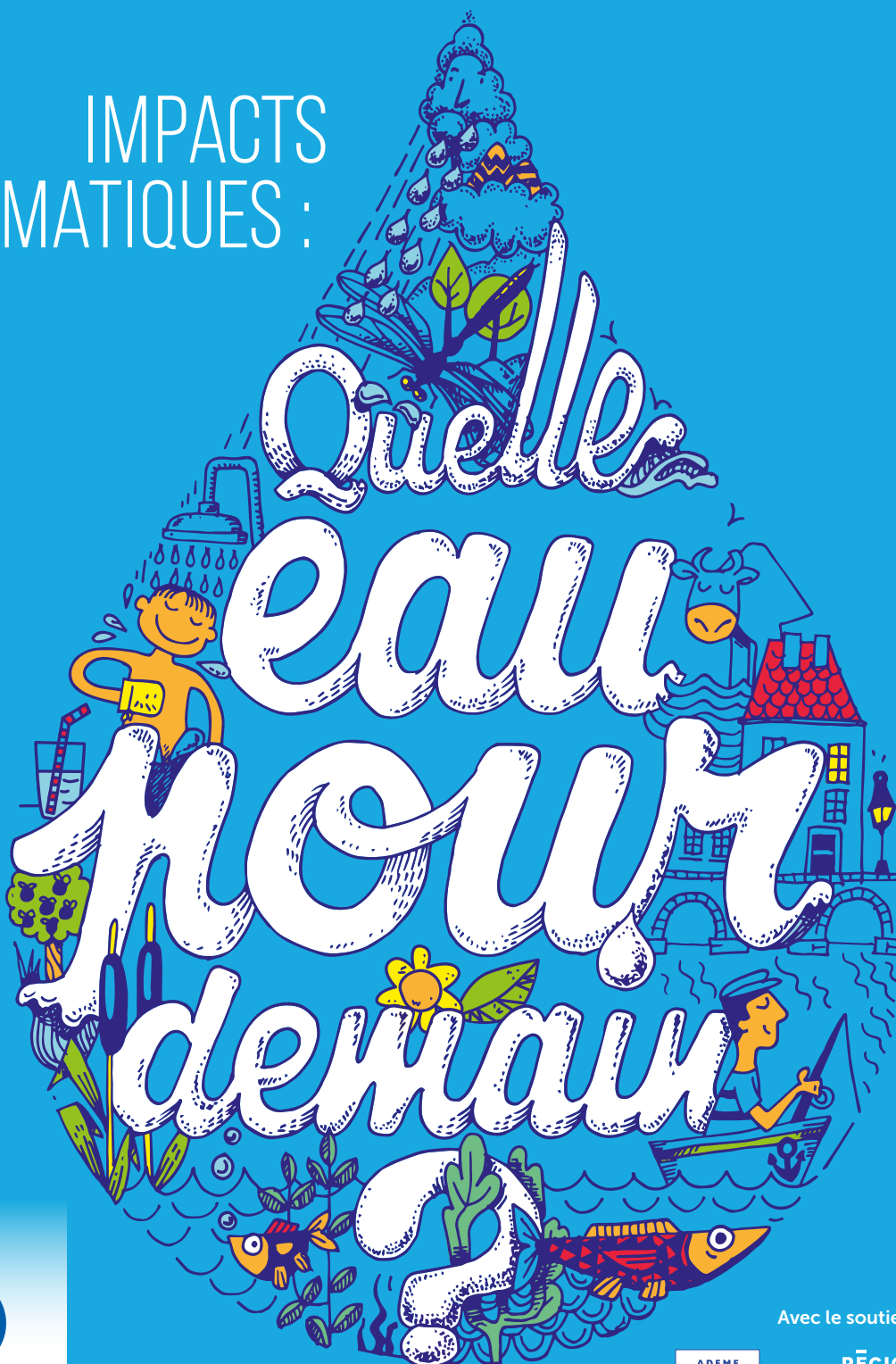
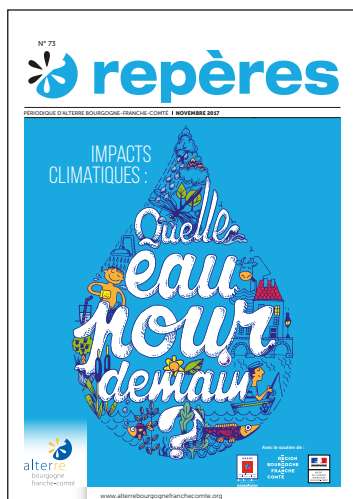




IMPACTS CLIMATIQUES :





**L'ADAPTATION
AU CHANGEMENT
CLIMATIQUE
N'EST PAS UNE
RECETTE TOUTE FAITE**

Jean-Patrick MASSON
Président

Édito

SOMMAIRE



3

La Bourgogne-
Franche-Comté,
une diversité
de territoires de l'eau

9

Tous concernés
par le changement
climatique



11

Quelle évolution
de la ressource
en eau
dans les territoires ?



14

Nos modes
de gestion et
d'utilisation
de l'eau
réinterrogés



18

Quid
de la qualité ?



L'eau, bien vital et indispensable pour le fonctionnement de notre société, de notre économie. S'interroger sur le devenir de la ressource en eau, sous la pression de multiples usages, dans un contexte de réchauffement climatique avéré, n'est que bon sens. Déjà en 2009, un numéro de Repères avait été consacré à ce sujet. Nous faisons alors le constat que des efforts en matière de recherche devaient être soutenus afin de mieux comprendre et prévoir les conséquences du dérèglement climatique. Et ce, dans la perspective de s'adapter et de réduire la vulnérabilité des territoires.

Aujourd'hui, nous sommes en mesure de fournir un état des lieux de la connaissance du changement climatique en région et des grandes tendances pour l'avenir quant à la disponibilité de la ressource. Ce numéro de Repères a en effet été rédigé en grande partie sur la base des résultats d'un projet de recherche-action intitulé HYCCARE Bourgogne (HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation, Ressource en Eau).*

Coordonné par Alterre, avec l'implication de plusieurs laboratoires de recherche dont Biogéosciences et le CESAER (Centre d'économie et de sociologie appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux) et le soutien de nombreux partenaires, HYCCARE avait notamment pour objet d'observer les évolutions du climat et de la ressource en eau... mais pas que !

HYCCARE a innové en organisant la rencontre et l'échange de points de vue entre scientifiques et membres de la société civile, entre hydrogéologues et climatologues, entre chercheurs, élus, gestionnaire de la ressource et représentants de différents secteurs professionnels. Et si les territoires s'inspiraient de cet exercice collectif pour imaginer les solutions les plus adaptées à leurs particularités, leurs atouts, leurs faiblesses ? Car l'adaptation au changement climatique n'est pas une recette toute faite. C'est bien une réponse sur mesure que chacun doit construire en partant de sa propre réalité. J'espère que la restitution des différents travaux que nous avons organisés et les nombreux témoignages qui figurent dans ce Repères sauront vous convaincre !

* HYCCARE Bourgogne a été mené grâce au soutien du Ministère en charge de l'environnement via le programme Gestion et impacts du changement climatique (GICC), des Agences de l'eau Loire-Bretagne, Seine-Normandie et Rhône Méditerranée Corse, ainsi que de l'ADEME Bourgogne. Le projet de recherche action a impliqué sept organismes de recherche : l'Université de Bourgogne, le CNRS, l'INRA, AgroSup Dijon, le BRGM, l'Université François Rabelais de Tours et l'Université Pierre et Marie Curie de Paris. Alterre en a assuré la coordination.

La Bourgogne-Franche-Comté

UNE DIVERSITÉ DE TERRITOIRES DE L'EAU

Avec plus de 17 300 km de cours d'eau, la région dispose d'un patrimoine hydrique diversifié mais relativement vulnérable. Celui-ci est en effet morcelé, sollicité par de nombreux usages et impacté par les activités humaines présentes sur le territoire. Il en résulte une diversité de « territoires de l'eau » et d'enjeux : inondations, manque d'eau ou encore pollutions.



Ruisseau du Morbief (70) © Arnaud Bouissou - Terra

Une ressource en eau morcelée

Située en tête des bassins du Rhône, de la Seine et de la Loire, la région Bourgogne-Franche-Comté ne dispose **pas de grandes réserves souterraines en eau**. La ressource est présente mais fortement morcelée, en lien avec un relief de moyenne montagne et **un contexte géologique très varié et compartimenté**. Le territoire présente ainsi un réseau hydrographique diversifié avec :

- des réseaux denses de cours d'eau comme dans le Morvan, liés à des substrats géologiques peu perméables ;
- des rivières rares sur les plateaux calcaires de l'Yonne ou du Doubs ;
- de nombreuses zones de karst, en particulier dans l'est du territoire franc-comtois ;
- de grandes plaines alluviales, comme celles de la Loire, de la Saône et du Doubs.

En matière de climat, la région est sous triple influence : océanique par l'ouest, continentale par l'est, méditerranéenne par le sud. Elle compte aussi des zones de climat montagnard. Associés à un relief varié, ces diverses influences climatiques génèrent des différences d'évapotranspiration (ou transfert d'eau vers l'atmosphère) et d'apport d'eau sur le territoire régional, à travers les pluies et la fonte des neiges. On relève ainsi 760 mm de pluies en moyenne annuelle à Dijon contre 1187 mm à Besançon.

DÉFINITION

La ressource en eau

désigne la quantité d'eau dont dispose, ou peut disposer, un utilisateur ou un ensemble d'utilisateurs pour couvrir ses besoins.

On distingue :

- les ressources en eau superficielle (rivières, lacs...),
- les ressources en eau souterraine (nappes).

Ces deux milieux sont alimentés par les précipitations : par ruissellement et écoulements dans les premières couches du sol pour les eaux superficielles, et par infiltration profonde pour les eaux souterraines.

Des échanges existent entre nappes et rivières : les eaux souterraines donnent naissance aux sources, et les cours d'eau, par des pertes au fond de leur lit, peuvent également alimenter les nappes.

