

La lettre eau

Actualités

04. ROE et ICE : une meilleure prise en compte de la continuité écologique

Dossier

Changements climatiques : comme un poisson sans eau !

05. De la controverse à la réalité des effets des changements climatiques sur l'eau
08. Gestion quantitative et changements climatiques : quels impacts ?
10. Risque d'inondation et changements climatiques : vers une aggravation du risque ?
12. L'hydroélectricité face aux changements climatiques
14. L'impact des changements climatiques sur les communautés aquatiques

Point de vue

16. FNE se mobilise pour la COP21 : on parle de l'eau !

Fédération française des Associations
de Protection de la Nature et de
l'Environnement, fondée en 1968,
reconnue d'utilité publique en 1976.



«France Nature Environnement rassemble plus de 3000 associations nationales, régionales et locales réparties sur l'ensemble du territoire. Présente dans de nombreuses institutions de concertation, la fédération nationale place la protection de la nature, de l'environnement et de notre santé au cœur des décisions publiques afin que les décideurs politiques n'ignorent plus les préoccupations des citoyens».

La politique de l'eau requiert une attention constante de la part des citoyens, afin de veiller à une eau de bonne qualité, respectueuse de la santé humaine, ainsi qu'à la biodiversité des milieux naturels aquatiques.

Les pages du site de FNE dédiées à l'eau ont cette vocation de vous transmettre l'essentiel de l'information sur l'eau en France, tout comme une analyse des politiques dans ce domaine.

Venez visiter les pages eau :

<http://www.fne.asso.fr>

Pôle ressources en eau et
milieux naturels aquatiques
de France Nature Environnement

3 rue de la Lionne - 45000 Orléans

☎ 02 38 62 55 90

e.mail : polleeau@fne.asso.fr

site web : www.fne.asso.fr

La Lettre eau est éditée par un imprimeur labellisé Imprim'Vert. Cela signifie qu'il respecte 3 objectifs :

- la bonne gestion des déchets dangereux
- la sécurisation des stockages de produits dangereux
- l'exclusion des produits toxiques des ateliers.

Par ailleurs, la Lettre eau est imprimée sur du papier recyclé.



Directeur de la publication : Denez L'Hostis

Rédacteur en Chef : Bernard Rousseau, responsable des politiques Eau de France Nature Environnement

Rédactrice en chef adjointe : Léa Bouguyon

Comité de rédaction : Marine Le Moal

Mise en page : Charlotte Laffolay - Sologne Nature Environnement

Impression : Imprimerie Prévost

Routage : DAUTRY

Couverture : Alexandr79 - fotolia.com

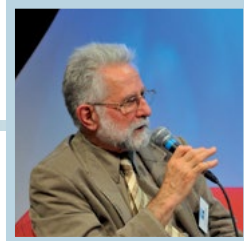
ISSN : 1276-1044

La reproduction de textes tirés de la lettre eau est autorisée sous réserve d'en citer la source datée.

Edito

Bernard ROUSSEAU

Ancien Président de France Nature Environnement,
Responsable des politiques Eau



Pour une eau vivante : tout pour la com Cop 21...et après ?

Plus on se rapproche de la fin de l'année, plus il est difficile d'échapper à la pression médiatique qui entoure la conférence sur le climat qui se tiendra à Paris en décembre 2015, et dont la préparation a mobilisé et mobilise toujours les forces vives, de ceux qui font l'opinion. Conséquence : la Cop 21 relativise les autres thématiques environnementales... Même Volkswagen participe de ce phénomène avec ses pollutions clandestines !

Alors que le CO₂ et autres gaz à effet de serre tiennent la vedette, pendant six mois les français ont été consultés sur la politique de l'eau (SDAGE), les médias nationaux ne se sont guère emparés de ce sujet : faut-il y voir de l'indifférence ou un effet collatéral de la Com Cop 21 ! Ces médias, rapporteurs des événements climatiques exceptionnels, n'avaient-ils pas remarqué que, dans les SDAGE, il y a de l'eau, ... il y a du CO₂, ... il y a du climat ?

Autre victime collatérale de la Com Cop 21 : la loi sur la biodiversité. Après plusieurs années d'élaboration, et bien qu'adoptée en première lecture par l'Assemblée Nationale en mars 2015, puis examinée par la Commission de l'aménagement du territoire et du développement durable du Sénat en juillet, elle recule encore, et ne sera soumise au Sénat qu'en janvier 2016 après la Com Cop 21. Ainsi la loi sur la biodiversité s'étire, s'alanguit, pour un examen en deuxième lecture par l'assemblée nationale, annoncé en 2017... Si les vents sont favorables !

Cette loi, malmenée et consacrée à la défense de la biodiversité, elle aussi malmenée, interfère avec la politique de l'eau au moins sur **trois problématiques importantes**.

L'une concerne la création de l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) dans laquelle l'ONEMA devrait être intégré en perdant sa personnalité, puisque son Conseil d'administration où les acteurs de l'eau sont largement représentés, devrait disparaître. Il faut rappeler que les missions de l'ONEMA portent sur l'eau, et la biodiversité dans l'eau, qu'il est financé intégralement par les agences de l'eau, et que les moyens qu'il apporte, aussi bien financiers qu'en nombre d'emplois, sont très largement majoritaires dans l'AFB. D'où la question : quelle sera la représentation des acteurs de l'eau, y compris associatifs (1), dans le Conseil d'Administration de l'AFB ? Pour l'heure, c'est plutôt du « passé faisons table rase » qui est à l'affiche !

La seconde concerne un amendement gouvernemental, introduit en première lecture à l'Assemblée Nationale, et qui donne la possibilité aux agences de l'eau de financer des actions de biodiversité terrestre, ainsi que la mise en oeuvre de la directive cadre « stratégie pour le milieu marin ».

Outre le contournement du principe « l'eau paie l'eau » (2), comme il est spécifié dans l'exposé sommaire de cet amendement, cette évolution devra être conduite à « pression fiscale constante » disposition bien peu crédible au regard des missions supplémentaires confiées aux agences, et ceci d'autant moins que l'Etat réduit les effectifs de l'ONEMA, des Agences de l'eau, et de l'ADEME... !

Poursuivant dans l'esprit de cet amendement, Madame Ségolène Royal, Ministre de l'Ecologie, s'adresse aux présidentes et présidents des Conseils d'Administration des Agences de l'eau dans un courrier en date du 14 septembre 2015. Elle affirme : « ... La politique de l'eau ne pourra atteindre l'objectif de bon état des masses d'eau sans préserver et restaurer la biodiversité aquatique, mais également sans agir sur les causes similaires, qui impactent la biodiversité terrestre ou marine. Les pollutions qui touchent les milieux sont les mêmes. La biodiversité forme un continuum et il n'est pas scientifiquement fondé de compartimenter la biodiversité sèche, humide ou aquatique ».

Nous pourrions partager cette vision, mais en faisant remarquer que les agences de l'eau luttent déjà contre les pollutions urbaines, industrielles et agricoles, que leurs actions débordent très largement le périmètre des cours d'eau, et portent sur tout le territoire national, y compris là où agissent l'ONCFS et l'ONF chargés de la biodiversité terrestre. Alors que ces deux offices n'entrent pas dans l'AFB, où est le continuum administratif ? L'autre question est concrète : que faudrait-il faire de plus pour réduire les pollutions qui affectent la biodiversité terrestre ? Il y faudrait beaucoup plus d'argent, et surtout changer de politique agricole, responsable de l'usage intensif des nitrates et des phytosanitaires, de l'assèchement des zones humides de la destruction des haies ...etc, et ceci sur 60 % du territoire national.

(1) Actuellement dans le CA de l'ONEMA les associations présentes sont : Associations de Protection de la Nature et de l'Environnement, de Consommateurs, de Pêcheurs. (2) Voir l'édition de la lettre eau n°71. (3) Associations de Protection de la Nature et de l'Environnement, de Consommateurs, de Pêcheurs amateurs, de sports d'eau vive forment le groupe des usagers non économiques.

En définitive le seul continuum concret est sonnant et trébuchant, c'est celui des prélèvements de l'Etat sur les finances des agences de l'eau : 210M€ en 2014 et 175M€ par an pendant les 3 ans qui suivent.

La troisième est en relation avec l'amendement porté par Delphine Batho, ancienne Ministre de l'Environnement, concernant la création d'un 4^{ème} collège dans les Comités de bassins, et qui regrouperait les associations. C'était à l'origine une proposition de FNE qui visait à rééquilibrer la représentation des associations (3) en leur permettant de désigner, au sein de ce 4^{ème} collège, leurs représentants aux Conseils d'administration des Agences.

Actuellement les associations sont intégrées au collège des acteurs économiques ; ces derniers y étant largement majoritaires, peuvent donc choisir le bon candidat associatif en cas de candidatures multiples. Les exemples ne manquent pas comme lors du Comité national de l'eau de juillet dernier, où nous avons même vu le Président des pêcheurs amateurs voter comme les industriels, pour un représentant de l'agriculture intensive contre le représentant de l'agriculture biologique. Vue de la salle, l'image de connivence donnée à la tribune, illustre bien le carcan dans lequel se débat le monde associatif : pas glorieux !

A la suite de l'examen par la Commission de l'aménagement du territoire et du développement durable du Sénat, exit le 4^{ème} collège...une opération chirurgicale que Madame Royal n'aura plus à conduire si la loi biodiversité revient devant l'assemblée nationale avant mai 2017 !

Les changements climatiques s'intensifient, et il est important d'en parler pour avoir une petite chance de changer à l'échelle mondiale nos manières de vivre. La communication autour de la Cop 21 est certainement nécessaire, espérons seulement que l'exercice ne se résume pas à une gesticulation devant des caméras.

Et c'est bien cela qui tranche avec des sujets beaucoup moins médiatiques, mais qui concernent au plus haut point nos concitoyens, comme l'élaboration d'une loi sur la biodiversité, ou encore un travail sur la politique de l'eau à partir de l'élaboration des SDAGE. Pourtant ces sujets sont directement impactés par les changements climatiques, transformations d'une biodiversité déjà fortement affaiblie par l'action humaine, modifications du cycle de l'eau dont la qualité est déjà fortement dégradée : il faudrait en parler ! En parler dans un but pédagogique et d'acculturation car seule la raison peut nous faire changer : dans la cas où elle ne le pourrait pas, alors tous les désespoirs sont permis, et il ne restera plus qu'à observer l'agitation des impuissants dans la perspective de mai 2017 !

Et après la Cop 21 ? Cent millions de moins sur le budget 2016 du Ministère de l'Ecologie ! Faire plus avec beaucoup moins, ils sont forts ces énarques !

Brèves - Brèves - Brèves

QUADRIGE EN QUELQUES MOTS

« Quadrige » est le système d'information développé par l'Ifremer afin de gérer les données de surveillance du littoral et il constitue un élément du Système d'Information sur l'Eau (SIE). Cette base de données, sous la responsabilité de l'unité Dynamiques de l'Environnement Côtier (DYNECO) de l'Ifremer, contribue aux travaux du Secrétariat d'Administration National des Données Relatives à l'Eau (SANDRE). Jusqu'en 2008, Quadrige a assuré la bancarisation des résultats d'analyses de l'ensemble des réseaux de surveillance littoraux (physico-chimie, phytoplancton, chimie), ainsi que l'interprétation et la valorisation des données issues de la surveillance mise en œuvre par l'Ifremer et ses partenaires. Depuis 2008, une version 2 de l'outil a été élaborée afin de l'inscrire comme un outil commun aux différents acteurs de l'environnement marin dans le cadre du SIE. Désormais, Quadrige s'est ouvert à de nouveaux réseaux de surveillance, tels que les Réseau Benthique (REBENT), Réseau Mollusques des Rendements Aquacoles (REMORA), Réseau de suivi lagunaire (RSL) et est aujourd'hui désigné par le ministère en charge de l'environnement comme le système d'information de référence pour les eaux littorales afin de répondre à la Directive Cadre sur l'Eau.

En savoir + : <http://quadrige.eaufrance.fr/content/présentation-et-enjeux>



SIVENS : IL NE MANQUE PAS D'EAU DANS LA VALLÉE DU TESCOU !

