va porter des programmes de recherche sur les grands fleuves, notamment le fleuve Garonne, qui vont se spécialiser sur les interfaces entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. Les jeunes chercheurs qui l'entoure vont travailler sur le cycle de la matière organique, notamment le rôle des champignons aquatiques avec Eric CHAUVET, sur le cycle du phosphore et tous les processus qui ont lieu à l'intérieur des fonds des rivières avec Philippe VERVIER, et tout ce qui se déroule aussi au niveau du contact entre la forêt rivulaire et l'eau et tous les processus de dénitrification avec Gilles PINAY.

Grâce à tous ces travaux de recherche, le laboratoire d'Henri DESCAMPS va participer à imposer une vision des écosystèmes aquatiques beaucoup plus large que celles que nous avons précédemment.

Il sera également un acteur au niveau de la gestion de l'eau puisqu'il participera notamment au comité scientifique de l'Agence de l'eau. J'ai eu l'occasion de travailler avec lui pendant presque deux années sur la problématique des débits d'objectif d'étiage. Dans cette approche, Henri DESCAMPS va une nouvelle fois apporter une contribution importante en s'appuyant sur les travaux de chercheurs américains publiés en 1997 qui insistaient sur le rôle essentiel de toutes les composantes des régimes hydrologiques et pas uniquement les débits d'étiage. Il va nous permettre de prendre de la hauteur pour embrasser toute la complexité du fonctionnement des rivières.

Henri Descamps était un fervent défenseur et promoteur de l'interdisciplinarité. A ce titre, il produira, avec son épouse un très bel ouvrage « Au printemps des paysages ».

En 2008, il intégrera l'Académie des Sciences. Là aussi, ses contributions seront fortes, notamment sur la problématique du changement climatique, des événements exceptionnels et de la vulnérabilité.

En relisant ses écrits, à l'aune de ce que nous venons de vivre en ce mois de septembre 2024 dans les Pyrénées, on comprend les enjeux à mieux caractériser la vulnérabilité, à la fois des écosystèmes, *mais également de ce qu'il appelle nos systèmes sociaux*. *Tout au long de sa carrière, Henri Descamps n'aura donc eu de cesse d'élargir les visions, d'embrasser de nouveaux concepts. Sa contribution à l'écologie aquatique a été majeure.*

On ne peut terminer cet hommage sans évoquer la personnalité d'Henri Descamps. Toutes celles et tous ceux qui l'ont côtoyé ont témoigné de son extrême gentillesse de sa bienveillance et de sa qualité d'écoute. Il a aussi accompagné la carrière de nombreux jeunes chercheurs qui sont devenus des chercheurs reconnus et qui lui doivent beaucoup. Il savait partager ses visions sans dogmatisme mais avec conviction.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :
<https://youtu.be/TyGM6KJdNsU>



Jean-Paul METAILIE, directeur de recherche CNRS émérite au laboratoire géographie de l'environnement (GEODE), CNRS Toulouse

Didier GALOP nous a quittés le 31 octobre 2023. Il est décédé au cœur des Pyrénées qu'il aimait tant, alors qu'il s'apprêtait à partir au lac d'Arratille pour un sondage dans le cadre d'un programme d'observation et d'instrumentation des lacs pyrénéens. Ce n'est pas sans émotion que je vais rendre cet hommage, après les 35 années de compagnonnage et de collaboration scientifique que j'ai pu avoir avec Didier.

Ce compagnonnage remonte à ses années d'études de géographie, en 1987. Il m'avait raconté qu'après un BAC en Sciences naturelles il se destinait plutôt à un BTS en environnement mais qu'ayant raté les dates d'inscription il s'était inscrit en géographie, en attendant. Et là, il se passionne, il reste... A cette période, on développait au sein du laboratoire GEODE, qui s'appelait alors le CIMA, fondé par Georges BERTRAND, un projet de recherche sur l'histoire des forêts et le charbonnage dans les Pyrénées, dans le cadre du programme PIREN CNRS « Histoire de l'environnement ». Après sa licence, attiré par la montagne, Didier GALOP réalise au sein de ce projet un mémoire de maîtrise qui portait sur « Historique forestier et dynamique de versants en vallée de Goulier », déjà le Vicdessos... Un des objectifs du programme PIREN « Histoire de l'environnement »

était de favoriser les interdisciplinarités (ce qui était alors fort peu pratiqué, on peut se référer au constat de Georges BERTRAND dans son introduction à l'ouvrage « Histoire de la France rurale » en 1975).

Le projet « La forêt charbonnée » va s'orienter vers des collaborations avec paléoécologues, archéologues et historiens. Dans ce cadre, Didier GALOP choisi de faire son mémoire de DEA en allant se former à la palynologie au laboratoire de Botanique de l'université Paul-Sabatier, sous l'égide de Guy JALUT. Après cette formation, il poursuit en thèse, se plaçant en pointe dans une démarche interdisciplinaire de géographie-palynologie. Sa thèse, un travail ambitieux et approfondi intitulé « La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. Six millénaires d'anthropisation du massif pyrénéen de la Garonne à la Méditerranée. Contribution palynologique a l'histoire de l'environnement et du paysage pyrénéens », est

soutenue en 1997, et publiée dès l'année suivante. Elle le place parmi les pionniers de cette interdisciplinarité, ce qui lui vaut d'être recruté en 1998 au CNRS en tant que chargé de recherche au laboratoire Chrono-environnement de Besançon. Il reçoit la médaille de Bronze du CNRS en 2001. Dès ce moment, Didier GALOP se lance dans l'approfondissement des problématiques de sa thèse en lançant un PCR « Paléoenvironnement et dynamiques d'anthropisation de la montagne Basque », par le biais duquel, au-delà de l'analyse du pollen, il va se donner les moyens de



compléter l'approche des sédiments tourbeux et lacustres par l'analyse des microfossiles non-polliniques, des micro-charbons, des métaux lourds, tout en poursuivant une démarche géographique et éco-historique incluant l'exploration des archives textuelles, de l'iconographie, des cartes anciennes. Il s'est lancé dans une analyse de l'histoire de l'anthropisation des Pyrénées d'est en ouest, sur la base de multiples programmes interdisciplinaires auxquels il a participé ou qu'il a coordonné.

On peut citer, à l'autre bout de la chaîne, en Cerdagne, sa participation au programme sur l'archéologie et l'histoire longue de la vie pastorale et des estives sur la montagne d'Enveitg, piloté par Christine RENDU.



Parmi les multiples autres projets qu'il coordonne ou auxquels il participe dans les années suivantes, on peut citer le PCR Ministère de la culture (C.RENDU, D. GALOP) Dynamiques sociales, spatiales et environnementales dans les Pyrénées centrale», l'ACR CNRS, INRAP, Ministère de la recherche (D. GALOP, L. CAROZZA) « Rythmes et causalités des dynamiques de l'anthropisation en milieu montagnard. L'exemple de la construction des territoires pyrénéens de la fin du mésolithique à l'aube de notre ère » ; le projet Ministère de la Culture-DAPA « ESPINTER – Espaces intermédiaires pyrénéens. Genèse, paysages, architectures et dynamiques ». Mais il élargit aussi ses terrains de recherches vers le tropical, dans le cadre du projet le PEVS-Histoire des interactions société-nature « La Joyanca » : histoire et dynamiques de l'environnement au Petén (Guatemala), ainsi que le projet Programme ECLIPSE –INSU « Variabilité, adaptations et réactions des sociétés précolombiennes face aux changements climatiques en Amérique centrale et dans les Caraïbes entre 5000 BP et la conquête. (Petén guatémaltèque, Yucatan central et petites Antilles) ».

En 2007, Didier GALOP « revient au bercail » ; il est rattaché à GEODE à Toulouse, dont il devient le directeur en 2010, et il va se lancer dans une nouvelle phase d'organisation de la recherche sur l'environnement montagnard pyrénéen. A partir de 2009, il crée (et a dirigé jusqu'à son décès) l'Observatoire Hommes-Milieus Pyrénées Haut-Vicdessos, un dispositif financé par l'INEE (Labex DRIIHM), visant à développer des recherches sur non seulement sur l'histoire et le paléo-environnement, mais aussi sur les changements récents affectant de façon brutale les grands espaces pastoraux, les lacs et les zones humides de montagne. Le dispositif sera par la suite élargi à la vallée du Gave de Pau. Didier aimait qualifier sa méthode par cet aphorisme : « le passé a de l'avenir », sous-titre de son habilitation à diriger des recherches soutenue en 2014.

Dans cette journée scientifique dédiée à l'eau, il faut mettre en avant que l'étude et le suivi des lacs pyrénéens a été un des domaines de recherche privilégié de Didier GALOP au cours des dernières années : introduction d'espèces invasives, contaminations, réchauffement climatique, etc. Pour renforcer le suivi des lacs à l'échelle du massif pyrénéen, Didier GALOP a fondé en 2013 l'Observatoire Pyrénéen des Lacs d'Altitude constitué d'un réseau d'une dizaine de sites instrumentés en partie localisés dans le territoire du Parc national des Pyrénées. Passionné de pêche, il s'est notamment investi dans la question de l'alevinage et des populations piscicoles, menant un gros travail d'archives sur ce sujet, dans des archives inédites au niveau des chercheurs, comme celles des fédérations de pêche.

Très engagé dans la valorisation de la recherche auprès de public et des gestionnaires, il n'a pas hésité à réserver en 2021 la primeur de ses résultats à la revue « Truites & Cie » dans un article sur « Aux origines du peuplement piscicole des lacs d'altitude des Pyrénées ». Il avait un projet d'ouvrage en cours sur l'historique de la gestion piscicole qui aurait été extrêmement intéressant et qui a malheureusement été interrompu. Participant au Conseil scientifique du Parc national des Pyrénées, ainsi qu'à celui de la réserve Naturelle du Néouvielle, il était devenu une des principales personnes ressources pour ces institutions. On lui doit aussi de nombreux apports de connaissance et de réflexion au sein du Conseil scientifique sur les questions d'alevinage, de transformation écologique des lacs par cet alevinage. L'étude des lacs l'a aussi amené à travailler au Chili dans le cadre de l'OHM Patagonia Bahía Exploradores, avec une connexion entre les écosystèmes chiliens de Patagonie et les lacs pyrénéens. Et à profiter de magnifiques occasions de pêche au saumon dans les fleuves chiliens...

Sondeur de tourbières, de lacs et d'archives, Didier était un boulimique de la recherche, d'une curiosité insatiable. Mais, conscient des contraintes et nécessités du fonctionnement de la recherche, directeur de GEODE pendant 10 ans, il s'est aussi impliqué de façon un peu démesurée dans les institutions du CNRS, que ce soit au Comité national ou à l'INEE, ayant notamment effectué plusieurs mandats au Comité national de la recherche, dans deux sections, avec un emploi du temps extrêmement chargé.

On ne peut pas finir cet hommage sans parler de son engagement et ses qualités pédagogiques. En 2022, dans un entretien sur le site de l'université Toulouse-II Jean-Jaurès, il disait : « Mon métier ? C'est raconter de belles histoires ». Au moment même où il travaillait sur sa thèse, il avait déjà commencé à donner des cours à l'École du Paysage de Bordeaux, dans la formation pilotée par Serge BRIFFAUD, enseignement qu'il a poursuivi pendant près de 30 ans. En géographie, il participait aux masters « Dynamique des Milieux de montagne » (DYNEM UT2J, « Gestion et Évaluation des environnements Montagnards » (GEMO, UT2J). Il a su transmettre sa passion auprès de nombreux étudiants, doctorants dont il dirigeait les thèses, et post-doctorants, dont certains et certaines sont aujourd'hui des chercheurs réputés.

Sa disparition brutale, après pour moi 35 ans de compagnonnage, laisse un vide immense et une montagne de souvenirs de géographe avec cet homme de terrain, que ce soit dans les Pyrénées, dans une barque sur la Laguna Tuspán au Guatemala, ou au lac de Saint-Paul à la Réunion, de discussions le soir autour de la table commune. C'est avec une grande émotion que je lui dis Merci l'ami...

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/TyGM6KJdNsU>





Résumé des interventions



Evolution historique, état des ressources hydriques présentes et à venir dans les Pyrénées

J.M. SANCHEZ-PEREZ et S. SAUVAGE

Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement, CNRS Toulouse

1 Pays Basque, Navarre, Aragon, Catalogne, Andorre, Nouvelle-Aquitaine et Occitanie

2 Consejo superior de investigaciones científicas (CSIC - Espagne) ; Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) ; Université du Pays Basque/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/ EHU) ; Observatori de la Sostenibilitat d'Andorra (Andorre) ; Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) ; Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) ; Instituto geológico y minero de España (IGME - Espagne) ; Universitat de Barcelona (UB) ; Fundació Observatori de l'Ebre (OE - Espagne)

Le projet PIRAGUA, coordonné par le Conseil supérieur de la recherche scientifique espagnol (CSIC) et réalisé en collaboration avec plusieurs organismes, dont le CNRS, présente deux monographies analysant l'état actuel et le futur des ressources en eau des Pyrénées et de leurs régions¹. Dans le contexte du changement climatique mondial, ce projet scientifique propose des mesures d'adaptation pour la gestion des ressources hydriques sur ces différents territoires. Deux publications, disponibles dans des éditions en espagnol et en français, rassemblent les résultats de la recherche réalisée par un consortium scientifique international composé de structures de recherche de France, d'Espagne et d'Andorre.²

D'après les résultats de recherche présentés dans ces publications, les rivières des Pyrénées auront des débits annuels de plus en plus faibles, jusqu'à -15% d'ici 2040, voire -20% à la fin du siècle. S'y ajoute une saisonnalité de plus en plus marquée, avec des périodes sèches plus longues et plus intenses en été. C'est l'une des conclusions de l'analyse scientifique réalisée dans le cadre du projet PIRAGUA. Cette diminution des ressources s'inscrit dans la continuité de celle constatée au cours des dernières décennies sur les observations disponibles.

Le premier volume analyse l'état actuel et futur des ressources en eau des Pyrénées, tandis que le second traite des mesures d'adaptation au changement climatique et à l'évolution des demandes en eau pour la gestion de ces ressources.

Le constat d'une diminution des ressources en eau qui devrait se poursuivre

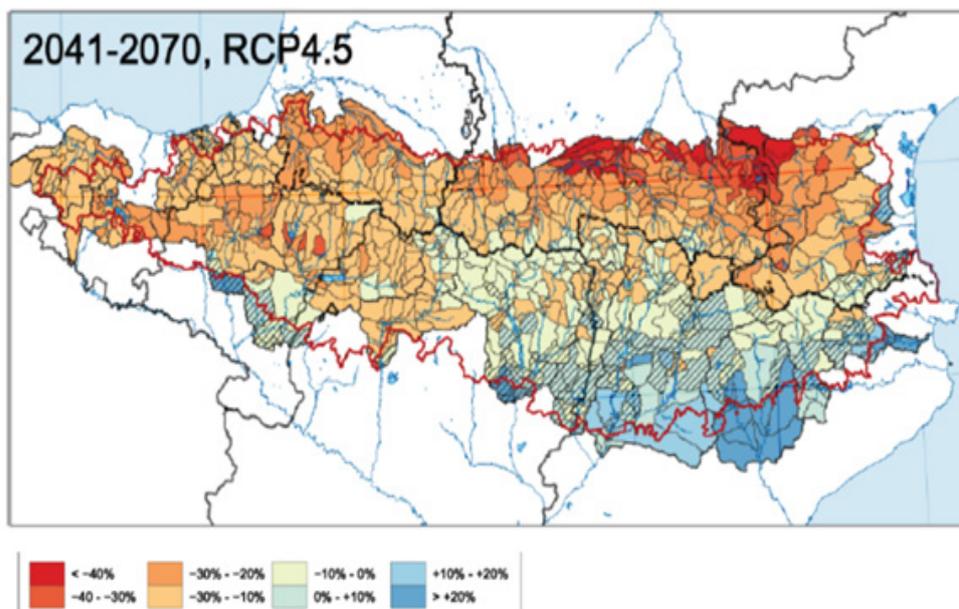
L'analyse des données de débit des rivières au régime naturel ou peu influencé révèle qu'au cours des dernières décennies, il y a eu une baisse généralisée de tous les indicateurs descriptifs des ressources en eau. Ces changements sont imputables à la fois au changement climatique (principalement l'augmentation des températures), mais aussi aux changements récents dans l'utilisation des terres, principalement l'augmentation de la couverture végétale due à l'abandon des activités agricoles en montagne. L'utilisation de modèles hydrologiques forcés par un large ensemble de projections climatiques futures montre que, dans les prochaines décennies, les rivières du versant nord des Pyrénées connaîtront une diminution marquée des débits annuels, plus prononcée que celles également projetées dans le versant sud, surtout dans la partie centrale et orientale.

À l'échelle saisonnière, les débits de hautes eaux, caractéristiques de la fonte des neiges, seront avancés dans la saison, tandis que les étiages seront progressivement plus longs et plus prononcés. En effet, les projections hydro-climatiques montrent de manière cohérente une réduction importante des précipitations sous forme de neige, ainsi qu'une diminution de la fonte des neiges dans la génération de débits.

L'une des principales causes de la réduction observée des débits est l'augmentation moyenne de la température annuelle de +0,8°C dans le territoire pyrénéen au cours de la période 1981-2010. L'augmentation de la température a été plus marquée dans la région centrale des Pyrénées (bassins du Gállego, Cinca et Ésera) et dans la partie la plus orientale, ainsi que dans le versant nord. En matière de saisonnalité, l'augmentation a été plus marquée au printemps et en été.

Ces changements sont observés des deux côtés de la chaîne pyrénéenne et dessinent un scénario de réduction des ressources en eaux initié au cours des dernières décennies et qui pourrait s'accroître à l'avenir avec l'augmentation des températures au long du XXI^e siècle.

Selon le coordinateur du projet PIRAGUA et chercheur au CSIC, Santiago Beguería, « les résultats des modèles montrent de manière très cohérente que dans le futur, le climat des Pyrénées sera plus chaud et plus sec, avec une augmentation générale de l'aridité à la fois dans l'espace et dans le temps, sauf dans les zones les plus élevées. En général, il y aura une diminution progressive des débits annuels des rivières pyrénéennes, qui s'accroîtra au fur et à mesure que le siècle avance. Cette réduction sera la plus marquée dans le scénario d'émissions le plus pessimiste».



Variation de débit moyen annuel par rapport à la période 1981-2010 comparée à l'horizon 2041-2070 : les valeurs moyennes sont issues de neuf modèles GCM comprenant 6 modélisations avec le modèle SWAT et 3 simulations avec le modèle SASER. Les rayures indiquent un faible niveau de concordance entre

Mesures d'adaptation

Les Pyrénées ont une importance exceptionnelle en ce qui concerne la production de ressources en eau, qui dépasse largement le cadre de la seule chaîne de montagnes, car les rivières des Pyrénées assurent les besoins en eau de l'agriculture, de l'industrie et de l'approvisionnement en eau potable d'une vaste région s'étendant des deux côtés de ces contreforts. L'eau a une importance écologique et paysagère fondamentale. Par conséquent, à la lumière des conclusions de l'analyse des observations et des projections futures, ces résultats mettent en évidence l'importance et la nécessité de l'adaptation au changement climatique dans le domaine de la gestion des ressources en eau des Pyrénées, tant à l'échelle locale que celle du bassin versant, voire de la chaîne de montagnes.

Ainsi, le second volume publié se concentre sur l'identification et la proposition d'actions d'adaptation en relation avec la ressource en eau dans les Pyrénées et leur zone d'influence. Ce travail a été réalisé en étroite collaboration avec les acteurs locaux, avec lesquels sept études de cas ont été menées.

Parmi les mesures communes ou transversales, les solutions fondées sur la nature, visant à maintenir, voire renforcer les services écosystémiques³ représentent une alternative durable, et parfois moins coûteuse, que les investissements technologiques ou la construction et l'entretien d'infrastructures. Par exemple, les chercheurs proposent d'établir des espaces de priorité pour la protection de la ressource dans les parties du territoire qui jouent un rôle très important dans la fourniture de services de régulation hydrologique et dont la gestion doit garantir la disponibilité, dans l'espace et dans le temps, des ressources en eau.

Une mesure d'adaptation fondamentale proposée est de promouvoir la participation citoyenne et d'impliquer tous les acteurs pour la gestion de la ressource en eau, car les habitants locaux et les utilisateurs des ressources en eau sont les principaux concernés et ceux qui connaissent le mieux les caractéristiques du territoire et ses besoins. Nous proposons de développer un dialogue entre science et société est indispensable pour stimuler une action efficace et partagée pour l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées.

Dans le cas de l'Ariège, le fonctionnement hydrologique du bassin versant du Vicdessos, cas d'étude local du projet, est affecté par la gestion forestière et les changements d'occupations du sol. À partir des observations de la tourbière de Bernadouze durant ces dix dernières années, site observatoire du CNRS⁴, ainsi qu'à partir d'une approche de modélisation, se dessinent des résultats et des perspectives utilisables pour une meilleure cogestion des milieux de montagne que sont la forêt et les zones humides en fonction des impératifs économiques et climatiques. Des scénarios avec et sans gestion forestière ont été testés pour comprendre l'impact de la sylviculture sur les composantes hydrologiques. Les tendances montrent que le couvert neigeux hivernal durera moins longtemps et la fonte des neiges pourra être plus précoce engendrant un lissage de la variabilité hydrologique saisonnière. Si cette évolution de l'hydrologie n'est pas associée à un usage raisonné des sols et de la forêt, l'érosion des sols pourrait s'en trouver exacerbée. Le



Sire de la tourbière de Bernadouze et du bassin de Vicdessos sous la neige
© Virginie Payre

projet PIRAGUA a été cofinancé à 65% par le Fonds européen de développement régional (FEDER) via le Programme Interreg V-A Espagne-France-Andorre (**POCTEFA 2014-2020**).

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/RPDMqdFxDVw>

Bibliographie, publications :

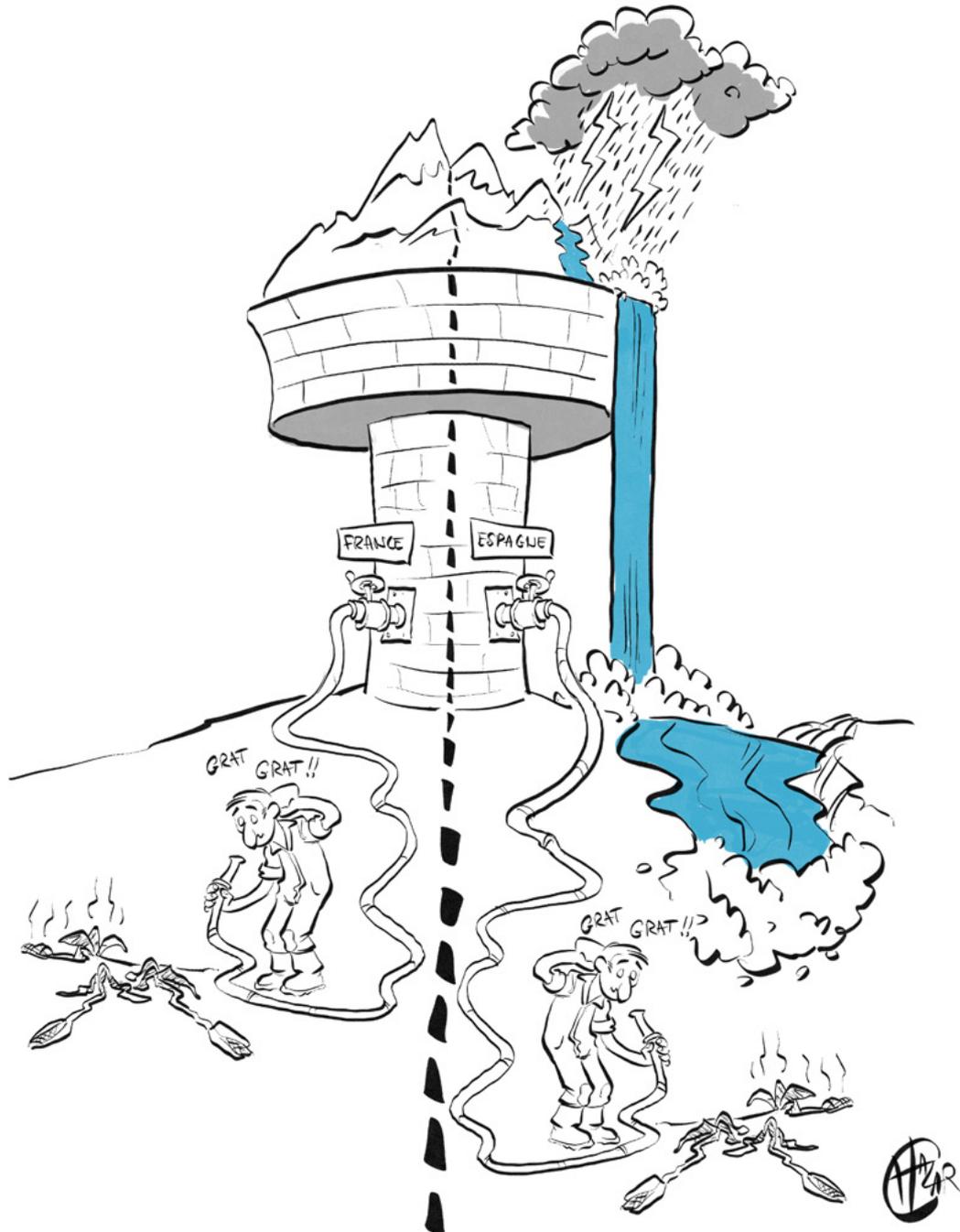
- <https://www.opcc-ctp.org/fr/piragua>
- Caractérisation des ressources en eau des Pyrénées : présent et scénarios à venir. Mémoires scientifiques du projet PIRAGUA, vol. 1. - <https://digital.csic.es/handle/10261/306414>
- Adaptation au changement climatique dans la gestion des ressources en eau des Pyrénées. Mémoires scientifiques du projet PIRAGUA, vol. 2. <https://digital.csic.es/handle/10261/306425>

Contacts :

José Miguel Sanchez-Perez,
directeur de recherche au Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement, CNRS Toulouse,
jose-miguel.sanchez-perez@cnrs.fr

Sabine Sauvage,
ingénieur de recherche au Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement, CNRS Toulouse,
sabine.sauvage@cnrs.fr

2040 : BLAGUES AU CHÂTEAU PYRÉNÉES .