Une multiplicité d'usages qui pèsent sur la ressource

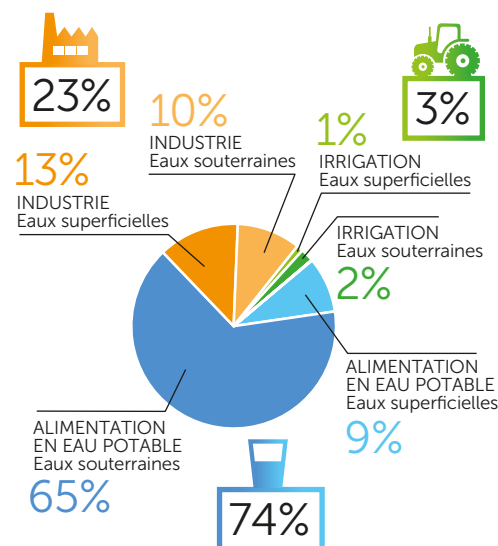
L'eau est un bien commun, une ressource vitale à laquelle tout individu doit avoir accès en quantité et en qualité suffisantes. Elle est utilisée pour de nombreux usages : domestiques, industriels, agricoles, énergétiques, de transport et de loisirs. Elle peut être **prélevée** (ex. : eau potable, industrie, irrigation), **déviée** (ex. : hydroélectricité, canaux) ou **directement utilisée** (ex. : navigation, pêche, abreuvement). Chaque usage a **des besoins différents en quantité et en qualité** : l'eau destinée à l'alimentation en eau potable doit respecter des normes sanitaires ; certaines industries ont besoin d'une eau très pure pour leurs procédés ; l'hydroélectricité, quant à elle, a surtout besoin de grandes quantités d'eau.

En Bourgogne-Franche-Comté, comme au niveau national, **le principal usage est l'hydroélectricité** qui représente respec-

tivement 98 % et 96 % des usages. L'eau n'est pas prélevée dans le milieu. Elle est retenue pour utiliser sa force motrice, puis restituée au milieu. De même, **l'alimentation des canaux** mobilise de grandes quantités d'eaux de surface (proportionnellement plus qu'au niveau national) avec environ 852 millions de m³ en 2013.

L'eau est **aussi indispensable à la survie des écosystèmes et des espèces vivantes**. De nombreux milieux aquatiques de la région sont reconnus pour leur qualité remarquable, leurs fonctionnalités et sont vecteurs d'activités récréatives et touristiques. Afin de les préserver, il est nécessaire de réserver un débit minimum pour garantir la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques : c'est ce qu'on appelle le « débit minimum biologique ». Ce dernier ne peut être qu'un état provisoire, le bon fonctionnement des milieux nécessitant par exemple aussi des crues.

Part des différents usages de l'eau en Bourgogne-Franche-Comté



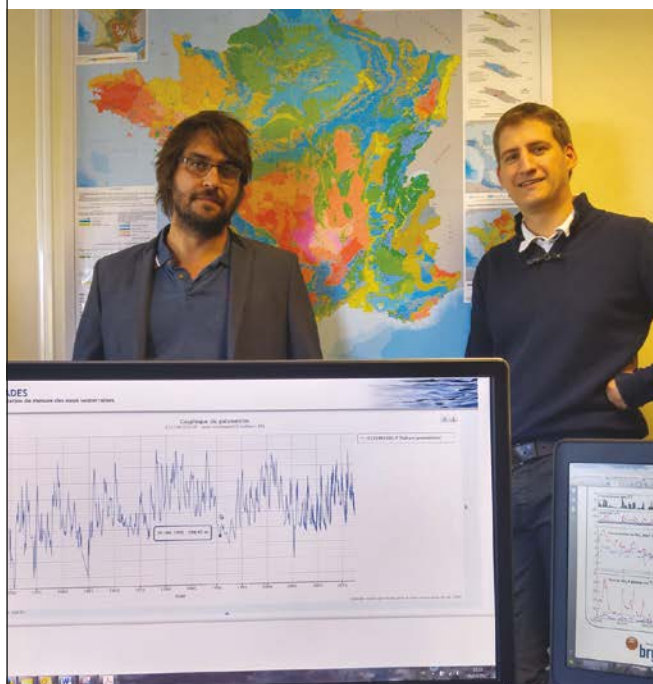
Source : Banque nationale des prélèvements d'eau, données 2013.

ÉCLAIRAGE

DES NAPPES D'EAU SENSIBLES AUX VARIATIONS CLIMATIQUES

Aurélien VALLET et Clément DONEY

hydrogéologues au BRGM de Bourgogne-Franche-Comté



La région Bourgogne-Franche-Comté présente majoritairement une ressource en eau souterraine compartimentée et morcelée par rapport aux grands aquifères que l'on peut observer dans le bassin d'Aquitaine ou dans le bassin parisien. Ce découpage de la ressource est la conséquence d'une histoire géologique riche de près de 540 millions d'années qui confère à la région une lithologie variée. Les calcaires sont les formations géologiques les plus répandues. Ces roches sont souvent fracturées, suite à des phénomènes tectoniques, ce qui a permis le développement de karst dont les gouffres, grottes, dolines, lapiez en sont les témoins.

Globalement, les aquifères de notre région sont relativement peu étendus et leur alimentation en eau provient principalement des précipitations s'infiltrant dans le sous-sol, avec une recharge majoritaire en période hivernale (octobre à mars) et une diminution en période estivale (avril à septembre) liée à la reprise de la végétation.

Les nappes de la région sont donc sensibles aux variations climatiques saisonnières. Ce phénomène est amplifié pour les aquifères karstiques en raison d'écoulements d'eau plus rapides et pour les aquifères alluvionnaires dont la nappe est fortement liée aux fluctuations du débit des cours d'eau. Au contraire, certains aquifères crayeux de l'Yonne peuvent présenter une inertie plus importante par rapport à ces variations climatiques avec une capacité de réservoir souvent plus importante.

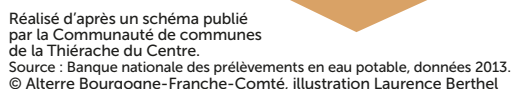
Le changement climatique peut potentiellement avoir des répercussions non négligeables sur la ressource en eau souterraine de notre région.

*Un aquifère est une formation géologique ou une roche, suffisamment poreuse et/ou fissurée pour stocker de grandes quantités d'eau tout en étant suffisamment perméable pour que l'eau puisse y circuler librement.



CONTACTS :

a.vallet@brgm.fr
c.doney@brgm.fr



L'ONEMA par exemple a estimé qu'en 2014, 20 % de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable en France, soit près d'un milliard de m³, aurait été « perdue » dans des fuites de canalisations. Autrement dit, pour cinq litres d'eau mis en distribution, un litre d'eau revient au milieu naturel sans passer par le consommateur.

Les territoires face à des enjeux de quantité ou de qualité, et parfois les deux !

Si aujourd'hui, la région ne connaît globalement pas de difficultés à répondre aux besoins des milieux aquatiques et des usages, il peut y avoir localement des problèmes de disponibilité de la ressource : la prévention ou la résolution de conflits d'usages dans certains territoires constitue un enjeu fort de la politique de gestion de l'eau. Inversement, d'autres territoires connaissent des **épisodes d'inondation** et peuvent par exemple faire l'objet de programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI).

Certains territoires se caractérisent par des **enjeux de qualité** de la ressource en eau, notamment du fait des **pollutions**, directes via les rejets du « petit cycle de l'eau » (pesticides, nitrates, matières organiques, métaux lourds, hydrocarbures, etc.), ou indirectes via des phénomènes de transferts (infiltration, ruissellement, etc.). Elles dégradent les écosystèmes et peuvent rendre l'eau impropre à la consommation. Les petits cours d'eau, certains plans d'eau et les zones karstiques y sont particulièrement vulnérables.

Quantité et qualité de la ressource sont également impactées par l'altération de la morphologie des cours d'eau et de leur fonctionnement biologique du fait d'aménagements comme la rectification de cours d'eau, la canalisation, l'endiguement, les obstacles à l'écoulement, etc. Deux tiers des cours d'eau de la région nécessitent des actions pour y remédier.

Certains territoires peuvent être concernés par plusieurs de ces problématiques, qualité et quantité étant étroitement liées : lorsque la ressource se raréfie, l'effet de dilution des polluants est réduit et donc la qualité est dégradée. Inversement, si la qualité des masses d'eau se dégrade, la quantité d'eau disponible pour un usage comme l'alimentation en eau potable est moindre.

À cela s'ajoutent parfois des problématiques de **solidarité amont-aval au sein d'un même bassin versant**, les activités humaines en amont déterminant la disponibilité en quantité et en qualité de la ressource en eau pour l'aval.

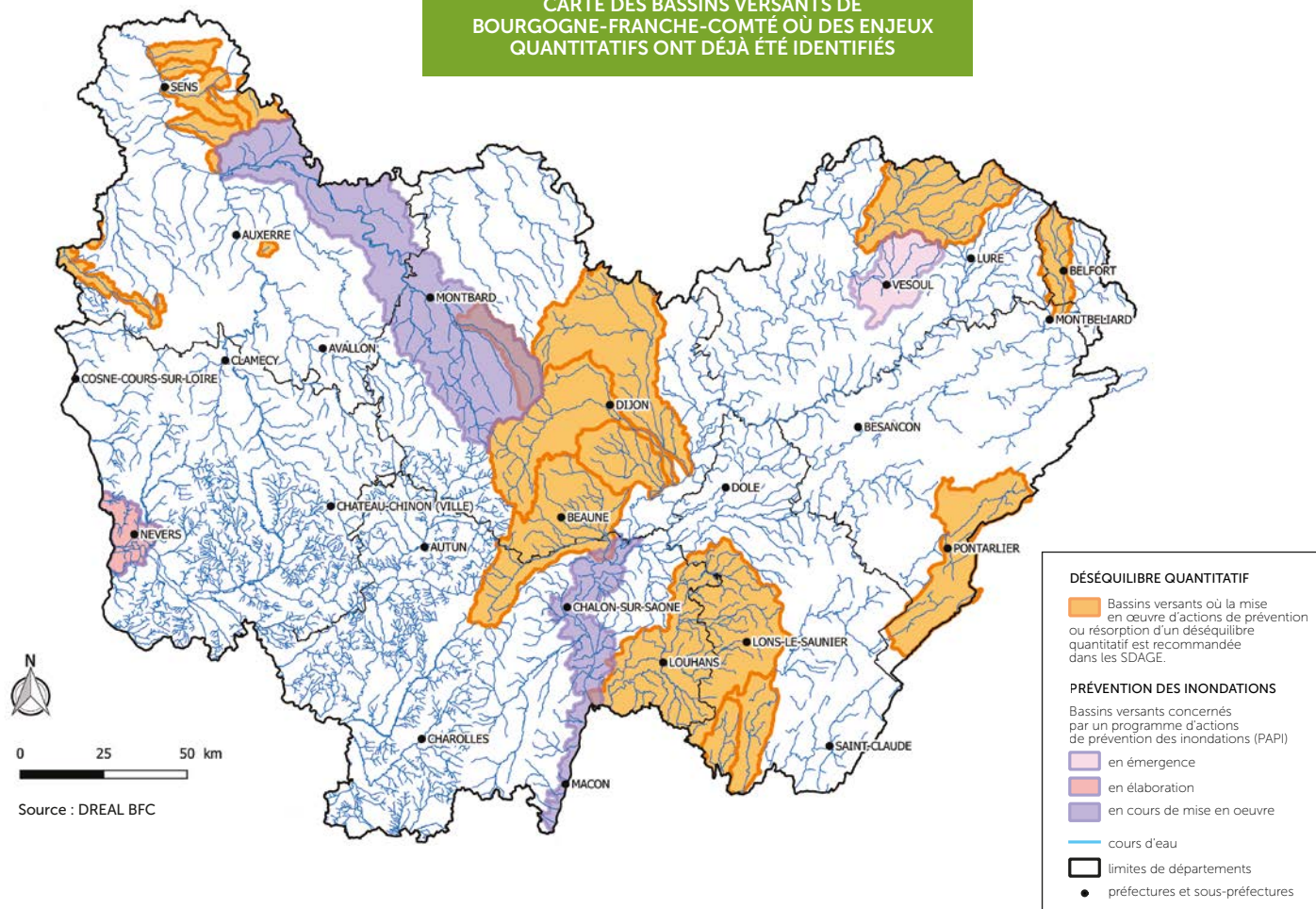
Aussi, pour répondre aux différents enjeux locaux de quantité et de qualité de la ressource et des milieux, **des programmes d'actions sont mis en place par bassin versant**. En lien avec les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), mais proportionnés aux situations spécifiques de chaque territoire, ils sont élaborés de manière concertée avec les différents acteurs : institutions, collectivités, associations, acteurs économiques, etc. Ont ainsi été mis en place neuf schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), cinq zones de répartition des eaux (ZRE), six programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI), ainsi que des contrats (de milieux, globaux ou territoriaux) dans la majorité des bassins versants.