Les rapports des experts missionnés par la Ministre ont montré l'existence d'un important stockage d'eau sur le bassin du Tescou. Ces rapports estiment le nombre de plans d'eau « de 185 à 198 aujourd'hui selon les sources pour une capacité cumulée de 4,3 Mm³ ». Ces plans d'eau « captent les eaux de ruissellement et interceptent 32 % du bassin versant ». Parallèlement, le Collectif du Testet a mené une enquête photographique pendant l'été 2015 confirmant l'analyse des experts : sur les 31 retenues visitées, 1/4 étaient totalement pleines, 1/4 pleines entre 70 et 95%, 1/4 autour de 40% et 65% et le dernier quart presque vide (entre 10 et 35 %). On observe un taux moyen de remplissage de 66 %. Par conséquent, la quantité d'eau stockée dans la vallée est supérieure aux besoins des agriculteurs, y compris en cas d'été sec et chaud comme en 2015. Les leviers nécessaires à la résolution des crises agricoles et alimentaires résident non pas dans la création de plus d'infrastructures de stockage d'eau, mais dans la production de produits locaux et biologiques vendus en circuit court dans les écoles, les hôpitaux, etc.

En savoir + : www.collectif-testet.org



Retenue d'eau à 100 % pleine. Source : Collectif pour la sauvegarde de la zone humide du TESTET

Le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) et le recueil d'Informations sur la Continuité Ecologique (ICE) :

une meilleure prise en compte de la continuité écologique.

Par Karl Kreutzenberger,

Chef de projet Caractérisation de l'état et des pressions hydromorphologiques (DG-Onema)

La continuité écologique, notion introduite par la Directive Cadre sur l'Eau, se définit comme la libre circulation des organismes vivants et le bon déroulement du transport naturel des sédiments, appuyant également le bon fonctionnement des réservoirs biologiques (connexions, notamment latérales, et conditions hydrologiques favorables). Afin de mieux rendre compte des enjeux que revêt la continuité écologique des cours d'eau, des projets, tels que ROE et ICE ont été développés par l'Onema et ses partenaires. Nous tenterons d'en esquisser les contours dans cet article.

AU CROISEMENT ENTRE POLITIQUES D'AMÉNAGEMENT ET FONCTIONNEMENT NATUREL DES COURS D'EAU

Les cours d'eau, que ce soit un fleuve ou le plus petit des rus, sont des milieux vivants s'écoulant de l'amont vers l'aval, dans lesquels des espèces aquatiques se déplacent vers des zones préférentielles pour grandir, se reproduire, se nourrir, se reposer ou encore se protéger. Ces déplacements sont la source d'une diversité génétique suffisante entre les individus. Les cours d'eau charrient également des sédiments de tailles plus ou moins variées (roches, graviers, cailloux, sables, particules fines), qui, en se déposant, contribuent à des habitats diversifiés de grande importance pour la survie d'espèces animales et végétales.

Or, les politiques d'aménagement du territoire sous toutes leurs formes (1) ont compromis la diversité, la qualité des habitats et leur accessibilité par les poissons, en fragmentant les cours d'eau. La pose d'obstacles en travers des cours d'eau empêche les poissons de monter et de descendre vers les habitats qu'ils affectionnent. Ces obstacles peuvent être des barrages, des seuils ou bien encore des buses et forment une barrière parfois infranchissable au sein de la rivière. Ils favorisent également les processus d'eutrophisation, d'échauffement et d'évaporation des eaux. Ces effets cumulés sont notoirement reconnus par la communauté scientifique comme l'une des causes majeures dans l'érosion de la biodiversité.

Certaines mesures de gestion visent la suppression de l'obstacle, d'autres s'accompagnent de la pose de dispositifs de compensation, tels que les passes à poissons, qui, par des jeux de cascades très étudiées, permettent aux poissons de monter et de descendre dans le cours d'eau. Ces mesures doivent toutefois s'accompagner d'une étude objective préalable pour déterminer, en fonction des impacts et des enjeux, les solutions les plus adaptées. Sur les cours d'eau français, le recensement actuel fait état de plus de 80000 obstacles, et tous ne sont pas encore connus.

QU'EST-CE QUE LE ROE ?

Pour répondre aux différents objectifs réglementaires et environnementaux, un inventaire fiable de l'ensemble des obstacles du territoire national, DOM compris, s'est révélé nécessaire. Jusqu'en 2010, les données sur les ouvrages étaient collectées par les différents partenaires (2) de l'eau mais sans cohésion ni cadre partagé par tous.

Le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (ROE) résulte de la centralisation et de l'unification des données existantes sur lequel s'appuie un recensement toujours en cours des obstacles encore non décrits. Construit via un module dédié dans l'interface GéObs (3), différentes observations y sont collectées pour chaque obstacle inventorié, autour d'un code national unique. Ces observations portent sur des concepts communs (4) partagés par l'ensemble des acteurs de l'eau et de l'aménagement du territoire et définis par le Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (Sandre).

L'enrichissement du ROE est partenarial : tout opérateur formé peut participer au recensement. L'interface de GéObs assure la gestion et la

traçabilité des informations en provenance des différents partenaires. Dans le cadre du Système d'Informations sur l'Eau (SIE), le Sandre diffuse les données du référentiel une fois celles-ci validées par l'Onema (5).

EVALUER L'IMPACT DES OBSTACLES : LA MÉTHODE ICE

Pour évaluer l'impact des différents types d'obstacles sur les poissons, l'Onema a coordonné l'élaboration d'une méthode rigoureuse et scientifique de recueil d'informations et d'évaluation des obstacles sur cours d'eau : ICE.

Cette méthode s'accompagne de protocoles d'acquisition de données et d'évaluation permettant d'attribuer une note entre 0 et 1 pour la montée des poissons (montaison) (6). L'objectif est de confronter le type, la géométrie de l'obstacle et l'écoulement de l'eau sur ce dernier aux capacités biologiques de franchissement des poissons, par saut, par nage ou encore par reptation pour des espèces comme l'anguille. Pour la descente des poissons (dévalaison), la complexité des mécanismes biologiques et la nécessité de disposer d'une bonne connaissance de la rivière ne permettent pas de procéder à une notation comme pour la montaison, la méthode permet toutefois de recueillir des données suffisantes et homogènes pour réaliser une expertise solide. Les dispositifs de compensation, même très étudiés, ne sont pas toujours efficaces, la méthode ICE permet alors de poser un diagnostic général de leur fonctionnement et donc d'engager si nécessaire une étude plus approfondie. Pour des problèmes de sécurité et de facilité dans la prise des mesures, le protocole est appliqué en période d'étiage. Toutefois, la migration des poissons se déroulant pour l'essentiel à des niveaux d'eau plus importants, des relevés complémentaires, ne nécessitant pas une nouvelle expertise complète, peuvent être réalisés à la période de migration des espèces de poissons ciblées.

OÙ CONSULTER LES DONNÉES RECUEILLIES DANS LE CADRE DE LA MÉTHODE ICE ?

Les données collectées pourront être saisies par tout opérateur, via un nouveau module, dans l'interface de GéObs, couplant ainsi les banques ROE et ICE et réunissant donc une connaissance très importante sur les obstacles. Ce nouveau portail est en cours de développement sur 2015 et 2016.

EXISTE-T-IL DES FORMATIONS ?

Un cycle de formations à la mise en œuvre des protocoles d'acquisition de données et d'évaluation a été initié par l'Onema dès juin 2015. Il comprend également une formation au référentiel des obstacles à l'écoulement. Il a déjà permis à plus de 30 opérateurs d'accéder à ces nouvelles connaissances et de participer au recensement d'obstacles encore inconnus. Il sera renouvelé l'an prochain (pour tout renseignement : www.onema.fr - rubrique « formation »)

(1) La réalisation de routes, de voies ferroviaires, de drainage des zones humides, de rectification des cours d'eau ou encore de barrages pour répondre aux besoins d'irrigation, de stockage d'eau potable ou de production hydroélectrique. (2) Ministère de l'Ecologie, Agences de l'eau, services déconcentrés de l'Etat, EPTB, organismes de recherche, Voies Navigables de France, Electricité De France. (3) Géo-référencement des Observations. (4) Positionnement géographique, typologie, présence ou non de dispositifs de compensation pour le franchissement des poissons, usages. (5) <http://www.sandre.eaufrance.fr/atlas/catalogue/>. (6) 0 correspondant au statut de barrière totalement infranchissable.

Par Léa Bouguyon,

Chargée de mission au réseau Eau et Milieux Aquatiques de France Nature Environnement

D'après le 5^{ème} rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), « le réchauffement du système climatique est sans équivoque » (1). En France métropolitaine, on estime que la température moyenne de l'eau a augmenté de 1,6°C au cours du 20^{ème} siècle. Une telle hausse de la température dans les milieux aquatiques a déjà impacté la qualité biologique des cours d'eau tout en renforçant les nuisances des pollutions chimiques. Si le GIEC estime que le lien entre les activités humaines et la hausse des températures est « extrêmement probable » (95% de chances) (2), l'impact des changements climatiques sur les milieux aquatiques (assèchement des cours d'eau, crues, baisse du niveau des nappes phréatiques, intensification des précipitations etc.) suscite une forte incertitude. La variabilité intrinsèque au climat et l'état actuel des connaissances ne permettent pas la production de modèles prévisionnels suffisamment fiables à ce jour. Dès lors comment anticiper et agir sur la gestion de l'eau et des milieux aquatiques dans un contexte d'incertitude ?

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN QUESTION

Les causes des changements climatiques

Les changements climatiques désignent « l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné, au cours du temps : réchauffement ou refroidissement » (3). Les changements climatiques sont en partie dus à l'augmentation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES). Les pollutions issues des activités humaines tendent à modifier le climat en faveur d'un réchauffement climatique.

En effet la température de la Terre est déterminée par la quantité d'énergie solaire qui reste piégée dans le système terre, mer, atmosphère. Au-delà des émissions de gaz à effet de serre, d'autres facteurs influencent le climat, tels que les phénomènes issus des perturbations dans la circulation atmosphérique entre les pôles et l'équateur (El Niño et La Niña), des circulations à grande échelle de l'eau des océans (Gulf Stream), les phénomènes de rétroaction pouvant influencer sur l'ensemble des phénomènes précités, dont la répartition géographique des températures des différents secteurs de la planète. La concentration en gaz à effet de serre est un élément déterminant de la température de la Terre et donc du climat, mais elle n'est pas la seule : d'autres facteurs influent !

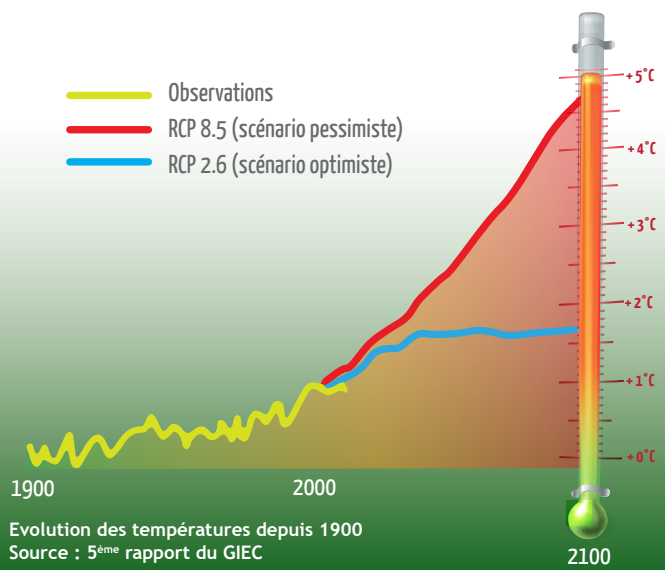
Les GES naturellement présents dans l'atmosphère, c'est-à-dire la vapeur d'eau, le CO₂, l'ozone, le méthane et l'oxyde nitreux, absorbent une partie du rayonnement émis par la Terre et en réémettent une partie vers l'espace (4). Or lorsque la concentration de GES augmente, une partie plus importante des rayonnements est stockée dans les basses couches de l'atmosphère, provoquant un réchauffement plus important à basse altitude. Entre 1800 et le début du XXI^{ème} siècle, la concentration du CO₂ est passée de 280 parties par million en volume (ppmv) (5) à 395 ppmv. Il en résulte une augmentation de la température moyenne de la planète dont les premières manifestations sont aujourd'hui source de déplacements de populations.