Impact du changement climatique sur la ressource en eau des Pyrénées - un exemple sur l'Ariège

Damien SERCA
EDF-DTG, Service Prévisions-Études

Contexte

Le changement climatique qui s'est mis en place avec l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre impacte déjà nos territoires et a modifié l'hydrologie des cours d'eau pyrénéens. Depuis les années 1980, les températures ont augmenté de 1.5 à 2°C dans les Pyrénées, avec un réchauffement plus marqué au printemps et en été. Cette hausse des températures a pour conséquences observées dans les Pyrénées :

- ▶ L'augmentation de l'évapotranspiration qui réduit les modules moyens annuels des cours d'eau, avec un impact principalement en été ;
- ▶ La modification du régime hydrologique avec une onde de fonte des neiges moins marquée et avancée de 15 jours à un mois ;
- ▶ Le retrait des glaciers, bien que moins significatif dans les Pyrénées par rapport aux Alpes, qui affecte aussi l'hydrologie.

Concernant les précipitations, une légère baisse est observée dans le sud de la France, amplifiant la tendance à la baisse des débits moyens annuels.

Le changement climatique devrait se poursuivre dans le futur, rendant crucial l'utilisation de projections hydro-climatiques pour quantifier et ainsi anticiper ses effets sur les cours d'eau pyrénéens.

Méthodologie

Afin de quantifier les impacts du changement climatique sur la ressource en eau et à l'échelle de bassins versants, le service climatique d'EDF regroupant des climatologues et des hydrologues, ont développé une méthodologie depuis le début des années 2000. Elle est basée sur l'expérience d'ingénierie d'EDF-HYDRO, et sur les travaux de son centre de recherche ainsi que sur la littérature scientifique, elle permet de proposer une évaluation robuste de l'impact du changement climatique sur la ressource en eau, tout particulièrement en zones de montagne (Valery et al., 2024). La Figure 1 résume les différentes étapes de réalisation des projections hydro-climatiques à EDF.

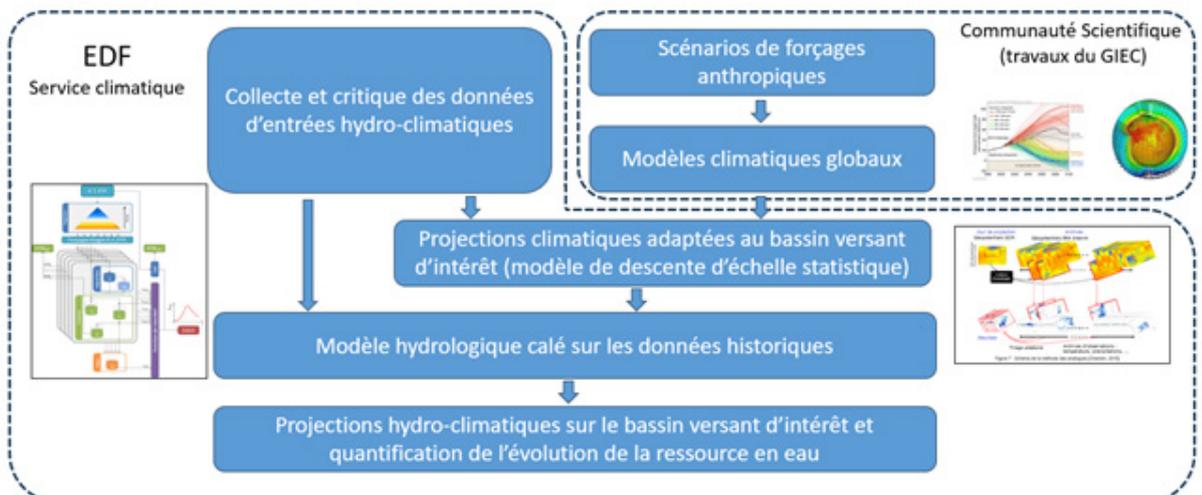


Figure 1 : schéma conceptuel de la chaîne de réalisation de projections hydrologiques pour des études d'impact du changement climatique sur la ressource en eau

Les projections climatiques de températures de l'air et de précipitations à l'échelle d'un bassin versant dépendent de scénarios d'émission de gaz à effet de serre (scénarios RCP). Pour obtenir de telles projections, la chaîne de modélisation utilisée par EDF est la suivante :

1. Le choix de scénarios d'émission de gaz à effet de serre émanant de l'exercice CMIP5 (IPCC, 2014) du GIEC (voir Figure 2). Deux scénarios de référence sont actuellement retenus :

- ▶ Le scénario RCP4.5 correspondant à la stabilisation du forçage radiatif après 2100 (Soubeyrou et al., 2020). Ce scénario mène à une évolution projetée de la moyenne globale des températures de l'air à la surface du globe de 1.8°C à la fin du XXIème siècle par rapport à la période de référence 1976-2005.
- ▶ Le scénario RCP8.5 correspondant à une augmentation du forçage radiatif au-delà de 2100 (scénario le plus pessimiste, sans mise en place de politique climatique). Ce scénario mène à une évolution projetée de la moyenne globale des températures de l'air à la surface du globe de 3.7°C à la fin du XXIème siècle par rapport à la période de référence 1976-2005.

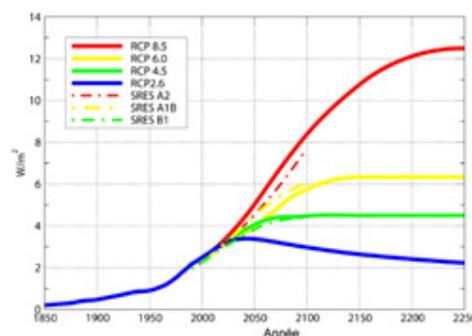


Figure 2 : Comparaison des scénarios RCP (CMIP5, traits pleins) et SRES (CMIP3, tirets) - référence sur le site de DRIAS-Climat»

2. L'utilisation de projections climatiques issues de modèles globaux (GCM, Global Climate Model) : les projections issues de 17 GCM parmi ceux de l'exercice CMIP5 des travaux du GIEC sont utilisées.

3. L'application d'une méthode de descente d'échelle pour obtenir des projections climatiques adaptées à l'échelle du / des bassin(s) versant(s) d'intérêt. Une descente d'échelle statistique appelé « méthode des analogues » est appliquée (Michelangeli et al., 2009).

Ces projections climatiques adaptées sont ensuite utilisées en entrée du modèle hydrologique (Rouhier et al., 2017) préalablement calé sur un jeu de données historiques. Cette étape aboutit à la génération des projections de débit, ainsi que de certaines variables intermédiaires (telles que la quantité de neige simulée), jusqu'à un horizon 2100.

Résultats d'une étude EDF - DTG sur l'Ariège

Cette méthodologie a été déployée sur l'Ariège, et permet d'estimer l'impact du changement climatique à l'échelle de bassins versants pyrénéens.

Concernant les températures, les résultats sont proches de ceux de DRIAS 2020 (Soubeyrou et al., 2020), à savoir une hausse des températures de 2.5°C à 5°C d'ici la fin du siècle sur le bassin de l'Ariège. Pour les précipitations, la tendance à la baisse prévue sur le Sud-Ouest dans l'étude DRIAS-2020 est confirmée par nos résultats avec une baisse de 2% à 8% en moyenne d'ici 2100.

Les conséquences de ces évolutions sont très importantes sur l'évolution du stock de neige (Cf. Figure 3, à gauche). Par exemple, pour le bassin versant du Vicdessos à Soulcem la valeur du maximum de l'équivalent en eau du manteau neigeux est en moyenne en baisse de 50% (RCP4.5) à 70% (RCP8.5) d'ici 2100. Le nombre de jours avec présence de neige au sol est en baisse de 50% tandis que la date moyenne du maximum d'enneigement est décalée d'un mois. Ces tendances sont encore plus marquées pour les bassins versants d'altitude médiane plus basse.

Concernant l'évolution des débits (Cf. Figure 3, à droite), notre étude montre une baisse des valeurs moyennes de débits annuels entre 10% (RCP4.5) à 30% (RCP8.5). Le régime moyen des débits est également modifié fortement avec un pic de fonte en baisse de 30% à 50% et avancé dans la saison d'un à deux mois. Les étiages estivaux seraient également plus précoces et plus sévères, tandis que les étiages hivernaux tendraient à augmenter du fait de fonte infra-saisonnière du manteau neigeux.

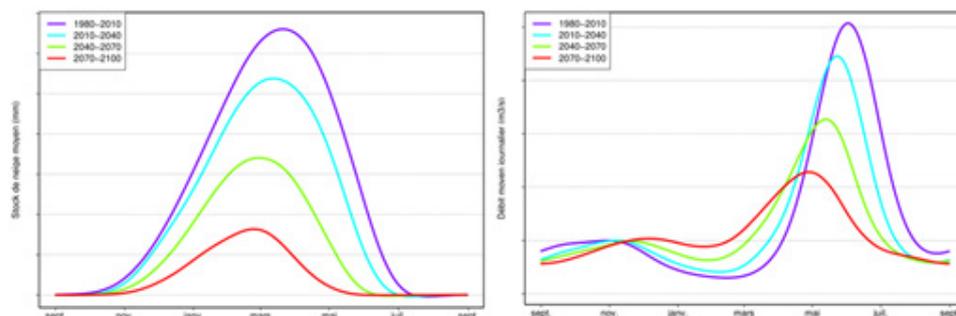


Figure 3 : Évolution du régime de l'enneigement (gauche) et des débits (droite) du Vicdessos à Soulcem modélisé par MORDOR selon le scénario RCP8.5

Ces résultats des projections hydrologiques sur des bassins versants montagneux de petites tailles sont en phase avec les résultats publiés par le projet Explore2 (Sauquet et al., 2024) mené par INRAE et OIEau avec plusieurs partenaires dont EDF, et dans le but d'étudier l'impact du changement climatique sur l'hydrologie des cours d'eau à l'échelle du territoire français métropolitain. En effet, en sélectionnant 9 modèles hydrologiques, des projections hydrologiques futures pour différents bassins ont été produits et publiés sur la plateforme DRIAS-Ea.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/H7tihDWZTQM>

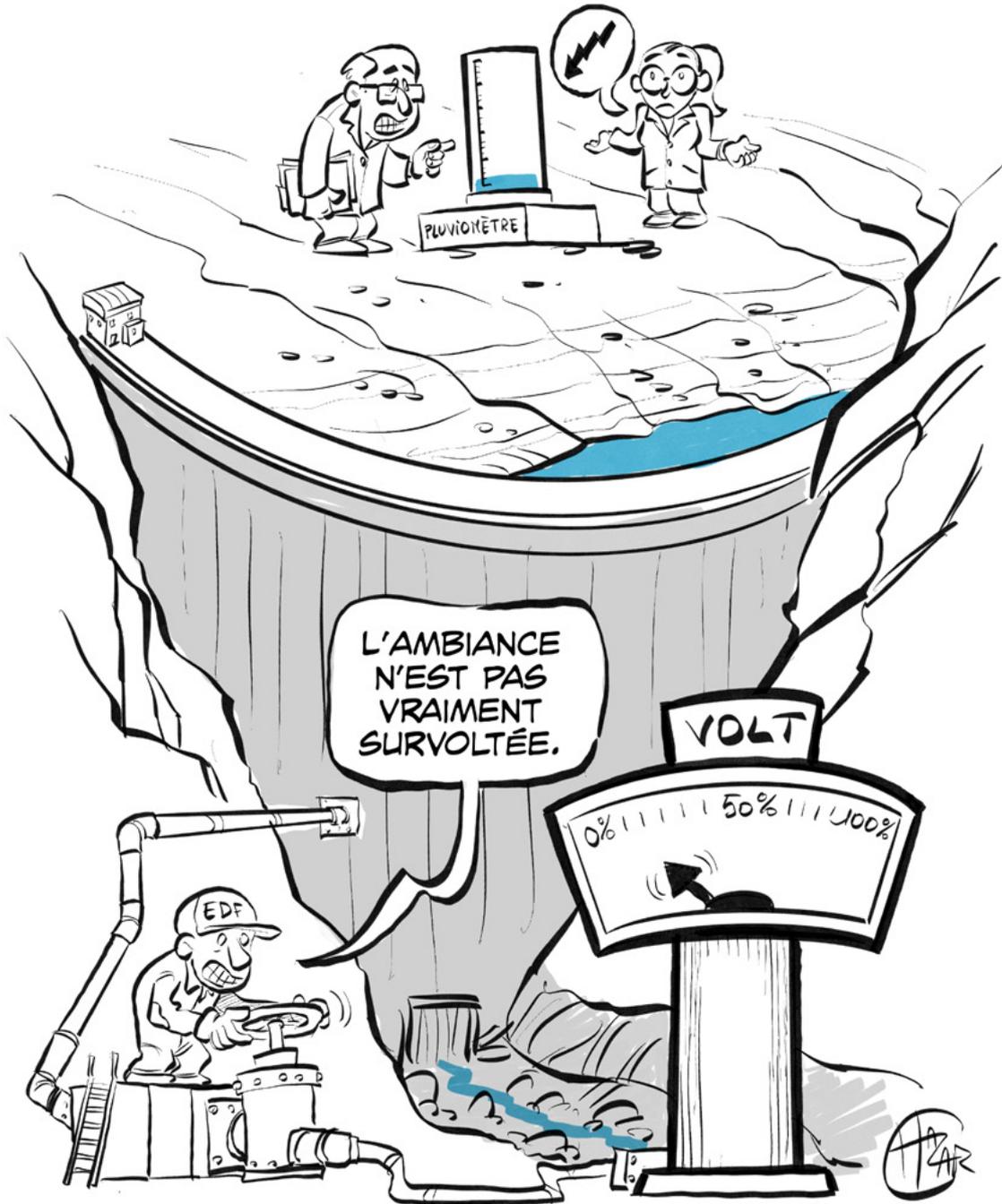
Bibliographie, publications :

- 1. IPCC, 2014, « Climate Change 2014 : Synthesis report. Contribution of Working Group I, II and III of the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds)), IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp
- 2. Valery, A., Le Lay M., Gailhard, J., 2023, « EDF HYDRO engineering experience in hydrology and HPP Climate Resilience – Illustration in the French Alps », HYDRO 2023, Edinburgh
- 3. Michelangeli, P.A., Vrac, M., Loukos, H., 2009, « Probabilistic downscaling approaches: application to wind cumulative distribution functions », Geophysical Research Letters, 36, L11708, <https://doi.org/10.1029/2009GL038401>
- 4. Rouhier, L., Le Lay, M., Garavaglia, F., Lemoine, N., Hendrickx, F., Monteil, C., Ribstein, P., « Impact of mesoscale spatial variability of climatic inputs, and parameters on the hydrological response », 2017, Journal of Hydrology, 553 : 13-25
- 5. Soubeyroux, J.M., Bernus, S., Corre, L., Drouin, A., Dubuisson, B., Etchevers, P., Gouget, V., Josse, P., Kerdoncuff, M., Samacoïts, R., Tocquer, F., 2020, « les nouvelles projections climatiques de références DRIAS 2020 pour la métropole »
- 6. Sauquet E., et al., 2024, « messages et enseignements du projet Explore2, Explore2 des futurs de l'eau, 28/06/2024

Contact :

Damien SERCA, , EDF-DTG, service prévisions-études
damien.serca@edf.fr

DÉBITS DÉBITEURS.



Evolution et prospective sur la ressource en eau dans le Plan d'adaptation au changement climatique du bassin Adour- Garonne

Vincent MARQUET

Agence de l'Eau Adour Garonne

Le plan d'adaptation au changement climatique du bassin Adour-Garonne a été produit par un groupe de travail issu du comité de bassin en associant des partenaires de l'Agence et a été adopté par le comité de bassin en juillet 2018. Il constitue aujourd'hui un document de référence à l'échelle nationale par son ambition et sa complétude puisque le Plan d'adaptation au changement climatique (PACC) a tout autant exposé les vulnérabilités de notre bassin sur l'ensemble des compartiments étudiés que produit un large panel de 118 mesures pour répondre à ces enjeux et s'adapter.

Ce plan a fait l'objet d'une mise à jour en 2023 sous forme d'un complément en deux volets :

- ▶ Une mise à jour des connaissances scientifiques, suite à la parution des rapports du GIEC, des rapports des expertises régionales et à de récents travaux de Météo-France ;
- ▶ Un point d'étape rapportant les indicateurs de suivi et actions mises en œuvre depuis l'adoption, démontrant le passage à l'action effective sur notre bassin.

Les principaux éléments de connaissance sont rassemblés ci-dessous.

Connaissances établies en 2018

Le bassin Adour-Garonne connaît des modifications hydrologiques majeures liées aux usages anthropiques. Ces modifications sont très largement aggravées par le changement climatique avec des répercussions importantes pour la gestion de l'eau et pour les milieux aquatiques. Les connaissances scientifiques rassemblées en 2018 avaient permis d'établir le constat suivant :

- ▶ Une augmentation de la température moyenne annuelle de l'air d'au minimum + 2°C ;
- ▶ Une augmentation des situations extrêmes (sécheresses, crues et inondations) ;
- ▶ Pas d'évolution sensible du cumul annuel de précipitations ;
- ▶ Une baisse moyenne annuelle des débits naturels des rivières comprises entre -20 % et -40 % et de l'ordre de -50 % en périodes d'étiage qui seront plus précoces, plus sévères et plus longues ;
- ▶ Une diminution de la durée d'enneigement sur les massifs ;
- ▶ Une augmentation de l'évapotranspiration (du sol et des plantes) comprise entre +10 % et +30 % ;
- ▶ Une augmentation de la sécheresse des sols ;
- ▶ Une tendance à la baisse de la recharge des nappes phréatiques, très variable selon les secteurs et le type de nappes, allant de +20 % à -50 % ;
- ▶ Une augmentation également significative de la température des eaux de surface (déjà réelle aujourd'hui : +1,5°C constaté en 40 ans) ;
- ▶ Une élévation du niveau de la mer, de l'ordre de 21 cm (et de façon très probable comprise entre 60 cm et 1 m en 2100).

Ces impacts se font déjà sentir aujourd'hui et vont accentuer la forte tension sur les ressources en période d'étiage, dégrader la qualité de l'eau en augmentant par exemple le risque d'eutrophisation et de toxicité, fragiliser les milieux aquatiques et humides et augmenter la fréquence des phénomènes extrêmes.

Tension sur la ressource à l'été : quelques ordres de grandeur à l'échelle du bassin Adour-Garonne

	Aujourd'hui	En 2050
Pluie Pluie efficace après évapotranspiration	90 milliards de m ³ /an 36 milliards de m ³ /an	90 milliards de m ³ /an 25 milliards de m ³ /an
Population sur le bassin	7 millions d'habitants	8,5 millions d'habitants
Consommation nette	A l'été de l'ordre de 1 milliard de m ³	
Agriculture Eau potable Industrie	900 millions de m ³ 100 millions de m ³ 20 millions de m ³	
Volumes stockés	de l'ordre de 3 milliards de m ³	
Barrages hydroélectriques Retenues dédiées au soutien d'été Lacs collinaires	2,3 milliards de m ³ 345 millions de m ³ 290 millions de m ³	
Déficit : déséquilibre entre besoins et ressources en eau superficielle	À l'été 200-250 millions de m ³	À l'été 1-1,2 milliard de m ³ dans l'hypothèse d'usages et de stockage constants

Mise à jour des connaissances scientifiques en 2023

La mise à jour s'appuie en grande partie sur le 6ème cycle d'évaluation du GIEC composé de plusieurs rapports et rapports spéciaux et d'une synthèse en 2023, les données et projections climatiques et hydrologiques à l'échelle nationale, les rapports régionaux Acclimaterra, RECO et OPCC et des travaux et études sur le bassin-versant. Début 2024, les résultats du projet Explore2 devront permettre une mise à jour conséquente des projections sur l'hydrologie du futur.

Principaux apports :

- ▶ Une actualisation des connaissances générales suite aux rapports du GIEC
- ▶ Une meilleure connaissance des impacts observés notamment sur l'hydrologie
- ▶ Une meilleure connaissance des impacts sur les milieux et les écosystèmes
- ▶ Une meilleure connaissance des solutions d'adaptation et des barrières à l'adaptation

L'ensemble de ces travaux permet d'affiner la connaissance des impacts du changement climatique et les options d'adaptation à mobiliser en Adour-Garonne.

Dans l'ensemble ces nouveaux travaux confirment les tendances observées et les projections du PACC, mais tendent à montrer une accélération et une intensification des impacts. Les travaux confirment également la nécessité de s'orienter de plus en plus vers des adaptations dites transformationnelles visant des changements importants.

Le rapport du GIEC rappelle également la nécessité d'identifier les barrières et contraintes à l'adaptation qui peuvent bloquer la mise en œuvre et conduire à la maladaptation.

Il est à noter que la littérature analysée n'a pas permis d'identifier de nouvelles solutions d'adaptation par rapport aux mesures déjà identifiées dans le PACC. La mise en œuvre de ces mesures est en revanche mieux documentée.

Le réchauffement global/mondial est déjà de +1,1°C par rapport à la période pré-industrielle et **atteindra 1,5°C dès le début de la décennie 2030** et cela, quels que soient les scénarios d'émission. Dans un scénario « médian » avec un pic des émissions en 2050, le réchauffement global atteindrait +3°C en 2100 (+4°C en France).

Pour la « région Europe », le réchauffement global planétaire de 1,1°C affecte déjà les systèmes naturels et humains et le réchauffement continuera d'augmenter plus rapidement que la moyenne mondiale.

La région Europe devra faire face à 4 risques majeurs :

- ▶ la pénurie d'eau,
- ▶ les pics de chaleur,
- ▶ les crues et inondations,
- ▶ les pertes agricoles.

Les sécheresses pluriannuelles deviendront plus longues ; les projections donnent des durées jusqu'à 5 ans pour un réchauffement global à +2° C, 7 ans pour +2,5° C et 9 ans pour +3° C.

L'évolution des précipitations sur la France reste soumise à des incertitudes et le niveau de confiance du GIEC est faible sur ce point. Le rapport Drias 2020 indique que le cumul de précipitations, moyenné à l'échelle de la France, pourrait être en légère hausse, entre +2 % et +6 % selon les horizons et scénarios. Cette hausse faible est cependant assortie d'une grande incertitude selon les modèles, pouvant inverser le signe de la tendance, quel que soit le scénario. Cette incertitude est à mettre en relation avec la position particulière de notre pays dans une zone de transition climatique à l'échelle continentale, entre hausse des précipitations au nord et baisse au sud. L'exploitation des résultats d'Explore2 permettra d'améliorer ces projections.

La Trajectoire de réchauffement de Référence pour l'Adaptation au Changement Climatique (TRACC) de +4°C en 2100 implique des transformations radicales de la France rendant peu comparable le pays en 2100 par rapport à nos repères et nos références actuelles. Le défi de l'adaptation à +4°C est donc exceptionnel et ira de pair avec des impacts majeurs à l'échelle mondiale.

A toutes les échelles, **la décennie 2020-2030 est absolument décisive pour l'atténuation comme pour l'adaptation**. Les décisions et actions d'aujourd'hui auront un impact considérable sur la trajectoire à venir. Il est à noter que l'adaptation ne permettra pas d'éviter des dommages et des pertes. Ces pertes et dommages sont donc à anticiper et à intégrer dans les réflexions et débats.