EN SAVOIR PLUS :

site web EauFrance
www.eaufrance.fr/s-informer/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/

CARTE DES BASSINS VERSANTS DE BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ OÙ DES ENJEUX QUANTITATIFS ONT DÉJÀ ÉTÉ IDENTIFIÉS





© Parc naturel régional du Haut-Jura

ÉCLAIRAGE

LE HAUT-JURA, UNE EAU OMNIPRÉSENTE MAIS PAS TOUJOURS DISPONIBLE

Bertrand DEVILLERS

chargé de mission eau et rivières
au Parc naturel régional du Haut-Jura

Le territoire du Parc naturel du Haut-Jura est très arrosé avec environ 2 000 mm de pluie par an. Mais sa nature calcaire rend les écoulements rapides et donc la ressource en eau finalement peu disponible. Des tensions entre différents usages peuvent apparaître ponctuellement, notamment en période d'étiage (période de baisse des eaux) où la demande liée à l'activité touristique est à la hausse. Le territoire vient d'ailleurs de vivre deux années marquées par des étiages particulièrement forts et longs. Le risque inondation est également avéré, avec deux crues quasi-centennales en février 1990 et décembre 1991. Enfin, le territoire connaît aussi des problématiques de qualité de l'eau et des milieux aquatiques qui s'illustrent, ces dernières années, par des mortalités piscicoles répétées, dans les rivières karstiques comme la Bienne, ou encore par une désoxygénation des lacs naturels.

Pour faire face à ces enjeux, le Parc mène différentes actions



© Pierre Durlot - PNRHJ

d'accompagnement des acteurs locaux. Par exemple, depuis 1997, il accompagne les entreprises du bassin versant de la Bienne (qui représente un tiers du territoire du Parc) dans la maîtrise de leurs process et de leurs rejets d'eaux usées : plus de 330 entreprises ont ainsi bénéficié d'un diagnostic et de conseils. En parallèle, il appuie les collectivités pour rédiger les autorisations de déversement des eaux usées des entreprises dans le système d'assainissement. Il assure également des actions d'information et de sensibilisation pour protéger et économiser la ressource en eau, comme en juin 2017 avec l'organisation de tables rondes « L'eau, une ressource à partager à l'aune du changement climatique ». La restauration des milieux aquatiques, comme les zones humides en tant qu'espaces « tampons » pour les crues comme pour les étiages, est aussi au cœur de ses missions.



CONTACT :

b.devillers@parc-haut-jura.fr

CHIFFRES CLÉS

25 %
**DES MASSES D'EAU
SUPERFICIELLES**
EN BON ÉTAT
ÉCOLOGIQUE EN
BOURGOGNE EN 2015
(source : Agences de l'eau)

50 %
**DES MASSES D'EAU
SUPERFICIELLES**
CONCERNÉES PAR
LE RISQUE DE NON
ATTEINTE DU BON ÉTAT
ÉCOLOGIQUE EN
FRANCHE-COMTÉ
EN 2014 (source : DREAL)

76,3
MILLIARDS DE M³ D'EAU
UTILISÉS PAR LES CENTRALES
HYDROÉLECTRIQUES EN 2014
(source : BNPE)

84 %
**DES PRÉLÈVEMENTS
D'ORIGINE SOUTERRAINE**
À DESTINATION DE
L'ALIMENTATION EN
EAU POTABLE EN 2013
(source : BNPE)

Tous concernés PAR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE !

À travers ses multiples impacts, en particulier sur la biodiversité, le changement climatique est déjà vécu comme une réalité par les acteurs locaux. Les températures de la région ont connu une rupture en 1987-1988, laissant la place à un nouveau climat, plus chaud. À l'avenir, d'autres ruptures pourraient se produire, marquant à chaque fois une augmentation des températures.



Tournesol desséché © Laurent Mignaux - Terra

Le changement climatique, un phénomène mondial...

Le 5^e rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) énonce clairement la réalité des changements climatiques en cours : **« Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, le niveau des mers s'est élevé et les concentrations des gaz à effet de serre ont augmenté ».**

Longtemps débattu, le rôle primordial joué par les activités humaines dans ces bouleversements, à travers les émissions de gaz à effet de serre, fait aujourd'hui consensus au sein de la communauté scientifique.

... qui s'incarne localement !

Le changement climatique est difficilement perceptible car un recul de plusieurs dizaines d'années est nécessaire pour mettre des évolutions en perspective et faire la distinction entre ce qui relève du climat et ce qui relève d'un événement météorologique ponctuel. Le changement climatique est toutefois largement **vécu dans les territoires à travers ses impacts, en particulier sur la faune et**

la flore (arrivée de nouvelles espèces, disparition d'autres, modification des dates de migration, accélération des cycles biologiques, etc.). **Il est aussi perçu par les acteurs économiques qui travaillent avec le vivant** (agriculteurs, viticulteurs, forestiers, pêcheurs, etc.). Ainsi, en région, le changement climatique n'est pas une réalité lointaine, il s'incarne localement avec des effets visibles depuis plusieurs années.



EN SAVOIR PLUS :

Parlons climat en 30 questions.
Christophe Cassou et Valérie Masson-Delmotte,
La Documentation Française, 2015, 95 p.

5^e rapport du GIEC version « décryptée »
en ligne sur le site du Réseau action-climat :
<http://leclimatchange.fr>

Des températures déjà en hausse

Comme dans le reste de la France, le changement climatique se caractérise essentiellement par **une augmentation des températures**. Celle-ci n'a pas été progressive : il y a eu **une rupture en 1987-1988** qui nous a fait passer d'un régime de températures à un autre. Cette rupture se retrouve globalement dans toute l'Europe de l'Ouest et s'explique par une concomitance de plusieurs facteurs affectant le climat. En Bourgogne, la moyenne annuelle de températures a ainsi augmenté de plus de 1,1 °C.

Cette évolution des températures a été plus forte au printemps et en été, où les températures maximales (de jour) ont davantage augmenté que les minimales (de nuit). À l'inverse, en automne, où le réchauffement a été moindre, ce sont les températures minimales qui ont le plus augmenté. Toute la région est concernée par ces évolutions, bien que les zones d'altitude se soient réchauffées plus vite que celles de plaine.

Concernant les pluies, il n'y a pas eu d'évolution significative à l'échelle de la France. À l'échelle des régions, certaines tendances ont été observées, parfois à la hausse, notamment dans le nord, parfois à la baisse, comme dans le sud. Pour la Bourgogne-Franche-Comté, aucune tendance n'a été détectée. Une étude de Météo France sur la Franche-Comté met toutefois en avant une **modification de la saisonnalité** des précipitations avec des hivers plus arrosés et des étés plus secs depuis les années 1970. Elle souligne également la **perte d'un mois**

d'enneigement (10 cm au sol) entre 1960 et 2000 sur le massif jurassien.

Certains événements extrêmes ont évolué, en lien avec l'augmentation des températures en région, comme la hausse du nombre de journées chaudes ou la baisse du nombre de jours de gel. En revanche, aucune évolution significative des pluies intenses ou tempêtes n'a été relevée. De même, contrairement aux idées reçues, **la variabilité du climat** (variation naturelle intra et interannuelle) **ne semble pas avoir évolué en Bourgogne-Franche-Comté**.

Demain, les tendances se poursuivront voire s'accéléreront

La température moyenne va continuer d'augmenter en France et a fortiori en Bourgogne-Franche-Comté. L'inertie du système climatique est telle que même en arrêtant toute émission de gaz à effet de serre aujourd'hui, le réchauffement se poursuivrait encore sur plusieurs décennies. En revanche, **l'ampleur et les modalités de cette hausse des températures dépendent beaucoup des politiques d'atténuation** qui vont être impulsées par la communauté internationale et mises en œuvre localement (graphie 1).