Un phénomène irréversible

Au-delà des impacts linéaires induits par le réchauffement climatique, souvent masqués par la variabilité du climat et des actions anthropiques, il est indispensable de prendre en compte la notion d'« irréversibilité » des risques environnementaux. En effet, au-delà d'une certaine augmentation de la température constituant un seuil, l'interaction de l'activité humaine avec le milieu environnemental génère des situations de « non-retour », telles que « l'effondrement de la calotte de glace du Groenland, susceptible de faire grimper, à long terme, de sept mètres le niveau de la mer », explique le climatologue Stefan Rahmstorf (6).

Depuis la COP15 organisée à Copenhague en 2009, les pays signataires de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) ont pour objectif de limiter l'augmentation de la température moyenne mondiale (7) à 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle. Pourtant, le rapport technique de la CCNUCC souligne que « des risques élevés sont projetés, même pour un réchauffement supérieur à 1,5°C » (8). En effet, la CCNUCC rappelle à juste titre que la limite des 2°C ne résulte pas d'une évaluation scientifique, mais « d'une décision politique fondée sur des conseils scientifiques ». D'après le cinquième et dernier rapport du GIEC, la fourchette basse du seuil d'irréversibilité se situait à 1°C. Or, les scientifiques s'accordent généralement pour estimer que la température de l'atmosphère devrait encore augmenter en moyenne globale d'environ 1,5°C au 21^{ème} siècle.

Cette notion d'irréversibilité souligne la nécessité d'agir sur les causes du réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, c'est-à-dire de mettre en place des politiques dites « d'atténuation ». Parallèlement, le réchauffement climatique nécessite d'anticiper et d'adapter nos modes de vie aux conséquences issues du réchauffement climatique par la mise en place de politiques complémentaires dites « d'adaptation ».



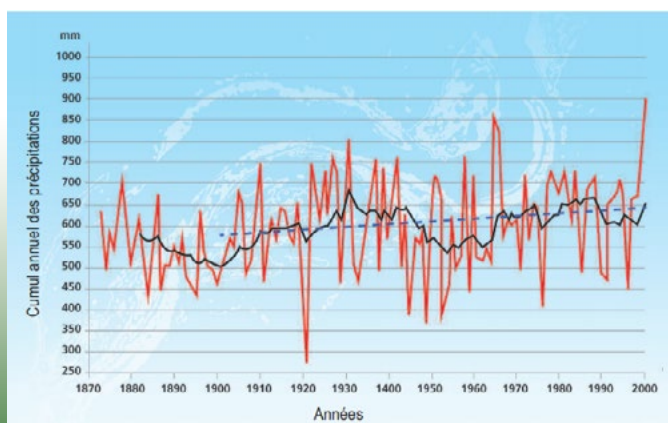
(1) Source : <http://bit.ly/1RiVCDZ>. (2) Source : <http://bit.ly/1VhBEfX>. (3) Source : Actu environnement. (4) Les poissons d'eau douce à l'heure du changement climatique : état des lieux et pistes pour l'adaptation, Comprendre pour agir, Onema, 2014, p.14. (5) Le ppmv désigne le nombre de molécules du gaz à effet de serre considéré par million de molécules d'air. (6) Potsdam Institute for Climate Impact Research. (7) Elle est obtenue en faisant la moyenne de la température sur toute la surface de la Terre (océans et continents) sur toute l'année. (8) Réchauffement : le seuil limite des 2°C est trop élevé, Le Monde, juin 2015.

LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES MILIEUX AQUATIQUES

Afin de dresser un panorama général recensant les potentiels impacts observés des changements climatiques sur les milieux aquatiques, nous nous reposerons sur l'état des lieux de l'impact des changements climatiques sur les poissons d'eau douce publié par l'Onema en octobre 2014 (9).

Impact observé sur les précipitations et le niveau des océans

Dans un contexte de réchauffement climatique, la hausse des températures risque d'influer à double titre sur les phénomènes de précipitation. D'une part, la hausse des températures contribuerait à augmenter l'humidité contenue dans l'air et aurait pour effet d'intensifier la fréquence et l'intensité des précipitations. D'autre part, on observe un réchauffement atmosphérique plus important au niveau des latitudes élevées, ce qui provoquerait la réduction du gradient thermique responsable d'une modification de l'ensemble du cycle hydrologique.



Évolution du cumul annuel des précipitations (en mm) à Paris-Montsouris (trait rouge). En noir, moyenne glissante sur 15 points. Trait discontinu bleu : tendance 1901 - 2000 - Source : Onema, Comprendre pour Agir 2014

De plus, la hausse des températures a pour effet de réduire la superficie des surfaces enneigées et en glace. D'après les données satellitaires, l'étendue annuelle moyenne des glaces a diminué de 2,7 % par décennie dans l'océan Arctique depuis 1978. La fonte de la banquise provoque une hausse du niveau moyen des océans de 1,8mm/an depuis 1961 et de 3,1mm/an depuis 1993 (10).

Impact potentiel sur l'évapotranspiration

L'évapotranspiration renvoie à la quantité d'eau transférée vers l'atmosphère par évaporation au niveau du sol et par transpiration des plantes. Dans un contexte de réchauffement climatique, une augmentation de l'évapotranspiration au niveau des forêts tropicales est attendue, tout comme dans les zones sujettes à une augmentation des précipitations.

Impact observé sur les débits d'étiage et le ruissellement

En France, l'analyse de plus de 200 chroniques de débits journaliers ne permet pas de conclure à un changement généralisé. Le lien de causalité entre évolution des débits et changements climatiques est difficile à établir du fait du rôle non négligeable des activités anthropiques telles que le changement d'utilisation des terres, l'imperméabilisation des sols, la construction de réservoirs, les rejets d'eau usée etc.

De la même manière, d'après Renard et al. (2006), la « forte variabilité régionale » de l'évolution des volumes de crue depuis le

milieu du 19^{ème} siècle ne permet pas de distinguer une « tendance générale significative ».

Enfin, concernant l'évolution des débits d'étiage, il est également difficile d'établir un lien de causalité direct avec les changements climatiques. Néanmoins, on observerait une plus forte **précocité** des étiages en été. L'aggravation de la **sévérité** des étiages n'a été constatée que dans le sud de la France entre 1968 et 2007.

Impact observé sur les eaux souterraines

Le niveau des eaux souterraines dépend du niveau d'infiltration vers les nappes. Cette infiltration dépend de la partition des précipitations entre l'évapotranspiration, l'écoulement de surface et la capacité de l'eau à s'infiltrer dans le sol. Dès lors, les effets relevés sur l'ensemble du cycle de l'eau, en amont de l'infiltration vers les nappes, impacteront le niveau des réserves d'eaux souterraines. Néanmoins, il subsiste une incertitude quant à l'impact des changements climatiques sur le niveau des réserves d'eaux souterraines. Une étude a été menée par deux chercheurs du BRGM (Vernoux et Seguin) sur l'évolution des niveaux des nappes sur des durées d'au moins 30 ans afin de mieux identifier l'évolution des ressources en eaux souterraines. Cette étude, reposant sur une analyse statistique des niveaux d'eaux souterraines de 375 piézomètres situés en France (11), montre une tendance à la baisse pour 54 % des piézomètres, à la hausse pour 29 % et à la stabilité pour 17 %. De plus, une forte hétérogénéité géographique a été constatée dans la répartition de ces tendances (12). Enfin notons que d'après les résultats du projet CLIMSEC, « une intensification des épisodes de sécheresse de grande ampleur a été observée entre 1958 et 2007 avec trois sécheresses exceptionnelles en 1976, 1989 et 2003 » (13).

Impact observé sur la température de l'eau et la chimie de l'eau

En France métropolitaine, on observe une augmentation moyenne de la température de l'air de 1 °C et une augmentation de la température de l'eau d'environ 1,6 °C au cours du XX^{ème} siècle (14). Il est à craindre qu'une augmentation de la température de l'eau modifie l'équilibre « entre la disponibilité en oxygène et les besoins métaboliques » (15), bien qu'aucune étude ne soit disponible sur ce sujet en particulier.

Des impacts incertains

Aujourd'hui, il est moins évident d'apprécier l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau compte tenu de la variabilité naturelle du climat, la variabilité des émissions futures de GES dans le monde et enfin de par les phénomènes dits de rétroaction. Au-delà de ces facteurs, les modèles climatiques présentent un certain nombre d'incertitudes dans la mesure où ils s'appuient sur les modèles utilisés en météorologie afin de prévoir le temps à l'échelle de quelques jours. Or contrairement aux modèles de prévisions météorologiques, les modèles climatiques doivent eux-mêmes créer les conditions initiales en faisant « évoluer les grandes structures atmosphériques comme les dépressions ou les anticyclones sur des dizaines d'années, sans aucune observation pour les corriger » explique Jean-Louis Dufresne (16). A l'échelle régionale (17), l'exercice n'en est que plus difficile car il faut parvenir à simuler le climat global avant de pouvoir envisager de dégager des prévisions satisfaisantes au niveau régional.

« Il est probable que nous ne sachions jamais avec exactitude ce qui va advenir. Mais cela ne doit pas empêcher d'agir. Nous ne savons pas prédire où et quand un tremblement de terre va survenir, mais nous connaissons les zones à risque et nous y construisons des bâtiments résistants. Nier le changement climatique serait donc un peu comme dire que, puisque nous ne savons pas les prévoir, les tremblements de terre n'existent pas. »

Hervé Le Treut - climatologue français

Source : CNRS Le Journal - disponible à <http://bit.ly/1TQIPtL>

(9) F. Baptist, N. Poulet, N. Séon-Massin, Les Poissons d'eau douce à l'heure du changement climatique : état des lieux et pistes pour l'adaptation, Onema, Comprendre pour agir, Octobre 2014 - Disponible [ici](http://bit.ly/1JB55IG). (10) Church and White, 2006 A 20th century acceleration in global sea level rise. (11) Seuls ont été retenus les piézomètres en nappe libre et ne présentant pas de trace visible d'influence anthropique, ni de données douteuses (p.52). (12) PDF disponible à <http://bit.ly/1JB40iA> (13) Disponible à <http://bit.ly/1JB55IG>. (14) Source (4). (15) Source (4) p.25. (16) E. Badin et al. Changements climatiques : évidences et incertitudes, CNRS Le Journal

Un tel niveau d'incertitude laisse alors la porte ouverte au débat entre les scientifiques convaincus de l'existence des changements climatiques et les climato-sceptiques, ayant opposé très récemment le physicien Sébastien Balibar et le géomagnéticien Vincent Courtillot, proche de Claude Allègre. Le premier expliquant que « Pour Vincent Courtillot, il n'y a nulle "nécessité" [de contraindre les pays à réduire fortement les émissions de gaz à effet de serre] puisque le changement climatique n'existe pas ou n'est pas dû aux émissions humaines de gaz à effet de serre ». En effet, comme le met si bien en évidence le journaliste Sylvestre Huet, « entre un mensonge simple et une vérité compliquée à démontrer, c'est le menteur qui l'emporte. » (18) Dès lors, comment agir dans un tel contexte d'incertitude ?

EAU ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES : COMMENT AGIR DANS UN CONTEXTE D'INCERTITUDE ?

Tout d'abord, il est certain que les milieux aquatiques sont particulièrement sensibles à une hausse des températures. En effet, la majorité des espèces aquatiques étant des organismes à sang froid, elles sont particulièrement vulnérables aux moindres modifications de la température de leur milieu.

Deuxièmement, s'il est difficile de distinguer une tendance générale d'évolution des milieux aquatiques du fait des changements climatiques « il apparaît évident que ces modifications rapides et profondes du climat auront un impact sur l'ensemble des écosystèmes et des organismes qui leur sont inféodés de même que sur les services qu'ils produisent et dont les populations humaines bénéficient » (19). Ces perturbations climatiques s'ajoutent, ou viendront s'ajouter, aux multiples pressions existantes aujourd'hui telles que la surexploitation des populations, la pollution des eaux, la modification des régimes hydrologiques, la prolifération d'espèces invasives, la destruction de la morphologie des cours d'eau et des zones humides etc. Par conséquent, il est probable que, soit du fait de la montée des températures soit de la modification des régimes hydrologiques, les changements climatiques tendent à impacter le fonctionnement des écosystèmes.