A l'échelle du bassin, les nouvelles connaissances et observations confirment les tendances déjà projetées en 2018 avec toutefois **une accélération probable** du phénomène :

- ▶ Le changement climatique est déjà observé à l'échelle nationale et sur le bassin. Il se traduit notamment par une augmentation des températures moyennes.
- ▶ A l'échelle nationale, on assiste à une stabilité du cumul annuel moyen des précipitations sur la France, mais avec des évolutions par saisons. On observe une baisse non significative des cumuls annuels de précipitations sur les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées de l'ordre de -6 % depuis 1960. Le lien de cette évolution avec le changement climatique n'est pas établi. La vallée de la Garonne apparaît comme un territoire qui sera particulièrement touché par les vagues de chaleur et journées caniculaires avec des épisodes longs et intenses en été.
- ▶ La température annuelle moyenne à l'horizon 2050 pourrait être **de +1,5°C et +2,8°C** par rapport à la période 1961-1990. Elle a déjà augmenté de +1°C entre 1960 et 2010. L'hydrologie du bassin est déjà impactée avec entre autres des **baisses enregistrées pour les débits d'étiage** par les stations de mesures dites « non influencées » **de l'ordre de 1% par an** entre 1968 et 2020. Géographiquement, les territoires dont les tendances sont les plus marquées à l'étiage à la fois dans l'étude de l'hydrologie passée et dans les projections sont le Tarn-Aveyron, la Dordogne et le Lot.

- ▶ La qualité des eaux subit déjà les effets du changement climatique et continuera d'être sous pression. Il reste néanmoins difficile de séparer les effets du changement climatique des autres impacts anthropiques.
- ▶ Les milieux et écosystèmes subissent déjà des impacts importants et risquent d'être fortement bouleversés.
- ▶ Les usages devront nécessairement évoluer vers plus de sobriété et des changements structurels. Il est à noter que les nouvelles connaissances invitent à penser **que les prélèvements sur le bassin pour l'AEP pourraient augmenter voire fortement augmenter**.
- ▶ Les effets des actions d'adaptation et les barrières sont mieux connus. Ces nouvelles connaissances peuvent aider à la mise en œuvre. De nouveaux guides et outils sont aujourd'hui disponibles ou le seront bientôt et fourniront une aide pour élaborer une trajectoire d'adaptation du bassin Adour-Garonne.
- ▶ Les effets du changement climatique sur le bassin se traduisent par une **méditerranéisation du climat** qui se caractérise par une **augmentation des températures moyennes et des épisodes de sécheresse plus fréquents et plus intenses** dans des territoires qui n'avaient pas ces caractéristiques auparavant. Il entraîne également une augmentation de la fréquence et de l'intensité des feux de forêt, une diminution de la disponibilité de l'eau et une perturbation des écosystèmes naturels.

Perspectives sur la connaissance scientifique

Le projet Explore 2 (2021-2024) sous portage de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae) et l'OIEau, cofinancé par le MTE et l'OFB, a actualisé les connaissances sur l'impact du changement climatique sur l'hydrologie à partir des publications du GIEC (CMIP5) et permet d'accompagner les acteurs territoriaux dans l'adaptation de leurs stratégies de gestion de la ressource en eau.

Ces résultats permettront d'affiner les diagnostics sur l'exposition et la vulnérabilité des territoires et usages. Ils seront exploités pour le bassin Adour Garonne et ses sous bassins, afin d'alimenter l'état des lieux du bassin préalable à l'élaboration du SDAGE 2028-2033 et actualiser les cartes de vulnérabilité du bassin.

Les nouvelles cartes de vulnérabilité seront des outils d'aide à la décision à l'échelle du bassin pour identifier les éventuels « hotspots ». A l'échelle des territoires, les cartes pourront permettre de connaître les risques, définir des priorités et poser les bases des diagnostics locaux.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/wvFjwHvT11c>

Bibliographie, références :

- Plan d'adaptation au changement climatique :
 → <https://eau-grandsudouest.fr/medias/publications/plan-adaptation-changement-climatique-bassin-adour-garonne>
- Complément PACC - synthèse :
 → <https://eau-grandsudouest.fr/medias/publications/complement-pacc-synthese>
- Complément PACC Connaissances Scientifiques :
 → <https://eau-grandsudouest.fr/medias/publications/complement-pacc-connaissances-scientifiques>
- Complément PACC Point d'étape et perspectives :
 → <https://eau-grandsudouest.fr/medias/publications/complement-pacc-point-etape-perspectives>

Contacts :

Vincent MARQUET, expert recherche et prospective
 Direction PEPPER - Planification, Evaluation, Programme, Prospective, Etudes, Recherche, Agence de l'Eau Adour-Garonne,
vincent.marquet@eau-adour-garonne.fr

1974 - 2024

50 ANS D'EAUX PRÉCIEUSES



Glaciers des Pyrénées, sentinelles du climat

Pierre RENE
Association Moraine

Autrefois symbole d'une nature hostile, les glaciers illustrent aujourd'hui la fragilité des écosystèmes. Les changements climatiques, entraînant dans leur course les glaciers, sont à l'œuvre depuis toujours. Mais, la cause anthropique actuelle est inédite. Les conséquences éclectiques de cette débâcle dépassent notre inventivité.

70% de l'eau douce terrestre se trouve sous forme de glace (calottes et glaciers de montagne). Du fait de leur grande sensibilité au thermostat atmosphérique, les glaciers sont des indicateurs de choix de la tendance climatique. Leur décadence montre l'ampleur du phénomène. « Ils rendent visible l'invisible ! »

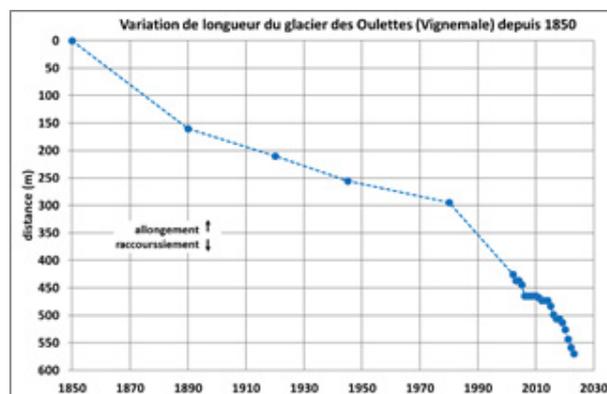
Brève chronologie depuis la fin du Petit Age Glaciaire (1850)

Le Petit Age Glaciaire (1300-1850) correspond à une période d'embonpoint des glaciers. Ils bâtissent des moraines souvent encore bien conservées. Elles sont les limites de leurs extensions jusqu'en 1850. On recense alors environ 100 glaciers dans les Pyrénées pour une surface totale de 23km² (2300ha). Le plus grand de tous est logiquement celui de l'Aneto avec 250ha. Vient ensuite celui du Seil de la Baque (vallée d'Oô, 31), littéralement « Glacier de la Vache » avec 145ha. Ce toponyme énigmatique révèle l'importance de ce glacier car ici et seulement ici dans les Pyrénées, il donne son nom au sommet dominant et non l'inverse !

Depuis 1850, les variations des glaces pyrénéennes peuvent être illustrées par les moraines laissées par le glacier des Oulettes (massif du Vignemale, 65), ainsi que par des mesures diverses. Au milieu du XIX^{ème}, son extension est d'1km pour une surface de 35ha. En 2023, il a perdu la moitié de sa longueur puisqu'il ne fait plus que 500m (en deux parties), soit un retrait moyen de -3m/an.

Ces 173 années de régression globale montrent de nombreuses vicissitudes et en voici des conséquences :

- ▶ 1850-1890, régression rapide avec -4m/an, peut-être liée à une baisse significative des précipitations neigeuses ? « ... tous les montagnards s'accordent à dire que les glaciers diminuent considérablement : pour ma part, depuis que j'explore les Pyrénées, je vois, pour ainsi dire, les glaciers fondre sous mes yeux, et, dans la vallée du Lys et dans la région d'Oô, le retrait est effrayant. » (E. Trutat, 1876) ;
- ▶ 1890-1920 -> -1,7m/an ;
- ▶ 1920-1945 -> -1,8m/an ;
- ▶ 1945-1980 -> -1,1m/an. Globalement, la période 1890-1980 correspond à un retrait modéré. « Les glaciers sont de bons vieux amis à moi, si vieux qu'il y a cinq ou six ans, j'ai craint leur mort, car ils semblaient à l'agonie, mais les voilà qui ressuscitent. » (H. Russell, 1891 dans R. Bonaparte, 1892).



« Sur les 29 glaciers observés, nous avons observé la fin d'un mouvement de régression pendant les années 1904 et 1905 ; une période de crue commençant par un stationnement en 1906 et augmentation graduelle de 1907 à 1911. » (L. Gaurier, 1912). « Tous les glaciers et névés permanents des Basses-Pyrénées ont disparu au cours de la période sèche 1948-49. Dans les Hautes-Pyrénées, la plupart des névés permanents ont disparu et la plupart des glaciers ont régressé d'une façon importante. Les hivers fortement enneigés de 1950-51 et 1951-52 entraineront certainement un maintien et une légère reprise des glaciers pyrénéens. » (Eaux et Forêts, 1952). « En 1983, le glacier d'Ossoue possède un volume légèrement supérieur (+4m) à celui de 1948. Son front a progressé de 150m entre 1965 et 1985. » (Association Moraine, 2011) ;

- ▶ 1980-2002, reprise d'une régression soutenue avec -5,9m/an. L'augmentation exponentielle de la combustion des énergies fossiles et par ricochet de la concentration en CO2 dans l'atmosphère devient le facteur prépondérant dans l'évolution climatique. L'intensité solaire, l'activité volcanique, les courants océaniques et atmosphériques, les aérosols... jouent un rôle moindre. « Les scientifiques s'accordent aujourd'hui pour dire que nos activités humaines sont la cause première de l'accélération du réchauffement climatique dans le Monde depuis 1950. L'empreinte carbone liée aux gaz à effet de serre issus des activités humaines et relâchés dans l'atmosphère n'a cessé de s'accroître sur cette période. Elle constitue aujourd'hui de loin la principale composante de l'empreinte écologique de l'humanité, dépassant les capacités d'absorption des océans et des forêts et conduisant à un dérèglement climatique majeur. » (GIEC, 2022) ;
- ▶ 2002-2023, -6,9m/an, la perte de longueur s'accélère de manière inédite au glacier des Oulettes (Vignemale) ! Un effondrement est à l'œuvre en 2022 et 2023. Alors que la perte d'épaisseur du glacier d'Ossoue (Vignemale) est -1,8m/an sur la période 2002-21, elle atteint -4,8m/an en 2022-23. A plus grande échelle, cette rupture s'observe au niveau du volume des glaciers suisses : -1,5%/an sur l'intervalle 2002-21 et -10%/an en 2022-23 !



Pour conclure

Au cours des deux dernières décennies, l'englacement de la chaîne pyrénéenne est passé de 5km² (500ha) à 1,6km² et l'effectif de glaciers, de 44 à 17. En moyenne sur cette période, c'est donc 15ha de glace et un glacier qui disparaissent chaque année. Par sa masse, un glacier crée un environnement frais qui est favorable à son maintien. On comprend aisément que sa réduction et son morcellement diminue cet effet protecteur. Il s'agit d'une rétroaction positive, c'est-à-dire une amplification du phénomène en cours. Cette aggravation se joue aussi à l'échelle planétaire car avec la diminution des surfaces englacées, c'est le pouvoir réfléchissant qui se réduit au profit de l'absorption du rayonnement solaire. Cette baisse de l'albédo accentue l'accumulation de chaleur. Il contribue à expliquer les raisons d'un réchauffement accru dans les zones polaires et les régions montagneuses.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/KBL6taoYL9w>

Contact :

Pierre RENE, association Moraine
p.rene31@orange.fr

MILLARIS 2040 CONTE DE LA DERNIÈRE NEIGE



Évolution récente du manteau neigeux dans les Pyrénées

Simon GASCOIN

Centre d'études spatiales de la biosphère, CNRS Toulouse

Le manteau neigeux est un élément clé du fonctionnement des bassins versants et des écosystèmes pyrénéens. La masse du manteau neigeux (c'est-à-dire son équivalent en eau) est la variable pertinente en hydrologie car elle détermine le débit des cours d'eau au printemps. La durée d'enneigement est la variable pertinente en écologie car elle détermine la température du sol et la période de croissance de la végétation dans l'étage subalpin. La variabilité interannuelle de ces propriétés résulte de la combinaison de multiples forçages climatique dont les températures et des précipitations hivernales. Pour décrypter l'influence du changement climatique sur le manteau neigeux il faut donc prendre en compte ces deux variables météorologiques. De plus, l'importance des forçages climatiques dans l'évolution du manteau neigeux est modulée par le contexte topographique et les impuretés comme les poussières sahariennes (Réveillet et al., 2021).

Pour étudier le manteau neigeux, on dispose finalement d'assez peu de données. On compte moins d'une centaine de stations de mesure qui enregistrent la hauteur de neige en continu et qui sont majoritairement maintenues par les agences météorologiques. Les mesures in situ d'équivalent en eau plus rares : en Espagne l'agence du bassin de l'Ebre possède un réseau de 11 nivomètres à rayonnement cosmique. Côté français ces mesures sont réalisées par les compagnies hydroélectriques mais les données sont confidentielles donc inexploitable pour des études académiques (Gascoin et al., 2024). Dans ce contexte la télédétection est un outil intéressant qui permet d'avoir une vision homogène à l'échelle du massif. Par ailleurs on dispose de modélisation du manteau neigeux produites par Météo-France.

Les tendances sur les hauteurs de neige entre 1958-2017 dans les différentes régions des Pyrénées sont généralement négatives mais pas toujours de façon significative (López-Moreno et al., 2020). La baisse est plus marquée à 2100 m qu'à 1500 m d'altitude, et elle est plus marquée à l'ouest qu'à l'est de la chaîne. Par ailleurs, la reconstruction de l'enneigement à partir d'images satellitaires indique que la date de déneigement avance de 4 jours par décennie en moyenne dans les Pyrénées sur la période 1986-2023, mais là encore les tendances ne sont pas significatives sur l'ensemble de la chaîne (Barrou Dumont, 2024). La difficulté à isoler des tendances sur les hauteurs de neige et les dates de déneigement malgré une hausse bien significative de la température de l'air s'explique en partie par les incertitudes des données analysées mais surtout par la variabilité naturelle du climat qui induit une forte variabilité des précipitations hivernales (en particulier l'oscillation Nord-Atlantique). La réduction de la période enneigée qui ressort malgré tout explique un « verdissement » prononcé de l'étage subalpin observé par satellite également (Choler et al., 2024).

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/KBL6taoYL9w>

Bibliographie, publications :

- Barrou Dumont, Z.: Reconstruction from satellite imagery of the snow cover in the Pyrenees and the Alps over the past 38 years (1986-2023), 2024.
- Choler, P., Bayle, A., Fort, N., and Gascoin, S.: Waning snowfields have transformed into hotspots of greening within the alpine zone, *Nat. Clim. Change*, 1–6, <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02177-x>, 2024.
- Gascoin, S., Soubeyroux, J.-M., Karbou, F., Thirel, G., Sourp, L., Lejeune, Y., Gouttevin, I., and Morin, S.: Evolution of the snow cover during the 2022 drought in France; [Évolution du manteau neigeux pendant la sécheresse de 2022 en France], *LHB Hydrosoci. J.*, <https://doi.org/10.1080/27678490.2024.2314174>, 2024.
- López-Moreno, J. I., Soubeyroux, J. M., Gascoin, S., Alonso-Gonzalez, E., Durán-Gómez, N., Lafaysse, M., Vernay, M., Carmagnola, C., and Morin, S.: Long-term trends (1958–2017) in snow cover duration and depth in the Pyrenees, *Int. J. Climatol.*, *joc.6571*, <https://doi.org/10.1002/joc.6571>, 2020.
- Réveillet, M., Tuzet, F., Dumont, M., Gascoin, S., Arnaud, L., Bonnefoy, M., Carmagnola, C., Deguine, A., Evrard, O., Flin, F., Fontaine, F., Gandois, L., Hagenmuller, P., Herbin, H., Josse, B., Lafaysse, M., Le Roux, G., Morin, S., Nabat, P., Petitprez, D., Picard, G., Robledano, A., Schneebeli, M., Six, D., Thibert, E., Vernay, M., Viallon-Galinier, L., Voiron, C., and Voisin, D.: Dépôts massifs de poussières sahariennes sur le manteau neigeux dans les Alpes et les Pyrénées du 5 au 7 février 2021 : Contexte, enjeux et résultats préliminaires Version du 3 mai 2021, CNRM, Université de Toulouse, Météo-France, CNRS, 2021.

Contact :

Simon GASCOIN, centre d'études spatiales de la biosphère, CNRS Toulouse
simon.gascoin@univ-tlse3.fr

Incidence des évolutions de la ressource sur les usages et l'économie de la montagne et du piémont. L'exemple du SAGE Neste et Rivières de Gascogne

M. HARLÉ

Animatrice SAGE Neste et rivières de Gascogne

L'eau concerne tout un chacun. Pour la gérer de manière durable et équilibrée, il est essentiel que les acteurs de l'eau se parlent, échangent et se questionnent ensemble, sur la base d'éléments de connaissances partagés.

Le SAGE, un outil de planification pour une gestion équilibrée et durable de l'eau

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est l'outil de planification dédié à la ressource en eau sur le territoire Neste et rivières de Gascogne (NRG). Il est en phase d'élaboration, celle-ci couvrant la période 2021-2026. Il vise une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau pour tous les usages et le bon état des milieux aquatiques. Son rôle est de mettre en débat, planifier et réglementer la gestion de l'eau à travers son instance de gouvernance : la Commission Locale de l'Eau (CLE). La CLE Neste et rivières de Gascogne se compose de 90 membres, représentant l'ensemble des acteurs de l'eau à l'échelle du territoire, répartis en 3 collèges (Services de l'État, collectivités territoriales, usagers).

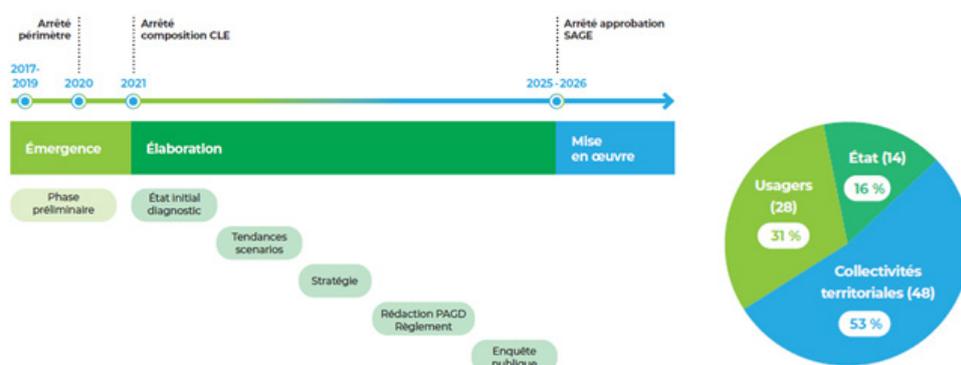


Figure 1 : calendrier de la démarche et composition de la CLE NRG

Un diagnostic fin nécessaire pour évaluer la ressource en eau et identifier les nombreux usages et les problématiques

Pour y parvenir, la CLE s'appuie sur un état des lieux du territoire. Ce diagnostic permet d'évaluer la quantité et la qualité des ressources en eau, et des milieux aquatiques et humides associés. Il vise aussi à identifier et quantifier les prélèvements et les consommations en eau des nombreux usagers ainsi que les sources de dégradation de la qualité des milieux. Ces travaux ont mis en lumière comment la modification artificielle du fonctionnement hydrologique de ce territoire – que l'on peut qualifier de socio-hydro-système – a favorisé le développement d'usages anthropiques de l'eau : alimentation en eau potable, agriculture, industrie, énergie, tourisme et loisirs. Ces usages ont des impacts significatifs sur les milieux aquatiques, en perturbant leur fonctionnement naturel ou en apportant des polluants dans les sols et les eaux. Aussi, ces travaux ont mis en évidence la dépendance de la partie gasconne au bassin versant montagnard de la Neste.

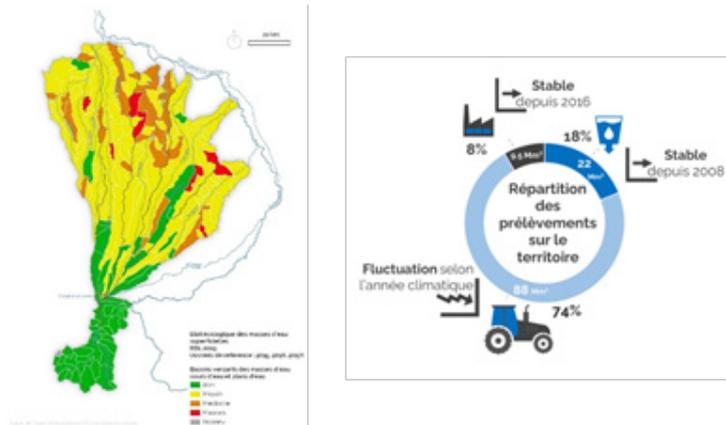


Figure 2 : exemples d'éléments de diagnostic issus de l'état des lieux du territoire du SAGE NRG

L'élaboration de la stratégie s'appuie sur des projections hydro-climatiques et socio-économiques en vue de faire face aux défis à venir

Afin d'élaborer sa stratégie pour le territoire, la CLE s'appuie sur les projections hydro-climatiques et socio-économiques, lui permettant de guider ses orientations pour faire face aux défis à venir, et notamment celui d'atténuer et se s'adapter aux impacts des dérèglements climatiques. Cette stratégie sera ensuite déclinée au travers de deux documents réglementaires : le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable et le règlement du SAGE.

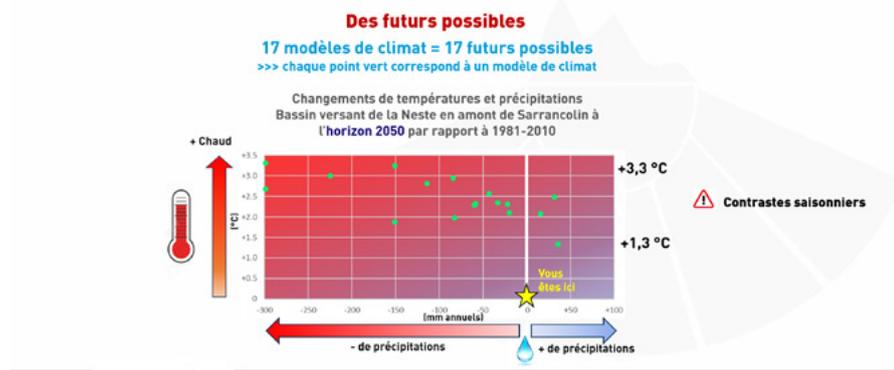


Figure 3 : exemple d'élément de prospective hydro-climatique issu de l'état des lieux du SAGE NRG

Un très important processus de concertation pour partager les enjeux, parvenir à une vision commune et créer des synergies

Le processus de construction d'un SAGE implique ainsi une concertation étroite entre les différents acteurs du territoire. La spécificité de la concertation du SAGE NRG tient à sa volonté forte de travailler, dès l'élaboration du projet, avec l'ensemble des acteurs en lien avec l'eau, afin de décloisonner les différents domaines, créer des synergies sur le territoire, parvenir à une vision commune, et valoriser l'ensemble des données produites. En outre, la CLE NRG a ouvert le dialogue avec l'ensemble des habitant.e.s du territoire, et porte diverses actions pour sensibiliser le jeune public des vallées des Nestes et des vallées gasconnes.

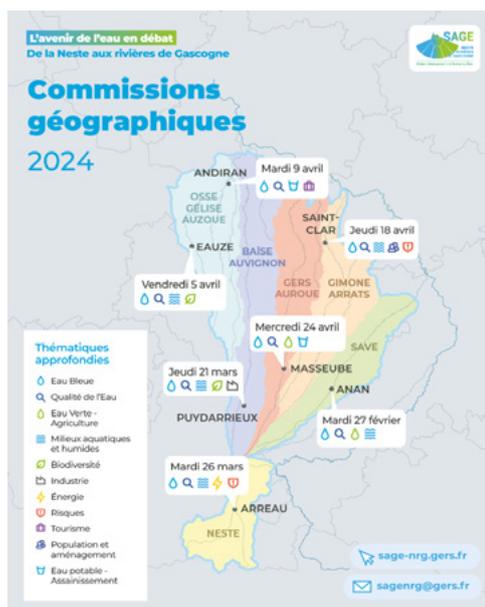


Figure 4 : Flyer d'information des commissions géographiques de travail de la CLE 2024, ouvertes aux citoyen.ne.s

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/ea5q89HNR8o>

Bibliographie, publications :

Pour consulter les travaux de la CLE NRG :
<https://sage-nrg.gers.fr/ressources-documentaires>
 SAGE Neste et Rivières de Gascogne. (2023). État des lieux : Partie 1 - État initial – Diagnostic. Rapport complet. 494 pages.
 SAGE Neste et Rivières de Gascogne. (2023). État des lieux : Partie 1 - État initial – Diagnostic. Synthèse : atlas géographique. 91 pages.
 SAGE Neste et Rivières de Gascogne. (2023). État des lieux : Potentiel hydroélectrique. 29 pages.
 SAGE Neste et Rivières de Gascogne. (2023). État des lieux : Partie 2 – Tendances et scénarios – Note thématique : hydrologie du futur. 45 pages.
 SAGE Neste et Rivières de Gascogne. (2024). État des lieux : Partie 2 – Tendances et scénarios. 21 pages.