Pour la Bourgogne, des simulations ont été réalisées dans le cadre d'HYCCARE Bourgogne avec le scénario du GIEC le plus « pessimiste » en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Elles montrent que **le réchauffement pourrait se poursuivre par ruptures et paliers**, avec une accélération dans la seconde moitié du

siècle. Le réchauffement pourrait alors atteindre 4°C à l'horizon 2071-2100 (graphie 2)

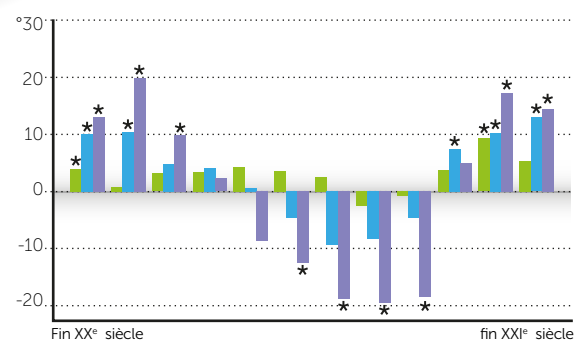
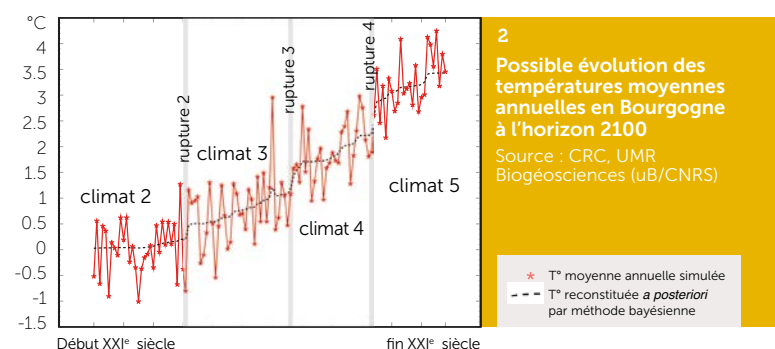
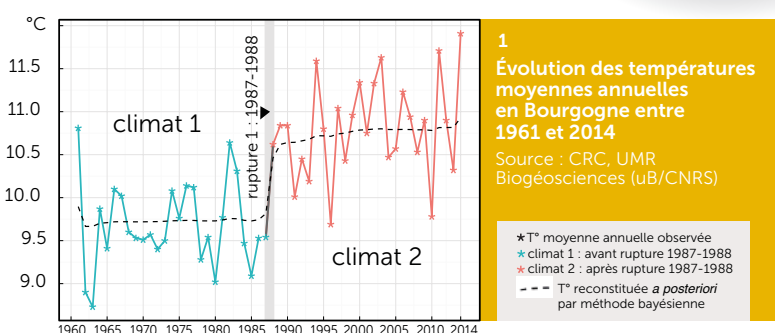
Les incertitudes sont plus fortes concernant l'évolution des pluies et les résultats sont variables selon les études, pour deux raisons majeures :

- il s'agit d'un paramètre très difficile à simuler, car discontinu dans l'espace et dans le temps ;
- la région se situe à une latitude « intermédiaire », ni très au nord où les pluies ont tendance à augmenter, ni très au sud où elles continueraient à diminuer.

Pour autant, des simulations réalisées sur la Bourgogne d'une part, et sur la Franche-Comté d'autre part, montrent toutes deux une baisse des précipitations en été et une hausse en hiver, à long terme (graphie 3).

L'enneigement est aussi une variable très difficile à simuler, mais il est vraisemblable qu'il continue à diminuer à basse et moyenne altitude (- de 2 000 m). En effet, avec des températures plus élevées, l'altitude de l'isotherme 0 °C est relevée, il pleut plus souvent qu'il ne neige et la neige au sol fond plus vite. Épaisseur et durée de l'enneigement risquent ainsi de décliner. Cela diminuerait l'albedo (pouvoir réfléchissant d'une surface), ce qui tendrait à entretenir voire amplifier le réchauffement à ces altitudes. Au-delà de la période hivernale, cette évolution pourrait aussi avoir des conséquences négatives sur la ressource en eau, la couverture neigeuse ayant un rôle de châtelet d'eau au printemps et en été à travers la fonte qui alimente les cours d'eau.

EN GRAPHES



Yves RICHARD

professeur des universités,
Centre de recherches
de climatologie de
l'UMR Biogéosciences
uB/CNRS

**Pierre LIBANORI**

conseiller municipal
de Semur-en-Auxois



INTERVIEW CROISÉE

DE L'INCERTITUDE AU RISQUE CLIMATIQUE

Dans votre métier ou fonction, qu'entendez-vous par incertitude ?

Yves Richard : L'incertitude fait partie de la science. Sans incertitude, il n'y aurait pas de recherche. Tout système naturel est en partie prévisible et reproductible - c'est ce qu'on arrive à expliquer - et en partie imprévisible - c'est ce qu'on n'arrive pas à expliquer, ce qu'on recherche. Le climat est en partie déterministe : l'hiver est plus froid que l'été. Il est aussi chaotique : le battement des ailes d'un papillon peut générer des perturbations qui ne sont pas prévisibles. Il en est de même s'agissant du changement climatique. On sait que les hommes vont continuer à émettre des gaz à effet de serre et, comme ceux-ci ont une longue durée de vie dans l'atmosphère, que le climat va continuer à se réchauffer. Mais le réchauffement est aussi en partie incertain. Son ampleur, qui dépend des choix politiques et sociétaux (« *Combien de Donald Trump seront élus ? Combien de personnes à travers le monde continueront à prendre tous les jours leur voiture ?* » etc.), est difficile à « prévoir » par les sciences du climat.

Pierre Libanori : On sait que la température moyenne a augmenté de 1°C par rapport à l'ère préindustrielle. Mais parce que la population ne la ressent pas, cela constitue, pour elle, une incertitude.

En revanche, pour celui qui regarde la nature de près, des signes significatifs, comme les précipitations torrentielles ou les nappes phréatiques qui baissent, lui permettent de faire le constat que le changement climatique est en cours.

Quelle différence avec la notion de risque ?

Yves Richard : Alors que l'incertitude est le cœur de la recherche, les scientifiques n'ont pas vocation à réduire le risque : c'est le rôle des décideurs. Les chercheurs peuvent caractériser le risque à travers ses deux dimensions que sont l'aléa et la vulnérabilité. Concernant le climat, l'aléa est par exemple : « *Va-t-il pleuvoir souvent, beaucoup, fort ?* ». La vulnérabilité sera : « *S'il ne pleut pas suffisamment, quelles conséquences pour les sociétés ?* ». Réduire le risque, c'est faire en sorte que l'aléa n'augmente pas trop grâce à la mise en place de politiques d'atténuation des émissions de GES. Réduire la vulnérabilité, c'est chercher à réduire notre dépendance à l'eau, en particulier en été, et jouer la carte de la solidarité entre territoires.

Pierre Libanori : Pour les risques, on travaille à partir d'hypothèses, avec des statistiques. Prenons l'exemple des crues : elles sont



© Laurent Mignaux - Terra

répertoriées, on extrapole et on calcule des probabilités : on sait qu'elles vont arriver, mais on ne sait pas quand. Il faut alors mettre en place des procédés pour se préparer au risque, cela relève de notre responsabilité. Avec le syndicat mixte du bassin versant de l'Armançon, on crée par exemple des repères le long des cours d'eau pour que la population puisse voir les différents niveaux déjà atteints, et qu'elle prenne conscience du risque. C'est pareil pour le risque d'assec ou de pollution de l'eau : il faut prendre le temps d'informer, d'expliquer, de restituer ce qui se passe localement pour changer les comportements.

**CONTACTS :**

yves.richard@u-bourgogne.fr
pierre.libanori@wanadoo.fr

Quelle évolution DE LA RESSOURCE EN EAU DANS LES TERRITOIRES ?

La ressource en eau est déjà impactée par les modifications climatiques en Bourgogne-Franche-Comté : avec des températures plus élevées que dans les années 1960 et 1970, l'augmentation de l'évapotranspiration induit des débits plus faibles, en particulier en été. Le changement climatique vient ainsi s'ajouter aux pressions liées aux activités humaines sur la ressource. Les simulations pour l'avenir montrent des étiages de plus en plus sévères et longs. Et des territoires qui ne sont pas en déficit hydrique aujourd'hui pourraient le devenir.



Barrage du lac Kir à Dijon © Lisa Lorgeron - Syndicat du bassin de l'Ouche

Une baisse déjà observée de la ressource en eau...

En Bourgogne-Franche-Comté, comme dans le reste de la France, une **baisse des débits annuels** des cours d'eau entre les deux périodes de part et d'autre de la rupture de 1987-1988 a été mise en évidence. Elle s'observe surtout sur la première partie de l'année. Par exemple, sur les 20 cours d'eau bourguignons étudiés, la diminution des débits est en moyenne de 11 % avec un pic allant jusqu'à 40 % en juillet. Certains cours d'eau enregistrent ainsi **des étiages plus précoces et plus longs**.

...attribuée en grande partie au changement climatique

Comment expliquer la baisse des débits des cours d'eau, en particulier lorsqu'on sait que les cumuls annuels des pluies n'ont quasiment pas évolué depuis 1961 ?

Pour comprendre, il faut revenir au cycle de l'eau. L'eau de pluie ruisselle jusqu'au cours d'eau ou s'infiltre dans les sols. Une partie de cette eau dans les sols s'infiltre jusqu'au sous-sol et alimente les nappes qui, in fine, se vidangent dans les cours d'eau. Une autre partie s'évapore directement ou

est utilisée par les plantes (ces deux phénomènes forment l'évapotranspiration) et retourne ainsi à l'atmosphère. Or, le changement climatique, de par la hausse des températures, favorise l'évapotranspiration et allonge la période durant laquelle elle se réalise. Il augmente donc la « perte » d'eau sous forme gazeuse, autant d'eau qui ne se retrouve plus dans les nappes et les cours d'eau. C'est pourquoi les chercheurs expliquent la baisse des débits à pluies constantes par **l'augmentation de l'évapotranspiration qui assèche les sols** du fait du réchauffement climatique. Il est important de noter que la lame d'eau évapotranspirée est limitée par la présence d'eau disponible dans les sols, compartiment clé dans le cycle hydrologique.

Au-delà du changement climatique, d'autres facteurs influencent le cycle de l'eau. Certains sont contrôlés par l'homme, comme l'occupation des sols. Celle-ci va influencer sur la répartition des précipitations entre ruissellement (favorisé, par exemple, par l'artificialisation des sols) et infiltration (favorisée, par exemple, par les prairies), ainsi que la quantité d'eau évapotranspirée (variable selon les types de cultures).

Il est aujourd'hui très difficile d'attribuer quantitativement la part de baisse des débits due au changement climatique et la part due à l'évolution de l'occupation du sol. Toutefois, la cohérence entre les observations de l'évolution des températures et de celle des débits, en particulier concernant la rupture de 1987-1988, montre que le changement climatique, à travers la hausse des températures, a joué une part non négligeable.

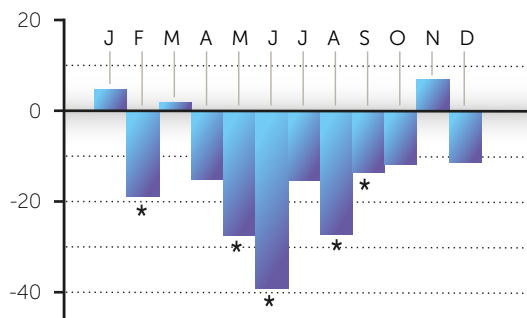
DÉFINITION

Étiage : période de basses eaux, limitée dans l'année, où les débits passent en dessous d'une valeur seuil, propre à chaque cours d'eau et calculée statistiquement.