Enfin, si l'on constate une dégradation continue des milieux naturels, et plus particulièrement des milieux aquatiques, cette dégradation a été produite « en connaissance de cause » (20). Christophe Bonneuil rappelle plus généralement que la radicalisation des mobilisations écologiques à travers la publication des rapports du GIEC, l'adoption large de la notion d'Anthropocène (21), constitue le « point d'aboutissement d'une histoire

des destructions » et non pas « un seuil dans la prise de conscience environnementale ». Les phénomènes de destruction des milieux aquatiques ont à plusieurs reprises été pointés du doigt. Pourtant, étant donné l'état continu de destruction des milieux naturels, les politiques publiques n'ont pas été élaborées avec l'ambition suffisante pour réussir à enrayer ce phénomène. A titre d'exemple, les écosystèmes d'eau douce ont perdu 76% de leurs espèces entre 1970 et 2010 (WWF, 2014). De plus, il est à noter que le modèle économique actuel orienté autour de la « croissance verte », voire de la « croissance bleue », semble entretenir cette tendance à banaliser la dégradation des écosystèmes sous couvert de « développement durable ». S'il est actuellement mal aisé de déterminer la part imputée aux changements climatiques de celle des activités humaines dans l'occurrence des bouleversements naturels, il est néanmoins évident que face à un constat objectif et reconnu par la société scientifique de dégradation continue des milieux naturels, les moyens conçus et mis en œuvre aujourd'hui ne sont pas à la hauteur des enjeux de protection de ces milieux.

Ainsi, si l'on assiste à une certaine « radicalisation des mobilisations écologiques » autour d'événements tels que la COP21, comment s'assurer que l'alerte climatique aboutisse à la mise en place de politiques publiques adaptées alors que face au constat objectif de destruction des milieux naturels, les moyens mis en place n'ont pas été à la hauteur des enjeux ?

Par ailleurs, si l'on s'accorde à s'engager dans la mise en place effective de mesures de lutte ou d'adaptation aux changements climatiques, il est indispensable de s'interroger sur la nature des mesures à entreprendre. L'un des défis posés par les changements climatiques est de savoir s'il faut « changer ? Pourquoi, comment ? S'agit-il du changement que j'ai mûrement choisi ou de celui qui me tombe du ciel sur la tête ? » (22). En d'autres termes, il est question de faire le choix entre « une brève grandeur ou une plus longue médiocrité » (23). La radicalisation des plaidoyers écologiques autour des changements climatiques est-elle de taille à créer une fenêtre d'opportunité confrontant les institutions responsables à la nécessité d'élaborer des politiques publiques intégrant de fait l'irréversibilité de l'impact sur l'environnement, de la finitude des ressources naturelles et de l'interdépendance entretenue entre l'Homme et la Nature ?

Afin de tenter d'expliquer comment et jusqu'où les changements climatiques sont susceptibles d'influer sur les politiques publiques relatives aux ressources aquatiques, nous analyserons plus spécifiquement l'impact des changements climatiques sur la gestion quantitative des milieux aquatiques, le risque inondation, les potentiels de production hydroélectrique et enfin sur les communautés aquatiques.



Exemple de phénomène exceptionnel : la circulation de glaçons sur la Loire (Orléans, 2012) © Bernard Rousseau

(17) Une région correspondant dans ce cas à un sous-continent. (18) Source (8). (19) Source (4) p.2. (20) C. Bonneuil, JB Fressoz, 2013, *L'événement Anthropocène*, Ed Seuil. (21) L'anthropocène, néologisme forgé par Paul Crutzen, Prix Nobel de Chimie en 1995, désigne une nouvelle ère géologique, succédant à l'Holocène depuis la fin de la révolution industrielle, dans laquelle l'influence de l'Homme aurait un tel niveau qu'elle serait devenue une « force géologique ». (22) B. Charbonneau, 2013, *Le changement*, Ed Le Pas de côté. (23) W.S. Jevons, 1865, *the Coal Question*, Macmillan & Co.

Quels impacts ?

Par François-Marie Pellerin,

Vice-Président de la Coordination pour la défense du Marais Poitevin

Le bon état écologique des eaux repose sur trois notions fondamentales : le bon état qualitatif, le bon état quantitatif et le respect de la morphologie des cours d'eau. Ne pas prendre en compte l'ensemble de ces facteurs risque d'aboutir à de « fausses bonnes » idées. Dans un contexte de changements climatiques, le risque d'augmentation d'épisodes de sécheresse extrême suscite des inquiétudes pour les gestionnaires de l'eau. Mais parallèlement les grands utilisateurs d'eau que sont les irrigants agricoles n'ont pas attendu que se précise la menace climatique pour revendiquer, par des manifestations vigoureuses, plus d'eau à chaque épisode de sécheresse. Cette inquiétude ouvre la porte à des stratégies, telles que le stockage artificiel de l'eau, abordant la gestion quantitative de l'eau indépendamment des enjeux de morphologie et de qualité des cours d'eau. Dès lors, comment comprendre l'impact des changements climatiques sur la gestion quantitative de l'eau en France ?

L'ÉTAT QUANTITATIF DES MASSES D'EAU : QU'EN EST-IL ?

La Lettre Eau a régulièrement abordé le sujet de la gestion quantitative. Aujourd'hui, le même constat perdure. On observe que la consommation d'eau par le secteur industriel n'augmente pratiquement plus, celle-ci ayant été modérée à la fois par la réglementation et le souci d'économie financière. Des processus économes en eau, de recyclage ont été mis en place. Néanmoins notons que les prélèvements pour le refroidissement des centrales électriques thermiques et nucléaires restent l'enjeu à venir.

La consommation en eau potable a été maîtrisée suite à l'adoption de comportements plus économes des consommateurs et à la modernisation des réseaux. Ces économies ont permis de compenser les besoins supplémentaires issus de la croissance démographique nationale. Pourtant, subsiste le risque de la sur-consommation estivale dans les territoires à forte migration touristique, tels que sur les côtes atlantique et méditerranéenne. Ce tropisme littoral encourage la mise en place d'une politique de développement urbain, répondant aux motivations de court terme des acteurs politiques et économiques locaux, pourtant inadaptée aux capacités du milieu.

L'enjeu majeur pour les milieux aquatiques reste l'impact de la consommation agricole, essentiellement mobilisée par l'irrigation. Afin d'en saisir finement des enjeux, il est nécessaire d'identifier les différences territoriales présentes sur le territoire national afin d'élaborer des stratégies de gestion de l'irrigation qui soient adaptées aux particularités locales dans un contexte de changements climatiques.

En effet, le grand arc formé par les bassins Adour-Garonne/Loire-Bretagne/Seine-Normandie correspond au territoire dans lequel l'irrigation a été généralisée et stimulée par l'avènement de l'agriculture intensive depuis les années 80. Hormis au pied des Pyrénées, l'irrigation par aspersion (1) domine. Cette pratique puise dans les ressources en eau locales telles que les rivières et les nappes. Dans la vallée de la Garonne, l'irrigation est soutenue par l'eau issue des complexes des barrages pyrénéens.

Dans le bassin Rhône-Méditerranée, l'irrigation gravitaire (2) est majoritaire. Elle est issue de pratiques historiques qui ont été amplifiées au cours du XX^{ème} siècle suite aux grands travaux de transfert d'eau issus du Rhône et du massif alpin.

Enfin, la plaine d'Alsace, nouvelle venue dans le concert des zones à irrigation intensive, semble échapper aux situations chroniques de crise « sécheresse » grâce aux puisages effectués dans la vaste nappe alluviale soutenue par le Rhin. Il n'est pas impossible que cette illusion d'une ressource inépuisable ne résiste pas aux changements climatiques.

Ce panorama montre qu'à l'échelle nationale il est vain d'imaginer une stratégie globale quantifiée d'adaptation aux changements climatiques des prélèvements pour l'irrigation. Néanmoins, il est plus qu'urgent d'inscrire dans toute stratégie d'adaptation aux changements climatiques le bon état écologique comme préalable inconditionnel à une bonne gestion quantitative de l'eau afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable des populations, objectif prioritaire de la gestion de l'eau.

En effet, les changements climatiques ne sont pas les seuls paramètres à court/moyen terme susceptibles de guider les orientations à venir quant à la gestion quantitative de l'eau. Il faut également prendre en compte l'avènement des SDAGE 2016-2021, la mise en place des Organismes Uniques de Gestion Collective, la mise en place de l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) et les processus de réorganisation territoriale.

Il n'est pas impossible que l'impact de ces innovations administratives apporte plus d'incertitude en matière de gestion de l'eau que les changements climatiques.

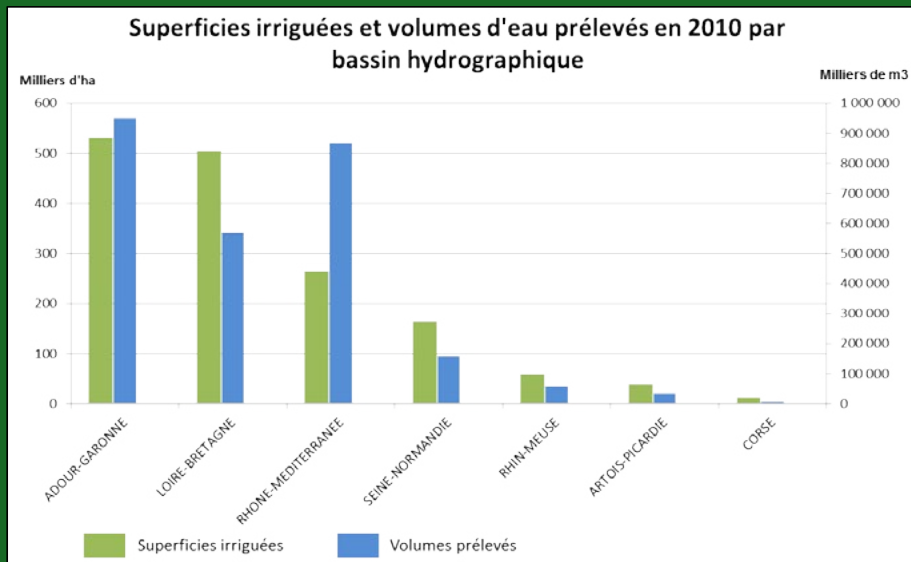
DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES, QUELS SONT LES IMPACTS SUR LA RÉPARTITION DES PLUIES ?

On observe une différence sensible quant aux orientations déclinées à l'échelle régionale ou des bassins hydrographiques, comme en attestent les différents niveaux d'intégration des changements climatiques dans les nouveaux projets de SDAGE. Par exemple, les SDAGE Seine-Normandie et Rhône-Méditerranée ont intégré des orientations issues de travaux prospectifs respectivement issus du PIREN-Seine et du Plan de bassin d'adaptation aux changements climatiques dans le domaine de l'eau. D'autres études ont été initiées localement, telles que l'étude CLIMASTER orientée spécifiquement vers l'activité agricole dans le Grand Ouest. Enfin, citons également l'étude « Garonne 2050 » davantage ancrée dans les retours d'expérience d'acteurs et d'usagers catégoriels et orientée vers l'objectif quasi-unique de ré-évaluation des « volumes prélevables » (3) et des « Débits d'Objectif d'Etiage » (4).

L'impact des changements climatiques est indiscutable quant à l'élévation de la température moyenne de l'eau d'une part, et à l'augmentation corrélative du niveau de la mer d'autre part. « La France métropolitaine est située [entre] le sud de l'Europe, où une diminution des précipitations est projetée, et le nord de l'Europe où au contraire on anticipe une augmentation des précipitations » (5). Ainsi, il est d'autant plus difficile de prévoir quelles seront les conséquences des changements climatiques sur l'évolution de la qualité et de la

(1) L'irrigation par aspersion est l'irrigation par pivot ou rampes où plus des ¾ du volume d'eau prélevée ne retourne pas au milieu. En France, elle représente environ 82 % du total des surfaces irriguées. (2) L'irrigation gravitaire se fait par canaux et fossés où une grande partie du volume d'eau prélevé retourne au milieu par infiltration. Elle représente 14% des surfaces irriguées. Le reste (3%) est pour l'essentiel de l'irrigation "goutte à goutte". (3) Les volumes prélevables sont les volumes d'eau mobilisables sur l'année, après déduction des volumes nécessaires au bon fonctionnement des milieux naturels. (4) Le DOE est le débit de référence permettant l'atteinte du bon état des eaux et au-dessus duquel est satisfait l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10. (5) F. Habets et al., 2014, *Changement climatique sur le bassin de la Seine* [...].