Contacts :

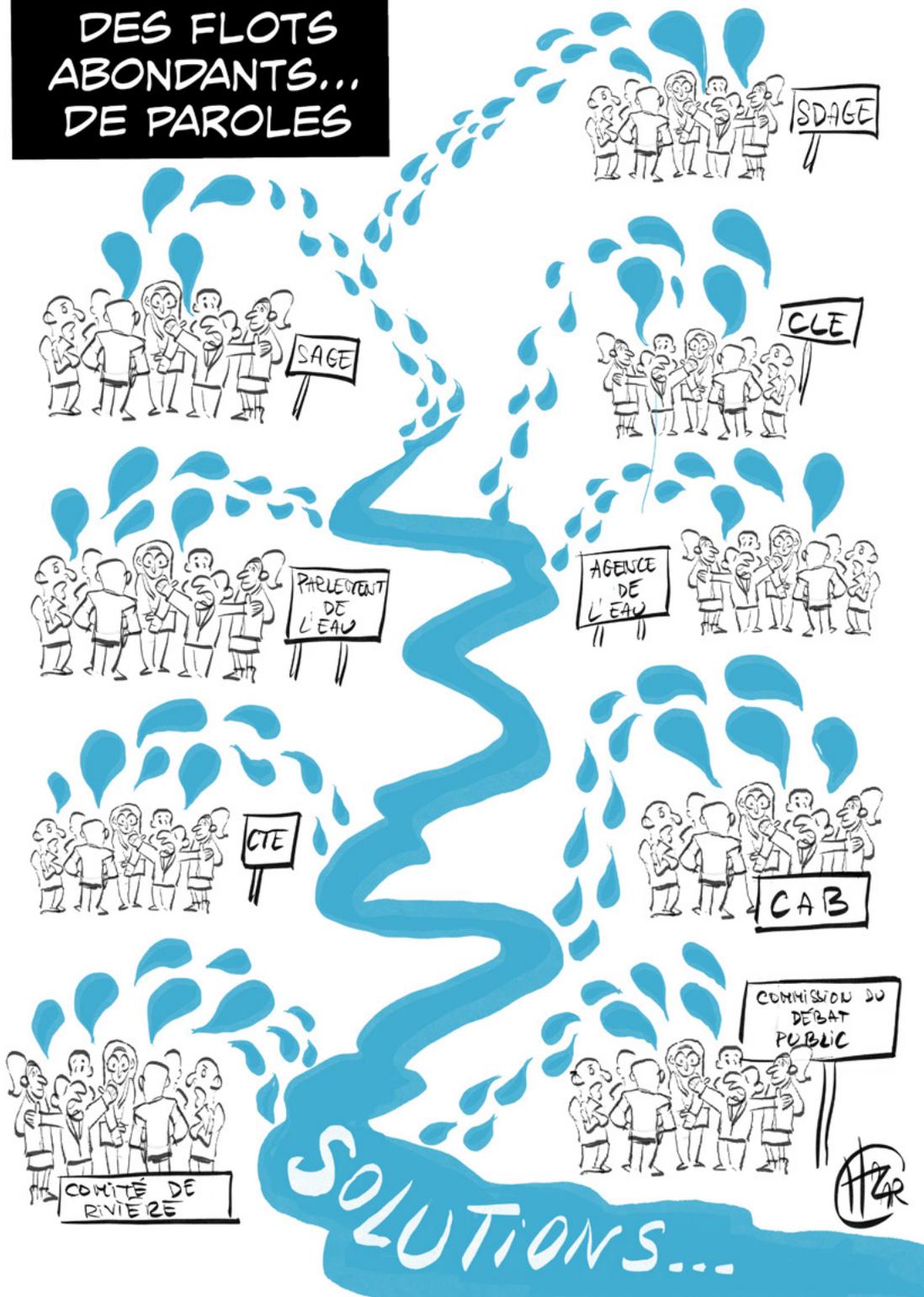
Marion HARLÉ, animatrice en charge des volets zones humides, urbanisme et SIG du SAGE NRG,
MHARLE@gers.fr

Karine LIÉRON – animatrice coordinatrice du SAGE NRG,
KLIERON@gers.fr

Site internet : sage-nrg.gers.fr

Mél : sagenrg@gers.fr

**DES FLOTS
ABONDANTS...
DE PAROLES**



Rôle des régimes hydrologiques sur le fonctionnement des écosystèmes d'eau courante de montagne

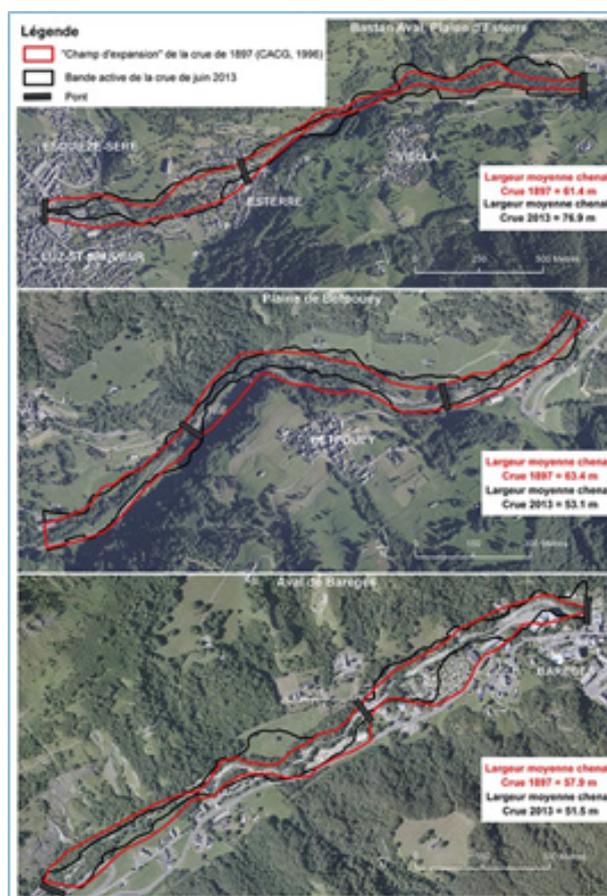
Philippe BARAN
Bureau d'études ECOGEA

La présence d'un minimum d'eau est indispensable au fonctionnement des rivières notamment à leur biodiversité. Cette affirmation qui semble être une évidence est pourtant contredite par l'histoire de la réglementation des usages de l'eau des rivières. Jusqu'à la loi « Pêche » de 1984, la réglementation s'attachait surtout à garantir et organiser les usages de l'eau. L'autorité administrative locale avait le libre choix de répartir les volumes d'eau entre l'usage et la vie de la rivière. A titre d'illustration, voici l'extrait d'une lettre émanant de la société de pêche de Luchon et publiée dans « L'Echo Pyrénéen » du 29 octobre 1922. Elle dénonçait la situation des cours d'eau de la vallée suite à la construction des centrales hydroélectriques de la Pique et du lac l'Oô. « Monsieur le Ministre. Nous avons l'honneur de vous faire connaître que, depuis l'installation dans notre région de la Compagnie d'Electricité Industrielle, la plupart de nos rivières, ne recevant plus qu'un débit d'eau très insuffisant, sont presque complètement dévastées. Aucune disposition n'a été prise par cette société pour permettre au poisson de vivre. En aval des barrages, il est navrant de constater que la Pique, le Lys et l'Ône, surtout à l'époque des basses eaux, sont à sec dans une bonne partie de leurs cours. Il est évident qu'une certaine quantité d'eau est indispensable pour assurer la vie de la truite, l'éclosion et le développement des alevins ». C'est bien cette notion de débit minimum à laisser dans les rivières pour assurer « en permanence, la vie, la circulation et la reproduction des espèces présentes » que le législateur reprendra dans la loi de 1984. Il fixera une valeur seuil de seulement 2.5% du débit moyen inter-annuel pour les installations existantes et 10% pour les nouvelles installations. En 2006, la loi sur l'eau ne retiendra que la valeur de 10% comme seuil minimal avec toutefois des dérogations possibles pour les aménagements produisant de l'électricité en période de pointe ou les cours d'eau dit « atypiques ». La préservation des débits des rivières est donc une préoccupation législative récente. Cette législation ne s'intéresse d'ailleurs qu'à garantir un débit minimal dans le cas de prélèvements directs en rivière. Aucune obligation pour les prélèvements en nappe d'accompagnement, vis-à-vis des variations journalières du débit (les éclusées) ou pour le maintien de débit de crue.

Au niveau scientifique, là aussi, la prise en compte du rôle des régimes de débit dans le fonctionnement de l'écosystème d'eau courante est très récente. Au début du XX^{ème} siècle, c'est une vision axée sur les potentialités de production piscicole des cours d'eau qui domine (Léger, 1910). Les années 1950 voient l'émergence des recherches sur l'écologie des espèces plus particulièrement celles des communautés d'insectes aquatiques (Décamps, 1967a et 1967b ; Lavandier, 1979). Les relations aux habitats sont abordées mais l'hydrologie est peu présente dans les analyses. On retrouve également les mêmes observations sur les poissons avec des approches descriptives des abondances et des productions de truites qui prennent peu en compte les débits (Ricard et Roqueplot, 1976 ; Gayou et Simonet, 1979). De même, les travaux sur la typologie des cours d'eau, qu'ils reposent sur les communautés piscicoles ou la macrofaune benthique (Huet, 1949 ; Illies et Botosaneanu, 1973 ; Verneaux, 1973), ne sont basés que sur les caractéristiques morphologiques (pente, largeur, distance à la source), la chimie des eaux et le régime thermique estival. Tout au plus peut-on considérer que l'utilisation de la section mouillée à l'étiage par Verneaux introduit le rôle des facteurs hydrauliques à l'étiage. C'est réellement à partir des années 1980 et surtout 1990, que les recherches vont se centrer sur le rôle majeur des régimes hydrologiques. Aux Etats-Unis, les travaux de R.J. Naiman, de Ward et Standford (1979, 1983, 1995) et de N.J. Poff mettent en avant les relations entre la structure des communautés biologiques et la variabilité des régimes hydrologiques. En 1997, la publication de Poff et al. « Le régime hydrologique naturel : un paradigme pour la conservation et la restauration des rivières » documente toutes les implications des débits dans les fonctionnalités des cours d'eau. En France, le rôle de l'hydrologie est au cœur des travaux des équipes d'Henri Décamps (Décamps et Naiman, 1989) et de Claude Amoros (Amoros et Petts, 1993). Les recherches se concentrent surtout sur les grands fleuves (Garonne, Rhône) et le rôle des débits dans les relations avec la plaine alluviale et la ripisylve. Elles abordent non plus *uniquement l'écologie des espèces mais la fonctionnalité globale de l'écosystème notamment au travers des flux de matières portés par les écoulements.*

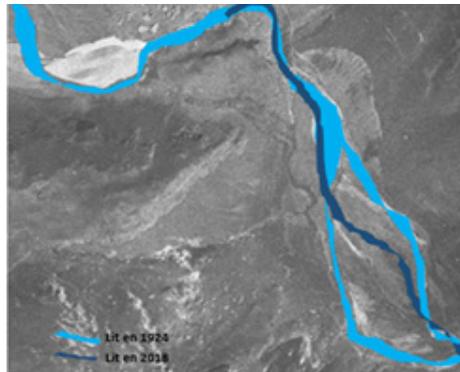
Le rôle du bassin versant devient essentiel dans l'analyse du fonctionnement des cours d'eau qui ne sont plus perçus comme un écosystème isolé mais comme un ensemble fonctionnel que l'on nomme hydrosystème. Les recherches en écologie aquatiques permettent, dès lors, d'appréhender les cours d'eau non plus de manière fixiste mais de manière dynamique. Les travaux de Poff et Ward, (1989) et de Richter et al., (1996) proposent de caractériser les régimes de débits au travers de 5 descripteurs fonctionnels qui vont définir notamment les caractéristiques des communautés biologiques (les valeurs de débit à un instant donné, les fréquences et les durées de certaines valeurs particulières (crues, étiages), la prévisibilité des événements et la stabilité). Durant les années 1990, le rôle des débits est également un sujet central dans les travaux menés dans les rivières de montagne et notamment dans les Pyrénées. Ils se concentrent sur l'impact des modifications hydrologiques induites par les aménagements hydroélectriques que ce soit en termes d'étiage (Baran et al., 1995) ou de variations infra-journalières (éclusées)(Liebig, 1998, Cereghino, 1997, Lagarrigue et al., 2002).

Aujourd'hui, le corpus scientifique développé sur la question du rôle de l'hydrologie et du fonctionnement des cours d'eau s'est fortement renforcé grâce à l'interdisciplinarité. La géomorphologie et la géographie permettent d'aborder dès l'amont les processus qui sont devenus essentiels dans la compréhension des mécanismes mis en jeu (cascade sédimentaire, Cossart, 2014). Comme viennent à nouveau de le montrer les événements météorologiques de ce mois de septembre 2024, les apports sédimentaires relèvent plus d'une dynamique catastrophique que de la régularité des processus. En cela, même si l'on dispose de valeurs de production sédimentaire surtout dans les Pyrénées Espagnoles (de 70 à 370 t/km²/an)(Batalla et Vericat 2011 ; Palazón et Navas, 2014), ces chiffres ne représentent que des moyennes qui ne renseignent que très peu sur la réelle dynamique d'apports. De même, au sein des cours d'eau, les réponses morphologiques aux variations hydrologiques sont être extrêmement variables. Les événements de crue de 2013 et 2024 analysés sur la base d'iconographies historiques renseignent sur les processus de mobilité des cours d'eau et la relation à l'intensité des événements hydrologiques (Blanpied et al., 2020).



Evolution de la largeur du chenal du Bastan en aval de Barèges suite aux crues de 1897 et 2013 (Source : Blanpied, Antoine, Carozza et Valette (2020) à partir des données CACG, 1996 et des orthophotographie IGN de 2010 et 2013 de l'IGN).

Ces processus morphologiques dépendant de l'hydrologie sont essentiels à la dynamique des habitats aquatiques. Ils assurent à la fois leur diversité et leur renouvellement. La réduction voire la disparition de variations de débits, notamment en aval des grands barrages va conduire à de très forts bouleversements morphologiques dont la perte de chenaux, l'incision, et le développement de la forêt alluviale.

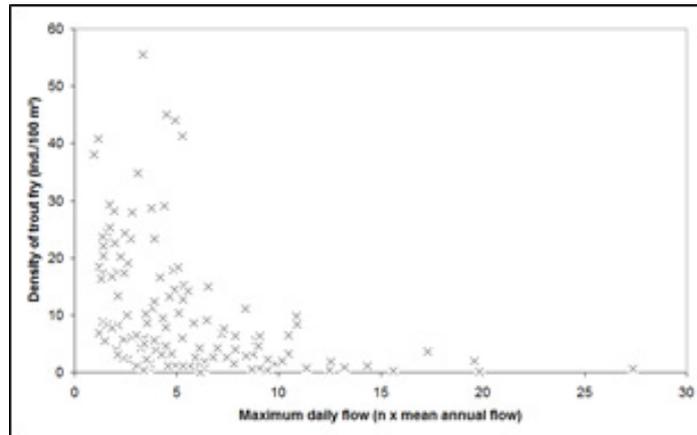


Evolution du lit du Gave d'Ossoue avant et après la construction du barrage (1924-2018) (©IGN- Géoportail)

Cet espace physique en équilibre dynamique va constituer le support au développement de la faune et de la flore aquatique. Les rivières de montagne qui correspondent, de part leur pente, leur régime de débit et la fourniture sédimentaire à des systèmes torrentiels (torrents et rivières torrentielles (Besson, 1996)) sont parmi les écosystèmes à plus fortes contraintes en termes de force et de puissance. Un torrent des Pyrénées développent très souvent au débit moyen plus de 100 W/m^2 . Pour s'adapter à cette contrainte, les organismes aquatiques ont développé différentes stratégies ; hydrodynamisme du corps chez la larve d'épeorus, organes de fixation chez la similie, utilisation des abris hydrauliques chez la truite, forme du corps et puissance des membres chez le Desman des Pyrénées. Les travaux de recherche conduits dans les années 1990 sur la truite commune (Belaud et al., 1989 ; Delacoste, 1995) ont permis de caractériser des préférences hydrauliques de l'espèce dans les rivières Pyrénéennes. Ces préférences ont constitué la base pour le développement d'une méthodologie de quantification des surfaces d'habitat favorable pour différentes valeurs de débits, la méthode des microhabitats (Pouilly et al., 1994). Cette méthode est aujourd'hui l'outil d'ingénierie le plus utilisé dans la définition des débits minimums biologiques (Baran, 2011). Cette notion très complexe s'appuie sur la recherche de valeur de débit en-deça de laquelle les pertes d'habitat peuvent nuire gravement au statut de l'espèce. Malheureusement, la relation des espèces avec le débit n'est pas binaire. Il est souvent difficile d'identifier de véritables seuils de risque à partir desquels le maintien des espèces notamment de poissons n'est plus garanti.

Au-delà des préférences hydrauliques en relation avec les débits et de la quantification des habitats favorables, des suivis long terme des populations de truites ont permis d'identifier le rôle de l'hydrologie et notamment des crues dans la dynamique des populations (Tissot et al., 2017).

L'intensité du recrutement en alevins de truites est fortement dépendant des débits maximaux en hiver et au printemps.



Relation entre les densités numérique d'alevins de truites de plusieurs rivières des Pyrénées et des Alpes et le débit maximal journalier de la période février-avril (in Baran et al., 2014)

Toutefois, les suivis post-crue de 2013 sur le bassin du Bastan (FDAAPPMA 65) et sur ceux de la Pique et la Neste d'Oô ont montré à la fois la forte résilience des populations mais également le rôle des réservoirs biologiques pour la recolonisation des tronçons fortement affectés par les crues.

Le rôle des régimes hydrologiques est également important vis-à-vis de la migration des poissons et notamment des espèces comme le saumon atlantique ou l'anguille. Les variations de débits constituent des signaux indispensables pour les migrations de dévalaison des deux espèces. De même, pour la montaison, des débits soutenus au printemps favorisent l'activité migratoire. Pour le saumon, on observe que l'activité migratoire sur une année suit très directement le cycle hydrologique. Elle baisse concomitamment à la réduction des débits en début d'été.

Dans un contexte de fortes pressions d'usage de la ressource en eau et de changement climatique qui modifient de plus en plus les régimes hydrologiques, la prise de conscience du rôle majeur de ces régimes dans le fonctionnement de l'écosystème eau courante et la conservation de sa biodiversité notamment en rivière de montagne est indispensable. Cette prise de conscience est difficile car au-delà des enjeux sur les usages et les modes de production et de consommation, elle réclame d'intégrer la complexité des processus physiques et biologiques mis en jeu à des échelles plus large que celle du simple cours d'eau.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/lhaLTDfyH8o>

Bibliographie, publications :

- Amoros C., Petts, G.E., 1993. Hydrosystèmes fluviaux. Masson, Paris.
- Baran, Delacoste, Dauba, Lascaux et Belaud, 1995. Effects of reduced flow on brown trout populations downstream dams in French Pyrenees. *Regulated Rivers : Research and Management*, 10, 347-361.
- Baran P., 2011. Les méthodes d'aide à la détermination de valeur de débit minimum. Annexe 2 de la circulaire du 5 juillet 2011 relative à l'application de l'article L. 214-18 du code de l'environnement sur les débits réservés à maintenir en cours d'eau.
- Baran P., Gouraud V., Bergerot B., Tissot L., Bret V., Cattaneo F., Poulet N., 2014. Relationship between hydrology and recruitment of brown trout populations in mountain streams. 10th International symposium on ecohydraulics, Trondheim, Norway, June 23 – 27.
- Batalla RJ, Vericat D, 2011. An appraisal of the contemporary sediment yield in the Ebro Basin. *J Soils Sediments* 11:1070–1081.
- Belaud A., Chaveroche P., Lim P., Sabaton C., 1989. Probability-of-use curves applied to brown trout (*Salmo trutta fario* L.) in rivers of southern France. *Regulated Rivers : Research and Management*, 3, 321-336
- Besson, L., 1996. Les risques naturels en montagne, traitement, prévention, surveillance. Artès- Publialp, Grenoble.
- Blanpied J., Antoine JM., Carozza JM., Valette P. 2020. Reconstitution de l'évolution de la dynamique hydrosédimentaire d'un gave pyrénéen (torrent du Bastan, Gave de Pau, Hautes-Pyrénées) : approche croisée géohistorique et hydrogéomorphologique. *Sud-Ouest Européen*, 2020, 49, pp.29-46.
- Cereghino, R., 1997. Influence des éclusées hydroélectriques sur la structure et la dynamique des populations d'invertébrés d'une rivière pyrénéenne de moyenne montagne. Thèse doctorat Université Paul Sabatier.
- Cossart E., 2014. Des sources sédimentaires à l'exutoire : un problème de connectivité ? : Réflexions sur le fonctionnement géomorphologique des bassins versants montagnards. *Géographie*. Université Blaise Pascal - Clermont 2, 2014.
- Décamps, H., 1967a. Introduction à l'étude écologique des trichoptères des Pyrénées. *Annls Limnol.* 3 (1) 1967 : 101-176.
- Décamps, H., 1967b. Écologie des trichoptères de la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées). *Annls Limnol.* 3 (3) 1967 : 399-577.
- Décamps H., Naiman R. J., 1989. L'écologie des fleuves. *La Recherche* n° 208.
- Gayou F., Simonet F., 1979. Dynamique des populations de truites (*Salmo trutta fario* L.). Aménagements piscicoles en haute vallée d'Aure. Thèse Université Paul Sabatier.
- Gouraud V., Capra H., Sabaton C., Tissot L., Lim P., Vandewalle F., Fahrner G., Souchon, Y., 2008. Long-term simulations of the dynamics of trout populations on river reaches bypassed by hydroelectric installations-analysis of the impact of different hydrological scenarios. *River Research and Applications*, 24(9), 1185–1205.
- Huet M., 1949. - Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *Schweiz. Z. Hydrol.*, II (3-4):332-351.
- Illies J., Botosaneanu L., 1963. Problème et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, 12: 1-57.
- Lagarrigue T., Céréghino R., Lim P., Reyes-Marchant P., Chappaz, R., Lavandier P., Belaud A., 2002. Diel and seasonal variations in brown trout (*Salmo trutta*) feeding patterns and relationship with invertebrate drift under natural and hydropeaking conditions in a mountain stream. *Aquat. Living Resour.*, 15, 129–137.
- Lavandier P., 1979. Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse, Université de Toulouse, 532 pp.
- Léger L., 1910. Principes de la méthode rationnelle du peuplement des cours d'eau à Salmonidés. La capacité biogénique. *Trav. du Lab. de Piscic. de l'Université de Grenoble. Fasc. I*, 1910.
- Liebig H., 1998. Etude du recrutement de la truite commune (*Salmo trutta* L.) d'une rivière de moyenne montagne (Pyrénées Ariégeoises, 09). Effets de la gestion par éclusée d'une centrale hydroélectrique. Thèse de Doctorat INP Toulouse, 201p et annexes.
- Liebig H., Lim P. et Belaud A., 1998. Influence du débit de base et de la durée des éclusées sur la dérive d'alevins de truite commune : expérimentations en canal semi-naturel. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 350/351, 337 – 347.
- Palazón L., Navas A., 2014. Modeling sediment sources and yields in a Pyrenean catchment draining to a large reservoir (Ésera River, Ebro Basin). *Journal of Soils and Sediments*.
- Poff N. L., Allan J. D., Bain M. B., Karr J. R., Prestegard K. L., Richter R. B. D., Sparks R. E., Stromberger J. C., 1997, The natural flow regime : a paradigm for river conservation and restoration. *Biosciences*. 47, 11 769-784
- Poff N. L., Ward J. V., 1989. Implications of streamflow variability and predictability for lotic community structure : a regional analysis of streamflow patterns. *Can. Jour. Fish Aquat. Scie.* 46 1805-1818.
- Pouilly M., Valentin S., Capra H., Ginot V., Souchon Y. 1995. Méthode des microhabitats, principes et protocoles d'application. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (1995) 336 : 41-54.
- Ricard et Roqueplo, 1976. Etude sur la dynamique des populations et les aménagements piscicoles du Rioumajou. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse.
- Verneaux J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydro- graphique du Doubs. Thèse d'Etat Univ. Fr. Comté, Besançon.
- Ward, J. V., Stanford, J. A., 1979. Ecological factors controlling stream zoobenthos with emphasis on thermal modification of regulated streams, in *The Ecology of Regulated Streams*, edited by J. V. Ward and J. A. Stanford, pp. 35–55, Springer, New York.
- Ward, J. V. and Stanford, J. A., 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regul. Riv.*, Vol. 11, 105-119.