Évolution moyenne des débits mensuels entre les périodes 1969-1987 et 1988-1995 pour 20 cours d'eau bourguignons représentatifs

*Différence statistiquement significative.

Source : Thèse d'Étienne Brulebois (UMR Biogéosciences, Université de Bourgogne/CNRS)



Demain, une aggravation de la situation ?

Si l'évolution de la ressource en eau est difficile à simuler avec robustesse du fait des nombreuses incertitudes qui se cumulent entre simulations climatiques (choix du scénario, choix du modèle, etc.) et simulations hydrologiques (choix du modèle, calibration, etc.), il est néanmoins possible de mettre en évidence des tendances en utilisant plusieurs modèles.

Le projet national Explore 2070 a montré que les débits moyens en France risquent de connaître des baisses marquées d'ici le milieu du 21^e siècle, pouvant aller de 10 à 40 %. Des simulations réalisées sur 13 bassins versants de Bourgogne indiquent, quant à elles, peu d'évolution des débits annuels à échéance 2100, mais une modification de leur saisonnalité, avec des débits parfois plus importants en hiver et surtout plus faibles en été. Les étiages seraient alors plus précoces et plus longs pour l'ensemble des bassins versants étudiés, sous l'effet conjugué de l'augmentation de l'évapotranspiration et de la diminution des précipitations en été. **Ces résultats sont particulièrement préoccupants pour les bassins à faible réserve**, où il existe déjà des tensions sur la ressource. Ces simulations ont été réalisées à occupation du sol constante : selon les choix d'aménagement du territoire, l'évolution des débits pourrait être amplifiée ou au contraire limitée.

De même, une étude menée par le BRGM sur le bassin Rhône Méditerranée Corse montre que la recharge des aquifères dans un contexte de changement climatique serait globalement affectée par une baisse comprise entre 5 % et 25 % en Franche-Comté à l'horizon 2046-2065, avec toutefois de fortes incertitudes.

Enfin, des simulations faites en Bourgogne comme en Franche-Comté mettent en avant des épisodes de **sécheresse des sols plus longs et plus importants**, cohérentes avec une moindre recharge des nappes et des cours d'eau.



Sécheresse d'un étang près de Toucy © Sylvain Giguët - Terra.

ÉCLAIRAGE



LE SOL, UN ÉCOSYSTÈME SENSIBLE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Marjorie UBERTOSI

enseignante-chercheuse à AgroSup Dijon

Le sol est un écosystème, à l'interface entre l'atmosphère et le substrat géologique, qui remplit plusieurs fonctions liées à l'eau. Ses propriétés, notamment son épaisseur, la taille des particules (texture) et la façon dont elles sont agencées (densité apparente) déterminent le devenir de l'eau de pluie entre ruissellement de surface et infiltration en profondeur. Le sol a également une fonction de filtre via l'activité de la flore microbienne qui se situe dans les premiers centimètres du sol. Cette flore intervient par exemple dans le cycle de l'azote et dégrade les produits phytosanitaires. En Bourgogne-Franche-Comté, on trouve une large

diversité de sols : des sols très fins des pelouses calcaires sèches (inférieurs à 10 cm de profondeur) aux sols profonds de la Vallée de la Saône.

Avec le changement climatique, l'écosystème sol va se trouver impacté et les fonctions associées également. Des températures plus élevées risquent d'accélérer les réactions physico-chimiques comme celles de dégradation de la matière organique.

Autre impact, la structure du sol devrait évoluer sous l'effet d'étés plus secs qui favorisent des mécanismes de fissuration : le sol gardant en mémoire les événements les plus drastiques, il va progressivement se fermer, devenir plus dense et stocker moins d'eau. Ce qui pourra être problématique à l'égard de certains usages comme l'agriculture. Pour limiter ce phénomène de tassement du sol, une des solutions est de travailler davantage le sol, ce qui n'est généralement pas favorable à la biodiversité.

Enfin, l'augmentation des températures va avoir un effet sur l'évapotranspiration. Pour maintenir l'eau dans les sols, la couverture du sol (mulch, paillage) est une piste intéressante par son effet mécanique (condensation de l'eau) et par sa couleur claire (qui diminue l'échauffement du sol). Il va falloir aussi adapter les usages, comme passer à des cultures qui consomment moins d'eau, avec des cycles plus courts. Des exemples d'aménagements et de pratiques plus économes, telle que l'irrigation enterrée, peuvent notamment être recherchés dans des régions ou des pays situés plus au sud.



CONTACT :

m.ubertosi@agrosupdijon.fr

Philippe AMIOTTE-SUCHET

enseignant-chercheur
à l'UMR Biogéosciences,
uB/CNRS



Julien MOREAU

coordonnateur
des bassins Tille et Bèze
à l'EPTB Saône et Doubs



Dans le cadre du projet de recherche-action HYCCARE Bourgogne, des « Ateliers du climat » ont été organisés en 2015 dans le bassin versant de l'Armançon et dans ceux de la Tille, de l'Ouche et de la Vouge. Ces ateliers ont été imaginés et co-construits par les chercheurs ayant contribué au projet et les animateurs des bassins versants concernés, accompagnés d'experts du design territorial et de l'animation. Ils avaient pour objectifs, d'une part, de sensibiliser les acteurs du territoire aux impacts du changement climatique sur la ressource en eau et de provoquer un « réflexe changement climatique », et d'autre part, de les faire travailler ensemble pour mener une réflexion prospective pouvant alimenter les outils de planification et de gestion de l'eau (SAGE, PGRE...).

RETOUR SUR LES ATELIERS DU CLIMAT

Qu'avez-vous pensé de la méthode choisie ?

Philippe Amiotte-Suchet : J'ai trouvé très bénéfique la suppression de la distance entre chercheurs « porteurs de la connaissance » et usagers et gestionnaires de l'eau qui utilisent cette connaissance, qui en ont besoin. L'approche et la méthode choisies pour les Ateliers du climat ont permis que tous les participants soient placés au même niveau, chacun porteur de connaissances. Nous en avons tiré un enrichissement mutuel : côté usagers, des connaissances sur l'état et l'évolution du changement climatique et de ses impacts sur la ressource en eau ; côté chercheurs : une connaissance pratique des bassins versants et de leur gestion.

Julien Moreau : J'ai trouvé intéressant que les Ateliers du climat se soient déroulés à l'échelle du bassin de vie, et non uniquement sur le bassin versant de la Tille comme cela était initialement prévu. Tous les participants semblent avoir apprécié ce décentrage par rapport aux instances institutionnelles classiques, qui a permis d'appréhender les enjeux à une échelle territoriale plus pertinente. Cela a eu pour effet de libérer la parole sur les enjeux de chacun. Les différents acteurs n'étaient pas du tout dans une position de défense, mais au contraire très proactifs et ouverts au dialogue.

Comment les participants ont-ils réagi ?

Julien Moreau : Je n'ai eu que des retours positifs de la part des représentants associatifs de la société civile et des agriculteurs qui ont beaucoup apprécié ce moment d'expression libre, d'écoute attentive et bienveillante. Le caractère

décentré et informel de la rencontre, entre la science et l'expression des attentes et du ressenti de la société civile, a permis de partager un diagnostic et de faire tomber les barrières. Je soulignerais néanmoins le manque de représentation des élus qui a été le corollaire de l'élargissement du territoire au-delà des limites du bassin. On a ainsi fait le constat du besoin de davantage mobiliser les décideurs autour de ces sujets. Je retiens aussi des Ateliers l'envie, pour la plupart des participants, de poursuivre la démarche pour trouver des solutions aux différents enjeux auxquels chacun est confronté. Il y a eu un début de dynamique.

Philippe Amiotte-Suchet : Je suis d'accord avec le fait que tout le monde était dans une attitude positive et constructive, tout en défendant des positions propres. Ce qui a été très enrichissant pour les uns et pour les autres.

Quels enseignements en avez-vous tiré ?

Philippe Amiotte-Suchet : Notre difficulté, en tant que chercheurs, est de réussir à nous exprimer de manière scientifique tout en simplifiant notre message pour qu'il soit compréhensible. Or, dans le cadre des Ateliers du climat, à aucun moment nous n'avons édulcoré le message et surtout, nous avons réussi à partager les incertitudes que nous avions par rapport à l'évolution possible du climat. Car cela a beau être « notre job » de travailler avec cette notion d'incertitude, on a toujours tendance à vouloir la gommer car elle n'est pas évidente à transmettre. Ce message a été bien reçu, il a été accepté et compris. Notre appréhension du départ n'était donc pas fondée. Je retiens donc que nous, scientifiques, avons quelque chose à apporter dans le

cadre de la réflexion sur le changement climatique, notamment dans le domaine de l'adaptation. Et que nous pouvons dialoguer avec les gestionnaires et les irrigateurs.

Julien Moreau : Avant les Ateliers, on avait déjà constaté un déficit quantitatif avéré dans les cours d'eau. Déficit qu'on avait essayé d'objectiver avec la réalisation d'études. Mais j'avais de vraies incertitudes quant à la perception de ce déficit en eau par les acteurs locaux. J'ai donc été agréablement surpris d'entendre que le changement climatique était perçu et vécu par la plupart des personnes présentes aux ateliers. J'avais tendance à penser que pour beaucoup, le changement climatique était un phénomène lointain, intangible, évanescent. Or le fait de croiser les points de vue a permis à chacun de partager sa conviction que c'était bien quelque chose de réel. Concrètement, il en est ressorti une méthode qui semble éprouvée pour indiquer aux acteurs de terrain que leur parole peut et est entendue. J'en ai aussi tiré un autre enseignement : celui que l'enjeu du changement climatique transcende les seules questions hydrologiques ou climatiques et doit être appréhendé de manière transversale, à des échelles de territoire adaptées aux enjeux. Plusieurs échelles se croisent, on n'est pas que sur celle du bassin versant mais aussi sur celles de la plaine irriguée pour les questions agricoles, de l'aire urbaine de Dijon pour l'alimentation en eau potable... jusqu'à l'échelle individuelle.