Ce graphique illustre les différences entre les superficies irriguées et les volumes prélevés sur les 6 bassins et souligne deux phénomènes :



Superficies irriguées et volumes d'eau prélevés pour l'irrigation en 2010 par bassin hydrographique
Source des données : SSP – Recensement agricole 2010

- On observe des contrastes sur les bassins Rhône-Méditerranée et Adour-Garonne en termes de superficies irriguées, alors que les volumes prélevés sont semblables. Ces contrastes s'expliquent par l'existence de modes d'irrigation différents sur ces deux bassins. En effet, l'irrigation gravitaire est majoritaire en Rhône-Méditerranée, tandis que l'irrigation par aspersion est fortement développée en Adour-Garonne.
- On observe des différences entre les bassins Loire-Bretagne et Adour-Garonne en termes de volumes prélevés alors que les surfaces irriguées sont assez semblables. Ces différences pourraient s'expliquer par l'influence de facteurs climatiques, mais aussi par l'impact de facteurs culturels et des modalités de gestion quantitative de l'eau différentes (i.e. : mesures +/- restrictives du SDAGE)

quantité des ressources en eau. En revanche, sur des bassins comme Adour-Garonne ou Rhône-Méditerranée-Corse, de grandes tendances semblent se dégager : une hausse généralisée des températures ; une baisse des précipitations estivales ; une réduction du couvert neigeux ; une augmentation du nombre de jours caniculaires ; des sécheresses plus fréquentes et plus intenses. La diminution de la recharge des nappes d'eau souterraine (6) sera probablement généralisée à l'ensemble du territoire.

Enfin, l'impact des activités humaines sur la ressource en eau, telles que l'intensification agricole et les effets induits par la mécanisation de l'agriculture mise en place depuis les années 1970/1980, est souvent supérieur à celui des modifications projetées d'ici deux générations humaines par les changements climatiques.

QUELLES SOLUTIONS SONT MISES EN AVANT POUR TENIR COMPTE DE LA VARIABILITÉ DE LA PLUIE ?

Le risque d'intensification des phénomènes de sécheresse résultant de l'impact des changements climatiques préoccupe les acteurs agricoles et ce depuis toujours. En effet, assister aux comités sécheresse depuis plus d'une dizaine d'années permet de se rendre compte de l'évolution des éléments de langage véhiculés et repris par le secteur agricole. Le développement du stockage de l'eau a progressivement été intégré et renforcé au sein du plaidoyer de la profession agricole. En effet, comme « l'eau agricole est l'usage qui semble être le plus sensible aux évolutions climatiques » (7), les revendications catégorielles sont d'autant plus vives.

La solution la plus bruyamment mise en avant par les représentants majoritaires de la « profession agricole » est la généralisation des réserves d'eau, telles que les retenues de substitution, les barrages sur les cours d'eau et les réserves collinaires. Les retenues de substitution visent à se substituer aux prélèvements estivaux. Les barrages, en assurant le soutien d'étiage, permettent des prélèvements supplémentaires au fil de l'eau ou en nappe alluviale. Enfin, les réserves collinaires, option plus radicale, constituent des surplus de stockage sous prétexte que l'eau serait prélevée en hiver, pendant la période de hautes eaux où « elle se perd à la mer ». Les réserves collinaires stockent l'eau « au mieux » par la collecte des eaux de ruissellement ou « au pire », par des opérations de prélèvements depuis les cours d'eau.

La construction de retenues de substitution, plus vertueuses sur le plan environnemental que les réserves collinaires, est fortement dépendante de l'apport massif de finances publiques au point que les solutions alternatives apparaissent plus efficaces. Mais aussi pour quel type d'agriculture ? De manière générale, les conséquences environnementales résultant de ces méthodes de stockage sont majeures : « à la lecture des impacts possibles sur l'hydrologie, le lien entre la quantité et la qualité de l'eau apparaît renforcé » (8) par les changements climatiques.

Par ailleurs, d'autres études montrent que dans des territoires tels que le bassin de la Seine, la vallée de la Garonne, une partie des Pays de la Loire, « ces retenues seraient à la fois le moins à même de soutenir le besoin des agriculteurs lors des années sèches et auraient le plus d'impact sur les débits annuels » (9).

Si le stockage de l'eau est une des solutions envisageables, n'est-il pas prioritaire de réhabiliter, voire de reconstruire les « infrastructures naturelles » que sont les paysages bocagers, les haies, les milieux humides, sans oublier de ne pas piller les nappes souterraines, avant d'envisager de nouveaux aménagements ?

À l'inverse, des scénarii tels que celui proposé par AFTERRES-2050 tendent à revenir au « respect du principe fondamental de l'agronomie qui consiste à choisir des assolements et des cultures cohérents avec les disponibilités climatiques » (10).

La récupération opportuniste du concept d'« agriculture climato-intelligente » lancé en 2010 par l'Organisation Mondiale de l'Alimentation, puis repris et dévoyé par une « Alliance globale pour une agriculture intelligente face au climat » en septembre 2014, marque le pas vers « une agriculture livrée à la finance carbone et aux multinationales ». En effet, si le concept d'agriculture climato-intelligente laisse entendre l'idée d'une « agriculture favorable au climat », il n'en demeure pas moins que « la priorité est donnée aux biotechnologies et à la compensation carbone plutôt qu'aux savoir-faire et pratiques des paysans » (11).

Pour conclure, il ressort que « le bon état des eaux s'impose comme un prérequis indispensable pour faire face aux impacts d[es] changement[s] climatique[s] » (12). Dès lors, en matière de changements climatiques, en dépit des incertitudes, il est urgent de « parler concret » (13). Autrement dit, la première des mesures à prendre pour garantir l'adaptation aux changements climatiques serait d'élaborer des SDAGE aptes à garantir le Bon Etat de l'eau, ce qui engagerait une orientation de la politique agricole française et européenne. Est-ce le cas ?

(6) Une nouvelle contrainte pourrait apparaître à l'occasion de l'augmentation des prélèvements si les conditions en sont mal maîtrisées : il s'agit de la salinisation des sols. (7) « Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins RMC », 2012. (8) Ibid. (9) F. Habets, et al., 2014, « Changement climatique sur le bassin de la Seine : de la quantification des impacts vers l'adaptation ». (10) AFTERRES-2050 : « Un scénario soutenable pour l'agriculture et l'utilisation des terres en France à l'horizon 2050 », Disponible [ici](#). (11) La « climate smart agriculture » [...], Confédération Paysanne et ATTAC, 2015 - Disponible [ici](#). (12) Source : voir note (7). (13) « Changement climatique et eau : assez parlé d'incertitudes, parlons concret », Martin Guespereau, ex-directeur général de l'agence de l'eau RMC, La gazette des communes - 2015

vers une aggravation du risque ?

Par Yves le Quellec,

Président de Vendée Nature Environnement

« Les catastrophes naturelles toujours plus meurtrières », titraient Les Échos à la mi-juillet 2015, à partir d'une note d'un des grands réassureurs mondiaux, Munich RE (1). Les indicateurs essentiels en la matière sont dans les mains des assureurs, qui recensent les événements, le nombre de victimes, le coût des dommages. Suivant avec attention les événements météorologiques extrêmes, ces compagnies estiment que les changements climatiques sont responsables d'une aggravation rapide de certains risques. Cependant, s'agissant du risque inondation, cet impact reste relativement incertain. Dès lors, comment intégrer les changements climatiques dans l'élaboration des politiques de prévention des inondations ? Constituent-ils des facteurs aggravants de risque d'inondation ou contribuent-ils au-delà, à souligner les limites de notre modèle de développement actuel ?

QUELS SONT LES LIENS ENTRE CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET RISQUE D'INONDATION ?

Dans l'édition 2014 de son rapport consacré aux catastrophes naturelles, Munich RE qualifiait 2013 d'« année des inondations » en relevant qu'à l'échelle mondiale, « ce risque naturel a rarement autant dominé les statistiques annuelles que durant l'année 2013 (2) ». Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) indique que les perturbations anthropiques du système climatique sont la source de dangers accrus. Les phénomènes météorologiques critiques susceptibles de se multiplier peuvent notamment avoir pour conséquences une augmentation des fortes précipitations et des inondations. La révision à la hausse du rythme d'élévation du niveau marin aggrave la menace sur les littoraux. Les changements climatiques modifient les systèmes hydrologiques et leur fonctionnement, alors que « la grande vulnérabilité et le degré élevé d'exposition de certains écosystèmes et de nombreux systèmes humains à la variabilité actuelle du climat (3) » doivent être soulignés. Dans le contexte de changements climatiques avérés, il est nécessaire de prendre en compte ces données. Les rapports du GIEC fournissent des informations nécessaires à la mise en œuvre de politiques préventives, données qui viennent s'ajouter à un ensemble de facteurs connus des politiques publiques, mais sans être suffisamment pris en considération.

DES PHÉNOMÈNES EXTRÊMES À INSCRIRE DANS UNE APPROCHE HISTORIQUE

L'inondation est officiellement définie comme « une submersion temporaire par l'eau de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Cette notion recouvre les inondations dues aux crues de rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents méditerranéens ainsi que les inondations dues à la mer dans les zones côtières. (4) »

Bien avant que les changements climatiques ne s'immiscent dans l'agenda politique, les sociétés humaines ont dû faire face à de tels phénomènes. Prendre conscience du fait que de grandes inondations ont déjà eu lieu dans le passé constitue une étape préalable à toute réflexion sérieuse sur l'impact des changements climatiques dans ce domaine. Seule l'analyse des événements du passé permet de mettre en perspective les événements actuels, dont l'interprétation reste délicate. Faire référence à un « temps normal » pose donc la question de l'échelle de temps de référence et de la conservation de la mémoire des événements. C'est pourquoi la démarche historique constitue un outil incontournable (5).

Le sens et l'usage qui est actuellement fait du classement juridique des événements naturels extrêmes en tant que « catastrophes naturelles » sont problématiques. Et si la fréquence et l'intensité des événements déclarés à ce titre augmentent, ce qui était « anormal » hier ne le sera peut-être bientôt plus (6).

DES PHÉNOMÈNES AGGRAVÉS PAR L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Parallèlement au manque d'historicité dont fait preuve la définition officielle, soulignons qu'elle sous-entend un lien de cause à effet automatique entre risque et crue/inondation/torrent et masque ainsi les processus socio-économiques qui transforment un aléa naturel en catastrophe naturelle. Au-delà de la variabilité naturelle de la météorologie, les risques naturels peuvent être aggravés par un aménagement du territoire ne prenant pas en compte le fonctionnement hydrologique du milieu et ne mesurant pas les enjeux humains associés.