Contact :

Philippe Baran, co-gérant bureau d'études ECOGEEA.
philippe.baran@ecogee.fr

RÉGIME DE SAISON



Influence de la diversité hydraulique sur la macrofaune benthique des rivières pyrénéennes

Fabrice FIRMIGNAC, Philippe BARAN
Bureau d'études ECOGEA

La macrofaune benthique appelée également macro-invertébrés est composée des organismes invertébrés dont la taille est macroscopique c'est-à-dire depuis le millimètre jusqu'au décimètre. Le caractère benthique caractérise les organismes dont au moins une des formes (larvaire et/ou adulte) vit en relation obligatoire avec les substrats des fonds des cours d'eau. Dans les systèmes torrentiels Pyrénéens, cette faune est largement dominée par les insectes aquatiques (environ 80% des taxons). On retrouve également des mollusques, des crustacés, des hydracariens ainsi que des oligochètes. Il n'existe pas d'inventaire complet de la richesse en espèces sur la chaîne Pyrénéenne et ceci pour deux raisons essentielles :

- ▶ les difficultés taxonomiques pour certains groupes comme les oligochètes ou des familles comme celle des Chironomidae,
- ▶ les inventaires réalisés dans les cours d'eau qui sont relativement nombreux au travers, notamment, des réseaux de surveillance de qualité écologique des cours d'eau mais qui se basent sur un niveau de détermination qui s'arrête au genre et parfois à la famille (protocole des Indices biologiques I2M2).

Actuellement, on estime que la macrofaune benthique des rivières Pyrénéennes est composée de plus de 150 genres et à minima 500 espèces. Cette faune présente un assez fort taux d'endémisme du fait des caractéristiques géographiques du massif notamment de son isolement. Les cycles biologiques des insectes se caractérisent par une phase de vie larvaire de quelques mois à plusieurs années qui se déroule dans le cours d'eau, une phase d'éclosion puis d'émergence avant la phase aérienne adulte qui, en général, ne dure, au maximum que quelques jours. C'est au cours de cette phase que la ponte a lieu sur des supports minéraux et/ou végétaux ou directement dans la colonne d'eau. Au cours de leur cycle de vie, les invertébrés sont donc amenés à réaliser des déplacements très souvent à l'aide des courants (phénomène de dérive). Ces déplacements sont donc très dépendants des conditions hydrauliques donc des débits. Ils peuvent être volontaires ou accidentels lors des crues. Ces cycles de vie particuliers notamment avec la vie aérienne des adultes permettent d'assurer la colonisation e/ou la recolonisation rapide de secteurs de rivière.

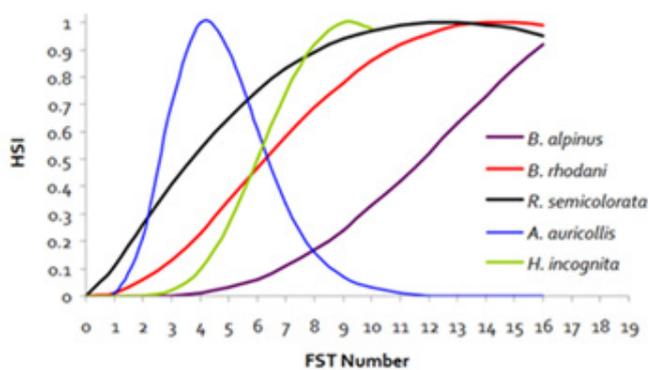
Les recherches sur cette macrofaune ont réellement débuté à partir du début du XXème siècle avec notamment les 1ers inventaires conduit par le professeur Despax qui se concentra sur l'ordre des plécoptères (1951). Mais c'est réellement avec l'équipe du Professeur Angelier que de très nombreuses recherches sur l'écologie et la taxonomie des invertébrés benthiques des Pyrénées vont être menées entre 1950 et 1980 notamment dans le réseau hydrographique de la Neste d'Aure avec les travaux d'Henri Bertrand, d'Henri Décamps, sur les trichoptères, d'Alain Thomas et Pierre Lavandier sur les Ephéméroptères, d'Henri Laville sur les Chironomidae... Comme chez les poissons, des années 1990 à 2000, les recherches vont se concentrer sur les relations avec les conditions hydrauliques et par voie de conséquence sur les impacts des altérations des régimes de débits. Dans les Pyrénées, des études ont notamment été conduites sur la rivière Oriège (Cereghino, 1997) et la Neste d'Aure (De Billy et al., 2005).

La macrofaune benthique joue un rôle essentiel dans la chaîne alimentaire des rivières de montagne. L'ensemble des groupes faunistiques qui la composent participe à la transformation de la matière organique. En effet, dans ces écosystèmes situés en tête de bassin, la production primaire végétale ne repose que sur les diatomées (micro-algues brunes). L'écosystème utilise donc, en plus, l'ensemble des végétaux allochtones (feuilles, débris ligneux, débris d'herbacées) qui sont apportés au cours d'eau soit depuis les berges soit avec les écoulements du bassin versant. En cela, les flux hydriques sont indispensables au transport de cette ressource..

Une fois dans la rivière, cette matière organique va être consommée par différents groupes : les broyeurs comme les trichoptères Limnephilidae qui vont consommer les débris végétaux les plus grossiers, les collecteurs-filtreurs comme les Simuliidae ou les trichoptères Hydropsychidae qui utilisent la matière organique particulaire, les brouteurs-racleurs comme les éphémères du genre *Ecdyonurus* qui consomment les diatomées à la surface des supports minéraux. En 1980, Vannote et al. ont défini un cadre conceptuel (le river continuum concept) qui décrit l'ensemble du réseau fluvial comme une série de gradients physiques qui s'intègrent continuellement et d'ajustements biotiques associés au fur et à mesure que la rivière s'écoule de la source à l'embouchure. Ces ajustements biotiques concernent surtout la macrofaune benthique dont la composition et la structure est dictée par le type de matière organique à consommer. Sans continuité hydrologique à l'échelle du bassin versant, le continuum ne peut se mettre en place.

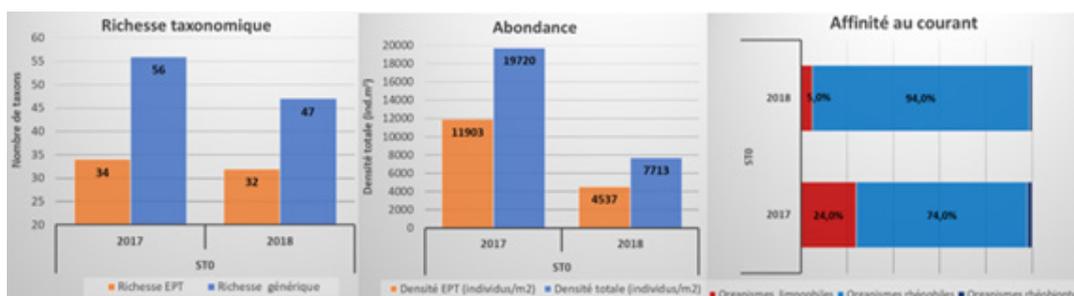
Les invertébrés benthiques ne sont pas uniquement des consommateurs et des transformateurs de la matière organique, ils constituent eux-mêmes des proies essentielles pour d'autres larves (les perlidae, les odonates) mais surtout pour la truite commune, le chabot, le desman des Pyrénées, la crossope, le calotrithon, le cincle plongeur et la bergeronette des ruisseaux. Il est d'ailleurs assez exceptionnel que dans un écosystème occupant un espace aussi limité (les rivières et ruisseaux des Pyrénées occupent moins de 0.05% de la surface du territoire), des espèces appartenant à des classes aussi distinctes occupent des niches alimentaires très proches. Chacune de ces espèces a développé une stratégie particulière dans la capture des larves d'insectes. La truite consomme préférentiellement les larves lors de leur dérive dans le courant. Sa sélection d'habitat est très liée aux conditions hydrauliques et donc au débit. Les flux de dérive étant les plus forts au sein des courants les plus soutenus (vitesses >50-70 cm/s), la truite va venir se positionner à proximité de ces zones mais en sélectionnant un habitat hydrauliquement abrité (derrière un bloc, dans la couche limite du fond). Elle effectuera alors de très courts déplacements dans la zone de fort courant pour capturer sa proie avant de se repositionner derrière son abris hydraulique (Fausch, 1984).

A partir des années 1990, l'analyse de la microdistribution des différents taxons de larves d'invertébrés a permis d'identifier des préférences à la fois à l'échelle des faciès d'écoulement mais aussi à celle plus fine des microhabitats. Des courbes de préférence hydraulique ont été développées notamment sur la base des travaux utilisant la mobilité d'hémisphères sur le fond, techniques développées par B. Stazner (Stazner et al., 1986 et 1988) et réutilisées sur le Rhône par exemple (Mérigoux et al., 2009).



Courbes de préférence basées sur la mobilité d'hémisphère de poids différents déposés sur le substrat pour plusieurs espèces d'éphéméroptères (*Baetis alpinus*, *rhodani*, *Rhithrogena semicolorata*) et de trichoptères (*Allogamus auricollis*, *Hydropsyche incognita*). Les valeurs croissantes de FST représentent des hémisphères de plus en plus lourds et donc des vitesses plus élevées (in DVWK, 1999).

Les espèces présentant donc des préférences hydrauliques assez marquées, les variations inter-annuelles des débits notamment des étiages vont donc avoir des incidences sur la composition et la structure des communautés d'invertébrés. Des suivis effectués dans le cadre du programme LIFE+ Desman sur le Rébenty, affluent de l'Aude, ont clairement montré que la richesse en espèces, les densités et la structure des peuplements variaient significativement avec l'intensité des étiages. Les années d'étiage marqué et long se traduisent par un nombre d'espèces plus importants, des densités totales plus élevées mais des abondances d'espèces rhéophiles moins fortes (Firmignac et Baran, 2020). Des résultats similaires ont été observés sur le Gave de Bious dans le cadre du suivi de la qualité des eaux après installation d'un dispositif d'épuration des rejets d'une cabane fromagère (Firmignac, 2024).



Richesse spécifique et densité totale et en Ephemeroptère, Plécoptère, Trichoptère (EPT) ainsi que l'occurrence des organismes rhéophiles entre deux années à étiage très différents sur le Rébenty : 2017 étiage intense et long, 2018 étiage soutenu (in Firmignac et Baran, 2020)

Des suivis réalisés dans le bassin de la Pique et de la Neste d'Oô suite à la crue de juin 2013 ont permis de montrer à la fois l'impact de cet événement hydrologique sur la faune d'invertébrés avec une chute très forte des densités et de la richesse spécifique mais également la vitesse de recolonisation quasi complète 2 années après (Firmignac, 2018).

La macrofaune benthique qui constitue donc un élément essentiel du fonctionnement écologique des systèmes torrentiels Pyrénéens est fortement liée aux conditions hydrauliques et donc aux débits des cours d'eau. Pour autant, bien qu'elle soit aujourd'hui utilisée couramment comme un indicateur de la qualité des cours d'eau, les indices utilisés restent peu sensibles à la variabilité hydrologique et aux altérations des régimes de débit.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :
<https://youtu.be/Ad-ieyTjpXk>

Bibliographie, publications :

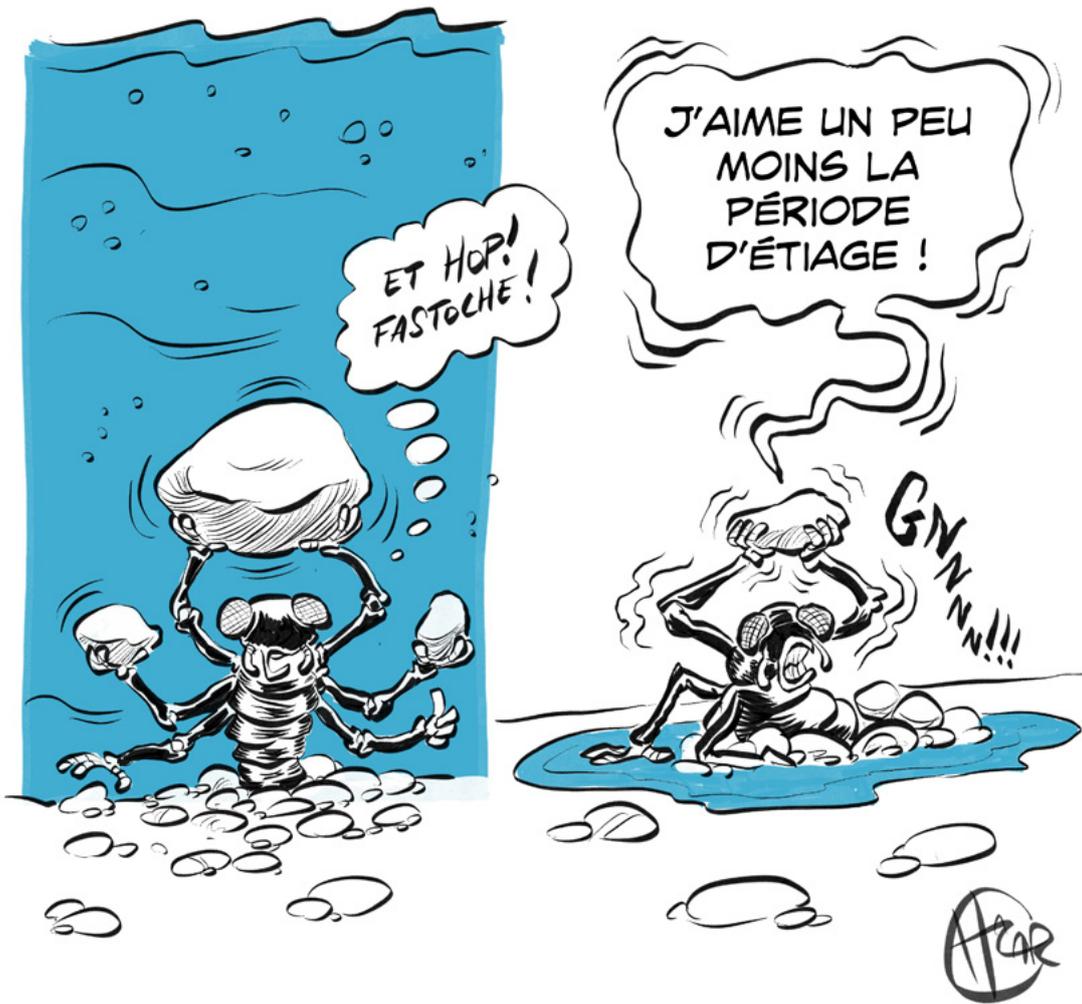
- Cereghino, R., 1997. Influence des éclusées hydroélectriques sur la structure et la dynamique des populations d'invertébrés d'une rivière pyrénéenne de moyenne montagne. Thèse doctorat Université Paul Sabatier.
- De Crespin De Billy, V., 2002. Traits of brown trout prey in relation to habitat characteristics and benthic invertebrate communities. *Journal of Fish Biology*, 60(3), 687–714.
- De Crespin de Billy V., Dumont B., Lagarrigue T., Baran P. Stazner B., 2005. Invertebrate accessibility and vulnerability in the analysis of brown trout (*Salmo trutta* L.) summer habitat suitability. *River Res. Applic.* 18: 533–553.
- Despax R., 1951. Faune de France : 55 Les Plécoptères. Fédération Française des Sciences Naturelles. 280 p.
- Fausch, Kurt D.. (1984). Profitable stream positions for salmonids: relating specific growth rate to net energy gain. *Canadian Journal of Zoology*, 62(3), 441–451.
- Firmignac F., Baran P., 2020. Analyses des peuplements de macro-invertébrés benthiques sur le Rébenty dans le cadre d'un plan de restauration des habitats à Desman (*Galemys pyrenaicus*). Rapport ECOGEA – Programme LIFE+ Desman, 36p.
- Firmignac F., 2024. Suivi biologique dans le cadre de la mise en place d'un système de prétraitement au niveau de la cabane de La Hosse sur le haut bassin du gave de Bioux. Suivi de la macro-faune benthique avant et après la mise en place du dispositif d'assainissement. Rapport ECOGEA pour PNP, 36p.
- Firmignac F., Lascaux J.M., 2016. Suivis biologiques post-crue sur la Neste d'Oô et la Pique. Rapport ECOGEA pour EDF-CIH, 35p.
- Mérigoux S., Lamouroux N., Olivier J-M., Dolédec S., 2009. Invertebrate hydraulic preferences and predicted impacts of changes in discharge in a large river. *Freshwater Biology* 54(6), 1343–1356.
- Stazner B., Gore J.A., Resh V.H., 1988. Hydraulic stream ecology, observed patterns and potential applications. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7: 307- 360.
- Stazner, B. Higler B., 1986. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology* 16: 127–139.
- Tachet. H., Richoux. P., Bournaud. M., Usseglio-Polatera. P., 2000. Invertébrés d'eau douce. Systématique. Biologie. Ecologie. CNRS Editions. 588 p.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Gushing C.E., 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137

Contacts :

Fabrice FIRMIGNAC, bureau d'études
ECOGEA
fabrice.firmignac@ecogea.fr

Philippe BARAN, co-gérant bureau d'études
ECOGEA.
philippe.baran@ecogea.fr

PERFORMANCES DE SAISON



Le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) : état de la population et relation entre la présence du desman et les régimes hydrologiques

Jérôme LAFITTE, Parc national des Pyrénées

Loan ARGUEL, CEN Occitanie, Centre de recherche sur la Biodiversité et l'Environnement

Une espèce énigmatique

Le Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) est un petit mammifère semi-aquatique endémique du quart nord-ouest de la péninsule ibérique et du massif pyrénéen. Découverte et décrite tardivement en 1811 par Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, cette espèce cryptique semi-aquatique est particulièrement difficile à étudier. Plusieurs aspects de son écologie demeurent encore mal connus.

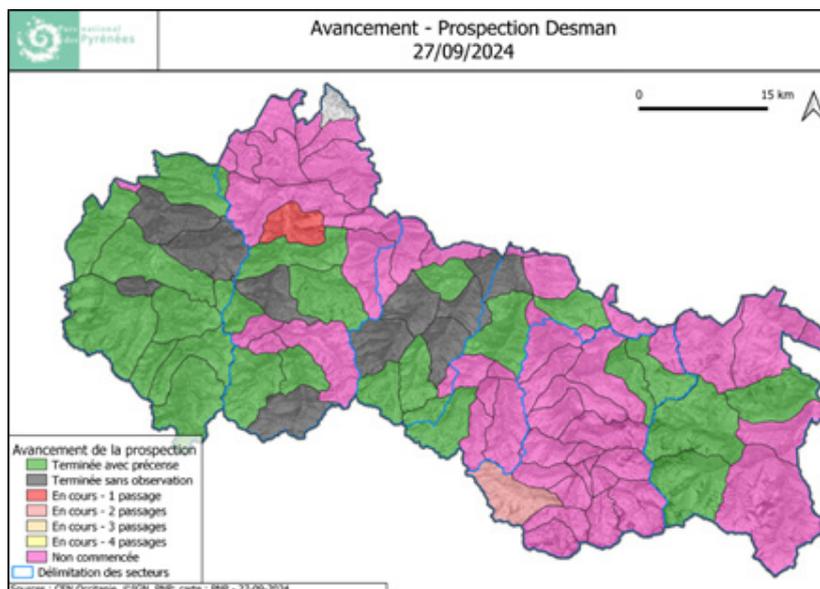
Une espèce en régression

En France, son aire de répartition a diminué de plus de 50 % entre 1990 et 2015 (Charbonnel 2015 ; Charbonnel et al. 2016). Le Desman des Pyrénées tend à disparaître de la zone de plaine et du piémont et semble désormais se concentrer sur les zones de plus haute altitude. Des constats similaires, voire plus alarmants encore, sont réalisés en Espagne, Andorre et Portugal (Russo et al. 2023). L'Union internationale pour la conservation de la nature a ainsi modifié récemment le statut de conservation de l'espèce : à l'échelle nationale il est passé de la catégorie « Quasi menacée » à la catégorie « Vulnérable » (2017). A l'échelle mondiale, le Desman des Pyrénées est passé de la catégorie « vulnérable » à « en danger d'extinction » dans liste rouge des espèces menacées (Quaglietta, 2022).

Cela a conduit le Ministère en charge de l'écologie à engager un second Plan national d'actions en faveur du Desman des Pyrénées sur la période 2021 – 2030.

Le maintien d'une connaissance fine de la répartition de l'espèce est un préalable indispensable à sa prise en compte notamment dans le cadre des projets d'aménagement, d'activités ou de travaux en rivière. Dix ans après les derniers inventaires, le Parc national des Pyrénées et ses partenaires (CCPVG, mairie de Barèges, CEN, GRIFS, OFB, GREGE) actualisent la carte de répartition de l'espèce à travers la recherche d'indices de présence, en l'occurrence ses fèces (= excréments déposés par le Desman des Pyrénées sur des supports émergés dans le lit mineur du cours d'eau). Depuis 2021, ce sont 34 zones hydrographiques qui ont été prospectées sur la zone du Parc national. La présence du Desman des Pyrénées a été confirmée sur seulement 24 d'entre-elles. Sur les autres (30%), le desman n'a pas été détecté malgré la réalisation de 5 passages.

Ce travail permet une mise à jour en continu de l'outil cartographique d'alerte pour la prise en compte du Desman des Pyrénées (Charbonnel et al. 2017).



Point d'étape de l'actualisation de la carte de répartition du Desman sur le territoire du PNP

Ce constat confirmerait la tendance à la raréfaction de l'espèce et à la rétractation de son aire de répartition. Toutefois, un phénomène de saisonnalité dans la détection des crottes a été observé. Cela impose un ajustement de la méthode basée sur la recherche de crottes qui s'avère aujourd'hui moins efficace.

Vers de nouvelles méthodes de détection ?

De nouvelles méthodes sont aujourd'hui en phase de test afin d'optimiser la détection de l'espèce. Cela concerne l'utilisation de chiens de détection, la pose de tunnels à crottes, l'utilisation de pièges photographiques et l'ADNe.

Les programmes de recherche au chevet du Desman des Pyrénées

Le Desman des Pyrénées vit dans un environnement contraint et dynamique qui connaît aujourd'hui de multiples pressions, qui peuvent être d'origines naturelles et anthropiques. Les phénomènes naturels tels que les crues et les périodes d'étiage sont depuis quelques années de plus en plus fréquents et de forte intensité au niveau de la chaîne des Pyrénées, entraînant ainsi des changements brutaux de débits. En outre, les activités humaines tels que les ouvrages hydro-électriques ou encore les prélèvements d'eau à des fins agricoles vont perturber l'écoulement naturel et ainsi entraîner une perte et une fragmentation directe des habitats disponibles pour l'espèce. L'amélioration des connaissances sur les régimes hydrologiques limitant les risques pour le Desman des Pyrénées semble alors essentielle pour assurer la conservation de l'espèce. Pour répondre à cela, un projet de recherche multi-partenarial, impliquant le Conservatoire d'espaces naturels d'Occitanie, le cabinet d'études ECOGEA, le Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement, l'Office Française de la Biodiversité et la DREAL Occitanie, a été lancé en septembre 2022 pour une durée de 3 ans. Les objectifs de ce travail scientifique sont :

- ▶ 1) d'améliorer les connaissances sur l'influence des débits et des variations de ces derniers sur le comportement de l'espèce ;
- ▶ 2) d'évaluer la sélection de l'habitat du Desman des Pyrénées et de définir des préférences hydrauliques et topographiques ;
- ▶ 3) d'élucider certaines raisons qui conduisent l'espèce à sélectionner certains micro-habitats (influence de la ressource trophique notamment) ;
- ▶ 4) d'évaluer la sensibilité de ses préférences d'habitat à d'éventuelles variations de débits.

Pour répondre à ces objectifs, des opérations de captures de Desmans des Pyrénées et de suivi par télémétrie ont été réalisées entre 2014 et 2024 sur 7 cours d'eau différents des Pyrénées françaises, situés dans la partie centrale et occidentale de la chaîne. Au total, 14 individus différents ont été suivis entre 2 et 19 jours consécutifs dans différents contextes hydrologiques. Sur chacun de ces sites, plusieurs caractéristiques hydrologiques et topographiques du milieu ont été étudiées : enregistrement des variations des débits, détermination des faciès d'écoulement, réalisation de modélisations hydrauliques ... Enfin, sur certains sites d'étude, des prélèvements de macro-invertébrés benthiques ont été réalisés afin de déterminer la ressource trophique disponible du milieu. En parallèle, des fèces de Desman des Pyrénées ont été collectées et analysées génétiquement pour en déterminer le contenu du bol alimentaire. Toutes ces données sont actuellement en cours d'analyses.