CONTACTS :

philippe.amiotte-suchet@u-bourgogne.fr
julien.moreau@eptb-saone-doubs.fr

NOS MODES DE GESTION ET D'UTILISATION DE L'EAU *réinterrogés*

Localement, la ressource en eau est essentiellement gérée par une planification qui, aujourd'hui, n'intègre pas les impacts du changement climatique. Pourtant, malgré les incertitudes et autres freins à l'action, il est nécessaire d'adapter nos modèles de gestion et d'usage de la ressource afin d'éviter ou de limiter les situations de crise. Passer d'une gestion de l'offre à une gestion de la demande, développer une culture commune autour du changement climatique, améliorer la robustesse des territoires et la résilience des milieux, autant d'axes d'adaptation à développer pour anticiper l'avenir.

Un cadre national qui invite de plus en plus à l'adaptation...

S'il est nécessaire d'atténuer le changement climatique afin que son ampleur et ses impacts soient limités, il est tout aussi indispensable de s'adapter à l'évolution présente et future de la ressource.

Pourtant, l'adaptation reste le parent pauvre des politiques climatiques et les politiques nationales de l'eau et du climat ont longtemps été menées en silo. Depuis une dizaine d'années, les politiques publiques évoluent avec l'adoption d'un plan national d'adaptation au changement climatique (2011-2015) qui compte un axe sur les ressources en eau. Dans la même dynamique, depuis 2014, **les trois comités de bassin** (instances de concertation à l'échelle des bassins hydrographiques), **Seine-Normandie, Loire-Bretagne et Rhône Méditerranée** élaborent des plans d'adaptation au changement climatique, souvent précédés d'études de vulnérabilité.

© Alterre

ÉCLAIRAGE

LE COMITÉ DE BASSIN LOIRE-BRETAGNE

ENGAGÉ DANS UN PLAN D'ADAPTATION

Anne-Paule DUBOULET

cheffe de projet sur l'adaptation au changement climatique, Agence de l'eau Loire-Bretagne



Suite à la COP21 et à la signature du Pacte de Paris sur l'eau et l'adaptation au changement climatique dans les bassins des fleuves, des lacs et des aquifères, le Comité de bassin Loire-Bretagne a décidé de s'engager dans l'élaboration d'un plan d'adaptation. Il a été construit sur la base d'un état des connaissances du changement climatique et de ses impacts, ainsi que sur l'analyse de la vulnérabilité des bassins versants à ces évolutions. Il fait actuellement l'objet d'une consultation.

Quatre grands principes ont prévalu au choix des actions proposées :

- Être sans regret, quel que soit le scénario suivi, quelle que soit l'ampleur du changement climatique (ex. : réalisation d'économies d'eau) ;

- Éviter la « mal-adaptation », c'est-à-dire éviter des actions peu pertinentes sur le long terme voire contreproductives (ex. : généralisation de la climatisation) ;

- Permettre un développement durable des territoires, à travers des actions qui tiennent compte des usages ;

- Contribuer à améliorer la résilience et la robustesse des milieux aquatiques. Le plan d'adaptation du bassin porte sur cinq axes centraux en matière d'aménagement et de gestion de l'eau : la qualité des eaux, les milieux aquatiques, la quantité d'eau disponible, les inondations et enfin la gouvernance des territoires.

Pour chacun de ces axes, le plan présente les enjeux (qu'est-ce

qui peut se passer ?), les leviers (que peut-on faire ?) et des exemples d'action. Sont ainsi mises en avant les actions qui visent à limiter le réchauffement de la température de l'eau : boisement des berges, suppression ou aménagement de seuils, préservation des zones humides... Il s'agit aussi de valoriser des dispositifs existants comme ORACLE, l'Observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique, mis en place en Poitou Charentes et qui est transposé progressivement dans d'autres régions, ou encore l'outil CACTUS (Climat- adaptation- changements- territoires-usages), développé pour mobiliser les élus et les amener à se préparer au changement climatique dans le Parc naturel régional du Golfe du Morbihan.



CONTACT :

anne-paule.duboulet@eau-loire-bretagne.fr

...mais une faible prise en compte dans la gestion locale de l'eau

L'adaptation est avant tout un sujet local, car **les impacts du changement climatique diffèrent selon les territoires, tout comme leur capacité d'adaptation**. C'est pourquoi il n'existe pas de « solutions types », relativement applicables partout, comme il peut y en avoir pour l'atténuation (ex. : diminuer le recours à la voiture), mais bien « des pistes » à faire émerger des territoires. S'adapter, c'est renforcer la robustesse de son territoire, diminuer sa vulnérabilité. Et s'il s'agit d'une nécessité, cela constitue aussi une opportunité.

Malgré une évolution nationale positive, **le changement climatique est aujourd'hui très peu pris en compte dans la gestion locale de l'eau, que ce soit dans la planification des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), ou dans les programmes d'action** des contrats de milieu (rivière, nappe, etc.) et des contrats de territoire (globaux, territoriaux, etc.). Plusieurs raisons peuvent être invoquées : un manque d'appropriation du sujet par les acteurs locaux, la prépondérance d'autres enjeux de plus court terme et/ou davantage porteurs politiquement, la difficulté de décider dans un contexte incertain, une différence de temporalité entre le changement climatique (long terme) et l'action politique (court terme) et enfin, l'absence de « solutions standard » transposables d'un territoire à l'autre.

Toutefois, une partie des opérations encouragées ou prévues dans les documents de gestion contribue déjà à l'adaptation au changement climatique sans le mentionner comme des mesures d'économies d'eau (réduction des fuites des réseaux d'alimentation en eau potable, sensibilisation à la baisse des consommations domestiques). Dans certains bassins versants, des outils permettent déjà de mieux encadrer les demandes de prélèvement (zone de répartition des eaux) ou de répartir les volumes autorisés (organisme unique de gestion collective pour l'irrigation).

Des épisodes de crise qui risquent de se reproduire

En Bourgogne-Franche-Comté, des pénuries d'eau ont déjà eu lieu, comme en 1973 et 2003 où de nombreuses sources étaient tarées. **Ces pénuries sont traitées comme des épisodes « de crise »**, en ayant recours à des mesures techniques. Celles-ci sont parfois provisoires (ex. : déplacement des troupeaux pour l'abreuvement), parfois permanentes (ex. : raccordement à un réseau d'eau voisin), mais elles déplacent souvent le problème dans le temps à travers l'adoption de mesures temporaires ou dans l'espace, en allant prélever ailleurs. Ces périodes de sécheresse engendrent désormais de façon récurrente des restrictions d'usage imposées par des arrêtés préfectoraux.

L'évolution des besoins en eau est difficile à prévoir car elle dépend de nombreux facteurs socio-économiques : évolution démographique, politiques agricoles, environnementales et énergétiques, aménagement du territoire, développement du tourisme, etc. On

peut toutefois avancer **l'hypothèse, à court terme, d'un risque de besoins accrus en été**, du fait de l'augmentation des températures et de la sécheresse notamment pour s'hydrater, arroser les chaussées pour rafraîchir, arroser les espaces verts, refroidir dans les process industriels, irriguer pour la production alimentaire, etc. Et même à besoins constants, avec une ressource moindre, **le risque d'augmentation des tensions sur la ressource est réel**, d'autant plus que certains territoires sont déjà en déficit quantitatif.

Avec le réchauffement climatique, les pénuries risquent d'être plus importantes, plus fréquentes et plus longues. **Une gestion de crise ne pourra ainsi plus constituer la seule réponse à apporter**. De plus, tous les territoires étant concernés par cette diminution de la ressource en eau en été, il sera de plus en plus difficile d'aller chercher de l'eau « ailleurs ».



Charrette-Varennes (71) © Daniel Sirugue

TÉMOIGNAGE

Dominique BONDIVENAmaire de
Flavigny-sur-Ozerain (21)Il y a un équilibre
quantité-qualité
à trouver

Vous avez décidé de couper l'eau entre 18 h et 6 h du matin dans le courant du mois d'août 2017, pourquoi une telle décision ?

Flavigny est un village très touristique, qui bénéficie d'une importante fréquentation estivale. Notre consommation d'eau journalière est d'environ 150 m³. Or, notre source était descendue de 350 m³ à 120 m³ jour. Nous disposons de deux réservoirs : nous avons joué sur l'un et l'autre par un système de vases communicants, et avons ainsi pu bénéficier d'une réserve avant que la canalisation ne se vide. Pratiquement, il n'y a donc pas eu de coupure au robinet. Notre annonce a néanmoins eu un impact direct sur les comportements en faisant chuter la consommation d'eau en trois jours, ce qui nous a permis de lever la mesure de restriction très rapidement.

Comment a réagi la population ?

La réaction de la population a été excellente. Le monastère avait quand même 90 hôtes, les trois restaurants faisaient 250 couverts par jour, plus de 500 personnes fréquentaient le magasin d'anis chaque jour, les WC publics étaient bien sûr très fréquentés... Mais tout le monde a joué le jeu.

Comment envisagez-vous les années à venir dans un contexte de changement climatique avéré ?

On pourrait faire un maillage, avec une eau venant d'autres communes, mais on a décidé de rester autonome avec une eau de grande qualité pour développer une gamme bio notamment pour les Anis de Flavigny. Il y a un équilibre quantité-qualité à trouver. Nous sommes conscients et convaincus qu'il nous faut envisager des solutions à long terme. La population va devoir s'adapter. Nous allons donc lancer une réflexion sur ce sujet avec les acteurs économiques et d'autres grosses maisons comme le monastère, pour dégager des pistes d'actions comme par exemple l'installation de toilettes sèches. Notre objectif : continuer à accueillir nos 100.000 visiteurs par an dans les meilleures conditions.

**CONTACT :**

mairie.flavignysurozerain@wanadoo.fr

DES PISTES POUR AGIR

ET RÉDUIRE NOS
VULNÉRABILITÉS

© Arnaud Bouissou - Terra

**COPRODUIRE DES SAVOIRS
LOCAUX ET PRENDRE CONSCIENCE
COLLECTIVEMENT DES ENJEUX**

La recherche doit continuer pour mieux anticiper l'évolution à venir du climat en région, en particulier concernant les précipitations et les impacts sur la ressource en eau. Cependant, il y a des limites à ce que peuvent produire les chercheurs seuls, du fait des incertitudes inhérentes au climat et aux modèles. Et ces résultats sont à partager avec les gestionnaires de l'eau. La co-production de savoirs climatiques locaux, croisant résultats scientifiques et observations de terrain, permet de s'affranchir de ces écueils et de développer une communauté d'acteurs conscients des enjeux.