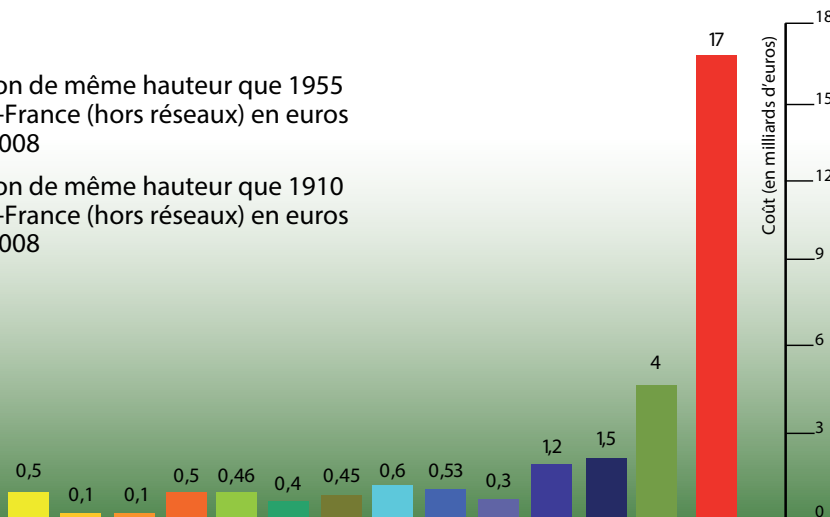
Des atteintes anthropiques au régime naturel des eaux ont été comprises très tôt comme étant la cause de débordements indésirables. On connaît la tendance générale à l'artificialisation des espaces naturels et des sols au profit d'aménagements responsables de phénomènes de ruissellement accéléré : zones urbanisées, industrielles, voiries. L'intensification agricole y ajoute son cortège de remembrements, de drainages, d'assèchements de zones humides, de dégradations des sols. Le tropisme littoral de nos contemporains conduit au développement de l'urbanisation dans la bande côtière, à la rigidification du trait de côte par des moyens renforçant localement des tendances à l'érosion. Phénomène qui s'observe également sur les berges des cours d'eau. L'exposition accrue au risque qui en découle est trop souvent ignorée



(1) Natural catastrophes in the first half year of 2015, Juillet 2015. (2) Une année marquée par les inondations, Munich RE, 2014 - Disponible à <http://bit.ly/1KS6bua>. (3) Changements climatiques 2014, GIEC - Disponible à <http://bit.ly/1I74DG1>. (4) <http://bit.ly/1F2yEeU>. (5) Cf. Au niveau national : M. Lang et al. Les inondations remarquables en France, 2014, Quae ; à l'échelle d'un bassin : N. Dupont et al. Quand les cours d'eau débordent. Les inondations dans le bassin de la Vilaine du XVIII^e siècle à nos jours, 2012, PUR. Dans son contexte historique/régional : J. Péret, Th. Sauzeau, 2014, Xynthia, ou la mémoire réveillée, Geste. (6) La loi du 13 juillet 1982 dispose qu'un sinistre doit, pour être indemnisé à ce titre, avoir été causé par « l'intensité anormale d'un agent naturel ».

■ 1977 Gers
 ■ 1980 Haute-Loire
 ■ 1983 Nord et Est de la France
 ■ 1988 Sud-Est
 ■ 1992 Sud-Est
 ■ 1993 Sud-Est, Corse, Est
 ■ 1994 Bas-Rhône
 ■ 1995 Bretagne, Est et Ile-de-France
 ■ 1999 Roussillon
 ■ 2001 Somme
 ■ 2002 Sud-Est
 ■ 2003 Centre-Est, Sud-Est

■ Inondation de même hauteur que 1955 en Ile-de-France (hors réseaux) en euros valeurs 2008
 ■ Inondation de même hauteur que 1910 en Ile-de-France (hors réseaux) en euros valeurs 2008



Comparaison du coût des inondations en France depuis 30 ans avec celui d'inondations de la Seine si elles se reproduisaient aujourd'hui.
 Source : « 1910 et demain ? », 2009, <http://bit.ly/1Jm0kPo>

des aménageurs, voire déniée. Que ce soit en milieu continental ou sur le littoral, les espaces de l'eau ont toujours été plus contraints par des travaux d'ingénierie dans l'objectif ici de « maîtriser » l'hydraulique, là de se défendre contre l'océan. Travaux qui inévitablement se font déborder un jour par un événement météorologique d'une ampleur imprévue.

L'ADAPTATION, NOUVEAU MOT-CLÉ ?

Survenues en 2010, Xynthia (7) et les inondations dans le Var (8) ont conduit à réviser la politique française de prévention. En février 2011, un plan national s'est donné pour objectif de « protéger les populations et de sécuriser l'ensemble du territoire ». Une liste de 310 communes littorales devant être couvertes prioritairement par un Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) a notamment été établie.

Présenté en juillet de la même année, le Plan National d'Adaptation aux changements climatiques (PNACC) souligne le besoin de développer la connaissance et l'observation. Les incertitudes des effets des changements climatiques limitent la portée des actions du PNACC, certains impacts n'étant cités qu'au titre de « potentiels ». La tentation restera donc grande d'ignorer, dans les politiques locales de développement et d'aménagement, un risque ainsi qualifié.

Suite à la transposition de la directive Inondation, la Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation a été adoptée en octobre 2014. Elle affirme la volonté d'augmenter la sécurité des populations

exposées ; de stabiliser, puis diminuer le coût des dommages liés à l'inondation ; enfin de raccourcir fortement le délai de retour à la normale des territoires sinistrés.

Ainsi commence à être évoquée, en plus de l'amélioration des dispositifs de surveillance, de prévision et d'alerte, la relocalisation des activités et des biens (9). Cette idée apparaît même en sous-titre de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte lancée en 2013. Des « champs d'inondation contrôlée » sont ponctuellement organisés. La dépoldérisation, la renaturation du lit majeur de cours d'eau fortement aménagés, la restauration de zones humides offrent de réelles perspectives. A contrario, certains préfèrent miser sur le progrès technique pour construire en zone inondable (10), tandis que perdure le mythe de la digue qui fait disparaître le risque.

La récurrence d'épisodes aux conséquences graves (11) souligne notre inadaptation chronique au risque d'inondation. Partout où la variabilité des éléments naturels a été oubliée, l'accroissement de l'exposition des populations à l'aléa est indéniable. Plus de 18 millions de résidents permanents et plusieurs millions d'emplois sont aujourd'hui soumis aux risques d'inondation et de submersion marine en métropole et outre-mer (12).

Les crues majeures survenues au XIX^e siècle à l'échelle des grands bassins de la Loire, de la Seine, du Rhône et de la Garonne peuvent se reproduire, alors que le territoire s'est fortement urbanisé et qu'il continue à l'être. Les solutions actuellement mises en avant ne préparent pas la société à faire face à des événements d'une telle ampleur.

AVEC OU SANS CHANGEMENTS CLIMATIQUES, CESSONS L'URBANISATION DES ZONES INONDABLES

Envisager la meilleure manière de se préparer à la perspective de risques accrus reste au fond une question très culturelle, sous la domination de considérations économiques et financières. C'est ainsi que sur le terrain, prévenir le risque d'inondation revient le plus souvent à la mise en place de travaux de génie civil en « laissant au second plan les autres types d'action de prévention (13) ».

L'histoire nous montre pourtant que l'urbanisation des zones à risque conduit inévitablement à des situations extrêmes menaçant directement la sécurité des populations, avec en prime la probabilité de redoutables effets « dominos ». L'incertitude des impacts des changements climatiques en ce domaine ne doit pas servir de prétexte au maintien plus ou moins avoué du statu-quo. Les changements climatiques nous imposent au contraire de ne pas reproduire les errements du passé. Commençons donc par cesser d'urbaniser les zones inondables et les secteurs littoraux exposés à la montée du niveau des océans !



La Faute-sur-Mer, juin 2011 : chantier de démolition des lotissements où 29 personnes sont mortes, au pied de la digue submergée par Xynthia © Y. le Quellec

(7) 47 morts, dont 29 à La Faute-sur-Mer, en Vendée ; 1 555 communes en catastrophe naturelle ; 2,5 Mds€ de dommages directs au total. (8) 25 morts, 1,2 M€ de dégâts. Ce département fut frappé d'un nouvel épisode d'inondation en novembre de la même année, provoquant 4 morts. (9) M.-L. Lambert, 2015, *Le recul stratégique : de l'anticipation nécessaire aux innovations juridiques*, Vertigo. (10) Les architectes s'intéressent à la construction en zones inondables, La Croix, 2015. (11) Cf. la Base de Données Historiques sur les Inondations remarquables - <http://bdhi.fr>. (12) Principaux enseignements de la première évaluation des risques d'inondation sur le territoire français, MEDDE, 2011. (13) Rapport interministériel d'évaluation à mi-parcours du plan « submersions rapides », Mars 2014.

L'HYDROÉLECTRICITÉ

face aux changements climatiques

Par Jacques Poulou,

Vice-Président du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse

et Mélanie Dajoux,

Coordinatrice du Réseau Régional Eau, FRAPNA

Caractérisés notamment par une élévation de la température, les changements climatiques amplifient les phénomènes extrêmes (sécheresses, inondations), affectant ainsi toutes les sources d'énergie. Utilisant la force motrice des eaux, l'hydroélectricité est dépendante du débit des cours d'eau. Les changements climatiques introduisant de nouveaux éléments de variabilité dans l'hydraulique, la question se pose : comment ces nouveaux éléments vont-ils être pris en compte dans d'hypothétiques projets hydrauliques ?

ÉLÉMENTS DE COMPRÉHENSION GÉNÉRALE SUR L'HYDROÉLECTRICITÉ ET LE DÉBIT DES COURS D'EAU

Les dispositifs hydroélectriques capturent l'énergie mécanique dissipée par un cours d'eau et la transforment en énergie électrique. La production électrique dépend étroitement du débit de la rivière : plus il y aura d'eau, plus la production d'énergie sera forte. Pourtant, la correspondance débit/énergie d'un aménagement hydroélectrique n'est pas aussi simple (1).

Le fonctionnement sensible des turbines

Sur les chutes de faible hauteur, les crues limitent la production car la remontée du niveau d'eau à l'aval des ouvrages empêche la bonne évacuation de l'eau par les turbines (2). De plus, la production des turbines est affectée par les frottements de l'eau dans le circuit hydraulique. Avec des faibles débits, le rendement baisse jusqu'à l'arrêt des turbines. Le rendement même des turbines peut également varier de plus de 50% sur leur plage de fonctionnement.

La variabilité naturelle des débits des cours d'eau

L'hydrologie découpe l'année en deux saisons : l'hiver (octobre-mai) et l'été (juin-septembre). La première étant caractérisée par l'abondance des précipitations et la seconde par leur rareté.

La pluviométrie baisse globalement de l'Ouest à l'Est et augmente fortement avec l'altitude. Les cours d'eau de plaine présentent une période de fortes eaux hivernales et un étiage estival qui se creuse en fin d'été. La plupart des cours d'eau français présentent ce type de régime dit pluvial. A mesure que l'altitude augmente, la part neigeuse des précipitations s'accroît entraînant un déficit de ruissellement hivernal compensé par une hausse des débits au moment de la fonte des neiges : le régime devient pluvio-nival. Les zones de piémont et leurs cours d'eau exutoires, tels que le Rhin et le Rhône, assurent avec les zones de montagne la quasi-totalité de la production hydroélectrique nationale (3).

A ces variations saisonnières se superposent des variations journalières liées aux précipitations, à la température et aux variations interannuelles avec des années sèches et des années humides. Ces phénomènes affectent la variabilité des débits et rendent plus difficile la capture de leur énergie mécanique.

L'HYDRAULICIEN FACE À LA VARIABILITÉ DES DÉBITS

Deux stratégies sont à sa disposition :

S'adapter à la variabilité des débits

Une installation est construite pour répondre aux conditions hydrauliques les plus fréquemment rencontrées. S'adapter à la

variabilité des débits consiste à maintenir et à accroître la production dans des conditions moins fréquentes : à la fois vers les hauts débits en augmentant les dimensions du circuit hydraulique et vers les bas débits en ajoutant des turbines supplémentaires de capacité moindre. Ces investissements coûteux ont un rendement économique décroissant puisqu'il s'agit de permettre la production dans des circonstances de moins en moins fréquentes dans l'année.

Réguler les débits

La création de réservoirs permet de s'affranchir partiellement (4) de la variation des débits en restituant une partie de l'eau stockée et en garantissant la production de l'électricité en période d'étiage, tant que ces réservoirs ne sont pas vides.

DE LA MAUVAISE ADAPTATION AUX LIMITES DE « L'ART DE L'INGÉNIEUR »

L'art de l'ingénieur consiste à trouver le meilleur compromis entre l'investissement et la production espérée découlant de l'imprévisibilité du régime des cours d'eau. Pêchant par optimisme, des aménageurs ont vu leur réalisation compromise par quelques années sèches en début de période d'amortissement, les poussant à la revente ou à l'endettement. Dès lors, se profile un risque pour l'environnement avec l'enclenchement d'un mécanisme de « cliquet » (5) : les pouvoirs publics sont sommés d'autoriser la levée des contraintes protégeant l'environnement afin d'assurer la viabilité économique de l'aménagement.