À l'issue de ce travail, l'objectif sera d'apporter des éléments concrets sur l'influence des conditions et des variations de débits sur le Desman des Pyrénées et ainsi fournir des recommandations de conservation auprès des autorités environnementales.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/5e0tnh143YU>

Bibliographie, publications :

- CHARBONNEL A. 2015. Influence multi-échelle des facteurs environnementaux dans la répartition du Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) en France. Thèse en vue de l'obtention du Doctorat de l'Université de Toulouse présentée et soutenue le 04 juin 2015. Délivré par l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INP-T). EcoLab UMR 5245, CEN Midi-Pyrénées. 260p.
- CHARBONNEL A., BLANC F., NEMOZ M., BUISSON L., LAFFAILLE P., BODO A., FOURNIER-CHAMBRILLON C., FOURNIER P., FROPIER N., LACAZE V., LE ROUX B., PONCET E., PONTCHARRAUD L. & TRIBOLET L. 2017. Outil cartographique d'alerte et cahier des charges pour la réalisation d'inventaires du Desman des Pyrénées Vol. 2. Toulouse (31-France), CEN MP. 28 p. (Outils techniques pour la prise en compte du Desman des Pyrénées dans les procédures d'évaluations environnementales; Livret 2)
- CHARBONNEL A., BUISSON L., BIFFI M., D'AMICO F., BESNARD A., AULAGNIER S., BLANC F., GILLET F., LACAZE V., MICHAUX J.R., NEMOZ M., PAGE C., SANCHEZ-PEREZ J.M., SAUVAGE S. & LAFFAILLE P. 2015. Integrating hydrological features and genetically validated occurrence data in occupancy modelling of an endemic and endangered semi-aquatic mammal, *Galemys pyrenaicus*, in a Pyrenean catchment. *Biological Conservation* 184: 182–192. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.01.019>
- RUSSO LF., FERNANDEZ-GONZALEZ A., PENTERIANI V., DELAGADO M., PALAZON S., LOY A., DI FEBBRARO M. 2023. The Different Fate of the Pyrenean Desman (*Galemys pyrenaicus*) and the Eurasian Otter (*Lutra lutra*) under Climate and Land Use Changes. *Animals* 2023, 13, 274. <https://doi.org/10.3390/ani13020274>

Contacts :

Jérôme LAFFITE ,chargé de mission faune au Parc national des Pyrénées
Jerome.lafitte@pyrenees-parcnational.fr

Loan ARGUEL, doctorant sur la thématique Desman des Pyrénées, CEN Occitanie – Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement.
loan_arguel@cen-occitanie.org

DESMAN, ESPÈCE MIGRATRICE ?



L'ADN environnemental appliqué à la détection du Desman des Pyrénées

Carole GUILLAUME, EDF Recherche&Développement

Johan MICHAUX, GeCoLAB, Université de Liège, CIRAD

Contributeurs : Laurence TISSOT-REY (EDF R&D), Olivier BAYARD (EDF Hydro SO), Frédéric BLANC (CEN Occ) Loan ARGUEL (CEN Occ, CRBE), Johan MICHAUX (GeCoLAB, Université de Liège, CIRAD), Adrien ANDRE (GeCoLAB, Université de Liège), Thierry LAGARRIGUE (ECOGEA), Xavier ROZEC (OFB), Nicolas POULET (OFB)

¹ 23 Usines, 21 grands barrages et plus d'une centaine de prises d'eau, une production annuelle d'environ 1 TWh soit la consommation d'environ 500 000 habitants.

² Le précédent PNA Desman et le LIFE+ Desman ont permis le développement d'un protocole standardisé de d'inventaire indirect du Desman par recherche de fèces, validé par le CNPN

Contexte

Depuis les années 1950, EDF est implantée sur l'ensemble de la chaîne des Pyrénées et y exploite de nombreux aménagements¹ afin de produire de l'électricité flexible et décarbonée à partir de la force de l'eau, avec une exigence de sécurité des personnes et des biens.

EDF souhaite s'inscrire de manière durable dans les territoires qui l'accueillent en conciliant son activité industrielle et l'environnement au sens large. Les espèces qui vivent auprès ou sous l'influence de ses installations, comme le Desman des Pyrénées, sont donc une donnée d'entrée pour l'exploitation quotidienne et les travaux d'entretien des aménagements.

EDF a noué un partenariat avec le CEN Occitanie depuis plus d'une dizaine d'années, sur de multiples sujets d'acquisition de connaissances, préservations des espaces et des espèces, mais également d'appui et d'accompagnement notamment pour les travaux.

C'est au travers de ce partenariat, mais également à la faveur de l'opération de radiopistage réalisée dans le cadre du Plan National d'Actions (PNA) Desman et de la thèse en cours sur l'espèce, qu'en 2022 une expérimentation reposant sur l'ADN environnemental (ADNe) comme moyen de détection de la présence du Desman des Pyrénées a été mise en place.

En effet, à ce jour, cette espèce menacée et toujours méconnue, nécessite des efforts de prospections humains pour définir précisément sa présence : des tronçons de cours d'eau doivent être parcourus par du personnel formé et habilité² afin de relever les indices de présence que sont les fèces, excréments laissés par le Desman. Ces fèces peuvent aussi parfois être prélevées puis analysées génétiquement pour confirmer l'espèce ou bien déterminer les différents individus qui en sont à l'origine.

L'ADNe regroupe l'ensemble des ADN pouvant être extraits à partir de matrices telles que l'eau, le sol, les sédiments, les biofilms... Il se compose d'un mélange complexe d'ADN intracellulaire et extracellulaire provenant des différentes espèces présentes dans un environnement. En effet, les êtres vivants laissent des traces d'ADN dans leur environnement, notamment sous forme de cellules dermiques, de mucus, de gamètes, de fèces... La détection de l'ADN d'un organisme dans un environnement témoigne de sa présence actuelle ou récente dans l'écosystème échantillonné. L'analyse de l'ADNe permet soit d'établir un inventaire complet des espèces présentes, soit d'identifier spécifiquement une espèce invasive, rare ou protégée. Cette méthodologie pourrait être plus simple, rapide, et moins invasive et moins onéreuse à mettre en œuvre que les protocoles actuels, et constituer ainsi une méthode complémentaire de détection de l'espèce.

Méthodologie

Pour identifier et évaluer la présence Desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*) de manière non invasive, la méthode de l'ADNe a été testée sur divers petits cours d'eau des Pyrénées entre 2022 et 2024.

Afin de garantir la présence de l'espèce ciblée, les échantillons d'ADNe ont été prélevés en parallèle des campagnes de radiopistage du desman des Pyrénées menées par le CEN Occitanie sur l'Isard (09) en 2022 puis sur l'Oriège (09) en 2023 et 2024.

L'ADNe a été isolé par filtration de 30 litres d'eau de rivière à l'aide de cartouches de filtration par le CEN Occitanie en 2022, et par ECOGEA (Muret (31)) en 2023 et 2024.

Après une campagne exploratoire en 2022, les échantillons ont été prélevés en duplicata sur plusieurs points le long de la rivière en 2023 et 2024. Cela a permis d'obtenir un échantillonnage représentatif de l'habitat et de couvrir différentes zones écologiques : zone de gîte, zone de chasse (identifiées par le CEN), ainsi qu'en amont et en aval de ces zones (jusqu'à 300 mètres). Les prélèvements ont été réalisés pendant 3 jours consécutifs.

Des biofilms et des sédiments de rivière ont également été ponctuellement échantillonnés pour évaluer leur capacité à capter et concentrer l'ADN des espèces présentes. Selon les campagnes, entre 7 et 50 échantillons environ ont été prélevés et conditionnés pour garantir la conservation des ADN avant analyse.

Après extraction et purification de l'ADNe en laboratoire, la présence de fragments d'ADN spécifiques au Desman a été recherchée par métabarcoding (méthode permettant de réaliser un inventaire des espèces) puis par PCR³ digitale spécifique de l'espèce *G. pyrenaicus* par le laboratoire GECOLAB (Université de Liège).



Recherche et capture d'un desman par les équipes du CEN Occitanie



Filtration de l'eau de rivière sur cartouche de filtration pour concentrer l'ADNe (ECOGEA)

Résultats et interprétations

Les premiers échantillons d'ADNe récoltés sur l'Isard en 2022 ont été analysés par la méthode de métabarcoding. Cette technique permet de dresser la liste des espèces ayant laissé une trace ADN dans l'écosystème échantillonné. Le métabarcoding a permis d'identifier la présence de nombreuses espèces, dont des petits mammifères tels que *Talpa aquitania*, *Crocidura russula*, *Apodemus sylvaticus*. Cependant, l'ADN du Desman des Pyrénées n'a pas été détecté malgré sa présence avérée par le radiopistage.

Pour pallier cette absence, la recherche d'ADN de Desman a été menée sur ces mêmes échantillons en utilisant la PCR digitale (PCRd). Cette dernière technologie de PCR, qui cible une espèce unique, offre une sensibilité supérieure au métabarcoding. La PCRd a permis de détecter **la présence du Desman dans 3 des 7 échantillons prélevés sur l'Isard.**

Fort de ces résultats préliminaires encourageants, une campagne d'échantillonnage de plus grande envergure a été réalisée sur l'Oriège en 2023.

Plus de 50 échantillons d'eau ont été analysés et complétés par des prélèvements de biofilms, obtenus par grattage, et sédiments de rivière. Bien qu'aucun signal ADN de Desman n'ait été relevé dans les biofilms et les sédiments, **des signaux clairs ont été mesurés dans près de 70% des prélèvements d'eau de l'Oriège**. Les signaux les plus importants sont relevés aux abords du gîte de l'animal radiopisté et sur sa zone de chasse, néanmoins l'ADNe du Desman a été détecté jusqu'à 300 mètres de son gîte. La présence d'autres individus sur cette zone pourrait également expliquer la détection de ce signal éloigné.

Afin de confirmer les résultats 2023 une étude complémentaire a été menée sur l'Oriège en 2024 et a permis de collecter une cinquantaine d'échantillons d'eau. **Près de 40% des échantillons répondent positivement** à la présence du Desman, mais l'exploitation détaillée de ces données est en cours.

En poursuivant l'expérimentation afin d'affiner et standardiser la méthodologie, l'étude de la présence du desman par ADN environnemental permettrait, en complément des méthodes classiques, de faciliter et d'augmenter l'effort de prospection pour définir précisément son aire de répartition.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/nUmxcL0wX-8>

Bibliographie, publications :

Thomsen, P. F., et al. (2024). «A vision for global eDNA-based monitoring in a changing world.» Cell 187(17): 4444-4448., August 22, 2024

Contacts :

Carole GUILLAUME, EDF
Recherche&Développement,
carole.guillaume@edf.fr

Johan MICHAUX, directeur de recherches GeCoLAB,
Université de Liège, CIRAD
johan.michaux@cirad.fr

ADN INATTENDU



Lacs des Pyrénées : un enjeu majeur de conservation de la biodiversité

François Prud'homme

Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

La perception générale des lacs de montagne en France s'est longtemps exclusivement concentré sur leur dimension esthétique et iconique, symbole d'une nature préservée et de la beauté de la montagne. Ils prennent aujourd'hui petit à petit une place au sein des écosystèmes fragiles dont les politiques publiques de préservation de la biodiversité se sont enfin emparées. La directive Habitats Faune Flore en particulier a mis en avant des types d'habitats hébergés dans les lacs d'altitude (3130 - Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea ; 3140 - Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à Chara spp. ; 3150 - Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition) et a attiré l'attention des acteurs de la protection de la nature eux-mêmes longtemps peu impliqués dans la connaissance et la conservation de ces biotopes. Cette prise en compte récente dans les politiques publiques de protection de la nature a été le tremplin pour de nombreux naturalistes et scientifiques pour s'intéresser à la biodiversité associée à ces lacs. Jusqu'en 2010, la connaissance de la flore et de la faune aquatiques des lacs de montagne était très limitée.

En moins de 15 ans et accompagnant cet intérêt émergent, l'acquisition de connaissance de la flore et des végétations des lacs de montagne des Pyrénées a été dynamisée par la méthode de la plongée botanique en apnée. Quand les plantes aquatiques n'étaient pas tout simplement ignorées de nos inventaires, elles n'étaient souvent que mal étudiées, difficilement observées et déterminées depuis la berge, et les données étaient donc peu nombreuses et peu fiables encore en 2010.

De premières synthèses ont été produites par le CBNPMP en 2018 (Prud'homme & Durand 2018, Prud'homme & al. 2018) et aujourd'hui, après plus de 130 lacs prospectés par plongée, ces références de connaissance se consolident et permettent un regard complet de cette flore sur la chaîne pyrénéenne française. Dans le même temps, une dynamique partenariale a permis de regrouper autour de la question de la conservation de ces écosystèmes lacustres un groupe d'acteurs de la protection de la nature composé de gestionnaires (dont le Parc national des Pyrénées), des experts de la faune (en particulier le CEN Occitanie) et des scientifiques académiques (CNRS Geode, Didier Galop, CSIC, Marc Ventura). Le résultat de ce programme partenarial France-Espagne-Andorre a été valorisé en 2020. Cette publication illustre un moment charnière de passage de la connaissance à la gestion conservatoire avec en particulier la mise en œuvre de la première tentative de désempoisonnement d'un lac dans les Pyrénées françaises par le Parc national des Pyrénées.



Manip avec S. Challéat, D. Galop, B. Durand et F. Prud'homme © F. Prud'homme - CBNPMP

Nos améliorations de connaissance s'inscrivaient en effet dans une prise de conscience collective de l'enjeu, jusque-là souvent oublié, de conservation de la biodiversité aquatique des lacs de montagne.

Pour documenter au mieux les réflexions menées au service des actions conservatoires, nous avons produit une synthèse bibliographique de plus de 200 références scientifiques internationales (Nivelet & al, à paraître). Ces écosystèmes d'altitude dont le fonctionnement écologique très spécifique repose sur de faibles niveaux de nutriments et de basses températures sont parmi les plus sensibles de notre territoire à ces bouleversements climatiques et fonctionnels (Battarbee et al. 2002; Catalan et al. 2002(a); Kernan et al. 2009; Moser et al. 2019; Ribaud et al. 2021). Il en résulte une situation plutôt inquiétante de lacs fragiles et sensibles aux changements globaux (augmentation des températures, modifications des régimes de pluie, attentes sociétales de loisirs) et aux pressions anthropiques spécifiques à l'espace montagnard (effluents de refuge, repositoires à bétail, introduction de poissons).

Le CBNPMP est donc vite passé de la découverte de ces enjeux de conservation de la flore et des végétations lacustres au portage d'actions de gestion avec ses partenaires du Groupement d'intérêt scientifique « Lacs des Pyrénées » : Parc national des Pyrénées, Forespir, CEN Occitanie, CNRS-Geode.

Lors de cette présentation orale aux journées scientifiques du Parc national des Pyrénées, nous avons pu illustrer quelques unes des actions en cours pour la conservation de la flore inscrites en particulier dans le programme Lacustris dont le CBNPMP est chef de file.

Les premiers résultats partiels d'une opération d'amélioration de l'état de conservation d'une station de characées et de Potamogeton natans par enlèvement des déchets ont été présentés (opération en collaboration avec la FFESSM). Ces résultats fournissent les premières références en terme de macrodéchets présents dans ces écosystèmes réputés plutôt préservés...



Paysage aquatique, tapis de Characée (Pyrénées-Atlantiques) © F. Prud'homme - CBNPMP

Une opération en cours, de tentative d'enlèvement d'*Elodea canadensis*, en collaboration avec l'OFB, est également décrite. L'Elodée est une espèce exotique envahissante très présente en plaine mais dont les lacs de montagne sont encore plutôt préservés. L'idée est donc d'intervenir avant que le problème ne se généralise sur un des rares lacs où nous l'avons observée et où elle pourrait mettre en péril une station d'espèce patrimoniale. En l'absence d'état de l'art et dans des conditions d'intervention en altitude très complexes, le challenge est lancé...

Nous avons aussi profité de ces rencontres scientifiques pour témoigner de nos actions d'évaluation de certaines activités qui touchent directement les herbiers aquatiques lacustres de montagne et sur lesquelles nous nous devons d'acquiescer des références objectives : impact du piétinement et de la baignade (avec Didier Galop / Geode) et impact des assecs liés à la maintenance des infrastructures hydroélectriques (avec EDF).

Toutes ces actions fournissent petit à petit des références techniques permettant d'imaginer une généralisation de certaines actions conservatoires partout où elles sont pertinentes alors que les gestionnaires d'espaces protégés se saisissent de plus en plus de l'enjeu de conservation de la biodiversité fragile des lacs de montagne dans les Pyrénées.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://www.youtube.com/watch?v=AIWnpv0KukQ&list=PLNLRhU5jL6JrfN1EXvN29k5RdQEgQKBj&index=9>

Bibliographie, publications :

- BATTARBEE R.W., THOMPSON R., CATALAN J., GRYTNES J. & BIRKS H.J.B. 2002. — Climate variability and ecosystem dynamics of remote alpine and arctic lakes: The MOLAR project. *Journal of Paleolimnology* 28 (b): 1–6. <https://doi.org/10.1023/A:1020342316326>
- CATALAN J., PLA S., RIERADEVALL M., FELIP M., VENTURA M., BUCHACA T., CAMARERO L., BRANCELJ A., APPLEBY P.G., LAMI A., GRYTNES J.A., AGUSTÍ-PANAREDA A. & THOMPSON R. 2002(a). — Lake Redó ecosystem response to an increasing warming in the Pyrenees during the twentieth century. *Journal of Paleolimnology* 28 (1): 129–145. <https://doi.org/10.1023/A:1020380104031>
- KERNAN M., VENTURA M., BITUŠÍK P., BRANCELJ A., CLARKE G., VELLE G., RADDUM G.G., STUHLÍK E. & CATALAN J. 2009. — Regionalisation of remote European mountain lake ecosystems according to their biota: environmental versus geographical patterns. *Freshwater Biology* 54 (12): 2470–2493
- MOSER K.A., BARON J.S., BRAHNEY J., OLEKSY I.A., SAROS J.E., HUNDEY E.J., SADRO S.A., KOPÁČEK J., SOMMARUGA R., KAINZ M.J., STRECKER A.L., CHANDRA S., WALTERS D.M., PRESTON D.L., MICHELUTTI N., LEPORI F., SPAULDING S.A., CHRISTIANSON K.R., MELACK J.M. & SMOL J.P. 2019. — Mountain lakes: Eyes on global environmental change. *Global and Planetary Change* 178: 77–95. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.04.001>
- NIVELET L., ARTHAUD F., BLANC F., GALOP D., GOUIX N., NAPOLEONI R., ROLLET S. & PRUD'HOMME F. ; à paraître. Enjeux de conservation de la macrobiodiversité des lacs de montagne français : synthèse bibliographique. *Naturae*, soumis le 15/12/2023
- PRUD'HOMME F. & DURAND B. 2018. - Première synthèse sur les characées des lacs des Pyrénées françaises. *Isatis* 18 : 249-268.

PRUD'HOMME F., DURAND B., GIRE L. & INFANTE-SANCHEZ M. 2019. — Première synthèse sur la flore et les végétations des lacs des Pyrénées françaises. Actes del XII Colloquio Internacional de BotanicaPirenaica – Cantabrica - Girona - 3, 4 i 5 de juliol – 2019. p.237-264.

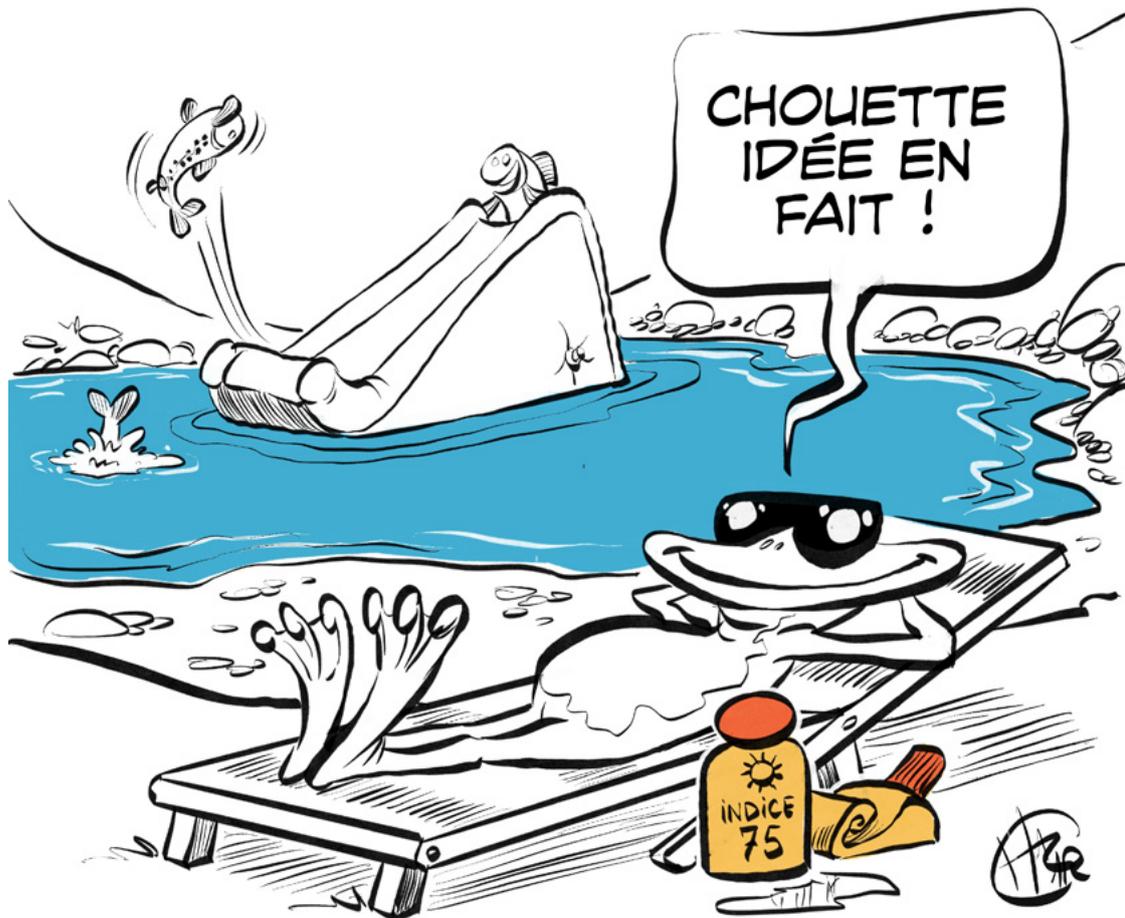
PRUD'HOMME F., BLANC F., GOUIX N., OSORIO V., ROLLET S., VENTURA M. & JUPILLE O. 2020. — Biodiversité des lacs des Pyrénées : améliorer les connaissances pour une gestion conservatoire. *Dynamiques environnementales, Journal international de géosciences et de l'environnement* (45): 35–55. <https://doi.org/10.4000/dynenviron.3835>

RIBAUDO C., ANSCHUTZ P., ARTHAUD F., BARTOUT P., BERTRIN V., BOURGUETOU G., CABARET Y., CAILL-MILLY N., CASSOU C., DOUEZ O., DUPUY A., DUTARTRE A., FOURNIER L., GILLES-BON A., GUIBAUD G., HOFFMANN F., JAMONEAU A., LABAT F., LAPLACE-TREYTURE C., LEGUBE B., LETREUT H., MORIN S., PRUD'HOMME F., PRYET A., QUENAULT F., SOUBEYROUX J.-M., TAABNI M., THIEBAUT G., TISON-ROSEBERY J., TOUCHART L. & ZUAZO A. 2021. — Les plans d'eau face aux changements climatiques. *AclimaTerra*, 56 p. (Cahier Thématique n°1). <https://hal.inrae.fr/hal-03484549>

Contacts :

François Prud'homme, conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
francois.prudhomme@cbnmpm.fr

BASE DE LOISIR EN ALTITUDE



La circulation de l'eau et le fonctionnement hydrologique des zones humides forestières – L'exemple du bassin versant de l'Aude

Benoît LARROQUE, Office national des forêts
Frédéric PARAN, Ecole des Mines de Saint-Étienne

Contexte et méthodologie

Le bassin versant de l'Aude connaît un déficit hydrique important. Les besoins en eau des parties médiane (agglomération de Carcassonne) et aval (plaine agricole) contrastent avec le bassin versant amont montagnard majoritairement occupé par des espaces naturels à dominante forestière.

L'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, le département de l'Aude et le Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivières (établissement public de bassin) ont souhaité se pencher sur les processus de transferts d'eau dans cet hydrosystème amont afin de mieux cerner le potentiel de soutien d'étiage offert par les zones humides (tourbières de pente) ainsi que leur capacité d'amortissement des pluies et donc des crues.

Pour appréhender ces phénomènes, une équipe pluridisciplinaire a été constituée autour de l'Office national des forêts, gestionnaire de surfaces forestières importantes en haute vallée de l'Aude (instrumentation, relevés, bancarisation des données, modélisations à l'échelle d'une zone humide), des Écoles des Mines de Saint-Étienne (tutelle scientifique, définition d'indicateurs de soutien d'étiage) et d'Alès (analyse et modélisation des données hydrométéorologiques).

L'approche a consisté à appréhender à la fois les phénomènes au niveau de tourbières mais aussi de sous-bassins plus vastes afin de mettre en évidence de possibles effets cumulatifs. Les sous-bassins instrumentés ont été comparés à des secteurs témoins, dépourvus de zones humides.