**ADAPTER LA GESTION POUR
MIEUX SE PRÉPARER MALGRÉ
LES INCERTITUDES**

Si l'évolution précise du climat local restera toujours incertaine, les grandes tendances sont connues et les enjeux de demain sont souvent déjà problématiques aujourd'hui. Il est donc possible et nécessaire d'anticiper les changements à venir. Pour cela, une meilleure prise en compte des impacts du changement climatique dans la planification de la gestion de l'eau est nécessaire, y compris dans les plans de gestion de la ressource en eau (PGRE). Il s'agit de passer d'un modèle combinant gestion de l'offre et gestion de crise à une stratégie d'équilibre ressource-usages et d'amélioration de la robustesse des territoires face à l'aléa climatique. Chaque usage, chaque activité, chaque territoire est concerné. Les différentes instances de concertation existantes (Commissions locales de l'eau, Comités de rivières, etc.) peuvent être mobilisées, voire même élargies, pour trouver des solutions partagées issues de l'intelligence

collective. Les actions identifiées sont à inscrire dans les différents documents de planification (SAGE) et de programmation (contrats, etc.) de la gestion de l'eau, mais aussi dans les politiques d'aménagement, les documents d'urbanisme (SCoT, PLUi), les stratégies sectorielles, etc.

**ADAPTER LES USAGES
ET REPENSER L'AMÉNAGEMENT
DU TERRITOIRE**

Des actions très concrètes d'adaptation peuvent déjà être mises en œuvre dans les territoires pour réduire leur vulnérabilité au changement climatique, et faire face à une baisse de la ressource et à l'assèchement des sols :

- **Des mesures d'économie d'eau** (ex. : réduction des gaspillages et fuites, optimisation des prélèvements) et **de réduction de la dépendance à la ressource** (ex. : cultures et procédés nécessitant moins d'eau) ;

- **Des actions renforçant la résilience des milieux** et la rétention naturelle de l'eau dans les sols : renaturation de cours d'eau, préservation des zones humides, couverture des sols, plantation de haies, lutte contre l'imperméabilisation, etc.

Les réflexions pour s'adapter sont à mener de façon concertée à l'échelle des bassins versants, mais aussi par secteur d'activités et par bassin de vie. Car le changement climatique et ses impacts sur la ressource en eau sont aussi à prendre en compte dans les politiques d'aménagement du territoire et sectorielles (ex. : réduction des zones de tourisme de neige et de l'usage des canons, développement de nouvelles filières agricoles, mise en place de stratégies d'écologie territoriale, réduction de l'artificialisation des sols, etc.).

TÉMOIGNAGE



Les zones humides, des milieux indispensables pour préserver l'eau et la biodiversité

Quel est le rôle des zones humides dans la préservation de la ressource en eau ?

Les milieux humides sont des lieux où l'eau ralentit sa course. Ils remplissent deux fonctions indissociables l'une de l'autre. D'une part, ils retiennent l'eau, ce qui permet d'écarter les crues (en stockant l'eau), d'alimenter les nappes phréatiques et de soutenir les étiages (en restituant l'eau stockée). D'autre part, la végétation qu'ils abritent améliore la qualité de l'eau en retenant les sédiments, ce qui limite les problèmes de turbidité, et en piégeant les nutriments, notamment les nitrates, ce qui réduit les risques d'eutrophisation.

Quel peut être l'effet du changement climatique sur les zones humides ?

Le changement climatique risque d'entraîner des précipitations plus irrégulières, avec des sécheresses estivales plus prononcées. Les zones humides vont donc être moins bien alimentées en eau. Dans le cas des tourbières, leur assèchement conduit à une minéralisation de la

Manon GIBERT

coordinatrice du Pôle milieux humides Bourgogne-Franche-Comté au Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté

tourbe, entraînant un relargage de carbone, qui renforce encore l'effet de serre. Le changement climatique a également des effets sur les espèces présentes dans les milieux humides : avec l'élévation des températures, certaines remontent en latitude, comme le Calopteryx méditerranéen (libellule), espèce nouvellement présente dans la région. Le corollaire est que des espèces de régions plutôt froides sont encore plus fragilisées comme la Saxifrage œil de bouc, plante dont la seule station restante en France est en Bourgogne-Franche-Comté.

La où elles ont été asséchées par l'homme, que peut-on faire ? Peut-on revenir en arrière ?

Dans les zones particulièrement urbanisées, lorsque le niveau de la nappe alluviale a été très fortement abaissé par les aménagements ou lorsque les usages humains sont très présents, il est difficile de revenir en arrière. En revanche, dans des contextes moins contraints, il est possible d'agir en bouchant les drains et les fossés de drainage, ou en reméandrant les cours d'eau. C'est par exemple ce qui a été fait sur le bassin versant du Drugeon il y a une quinzaine d'années. Cette opération a notamment permis de diversifier les habitats et de remonter le niveau de la nappe de 15 cm. Depuis, de nombreux acteurs mènent des projets de restauration hydrologique de milieux humides, afin de maintenir leur rôle essentiel pour la préservation de la ressource en eau.



Calopteryx haemorrhoidalis © Tatiana Morvan - Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté



CONTACT :

manon.gibert@cen-franche-comte.org

TÉMOIGNAGE

Laure OHLEYER

chargée de mission irrigation à la Chambre d'agriculture de Côte-d'Or

L'irrigation s'adapte !

Comment les irrigants prennent-ils en charge la question du changement climatique ?

C'est un sujet que l'on traite dans le cadre de la révision du Schéma départemental d'irrigation piloté par le Syndicat des irrigants de Côte-d'Or et la Chambre d'agriculture. Ce schéma doit faire un état des lieux et réfléchir au futur, notamment à l'évolution des besoins et, dans un contexte de changement climatique, aux options d'adaptation. Les réflexions ont démarré en 2013 avec l'intervention de Jean-François Berthoumieu de l'Association climatologique de la Moyenne-Garonne et du Sud-Ouest (ACMG), qui a fait part de son expérience et présenté aux agriculteurs les connaissances existantes et les pistes pour s'adapter. Avant ce travail, le changement climatique était perçu à travers l'évolution des dates de semis et de récolte, la croissance des cultures, mais il y avait une certaine réticence à l'accepter et le reconnaître pour aller plus loin.

Que vous a apporté le projet HYCCARE Bourgogne ?

Il faut savoir que les irrigants sont la cible de nombreuses critiques et qu'ils sont, de ce fait, sur la défensive. Dans le cadre d'HYCCARE, ils ont travaillé avec Marie-Hélène Vergote et Sandrine Petit, chercheuses en sciences sociales à l'INRA, sur une « démarche créative » qui consistait à transposer l'imaginaire en une représentation effective. Elle leur a fourni un espace d'expression libre vis-à-vis des critiques qui leur étaient adressées, parfois fondées, parfois infondées. Ils ont aussi participé aux « Ateliers du climat » où des personnes qui, au départ, avaient chacune leur a priori, ont pu travailler ensemble. Mélanger chercheurs, gestionnaires de l'eau et utilisateurs a permis, au final, que chacun comprenne les problématiques et les attentes des autres. Les agriculteurs ont toutefois été frustrés qu'il n'y ait pas eu de suite, car il y a eu plein d'idées et une vraie émulation. Un autre aspect intéressant d'HYCCARE a été de disposer de données locales, présentées directement par les chercheurs et abordables par tous.

Et aujourd'hui, où en êtes-vous ?

Nous avons récemment fait intervenir Frédéric Levraut, référent sur les questions climatiques à l'Assemblée permanente des Chambres d'agriculture (APCA). Il a présenté des données et des outils qui peuvent être utilisés pour s'atteler aux effets du changement climatique. C'est ainsi qu'il a été décidé de réaliser l'étude Climat XXI, sur le département de la Côte-d'Or, en partenariat avec l'école d'ingénieurs UniLaSalle. Celle-ci devrait être livrée fin octobre avec des simulations sur l'évolution à venir d'indicateurs climatiques comme les moyennes de températures ou les cumuls annuels et mensuels des pluies, et d'indicateurs agro-climatiques tels que l'évolution du gel printanier. L'objectif est d'utiliser ces résultats pour imaginer les options possibles d'adaptation pour les irrigants face aux grandes tendances qui se profilent, et de leur proposer une sorte de boîte à outils.



CONTACT :

laure.ohleyer@cote-dor.chambagri.fr

Quid DE LA QUALITÉ ?

Malgré le manque de connaissances relatives aux impacts du changement climatique sur la qualité de l'eau, il semble communément admis que ceux-ci seront a priori négatifs. Des enjeux forts risquent d'apparaître en termes de capacité de dilution des polluants et d'eutrophisation des milieux sous l'effet conjugué de la baisse des débits et de l'augmentation des températures de l'eau, de l'air et des sols. Là encore, la résilience des milieux et des territoires est au cœur des stratégies d'adaptation.



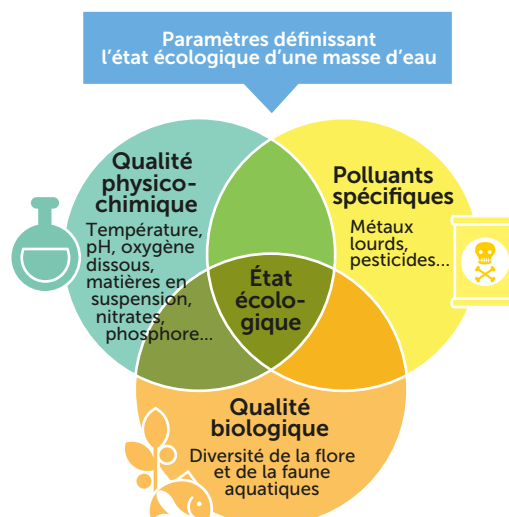
Charolaises dans le Parc naturel régional du Morvan © Anne-Cerise Tissot - Alterre

Peu de connaissances disponibles

L'impact du changement climatique sur la qualité de l'eau est complexe à appréhender pour deux raisons principales :

- **Nombreux sont les paramètres** à prendre en compte (physicochimiques, biologiques, polluants spécifiques), chacun pouvant être directement ou indirectement impacté par le changement climatique, et les uns interagissant avec les autres (par exemple température, oxygène dissous et diversité biologique sont fortement corrélés) ;
- **Nombreux sont les autres facteurs qui influent sur les paramètres** de qualité, ce qui rend difficile l'attribution d'une tendance au changement climatique seul.

Cela explique en partie que les connaissances disponibles sur ce sujet sont pour l'instant limitées et incomplètes : les études menées portent souvent sur un seul aspect de la qualité, et très peu concernent la région Bourgogne-Franche-Comté.



Un lien entre qualité et quantité renforcé ?