Cependant, après plus d'un siècle de construction de réservoirs et de barrages, la très grande amplitude de variation de la production d'une année sur l'autre témoigne que la régulation des débits n'est



Barrage de Jons © Audrey Roggeman

(1) « Simple » voulant dire ici « proportionnel » au sens mathématique. (2) Le seuil créant la chute peut disparaître sous les eaux si la crue est suffisamment forte. La crue perturbe toutes les usines hydroélectriques du fait des embâcles, matériaux charriés, transport des sédiments, etc. (3) Le Rhin et le Rhône assurent 1/3 du productible national, la région Rhône-Alpes 40%, le Bassin Rhône méditerranée 60% et la région Midi Pyrénées 20%. (4) Certains ouvrages sont dédiés à la multifonction (hydroélectricité, soutien d'étiage, écrêtement des fortes crues, loisirs) et présentent des objectifs difficilement conciliables : l'écrêtement des crues exige un réservoir en partie vide, alors que le soutien d'étiage exige des garanties de stock d'eau disponible. Les activités de loisirs supposent aussi l'absence de marnages

que relative. Enfin, la création de réservoirs impose l'envoyage irrémédiable de surfaces importantes, souvent occupées par des zones humides, et constitue un obstacle souvent total à la continuité écologique et au transport de sédiments. La régulation des cours d'eau qui résulte de la construction de réservoirs de grande capacité supprime toute crue morphogène de faible et moyenne importance et altère ainsi profondément la morphologie des cours d'eau.

DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES, QUELLES SONT LES TENDANCES OBSERVÉES SUR LE RÉGIME DES COURS D'EAU ?

Depuis l'émergence de la question des changements climatiques, leurs conséquences sur les précipitations, les débits et la température des cours d'eaux se précisent, y compris au plan régional, comme le décrit l'étude sur laquelle s'appuie le Plan d'adaptation du bassin Rhône-Méditerranée.

Des débits en baisse généralisée

Tout d'abord, une élévation de la température moyenne, tendance la moins contestée des changements climatiques, se traduira par une augmentation parallèle de l'évapotranspiration et donc par une diminution de la quantité d'eau disponible à pluviométrie constante. Cet effet sera renforcé par une baisse globale de la pluviométrie.

Un accroissement de la fréquence et du niveau des débits extrêmes : crues et étiages

L'étiage estival, pris en ciseaux entre la baisse globale des débits et l'augmentation de l'évapotranspiration par l'effet de la température et de l'activité de la végétation, pourrait être aggravé par une baisse concomitante des précipitations estivales. Ainsi, « malgré ces projections de baisse généralisée de la ressource en eau, les débits élevés et l'impact des crues ne devraient pas baisser, et pourraient même s'aggraver » (6). En montagne, le raccourcissement des périodes d'enneigement et la baisse des précipitations sous forme neigeuse accentue la baisse de la rétention nivale. « L'impact d'un moindre enneigement, d'une fonte accélérée et de conditions asséchantes apparaît très nettement dans les projections : des étiages plus intenses, plus longs, débutant plus tôt dans l'année » (7). Dans ce contexte, la multiplication des séquences paroxystiques, augmentant la fréquence des crues, impactera directement la production hydroélectrique.

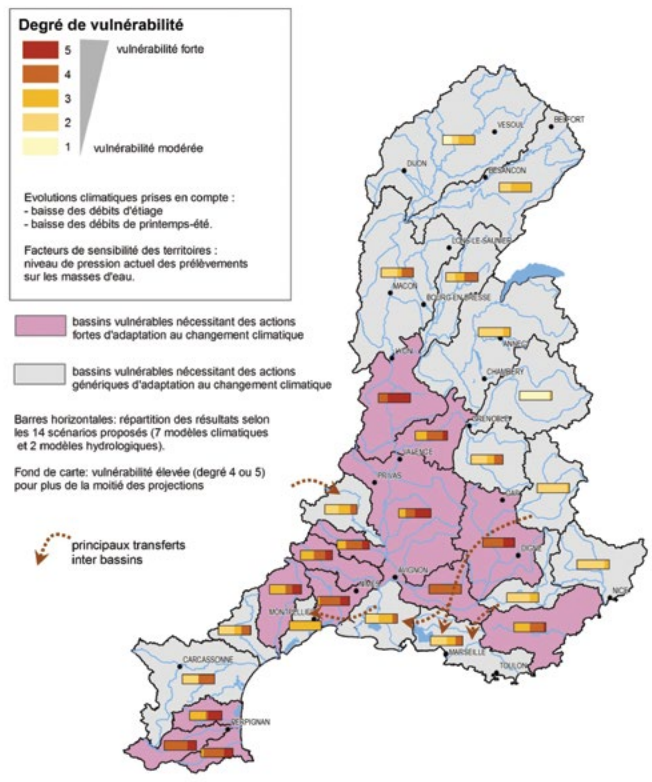
COMMENT PEUVENT INTERVENIR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTION HYDROÉLECTRIQUE ?

Le productible du parc hydroélectrique actuel sera impacté par une plus grande variabilité et une baisse des débits moyens

D'après l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, les modifications hydrologiques liées aux changements climatiques auraient une forte répercussion sur la production globale, de l'ordre de -15%. L'augmentation des épisodes hydrologiques extrêmes, tant en fréquence qu'en amplitude et en durée, entraîne des pertes de production qui ne peuvent être réduites qu'au prix d'investissements importants. Les pertes de productible en résultant risquent de rendre impossible l'exploitation économique de ces installations dont les frais de maintenance seront augmentés par la multiplication des épisodes de crues. Enfin, l'élévation de la température va rendre inappropriées des valeurs de débits réservés, pour le maintien de la biodiversité, jusque-là acceptées du bout des lèvres par les usiniers.

Risques économiques de l'hydroélectricité au fil de l'eau et de « détournement d'usage » des retenues hydroélectriques

Dans ces conditions, le développement de l'hydroélectricité, notamment par le biais de petites unités fonctionnant au fil de l'eau (8), apparaît comme plus risqué que jamais. Les tensions avec d'autres usages vont émerger et s'accroître dans des secteurs et à des



Vulnérabilité au changement climatique pour l'enjeu bilan hydrique des sols, Plan de bassin d'adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau, RMC 2014

périodes où de telles contraintes n'existaient pas, comme dans les zones de piémont en période chaude. La dégradation de la quantité et de la qualité des ressources existantes dans les secteurs urbanisés de plaine résultant de la diminution des débits risque d'attiser la tentation d'adapter les stockages d'eau actuels à un contexte hydrologique plus contraignant. Cette « adaptation » risque d'accroître la pression sur les milieux naturels en poussant à l'augmentation des débits dérivés, à l'abaissement des débits réservés et à la construction de réservoirs d'accumulation pour contrôler des débits plus changeants.

QU'EN CONCLURE ?

Depuis plusieurs années, « surfant » sur l'impérieuse nécessité de la transition énergétique vers des énergies renouvelables, certains souhaitent voir augmenter la part de l'énergie hydroélectrique dans le bilan énergétique français (9). Cette pression des parties intéressées est malheureusement fortement relayée par les pouvoirs publics alors même que peu d'attention est apportée au fait que l'hydroélectricité risque d'être une victime des changements climatiques et non pas une solution. Parallèlement, les changements climatiques constituent de nouveaux facteurs de stress pour la biodiversité aquatique dont la préservation exigera moins de ruptures de continuité des cours d'eau, et donc moins de pressions de la part de l'hydroélectricité. L'hydroélectricité doit donc se placer résolument dans une logique d'adaptation face à l'incertitude en :

- Réduisant les durées d'autorisation et de concession des ouvrages en passant de 30 ou 40 ans à 15 ou 20 ans afin d'en garantir la bonne adaptation
- Renforçant la réversibilité des aménagements par l'instauration d'une provision pour démantèlement. En effet, cette absence de provision a conduit à des impasses budgétaires et à la sollicitation de fonds publics (État, collectivités et Agences)
- Abandonnant la logique habituelle du « toujours plus » pour se concentrer sur les mesures « sans regret » : optimisation de l'existant, économies d'eau et d'énergie... qui, en réduisant notre dépendance aux limites d'un monde fini, garantiront plus tard notre liberté de choisir

(5) L'abandon des investissements déjà réalisés est rarement choisi ; les coûts de démantèlement n'étant pas inclus dans le financement, les ruines resteraient sur place. (6) Source : Plan d'adaptation du bassin Rhône Méditerranée. (7) Ibid. (8) Soit une unité fonctionnant sans retenue d'eau durant les périodes de l'année de faibles débits. (9) Les usiniers et certains groupes d'orientation écologique comme Negawatt, des élus régionaux via les SRCAE, n'intègrent pas les effets de l'hydroélectricité sur l'environnement aquatique. L'étude de l'ADEME 100% ENR ne suppose aucun accroissement du productible hydroélectrique (à l'exception des possibilités de stockage dans certains scénarii).

L'existence d'une évolution rapide du climat due aux activités anthropiques apparaît aujourd'hui comme une réalité scientifiquement prouvée. De plus en plus de travaux scientifiques s'intéressent aux effets de ce bouleversement sur la biodiversité, et notamment sur la biodiversité aquatique qui semble particulièrement concernée. Dans cet article, nous nous intéresserons aux effets observés des changements climatiques principalement sur les communautés animales aquatiques en France.

DES INVERTÉBRÉS...

Les changements climatiques s'observent depuis environ un siècle avec une nette accélération depuis les 30 dernières années. La question se pose de savoir si les communautés aquatiques ont déjà répondu à ces modifications climatiques et si oui, dans quelle proportion. Les analyses de suivis biologiques réalisés sur des périodes allant de 15 à 30 ans sur le Rhône et la Loire indiquent deux phénomènes distincts. D'une part, on observe une diminution des espèces rhéophiles (accomplissant la totalité de leur cycle de vie en milieu courant), cryophiles (affectionnant les milieux froids) et polluo-sensibles. D'autre part, ces analyses présentent une augmentation des espèces limnophiles (vivant dans les parties calmes des cours d'eau ou dans les eaux stagnantes), thermophiles (affectionnant les eaux chaudes) et tolérantes dont des espèces allochtones (1), c'est-à-dire introduites par l'homme, dans des zones hors de leurs aires de répartition naturelle et de dispersion potentielle (2) (3).

Ces tendances sont clairement liées à la modification de facteurs hydroclimatiques (température de l'eau) mais aussi à des pressions anthropiques locales comme les prélèvements pour l'irrigation, les aménagements hydroélectriques et la pollution diffuse et ponctuelle des eaux. Les mesures de gestion visant à restaurer la qualité de l'eau sont susceptibles de contrebalancer certains effets des modifications climatiques.

Les tendances observées sont à mettre en regard non seulement avec l'augmentation graduelle de la température de l'eau mais aussi avec des événements climatiques extrêmes (crues et sécheresses). La canicule de 2003 semble avoir constitué un événement majeur pour la biodiversité aquatique. Dans le bassin de la Saône, les communautés de mollusques ont été particulièrement touchées : huit ans après l'épisode caniculaire, aucune des communautés ne semble avoir recouvré ses structures initiales, modifiées avec l'augmentation notable des espèces allochtones et tolérantes. Les pressions anthropiques locales ont probablement limité le rétablissement des communautés de mollusques (4).

... AUX POISSONS

Concernant les poissons de métropole, les observations sur 20 ans indiquent une augmentation du nombre et de l'abondance de nombreuses espèces et notamment des espèces allochtones. Des espèces emblématiques sont en régression significative, comme la truite commune (*Salmo trutta*) (5).

Les effets des changements climatiques sur les communautés piscicoles des grands fleuves français (Rhône, Loire et Seine) durant ces 15-25 dernières années ont entraîné une augmentation du nombre d'espèces et une part croissante des espèces thermophiles. Sur le Rhône, cela se traduit par un remplacement de la vandoise commune *Leuciscus leuciscus* par le chevesne *Squalius cephalus*. De plus en plus au sein des communautés piscicoles, les effectifs sont dominés par quelques espèces alors qu'ils étaient plus également répartis auparavant. Enfin, on note une augmentation de la densité totale accompagnée d'une diminution de la taille moyenne des individus. Ceci pouvant se traduire par l'augmentation du nombre de petites espèces ou un rajeunissement des populations. Tous ces résultats semblent être en partie liés à l'augmentation de la température de l'eau (6). Concernant la diminution de la taille individuelle, ce phénomène pourrait s'expliquer par le fait que les petits individus appartenant à des espèces ectothermes (dont la température interne dépend de la température externe) seraient plus aptes à survivre lorsque la température du milieu s'élève du fait de leur plus forte capacité à accumuler de l'énergie. Ce mécanisme les rendrait plus compétitifs pour l'exploitation des ressources par rapport aux grands individus, induisant sur le long terme une réduction des tailles et une réorganisation des écosystèmes (7).