Des bilans hydrologiques ont été estimés sur 3 cycles annuels en comparant les débits d'entrée (pluie, neige) aux débits de sortie (débitmètres de type H-flume aux exutoires des sous-bassins, ETP).



h-flume

Résultats et interprétations

À l'échelle du bassin versant, l'analyse statistique des données hydrologiques et météorologiques ainsi que les essais de modélisation (réseaux neuronaux) ont permis de mettre en avant les éléments suivants :

- ▶ sur la série de données acquises, on ne constate pas de différence de fonctionnement hydrologique majeure entre les différents bassins versants étudiés. La vidange des tourbières de pente génère des débits à l'échelle locale en limite de zone humide sans pour autant constituer un soutien d'étiage à proprement parler ;
- ▶ les bassins versant présentant une forte densité de zones humides semblent soumis à une évapotranspiration potentielle (ETP) plus importante, mais ils ne soutiennent pas plus les étiages que les bassins témoins. La plus forte densité de zones humides favoriserait donc l'ETP ;
- ▶ pour certaines crues en période estivale, on constate un phénomène d'écèlement assez net dans les bassins riches en zones humides. Cela suggère que l'évapotranspiration estivale a été importante et a conduit le bassin à absorber d'abord le déficit lié à l'évapotranspiration avant de contribuer aux écoulements. L'effet potentiellement « écèlement de crues » constaté à l'échelle du bassin versant semble corrélé avec une capacité de remplissage de quelques heures en été, lorsque les niveaux d'eau dans les piézomètres sont faibles. À saturation, lorsque les piézomètres sont pleins, cet effet est faible ou nul.

Ces premières analyses nécessitent d'être complétées à l'avenir, en travaillant sur des chroniques de données plus longues (en cours d'acquisition). Il conviendrait également de mieux appréhender les circulations souterraines (à l'aide d'approches géophysiques et géochimiques), ces tourbières de pente étant vraisemblablement alimentées aussi de façon significative par des eaux issues des parties altérées du socle rocheux.

Enfin, l'étude des données météorologiques permet de faire l'hypothèse que l'humidité de l'air relativement importante que les zones humides entretiennent en tête de bassin (amont), n'est certainement pas étrangère à la fréquence des orages qui frappent le massif montagneux en saison estivale, contribuant ainsi à une composante courte du cycle de l'eau sur la zone. Les orages alimentent le système par endroits, en contribuant ainsi au soutien d'étage plus bas dans la vallée et contribuent à la baisse des températures en basse altitude. Toutefois, cela est constaté mais difficilement quantifiable actuellement compte tenu du manque de données à cette échelle.

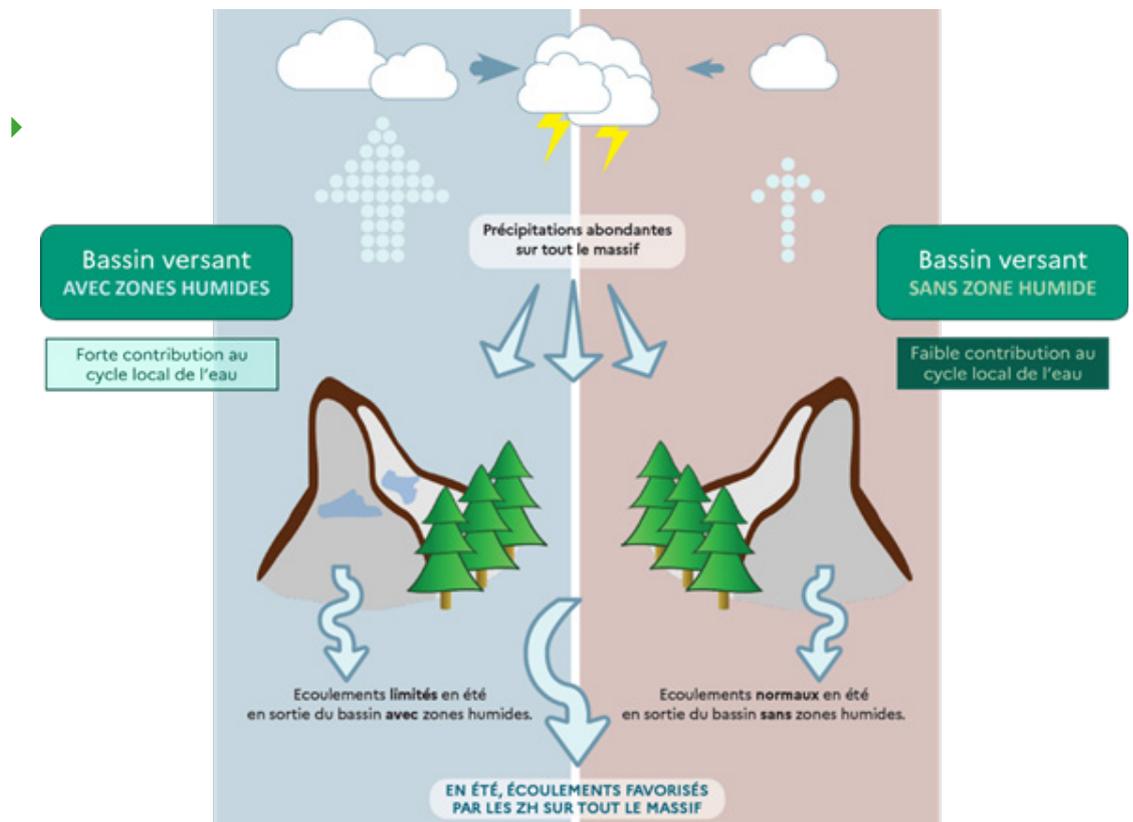


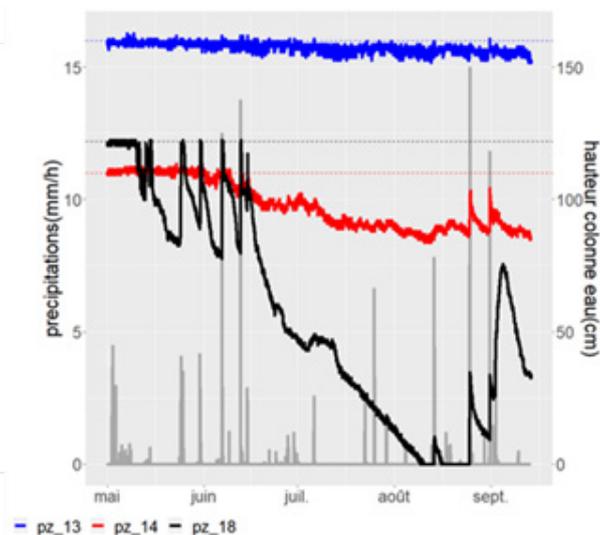
Schéma synoptique des interprétations

Fonctionnalités écologiques des zones humides et préconisations de gestion

L'analyse simultanée de la battance piézométrique et des communautés végétales de quelques zones humides a constitué un prolongement intéressant aux suivis hydrologiques.

Deux grands cas de figure se dégagent :

- ▶ des ZH (ou secteurs de ZH) en situation d'engorgement jusqu'en surface quasi permanent tout au long de l'année. La recharge par la pluie paraît limitée avec des apports souterrains sans doute prédominants. Ex ci-contre: pz 13 et 14. Cette alimentation permanente va de pair avec l'observation d'un système en bon état fonctionnel pour sa composante habitats naturels. Le potentiel offert pour l'amortissement des crues semble en revanche faible du fait de la saturation permanente du milieu en eau.



ONF-2022

- ▶ À contrario, des zones humides sensibles à l'assèchement estival, traduisant une vulnérabilité de la tourbière et une dégradation probable en cas d'assecs répétés (forte dépendance à la recharge par les pluies). Ex : pz 18. Ce type illustre l'interrelation entre fonctionnalité des habitats et processus hydrologiques, et pose la question du potentiel de régulation des débits vis-à-vis de l'état du milieu : la désaturation hydrologique offre une capacité supérieure de stockage d'eau mais hypothèque aussi significativement la pérennité des habitats en les soumettant à un stress hydrique conséquent.

Enfin, ce travail permet de dégager quelques principes de gestion visant à favoriser une alimentation en eau la plus régulière possible tout au long de l'année et à prévenir, autant que faire se peut, un emballement de l'évapotranspiration en contexte d'ensoleillement croissant.

- ▶ Gérer la mosaïque de milieux humides en privilégiant le développement de l'habitat des tourbières hautes actives :
 - Favoriser un ennoyage le plus continu possible,
 - Conservation stricte des plages et buttes à sphaignes,
- ▶ Conforter les entrées d'eau gravitaires et limiter les processus drainants :
 - Comblers les drains longitudinaux présents dans la partie supérieure de plusieurs zones humides (si possibilité de reconnexion avec le bassin versant amont),
 - Intervenir au cas par cas sur les fossés internes : pertinence si pente et profondeur faibles et faible valeur patrimoniale de la végétation à leur niveau,
- ▶ Maintenir les tourbières dans une ambiance microclimatique confinée et prévenir une évapotranspiration excessive :
 - gestion des lisières en conservant une frange boisée haute,
 - Conserver des taches boisées au sein de la matrice tourbeuse (rôle d'ombrage),
 - Suivre la dynamique ligneuse avec éclaircies sélectives et contrôle du recru (arrachage précoce).

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/1tMKml3-iKY>

Bibliographie, publications :

Fonctionnement hydrologique des zones humides de tête de bassin versant de l'Aude. Rôle dans le soutien d'étiage et l'amortissement des crues et interprétations sur la sensibilité des habitats naturels. - Larroque B., Paran F., Parmain V., Turlesque C. In Revue Forêt Méditerranéenne Tome XLV, n°2, juin 2024.

Étude du fonctionnement hydrologique des zones humides de tête de bassin versant de l'Aude. Phase 3 – Artigue G., Graillet D., Cocula C., Ebrard E., Larroque B., Nougulier L., Paran F., Thomassin K., Turleque C. Rapport du projet. 167 p, ONF 2022.

Fiches techniques issues du programme d'étude du fonctionnement hydrologique des zones humides de tête de bassin versant de l'Aude - Disponibles sur www.onf.fr. ONF, 2022.

Etude du fonctionnement hydrologique des zones humides de tête de bassin versant de l'Aude : analyses statistiques et essais de modélisation Résultats. - Artigue G. IMT Mines Alès, 2022.

Elaboration d'indicateurs de soutien d'étiage des zones humides tourbeuses à l'échelle du site et à l'échelle du bassin versant – Approche exploratoire -Rapport de synthèse final. - Paran F., Mazagol P.O., Sadkou S., Bertrand M., Graillet D. IMT Mines Saint-Etienne, 2022.

Contacts :

Benoît LARROQUE, responsable du pôle ingénierie financière et environnement à la Direction territoriale Midi-Méditerranée de l'Office national des forêts, benoit.larroque@onf.fr

Frédéric PARAN, ingénieur de recherche et enseignant au Centre Science des processus industriels et naturels de l'Ecole des Mines de Saint-Étienne, paran@emse.fr

BOB L'ÉPONGE APERÇU DANS L'AUDE



Continuité écologique : l'otolithe du saumon et de la truite, un GPS chimique qui permet d'étudier la mobilité et l'état des populations

Gilles Bareille, chercheur CNRS à l'IPREM - Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux, UMR UPPA/CNRS

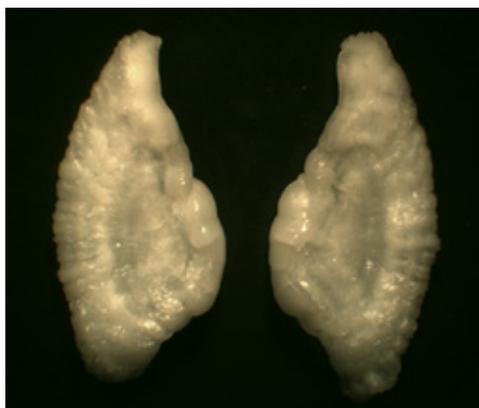
Les déplacements chez le poisson une question de survie

Les déplacements constituent un trait de vie primordial pour le poisson, que ce soit pour accomplir son cycle normal de vie (pour des espèces migratrices comme le saumon par exemple) ou pour trouver un environnement favorable à son développement, sa reproduction et sa survie (cas de la truite). Les activités humaines impactent le fonctionnement hydrologique des rivières, la qualité de leurs eaux et de leurs substrats, leur thermie, ..., ce qui par suite affecte directement ou indirectement le cycle de vie des salmonidés au travers de la nourriture disponible (qualité et quantité), de la disponibilité d'habitats adaptés à chaque stade de vie, de la survie de leur progéniture, ... L'homme tente de limiter les dégâts qu'il a occasionnés aux rivières et à leurs habitants par des actions de ré-empoissonnements, la construction de passes à poisson pour rétablir la continuité écologique, la réduction de rejets polluants et la réhabilitation de la fonctionnalité des milieux aquatiques.

Cependant, les conséquences des activités humaines se trouvent aujourd'hui amplifiées par le changement climatique au travers d'évènements extrêmes (crue, sécheresse, augmentation de la température) tant par leur durée que leur intensité. La résilience des populations de salmonidés repose principalement sur leur capacité à s'adapter à des conditions encore plus extrêmes, telles que des températures de plus en plus élevées et des changements brusques des débits. Leur capacité à se déplacer vers des zones refuges, à thermie moins élevée et/ou les protégeant de crues dévastatrices, apparaît comme un facteur clé dans la durabilité des populations dans l'avenir. Dans ce contexte, la mise en œuvre d'actions efficaces pour la préservation des populations de salmonidés nécessitait de mieux connaître leur histoire de vie. C'est là qu'entre en jeu les recherches développées à l'IPREM sur l'otolithe du poisson !

L'otolithe, cette 'pierre d'oreille' qui renferme des informations insoupçonnées

L'otolithe, ou 'pierre d'oreille', est une structure minéralisée acellulaire de seulement quelques millimètres, située dans la partie interne de l'oreille des poissons téléostéens (poissons osseux). Cette structure croît tout au long de la vie du poisson en accumulant des couches concentriques successives de calcium et de protéines qui se superposent quotidiennement, constituant ainsi une archive temporelle naturelle. Mais ce qui est particulièrement intéressant c'est la capacité de l'otolithe à incorporer des éléments chimiques jour après jour et ce de manière définitive (pas de remobilisation par la suite), permettant de remonter rétrospectivement à des informations insoupçonnées depuis la naissance du poisson jusqu'à sa capture (Camapana, 1999).



Otolithe de saumon adulte © Gilles BAREILLE

L'utilisation de l'otolithe pour reconstituer l'histoire de vie des salmonidés a nécessité de mener diverses investigations en plusieurs étapes. Une première étape a consisté dans la mise en œuvre des moyens analytiques pour accéder aux données chimiques accumulées jour après jour. Cela a été possible en couplant au sein du laboratoire IPREM à Pau un laser expérimental capable d'extraire une infime fraction de matériel à la surface de l'otolithe sur une surface concentrique d'une vingtaine de micron de diamètre et de l'envoyer dans un spectromètre de masse pour en analyser sa composition chimique (Tabouret et al, 2010 ; Martin et al., 2013a).

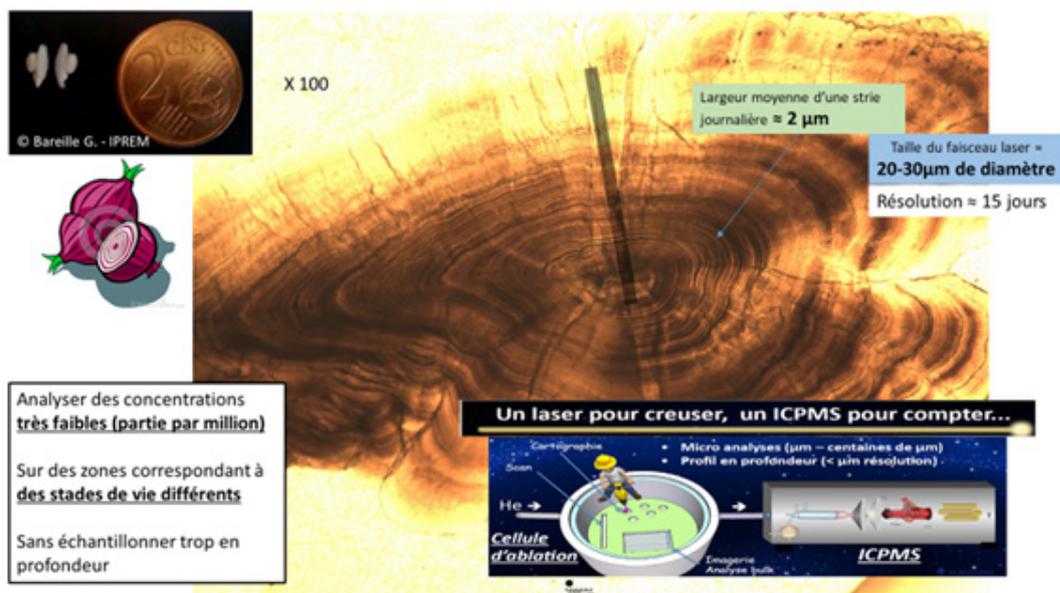
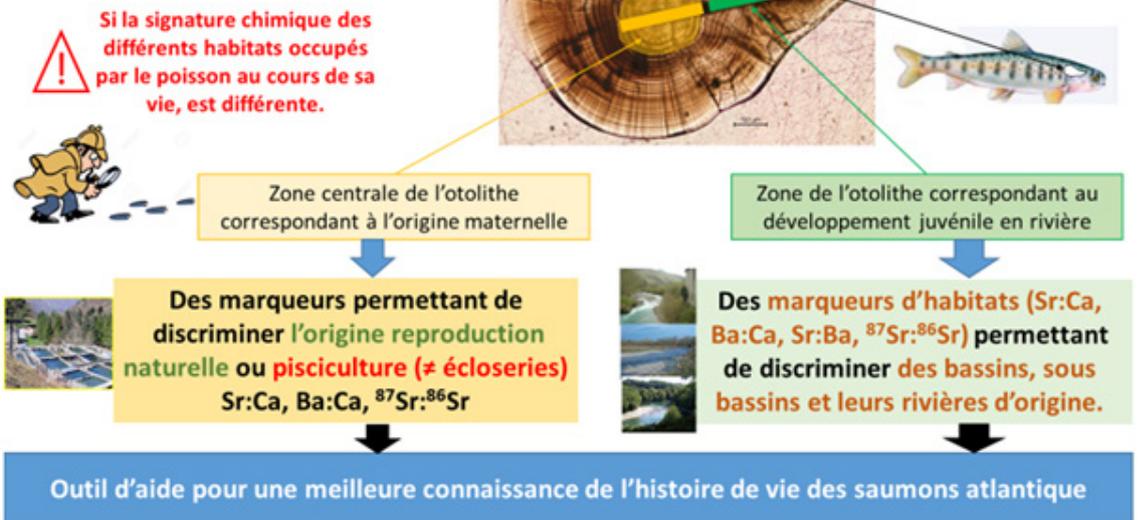


Schéma des modalités d'analyse de l'otolithe

L'étape suivante a été de comprendre la signification des signaux mesurés. Pour cela, des approches expérimentales et des échantillons de terrain ont été combinés. Les recherches menées ont permis de montrer que l'otolithe se comporte comme un enregistreur temporel de la composition chimique des milieux de vie, du moins pour certains éléments chimiques (strontium, baryum et rapport isotopique 87/86 du strontium). Ces éléments s'avéraient donc être des marqueurs susceptibles de nous renseigner sur les habitats occupés par le poisson au cours de sa vie, une sorte de GPS chimique, mais à condition que les différents milieux (rivières ou ruisseaux) traversés soient chimiquement différenciés (Martin et al., 2013a, b). A l'inverse, d'autres éléments (zinc, manganèse) ont été identifiés comme principalement influencés par l'activité physiologique du poisson, mais permettant néanmoins de repérer des événements d'activités saisonnières (période de croissance intense au printemps / période de jeun hivernal) utiles pour évaluer à quels moments s'opèrent certains changements de milieu et pour déterminer l'âge du salmonidé (Fontaine et al., 2024). La composition chimique de l'otolithe permet donc de remonter rétrospectivement à l'habitat d'origine, ainsi qu'au parcours migratoire et/ou dispersif d'un poisson et la chronologie des changements de milieu. La troisième étape, quant à elle, a consisté dans la construction de référentiels (base modèle) d'habitats potentiellement occupés par les salmonidés et l'élaboration de modèles d'assignation à un habitat via une analyse discriminante avec random forest. Enfin, la dernière étape s'est intéressée à la reconstitution individuelle des habitats occupés par chacun des salmonidés adultes via l'utilisation des enregistrements chimiques et des modèles d'assignations préalablement développés, afin de préciser plus particulièrement, leur origine natale reproduction naturelle ou pisciculture, leur rivière de développement au stade juvénile et leur mobilité entre habitats chimiquement différenciés durant leur vie juvénile et adulte (Bareille et al., 2017a).

Les marqueurs d'habitats identifiés en eaux douces



Marqueurs d'habitats identifiés en eaux douces

Les saumons de l'Adour scrutés à la loupe

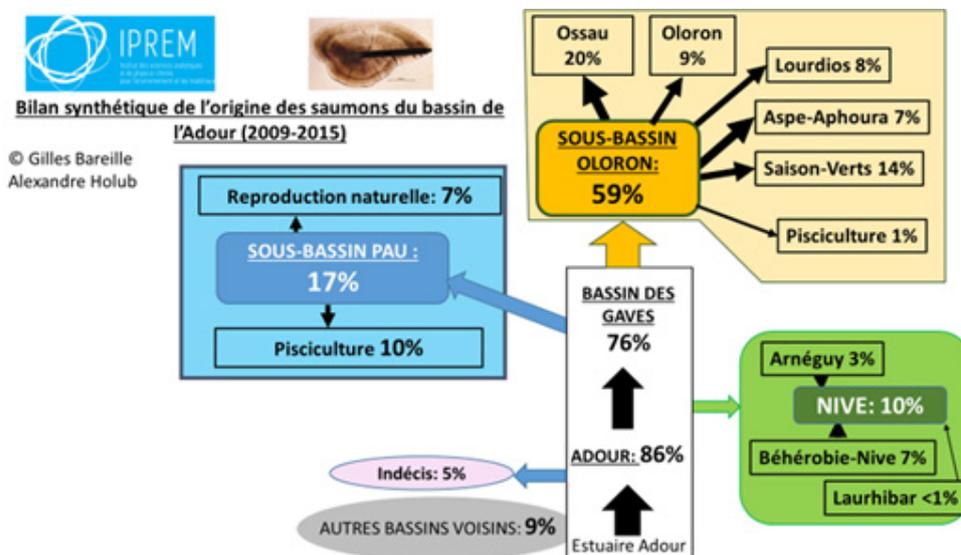
Le cycle de vie du saumon l'amène dans les eaux du grand nord de l'Océan Atlantique (des îles Féroé jusqu'au Groenland) où il va rechercher le « krill ou crustacés des eaux froides » afin d'atteindre sa taille adulte. Cette migration de plus de 5000 km n'est pas une partie de plaisir ! Les individus qui échappent au pillage des pêcheurs illégaux et des canicules marines est de plus en plus faible. Dans le contexte du déclin généralisé des stocks de saumons depuis les années 90, le bassin de l'Adour, principalement composé d'une population autosuffisante par reproduction naturelle (Gave d'Oloron, Nives) et d'une population en cours de restauration par alevinage (Gave de Pau), est l'un des rares bassins caractérisés par une augmentation du nombre de saumons adultes de retour au cours de la période 2005-2020. Plusieurs hypothèses étaient avancées pour expliquer cette tendance atypique, premièrement, l'Adour est un bassin attractif et bénéficie d'une augmentation de la dispersion depuis les autres populations en lien avec le réchauffement climatique, deuxièmement, son programme de repeuplement y est plus efficace et/ou a permis de relancer une reproduction naturelle de plus en plus auto-suffisante, et enfin, ses ou certaines de ses rivières ont mieux résisté aux changements globaux et/ou leur accessibilité s'est améliorée.

A partir du réseau de collecte développé sur l'Adour, 700 otolithes d'adultes, représentant une série continue (2009-2015), ont été analysés afin de tenter d'expliquer la tendance croissante des retours de saumons dans l'Adour (Bareille et al., 2017a).

La dispersion depuis les autres bassins reste marginale (<10%) et ne présente pas de tendance croissante entre 2009 et 2015 (à priori même tendance entre 2016 à 2019 : en cours d'analyse) invalidant la première hypothèse d'une augmentation de son attractivité pour les saumons errants.

En ce qui concerne la deuxième hypothèse, dans l'Adour l'otolithe ne témoigne pas de meilleurs retours de saumons issus du programme d'alevinage, mais suggère la réinstallation d'une reproduction naturelle plus conséquente dans le Gave de Pau.

Enfin, si le recrutement naturel du bassin de l'Adour en saumon repose assez largement sur le gave d'Ossau, les autres rivières du sous-bassin du gave d'Oloron contribuent significativement au renouvellement annuel du saumon, suggérant le rôle de ce sous-bassin dans son ensemble pour le renouvellement annuel du saumon. La part de chacune de ces rivières est en cours d'évaluation.



Bilan synthétique de l'origine des saumons du bassin de l'Adour (2009-2015)

Le renouvellement du stock de truites lacustres des grands lacs alpins

La truite lacustre des grands lacs alpins représente un enjeu socio-économique majeur en raison de son exploitation par la pêche amateur et professionnelle. Cependant, là aussi on assiste à une érosion continue de nombre des captures dans ces lacs au cours des dernières décennies, et ce malgré d'importants programmes de soutien des stocks. Dans ce contexte, les acteurs locaux souhaitent évaluer la contribution des 'rivières-frayères' soutenant le renouvellement du stock lacustre naturel des deux lacs Léman et Bourget. Grâce à la chimie de l'otolithe cela a été possible.

Dans le cas du Léman, contrairement à ce qui était supposé, ce ne sont pas les deux plus gros affluents (Rhône, Dranse) qui contribuent majoritairement au renouvellement du stock de truites lacustres mais plutôt les petits affluents lémaniques (Richard et al., 2019). L'apport de l'otolithe ne s'arrête pas là, en effet, en combinant sites de capture et origine natale (rivière de naissance), il a démontré une grande mobilité de la truite lacustre dans le lac soulignant ainsi qu'il s'agit d'un stock bien mélangé.

Dans le cas du Bourget, les résultats apportés par l'otolithe suggèrent une contribution équilibrée des deux affluents Sierroz et Leysse, que ce soit pour les individus issus de la reproduction naturelle que ceux provenant de l'alevinage. Ceci est en faveur d'un niveau de fonctionnalité du même ordre de grandeur dans les deux affluents.

Retour de la truite après une crue catastrophique : rôle de la résilience naturelle ?

En Juin 2013, une crue catastrophique a dévasté la Garonne amont et son affluent la Pique, générant une perte de 80 à 90% des salmonidés tout stades confondus. Malgré un réempoissonnement massif sur l'ensemble du secteur, le retour de la truite n'a pas été uniforme partout. En effet, la Pique à l'aval de Bagnères-de-Luchon a enregistré un retour extrêmement rapide à la situation avant-crue en 2 ans peine, contre plus de 4-5 ans dans la Garonne à l'amont et l'aval de sa confluence avec la Pique. Comment expliquer une telle disparité sachant que l'effort d'alevinage a été le même dans les 3 secteurs ? C'est là qu'est entré en jeu l'otolithe ! La première question était de savoir si cette résilience reposait sur le repeuplement réalisé par les acteurs locaux de la pêche ? L'otolithe a permis d'identifier l'origine natale, reproduction naturelle ou pisciculture, des truites issues de la génération post-crue. Et là surprise. Si la résilience dans la partie aval de la Garonne où la truite était peu abondante avant la crue est principalement le fait de l'alevinage, le retour de la truite dans la Garonne amont et la Pique a reposé essentiellement sur de la reproduction naturelle, les millions d'alevins déversés chaque année n'ayant servi que très faiblement dans ces deux secteurs (Bareille et al., 2017b).

Mais alors comment expliquer la différence entre la Garonne amont et la Pique ! Là encore l'otolithe a permis d'aller plus loin en montrant que la résilience de la pique provenait majoritairement d'une reproduction naturelle non pas dans la Pique elle-même mais dans de tout petits ruisseaux connectés à cette dernière (Bareille et al., 2017b). Au final, l'otolithe a mis en lumière, premièrement, que l'alevinage est inutile dans les secteurs où une population naturelle de truite fario est déjà présente, et deuxièmement, que le maintien de la connectivité entre une rivière principale et ses petits affluents est essentiel pour atténuer les effets d'évènements catastrophiques, ces affluents pouvant jouer le rôle de refuge et de pépinière, permettant alors une résilience rapide.

Lien pour écouter la vidéo de la présentation du Youtube :

<https://youtu.be/1tMKml3-iKY>

Bibliographie, publications :

Bareille G., Holub A., Vignon M., Tabouret H., Pécheyran C., Bérail S., Barracou D., Dartau B., Marty S., Picoulet K., 2017a. Contribution de l'Alevinage et des Rivières pyrénéennes au retour de POissons Migrateurs (saumon, alose) dans le Bassin de l'Adour et la Nivelle : application et amélioration de l'outil microchimie des otolithes (CARPOMIBA). Rapport final d'étude : AEAG (N° : 240 64 2157 / Décision d'attribution d'aide 2013/6232), Octobre 2017, 64p. (hal-03140245v1)

Bareille G., Baumann L., Holub A., Tabouret H., Pécheyran C., Bérail S., 2017b. Etude de l'origine natale et de l'histoire de vie de la truite fario (*Salmo trutta fario*) du bassin de la Garonne amont par isotopie du Strontium ($^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$) des otolithes. Rapport final d'étude : Fédération départementale de pêche de Haute-Garonne (FDP31), Octobre 2017, 59p. (hal-03640136v1)

Campana, S. E. (1999). Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Marine Ecology-Progress Series* 188, 263-297.

Fontaine A., Vignon M., Tabouret H., Pécheyran C., Bareille G., 2024. Unsupervised estimation of the age at sea departure of Atlantic salmon using magnesium, manganese, and zinc otolith chemistry. *Journal of Fish Biology*, 2024: 1-6. DOI: 10.1111/jfb.15829

Martin J., Bareille G., Bérail S., Daverat F., Pécheyran C., Bru N., Tabouret H. and Donard O.F.X., 2013a. Spatial and temporal variations in otolith chemistry and relationships with water chemistry: a useful tool to distinguish Atlantic salmon parr from different natal streams. *Journal of Fish Biology*, 82: 1556-1581. <https://dx.doi.org/10.1111/jfb.12089> (hal-00867069v1)

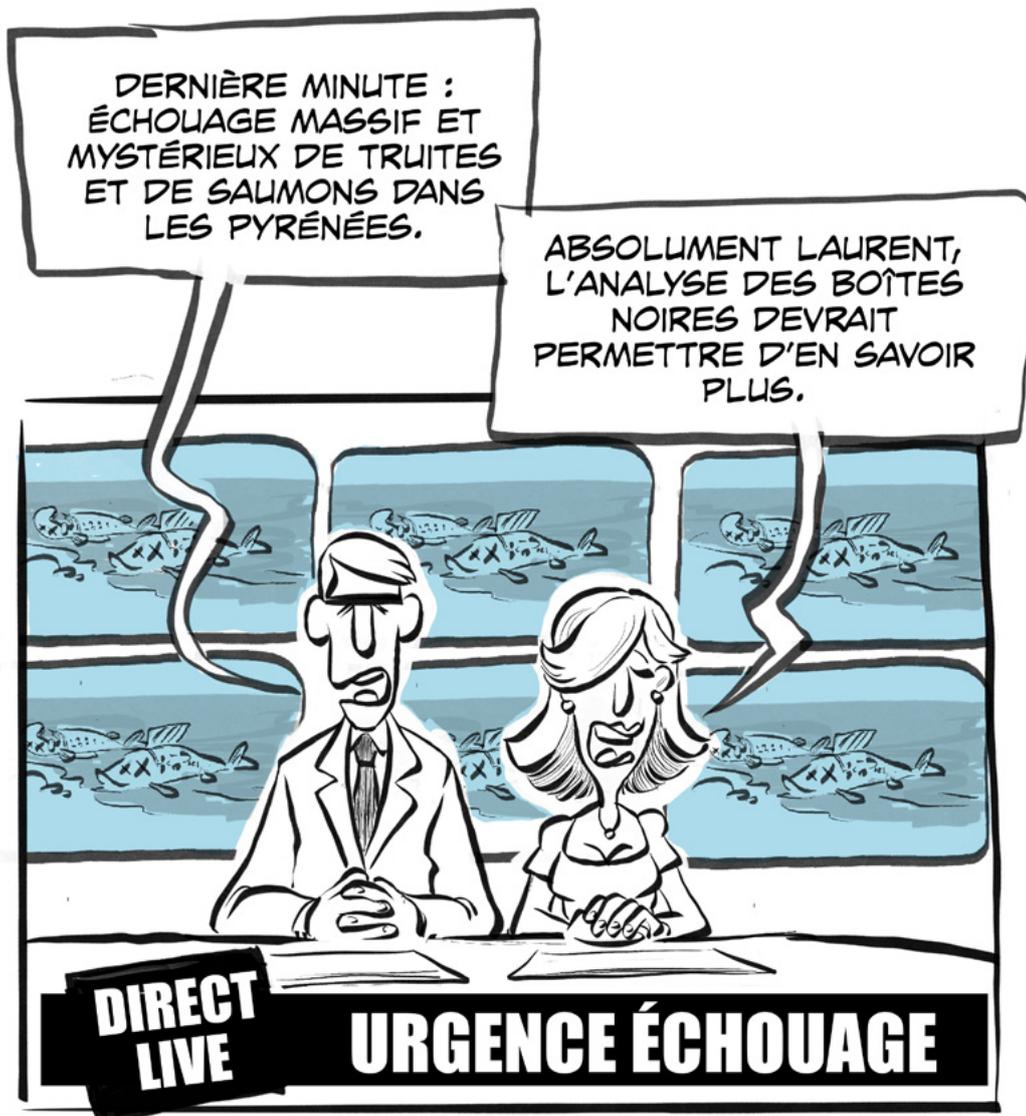
Martin J., Bareille G., Bérail S., Daverat F., Pécheyran C., Bru N., Beall E., Gueraud F., Lange F., Barracou D., Donard O.F.X., 2013b. Persistence of a southern Atlantic salmon population: diversity in natal origins from otolith elemental and Sr isotopic signatures. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70: 1-16. <https://dx.doi.org/10.1139/cjfas-2012-0284> (hal-00867071v1)

Richard A., Bareille G., Caudron A., Dorioz J.-M., Vignon M., 2019. Géochimie des Otolithes comme outil de Détermination de l'Origine Natale (affluents de naissance) des Truite du Lac Léman. Rapport final, 42p. + annexes, Novembre 2019. (hal-03141189v1)

Tabouret H., Bareille G., Clavier F., Pécheyran C., Prouzet P. and Donard O.F.X., 2010. Simultaneous use of strontium:calcium and barium :calcium as markers of European eel (*Anguilla anguilla*) habitats in the Adour Estuary. *Marine Environmental Research*, 70: 35-45. <https://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.02.006>. (hal-01557314v1)

Contacts:

Gilles Bareille, chercheur CNRS à l'IPREM - Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux, UMR UPPA/CNRS
gilles.bareille@univ-pau.fr





Annexes



© Pierre Meyer



L'eau, une ressource majeure et une source de biodiversité

Journées scientifiques du Parc national des Pyrénées

11 et 12 octobre 2024
Lycée d'Argelès-Gazost

Programme



Vendredi 11 octobre 2024

Journée d'échange (ouverte aux scientifiques et partenaires locaux)

8h30 Accueil

9h00 Introduction de la journée

- Gaëlle VALLIN, maire d'Argelès-Gazost
- Jean-Paul METAILIE, président du conseil scientifique du Parc national des Pyrénées
- Melina ROTH, directrice du Parc national des Pyrénées
- Hommage à Didier GALOP et Henri DECAMPS



Etat de la ressource en eau dans le contexte du changement climatique et diversité des usages

9h30 - 9h55

Evolution historique, état des ressources hydriques présentes et à venir dans les Pyrénées
José-Miguel SANCHEZ et Sabine SAUVAGE (CNRS, laboratoire CRBE, Toulouse)

9h55 - 10h20

Tendance et évolution quantitative sur le long terme des débits, de la pluviométrie
et des régimes hydrologiques au niveau des barrages
Damien SERCA (EDF-DTG)

10h20 - 10h45

Etat, évolution et prospective de la qualité des eaux et de la ressource
Vincent MARQUET (Agence de l'eau Adour Garonne)

10h45 - 11h10

Evolution de la couverture neigeuse et des glaciers, impact sur le cycle de l'eau
Simon GASCOIN (CESBIO) et Pierre RENE (MORAINE)

11h10 - 11h30 Pause

11h30 - 11h55

Incidence des évolutions de la ressource sur les usages et l'économie de la montagne
et du piémont. L'exemple du SAGE Neste et Rivières de Gascogne
Marion HARLE (SAGE Neste et Rivières de Gascogne)





Aperçu de la fonctionnalité et de la biodiversité associée à l'eau dans le contexte des usages et des changements globaux

11h55 - 12h20

Rôle des régimes hydrologiques sur le fonctionnement des écosystèmes d'eau courante de montagne
Philippe BARAN (ECOGEA)

12h20 - 12h45

Influence de la diversité hydraulique sur la macrofaune benthique des rivières pyrénéennes
Philippe BARAN (ECOGEA) et Fabrice FIRMIGNAC (ECOGEA)

13h00 Repas

14h30 - 14h55

Desman : état de la population, relation présence du Desman et de la quantité d'eau
Jérôme LAFITTE (Parc national des Pyrénées) et Philippe BARAN (ECOGEA)

14h55- 15h20

Desman, utilisation de l'ADNe pour améliorer la détectabilité
Carole GUILLAUME (EDF - recherche et développement) et Johan MICHAUX (université de Liège laboratoire GeCoLab)

15h20 - 15h45

Connaissance de la richesse, suivi de la qualité des lacs d'altitude et problématiques de gestion
François PRUDHOMME (Conservatoire botanique national des Pyrénées et Midi-Pyrénées)

15h45 - 16h00 Pause

16h00 - 16h25

La circulation de l'eau et le fonctionnement hydrologique des zones humides forestières. L'exemple du bassin versant de l'Aude
Bernard LARROQUE (ONF)

16h25 - 16h50

Continuité écologique : l'otolithe du saumon et de la truite, un GPS chimique qui permet d'étudier la mobilité et l'état des populations
Gilles BAREILLE (UPPA)

16h50 - 17h30 Conclusion générale



Expositions

- « Les lacs d'altitude », CEN Occitanie
- « L'eau utile à tous en vallée d'Aure et du Louron », Pays d'Art et d'Histoire Aure Louron
- « LIFE + Desman », CEN Occitanie
- « Aiganéu », Approche photographique poétique et artistique de la rivière du gave de Belonce en vallée d'Aspe, Loïc LE LOET





Vendredi 11 octobre 2024

20h45 Projection du film

« La NESTE » en présence du réalisateur Philippe MAS et de Philippe BARAN (ECOGEA)
Cinéma du casino d'Argelès-Gazost



Samedi 12 octobre 2024

Sorties terrain

(ouvertes aux participants des journées et au public sur inscription)

- Découverte d'un cours d'eau d'altitude (gave du Marcadau) et prise en compte de la ressource en eau dans le nouveau refuge Wallon (9h-17h), RDV à 9h00 au bâtiment du Pont d'Espagne
Philippe BARAN (ECOGEA) et Guilhem SUSONG (Commission syndicale de la vallée de Saint-Savin)
- L'eau et le système karstique de Gavarnie (9h-12h), RDV à 9h00 au Pont de Nadau
Joseph CANEROT (Géologue)
- Visite de la centrale de Pragnères (1h15), RDV à 10h ou 11h15 à la centrale EDF
- Restauration et valorisation des milieux aquatiques du Boularic sur la commune d'Aucun (10h-12h), RDV à 10h00 à la mairie d'Aucun
Benjamin MAZERY (Pays de Lourdes et des vallées des Gaves)
- Découverte du lac d'Isaby (9h15-15h), RDV à 8h45 au parking de covoiturage d'Argelès (stade)
François PRUDHOMME (Conservatoire botanique des Pyrénées et Midi-Pyrénées)
- Eau, bâti, paysages et savoir-faire à Argeles-Gazost (9h30-11h30), RDV à 9h30 devant l'office de Tourisme d'Argelès-Gazost
Brigitte BELLOCQ (guide conférencière)



Chaque sortie sera accompagnée par un agent du Parc national





L'eau, une ressource majeure et une source de biodiversité

Journées scientifiques
du Parc national des Pyrénées
11 et 12 octobre 2024
Lycée d'Argelès-Gazost

Participants



NOM	Prénom	Statut
ARGENTIN	Cécile	FNE
ARGUEL	Loan	CEN Occitanie / CRBE
ARMARY	Louis	Président du Parc national des Pyrénées
AZEMAR	François	Université TOULOUSE LEFE
AZZARO	Laëtitia	
BAILLEUX	Cédric	OFB 65
BAPT	Caroline	Parc national des Pyrénées
BARAN	Philippe	ECOGEA et Conseil scientifique du PNP
BAREILLE	GILLES	IPREM UMR5254 CNRS/UPPA
BAYARD	Olivier	EDF Hydro Sud-Ouest
BELLOCO	Brigitte	Guide-conférencière
BERGES	Régis	FULLSPROD
BOY	Loyann	RNR Aulon
DE BOUTRAY	Antoine	ONF
BRAUD	Johan	Parc national des Pyrénées
BRUEL	Pascal	
BUFFARD	Eric	Parc national des Pyrénées
BUTTIFANT	Audrey	Parc national des Pyrénées
CANEROT	Joseph	Conseil scientifique du PNP
CAPERAA	Isabelle	GIP-CRPG
CAUSSIMONT	Gérard	FIEP
CHALLIER	Pierre	Depeche du Midi - rédaction Toulouse
CHERRIER	Marion	Mairie Argelès Gazost
CHIFFARD	Jules	OFB Occitanie
COGNET	Christophe	Parc national des Pyrénées
COLLOT	Alexis	
COTHIAS	Régis	France 3
CRAMPE	Jean-Paul	Conseil scientifique du PNP
DABBADIE	Didier	Amis du Parc national des Pyrénées
DAROUZET	Anne	
DAVID	Arnaud	Parc national des Pyrénées
DELEZAY	Adeline	
DELGADO	Eric	Réseau Pyrénées Vivantes
DEUTSCH	Eloise	Parc national des Pyrénées
DOUSSINE	Sylvain	RNR Pibeste
DUPOUEY	Patrick	Conseil scientifique du PNP
DUPLAN	Frederic	Conseil Départemental 65
DURDOS-PITCHELU	Julie	Parc national des Pyrénées
GASCOIN	Simon	CNRS/CESBIO
GENEBES	Blandine	GIP-CRPG
GIUSTINIANI	François	Archives départementales 65 / CS PNP
GONZALES PASCUAL	Javier	Parc national et du Mont Perdu d'Ordesa
GOUBERT	Laurent	EDF Usine de Pragnères
GOUTTENEGRE	Emma	Parc national des Pyrénées
GUILLAUME	Carole	EDF R&D
HARLE	Marion	SAGE NESTE & Rivières de Gascogne
HEINIGER CASTERET	Patricia	CNRS ITEM EA 3002 UPPA
HENRY	Isabelle	Parc national des Pyrénées
HERVIEU	Marie	Parc national des Pyrénées
HOSDEZ	Franck	Parc national des Pyrénées
HOUCARDE	Jean Pierre	SIVU Pibeste-Aouhet, Président
LAFITTE	JEROME	Parc national des Pyrénées
LAPENU	Pierre	Parc national des Pyrénées
LARGIER	Gérard	Conseil scientifique du PNP
LARRIEU	Laurent	INRAE Toulouse
LARROQUE	Benoît	ONF
LHERMITE	Charlène	La vie Eco du Sud ouest
LOTTIGIER	Celeste	Parc national des Pyrénées
LE COUEDIC	Mélanie	CNRS ITEM, EA 3002 UPPA
LEGRAN	Jacques	
LEGRAN	Natahlie	
LUC	Flavien	Parc national des Pyrénées
LUPANO	Rodolphe	Réseau Pyrénées Vivantes

NOM	Prénom	Statut
MALABIRADE	Albert	Amis du PNP
MABRUT	Véronique	Agence de l'eau Adour Garonne
MABRUT	Franck	Parc national des Pyrénées
MALABIRADE	Albert	
MARMOEUX	Cyril	RNR d'Aulon - CEN Occitanie
MARQUET	Vincent	Agence de l'eau Adour Garonne
MAS	Philippe	Réalisateur film
MAS	Serge	Amis du Parc national des Pyrénées
MAZERY	Benjamin	Pays de Lourdes et des Vallées des Gaves
MÉNONI	Emmanuel	Conseil scientifique du PNP
MERLE VIGNAU	Sylvie	
METAILIE	Jean-Paul	CNRS GEODE UMR 5602
MICHAUX (visio)	Johan	Université de Liège, Belgique
MUNRO	Sophia	Parc national des Pyrénées
NAVEL	Marie Emilie	Communauté de commune Pyrénées Vallées des Gaves
NEGRIER	Daniel	Cauterets Devenir/FNE65
PRUD'HOMME	François	CBNPMP
PUJO VISCOS	Marie Christine	Parc national des Pyrénées
RAMADOUR	Anne Cécile	Eco'DELS
REISDORFFER	franck	Parc national des Pyrénées
RENOU	David	OFB 65
RENE	Pierre	Association Moraine
ROLLET	Sylvain	Parc national des Pyrénées
ROSS	Christian	
ROTH	Melina	Parc national des Pyrénées
SANCHEZ PEREZ	José	CNRS - CRBE
SAUVAGE	Sabine	CNRS-LEFE ECOLAB
SERCA	Damien	EDF-DTG
SOURP	Eric	Parc national des Pyrénées
SUSONG	Guilhem	Commission syndicale de la vallée de Saint-Savin
TIHAY	Jean-Pierre	Conseil scientifique du PNP
TROUNDAY-IDIART	Annick	Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques
VILLAGRASSA FERER	Elena	Parc national et du Mont Perdu d'Ordesa
VALLIN	Gaëlle	Maire d'Argelès Gazost



Exposition

- « Aiganéu », Approche photographique poétique et artistique de la rivière du gave de Belonce en vallée d'Aspe, Loïc LE LOËT.
Photo extraite de l'exposition réalisée à l'occasion des journées scientifiques.

Préambule

Des années 70, mes souvenirs d'enfance sont liés aux cartes envoyées de pays lointains par mon père, alors dans la marine marchande. Notre enfance (mon frère et moi) était rythmée par le flux et le reflux du fleuve qui parfois nous ramenait ce père aux récits si étrangement exotiques. Souvent nous montions à bord du navire et découvriions ce lieu de vie particulier qui devenait notre salle de jeu.

En 2012, à la faveur d'un déménagement j'ai redécouvert la Garonne en me promenant sur sa berge droite. Je me suis mis à photographier la végétation qui soustrait au promeneur sa présence. Peu à peu je m'en suis rapproché pour découvrir tout un pan de vie méconnue jusque-là.

J'ai pu voir combien les amoureux du fleuve étaient nombreux : pêcheurs, historiens, scientifiques ou simples promeneurs.

Cette eau si claire où les enfants des années cinquante ont appris à nager est devenue maronnasse suite au dragage de son lit dont les cailloux ont servi à édifier des bâtiments et construire des routes.

S'ensuit un bouchon vaseux d'une vingtaine de kilomètres qui va et vient au gré des marées. A terme, ce bouchon n'étant pas assez riche en oxygène, il pourrait ne plus y subsister de vie telle que nous la connaissons aujourd'hui.

C'est maintenant en gravissant la montagne, au contact du gave de Bélonce que je retrouve (comme un retour à l'origine) une eau claire, dégagée de toute activité humaine. Un souvenir remonte à la surface, je me rappelle le moment où, enfant, une jalle courait au fond du jardin et j'y plantais les pieds, la contemplant. Réceptif déjà.

Août 2017

Aiganéu *



Loïc Le Loët
loicleloet@gmail.com
06 31 64 59 05

* Eau de neige en Occitan

Le gave appelé le Bélonce s'observe le long d'une promenade dont le point de départ se situe sur la commune de Borce (64490). Il est abondamment alimenté par le lac d'Arlet situé à 2000 mètres d'altitude. Le Gave s'insinue dans le paysage en chutant plusieurs fois pour se retrouver dans le creux du bois de Bélonce d'où il tire son nom. Je connais bien la vallée d'Aspe pour l'avoir parcourue maintes fois depuis 1991 et j'ai découvert cette balade en 1997. Depuis lors, j'ai abandonné toute idée d'un autre chemin que celui-ci pour me ressourcer dans la nature.

C'est au mois de mai de l'année dernière que j'ai commencé à photographier le Bélonce et devant les résultats inattendus que j'ai obtenu, j'y suis retourné au mois de novembre puis en février. Cela m'a fait réfléchir sur le « pourquoi » je le photographie ? Ce qui m'attire ?

En regardant mes premières photographies j'ai été surpris par la qualité et la diversité des couleurs si

éclatantes dues à la pureté de l'eau et à l'action de la lumière. Car c'est bien avec l'aide directe du soleil que surgissent ces reflets, cette transparence. Je peux arrêter le cours du temps qui passe si précisément que l'eau se métamorphose, se disloque pour apparaître de façons si étranges qu'à l'œil nu il nous est impossible de voir. En fait je photographie pour voir ce à quoi ça ressemble une fois le geste accompli. Je passe mon temps à contempler cette eau filer tout en m'intéressant aux couleurs des cailloux dans son lit.

Parfois c'est l'agencement des couleurs qui attire mon regard parfois une petite excavation disloquant l'eau et la répandant en écume et autres gouttelettes à la surface de l'onde. De ce passage du désordre apparent de l'eau au découpage du gave en objet photographique jaillit des images harmonieuses autant par la forme que par la couleur et la matière pour le contempler d'une nouvelle façon.

Loïc Le Loët 4-2017