La question se pose de savoir si les effets du réchauffement climatique s'observent aussi au niveau de la distribution spatiale des espèces piscicoles. En comparant une période « froide » (1980-1992) et une période « chaude » (2003-2008), une étude a mis en évidence une remontée en altitude de la majorité des 32 espèces étudiées (moyenne : 13,7 m/décennie) et vers l'amont (moyenne : 0,6 km/décennie) (8). De manière cohérente avec le déplacement des isothermes annuels, les espèces de poissons se sont déplacées le long du gradient altitudinal en étendant leur limite supérieure, tandis que des contractions significatives de la limite inférieure des espèces le long du gradient amont-aval ont été observées (notamment pour les espèces des zones intermédiaire et amont). Cependant, la vitesse de déplacement de la plupart de ces espèces s'avère insuffisante pour suivre l'évolution des changements climatiques le long des gradients amont-aval et altitudinal : ils auraient ainsi accumulé un retard certain dans leur réponse (altitude = 46,8 m/décennie, amont = 15 km/décennie). Ces changements de distribution diffèrent selon les combinaisons de traits biologiques des organismes : les espèces d'eau froide, ayant les tolérances thermiques les plus basses, ont subi plus d'extinctions à leur limite inférieure que les espèces d'eau chaude ayant les tolérances thermiques les plus élevées. Au contraire, les espèces ayant des positions trophiques (9) élevées présentent les plus fortes tendances d'expansion géographique. D'un autre côté, les espèces présentant d'importantes capacités de reproduction montrent également les plus forts taux de déplacement.

(1) Se dit d'une espèce animale ou végétale d'apparition récente dans une région (Larousse). (2) Floury, M., 2013, *Analyse des tendances d'évolution de peuplements de macroinvertébrés benthiques dans un contexte de réchauffement des eaux*. (3) Daufresne et al. 2003 – Disponible [ici](#). (4) Mouthon, J. et al, 2015, - Disponible [ici](#). (5) Poulet, N. et al., 2013, *Tendances évolutives des populations de poissons de 1990 à 2009* Les synthèses EauFrance - n°7. (6) Daufresne, 2008 – Disponible [ici](#). (7) Edeline E., et al. 2013. *Ecological emergence of thermal clines in body size*. (8) Comte, 2013 – Disponible [ici](#). (9) En écologie, le niveau trophique caractérise la position d'un organisme qui se nourrit de constituants organiques dans un réseau trophique, c'est-à-dire dans la chaîne alimentaire.



Le Solin presque à sec © Laurent Delliaux, FDAAPPMA 45. L'action conjuguée du climat et des impacts anthropiques (ici l'irrigation) peut avoir des effets drastiques sur les cours d'eau comme en témoigne l'état du Solin (affluent du Loing) au mois de juin 2015.

Cependant, des facteurs autres que le climat, notamment anthropiques, ont aussi évolué au cours des décennies passées et l'étude suggère que pour de nombreuses espèces, les changements de distribution observés seraient plus le fait de facteurs non-climatiques que le fait du réchauffement global. Il apparaît donc essentiel de considérer l'ensemble des pressions. Attention, cela n'implique pas de minimiser le rôle du climat : de nombreuses espèces sont en sursis car elles persistent dans des habitats désormais non favorables climatiquement parlant, ce qui suggère qu'une réponse aux changements climatiques pourrait apparaître bien plus forte dans les années à venir.

L'IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ÉCOSYSTÈME

Il est intéressant de constater que le bouleversement climatique se traduit aussi au niveau du fonctionnement de l'écosystème. En 40 ans dans le lac Léman, la température moyenne annuelle au fond du lac a augmenté de plus de 1°C et de plus de 1,5°C en surface. La température hivernale de la masse d'eau lacustre est passée de 4,5°C en 1963 à 5,1°C en 2006 et la stratification thermique verticale due à la plus faible densité des eaux chaudes se met en place un mois plus tôt qu'il y a 30 ans. Ainsi, la production primaire du phytoplancton et du zooplancton herbivore présente actuellement un maximum printanier avancé d'un mois (10). Or, le frai du corégone (*Coregonus lavaretus*), espèce d'eau froide, est quant à lui retardé en décembre de deux semaines environ. Les larves de corégone évoluent ainsi dans des eaux plus chaudes qu'il y a trente ans avec une ressource nutritive plus abondante. Ces changements de phénologie ont abouti à une augmentation des populations de corégone comme l'atteste l'évolution des captures depuis trente ans (moins de 50 tonnes dans les années 70 à plus de 300 tonnes depuis 1997). À l'inverse, l'omble chevalier (*Salvelinus umbla*), une espèce relique de l'ère glaciaire, semble particulièrement menacé car son ovogénèse est bloquée quand la température de l'eau dépasse 7°C. À terme, les projections prévoient ainsi la disparition de l'omble chevalier au profit du corégone puis des cyprinidés. Les changements climatiques impactent la

composition des communautés inféodées au lac Léman ainsi que le fonctionnement global du système. Il est néanmoins important de noter que d'importants efforts de réoligotrophisation (11) ont été menés ces dernières décennies participant probablement aux effets observés.

EN CONCLUSION

En préambule, on notera l'importance des suivis biologiques sur le long terme sans lesquels la plupart des études évoquées ici n'auraient pu se faire. En termes de résultats, les communautés aquatiques ont effectivement subi des modifications notables de leurs structures durant ces 20-30 dernières années. On observe une augmentation des espèces thermophiles et tolérantes et une diminution des espèces cryophiles et sensibles. On remarque aussi une augmentation des espèces allochtones dont certaines peuvent être qualifiées d'invasives ; le fait que l'établissement d'espèces allochtones soit favorisé par les changements climatiques est d'ailleurs régulièrement évoqué (12). Enfin, les études mentionnent une augmentation du nombre d'espèces. Il est important de souligner que les phénomènes de colonisation sont souvent plus rapides que les extinctions de sorte qu'au sein d'une communauté à un moment donné peuvent cohabiter des espèces en phase de croissance et d'autre en cours d'extinction. Il est probable que dans les années à venir, le nombre d'espèces chute ou que l'on observe un remplacement significatif de certaines espèces par d'autres. Ainsi, pour la période 2051-2080, on s'attend à un remplacement de plus de la moitié des espèces dans environ deux tiers des communautés piscicoles (13). Par ailleurs, les changements climatiques apparaissent comme étant des facteurs explicatifs de l'évolution de la biodiversité aquatique non seulement en augmentant graduellement la température de l'eau mais aussi en favorisant les épisodes climatiques extrêmes. De nombreux travaux s'accordent sur le fait que les modifications climatiques ne sont pas les seuls facteurs responsables des modifications observées de la biodiversité aquatique. Les pressions anthropiques locales impactent de façon évidente les communautés aquatiques et leurs effets s'en retrouvent renforcés par les bouleversements climatiques. Lutter contre le réchauffement climatique passe inévitablement par la restauration et la non dégradation des écosystèmes (14).

(10) Anneville, O. et al. 2005 – Disponible [ici]. (11) L'oligotrophisation désigne un phénomène d'appauvrissement progressif d'un milieu en éléments nutritifs. (12) Dutartre A. et al., 2010, [Changements climatiques et invasions biologiques...](#) (13) Buisson L., 2009, [Poissons des rivières françaises et changements climatiques...](#) (14) Baptist F., Poulet N. & Séon-Massin N, 2014, [Les poissons d'eau douce à l'heure du changement climatique : état des lieux et pistes pour l'adaptation](#). Comprendre pour agir. Onema.

Point de vue

FNE SE MOBILISE POUR LA COP21 :

ON PARLE DE L'EAU !



D'après le cinquième rapport du GIEC, le lien entre les activités anthropiques et l'augmentation de la température moyenne mondiale est « extrêmement probable », soit à plus de 95% de chances. Pour maintenir la hausse des températures sous le seuil des 2°C, les émissions de gaz à effet de serre ne devront pas dépasser 1000 à 1500 gigatonnes de carbone d'ici 2100. Or ces émissions cumulées augmentent chaque année (1). Ainsi, la COP21, Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques de 2015 organisée à Paris à la fin de l'année, vise à aboutir à un nouvel accord international sur le climat limitant le réchauffement mondial à 2°C. Dans ce contexte, le mouvement France Nature Environnement se mobilise pour la COP21 via le lancement d'une campagne « Refaisons le climat » déclinée sur l'ensemble du territoire. Deux événements territoriaux organisés par la FRAPNA, à Grenoble, et FNE Languedoc-Roussillon, à Montpellier, ont spécifiquement traité des enjeux relatifs à l'eau et aux milieux aquatiques.

FRAPNA ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES : QUAND LE RÉCHAUFFEMENT ATTEINT LES SOMMETS !

La montagne, et particulièrement les Alpes, se réchauffe deux fois plus vite que l'ensemble de la planète. Les changements climatiques affectent l'environnement et l'économie locale dans son ensemble, mais sont surtout prégnants en moyenne montagne où se concentre l'essentiel des activités économiques. Fonte de glaciers, baisse de l'enneigement, accélération des phénomènes extrêmes (crues, étiages) se répercutent sur les milieux aquatiques de nos montagnes et ont des conséquences sur la biodiversité et le tourisme.

Le 26 septembre à l'Office du Tourisme de Grenoble, le grand colloque FRAPNA s'est emparé du sujet :

« Changement climatique et Montagne : Quand le réchauffement atteint les sommets »

Face aux observations et impacts des changements climatiques sur l'environnement et les activités de montagne, les acteurs du territoire ont présenté leurs adaptations et leurs solutions.



Le colloque s'est terminé en débat sur les visions stratégiques des décideurs politiques et du monde associatif. En parallèle, sur la place Grenette, des animations ont été proposées pour interpeller le grand public sur les changements climatiques et réfléchir ensemble aux solutions pour l'avenir : Animation l'Odyssée de l'Ô ; Vidéomaton du Réseau Empreinte : les changements climatiques et vous... ; Jeu « Climatic Poursuite » ou comment combattre les changements climatiques en s'amusant ; Exposition Phénoclim « le climat change, les citoyens veillent » - CREA ; Ciné - « conte La glace et le ciel » au Muséum de Grenoble - Wild Touch ; La déambulation festive des espèces de nos montagnes - LPO FRAPNA ; L'apéro « Pour faire sa fête au climat ».

Ces événements se sont inscrits dans le programme Grenoblois, du 26 - 27 septembre, « un climat de fête ! », en collaboration avec l'association Wild Touch, le mouvement Alternatiba et la MNEI.

FNE LANGUEDOC-ROUSSILLON : L'IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'EAU ET LE LITTORAL MÉDITERRANÉEN

Les territoires méditerranéens sont particulièrement concernés par les situations de déficit quantitatif et par les inondations violentes. Avec les changements climatiques, les tensions sur la ressource en eau vont s'accroître pendant que les phénomènes d'inondation s'ajouteront à la submersion marine. Compte tenu de sa topographie, le littoral du Languedoc-Roussillon est particulièrement concerné par la montée de la mer Méditerranée. On parle d'une élévation d'un mètre du niveau de la mer d'ici 2100... La question du recul stratégique est plus que jamais posée !

Dans des régions qui accueillent une population croissante et dans lesquelles l'artificialisation des sols est particulièrement importante, les changements climatiques vont accroître les pressions sur la « gestion concertée » de la ressource en eau.

En vue de sensibiliser le grand public, de prendre à partie les acteurs du territoire et surtout d'enclencher la recherche de solutions d'adaptation, FNE Languedoc-Roussillon a organisé un événement populaire le 26 septembre 2015 à Montpellier. Les participants à cet événement, qui s'est déroulé au bassin Jacques Cœur, ont pu assister à une conférence introductive visant à présenter les enjeux des changements climatiques. Le bassin Jacques Cœur était organisé en espaces thématiques autour de la question de la ressource en eau, du littoral, de la biodiversité et de la transition énergétique. Sur ces espaces, ont été mis en place des ateliers participatifs animés par des acteurs des territoires méditerranéens, des jeux et des outils pédagogiques à l'attention du plus grand nombre. Enfin nous avons tenu à ce que cet événement présente un caractère festif : marché paysan, dégustation de vin, coin lecture et concert ont été au cœur de la journée.



(1) <http://leclimatchange.fr/les-elements-scientifiques/>