Une première approche des impacts du changement climatique sur la qualité de l'eau est de faire le lien avec l'évolution des quantités. En effet, toutes choses égales par ailleurs, **une baisse des débits dans les cours d'eau implique une baisse de la dilution des polluants et des nutriments** et donc a fortiori une dégradation de la qualité de l'eau. Ainsi, avec des débits plus faibles, **la question des rejets polluants (assainissement, industries, etc.) dans les cours d'eau sera davantage prégnante**. Cela pourra se traduire par des niveaux de traitement plus exigeants.

Une augmentation des températures de l'eau associée à une baisse de l'oxygène dissous

La température de l'eau est un paramètre intéressant à suivre pour identifier les impacts du changement climatique, car elle est liée à la température de l'air, à l'évapotranspiration, au débit des cours d'eau (moins il y a d'eau, plus vite elle se réchauffe) et est fortement corrélée à la présence d'espèces piscicoles spécifiques. C'est pourquoi cet indicateur relativement intégrateur est l'un des plus suivis. Une étude a par exemple montré que le **Rhône s'est réchauffé d'environ 1,5 °C à l'amont et de 3 °C à l'aval** entre 1980 et 2008, en partie du fait du refroidissement des centrales nucléaires, mais aussi à cause du changement climatique. De même, **la température de la Loire aurait augmenté de 2 °C entre 1976 et 2003**. Le réchauffement de la colonne

d'eau dans les rivières a des impacts sur d'autres paramètres de qualité. Il entraîne en particulier une diminution de l'oxygène dissous, indispensable à la vie aquatique. Une température trop élevée des eaux d'une rivière peut donc entraîner un manque d'oxygène dissous pouvant entraîner à son tour **la réduction de l'autoépuration des écosystèmes, l'accumulation de nutriments, la croissance accélérée d'algues (eutrophisation) et la disparition de certaines espèces**.

Concernant l'eau souterraine, les mêmes tendances semblent s'observer : une étude menée sur le karst du massif du Jura a mis en évidence une augmentation de la température d'environ 0,25 °C en 25 ans, ainsi qu'une accélération de la minéralisation.

Vers davantage de nutriments ?

Concernant les nutriments et les polluants, il n'existe pas d'observation des effets du changement climatique. Cependant, en toute logique, l'augmentation de la température de l'air induit une augmentation de la température des sols, et donc une accélération de la minéralisation des nutriments par l'activité microbienne. Les nutriments resteraient ainsi stockés moins longtemps dans les sols et seraient plus rapidement transférés dans les eaux, ce qui aggraverait également le risque d'eutrophisation. Concernant les polluants inorganiques, le changement climatique n'a a priori pas d'effet direct sur eux. Toutefois, il influera sans doute indirectement, via l'adaptation de l'occupation des sols et des pratiques, en particulier agricoles.

TÉMOIGNAGE

Christian ROSSIGNON

Fédération départementale de pêche et de protection du milieu aquatique du Doubs



© Fédération départementale de Pêche du Doubs

Avez-vous remarqué un changement de température de l'eau au cours des dernières années ?

On manque de chroniques de données sur le long terme et de ce fait, on manque de recul sur ces aspects globaux. On constate néanmoins que l'amplitude et les maxima thermiques qu'on peut avoir en été sur certains cours d'eau sont très supérieurs aux seules évolutions de la température atmosphérique. Il y a de nombreux paramètres qui interviennent sur la température de l'eau : en particulier, les problèmes de quantité de ressource liés à la disparition de zones humides et le drainage des terrains qui contribuent à exacerber les étiages et donc le réchauffement de l'eau.

Cela a-t-il eu un effet sur les espèces de poissons ?

Sur le long terme, on observe effectivement un effet global via des changements géographiques de répartition des différentes espèces. Mais les évolutions de peuplements piscicoles ne sont pas dues qu'aux aspects thermiques. Il est difficile d'en déterminer les causes exactes. Pour autant, la température reste un élément extrêmement important, voire le plus important dans la répartition des espèces dans les cours d'eau. On voit que les espèces qui aiment l'eau chaude remontent de plus en plus haut dans les cours d'eau. Elles sont d'ailleurs souvent assez tolérantes à la dégradation de la qualité de l'eau. Les espèces d'eau froide, elles, sont les plus sensibles.

Comment considérez-vous le changement climatique ?

On s'y intéresse. On comprend que le changement climatique aura un impact sur le milieu, donc on milite fortement pour une préservation, et même une réhabilitation des milieux humides qui permettrait de limiter, dans une certaine mesure, les évolutions thermiques des cours d'eau. Plus on a d'apport d'eau fraîche dans les cours d'eau l'été, moins l'effet du changement climatique se fera sentir.



CONTACT :

crossignon@federation-peche-doubs.org

DES PISTES POUR AGIR

Une baisse de la qualité de la ressource en eau impactera fortement les usages qui en sont fait (en réduisant la quantité d'eau réellement disponible), ainsi que les écosystèmes et les espèces qui y vivent. La préservation des milieux aquatiques sera donc un enjeu de plus en plus fort avec le changement climatique. De même que pour les aspects quantitatifs, les pistes d'action sont multiples et à différents niveaux :

AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES :

MIEUX SUIVRE LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU EN RÉGION ET MIEUX PARTAGER CES RÉSULTATS

AMÉLIORATION DE LA RÉSILIENCE DES ÉCOSYSTÈMES :

RESTAURER L'HYDROMORPHOLOGIE DES COURS D'EAU, LES RECONNECTER AVEC LEURS ANNEXES ET ZONES HUMIDES, ETC.

MEILLEURE PRISE EN COMPTE DANS LA GESTION DE L'EAU ET DANS TOUTES SES USAGES

RÉDUCTION DES POLLUTIONS :

LIMITER LES REJETS POLLUANTS URBAINS, INDUSTRIELS ET AGRICOLES

MODIFICATION DE L'OCCUPATION DES SOLS :

COUVRIR LES SOLS POUR ÉVITER LE LESSIVAGE DES NUTRIMENTS, IMPLANter DES RIPAISYLVES POUR LIMITER LE RÉCHAUFFEMENT DES EAUX, ETC.

POUR ALLER **plus loin**

RESSOURCES PRODUITES DANS LE CADRE D'HYCCARE

Disponibles sur :
www.alterrebourgognefranchecomte.org > Actions
> Projet de recherche HYCCARE



**Rapport final du projet
HYCCARE Bourgogne**
2016, 115 p.

**Impacts du changement
climatique sur la
disponibilité
de la ressource en eau
en Bourgogne : aspects
quantitatifs et qualitatifs**

Brulebois Étienne.
Thèse de doctorat,
sciences de la Terre
Hydroclimatologie,
UMR Biogéosciences,
uB/CNRS, 2016, 322 p.

**Retour sur le programme
de recherche HYCCARE**

Vidéos de présentation
des chercheurs et de
témoignages d'acteurs
de l'eau.
Durée : 14min

**Le changement
climatique et la
ressource en eau :
s'adapter ensemble,
ici et maintenant**

Actes du séminaire final
du projet HYCCARE
du 25 mars 2016, 44 p.

**Les ateliers du climat
des bassins versants
de la Tille, de l'Ouche
et de la Vouge**

Synthèse d'échanges.
Décembre 2015

**Les ateliers du climat
du bassin versant
de l'Armançon**

Synthèse d'échanges.
Janvier 2015

AUTRES RESSOURCES

PLANS D'ADAPTATION

**Plan de bassin
d'adaptation au
changement climatique
dans le domaine
de l'eau Bassin
Rhône-Méditerranée**

Mai 2014, 32 p.

**Stratégie d'adaptation
au changement
climatique du bassin
Seine-Normandie**

Décembre 2016, 82 p.

ÉTUDES ET RAPPORTS

**Explore 2070 :
quelle utilisation
d'un exercice prospectif
sur les impacts des
changements climatiques
à l'échelle nationale pour
définir des stratégies
d'adaptation ?**

Carroget A., Perrin C.,
Sauquet E., Vidal J.,
Chazot S., Rouchy N.,
Chauveau M. Sciences
Eaux & Territoires,
2017/1, n°22, p. 4-11

**Détection et prise
en compte d'éventuels
impacts du changement
climatique sur les
extrêmes
hydrologiques en France**

Benjamin Renard.
Thèse de doctorat,
INP Grenoble, 2006, 361 p.

**Caractérisation de
la recharge des aquifères
et évolution future en
contexte de changement
climatique.
Application au bassin Rhône
Méditerranée Corse**

Caballero Y., Lanini S.,
Zerouali L.,
Bailly-Comte V.
Rapport final. BRGM.
Mai 2016, 188 p.

**Impact of global change
on karst groundwater
mineralization in
the Jura Mountains**

Jeannin P. Y., Hessenauer M.,
Malard A., Chapuis V. Science
of the Total Environment,
2016, vol. 541, p. 120-122

**Ressources et besoins
en eau en France à
l'horizon 2030**

Étude réalisée par BRL
Ingénierie pour le Centre
d'analyse stratégique.
2012



© Arnaud Bouissou - Terra

REMERCIEMENTS

Comité de relecture : Philippe Amiote-Suchet, Étienne Brulebois, Thierry Castel et Yves Richard (UMR Biogéosciences, uB/CNRS), Émeric Bussy et Marc Philippe (DREAL Bourgogne-Franche-Comté), Anne-Paule Duboulet et Céline Warot (Agence de l'eau Loire-Bretagne), Sophie Gavaille, Thierry Marguet et Thomas Pelte (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse), Marjorie Ubertosi (AgroSup Dijon), Antoine Werochowski (Conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté).

Personnes interviewées : Philippe Amiote-Suchet (UMR Biogéosciences, uB/CNRS), Dominique Bondivena (commune de Flavigny-sur-Ozerain), Clément Doney et Aurélien Vallet (BRGM), Bertrand Devillers (Parc naturel régional du Haut-Jura), Anne-Paule Duboulet (Agence de l'eau Loire-Bretagne), Manon Gisbert (Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté), Pierre Libanori (commune de Semur-en-Auxois), Julien Moreau (EPTB Saône et Doubs), Laure Ohleyer (Chambre d'agriculture de Côte-d'Or), Yves Richard (UMR Biogéosciences, uB/CNRS), Christian Rossignon (Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique du Doubs), Marjorie Ubertosi (AgroSup Dijon).

Titre du Repères : Thierry Puisieux

La reproduction des informations contenues dans REPÈRES est autorisée, à condition d'en mentionner la source et l'origine. Alterre Bourgogne-Franche-Comté demande à toute personne utilisant ou reproduisant ces informations dans un document de bien vouloir lui en adresser un exemplaire.

Périodique d'Alterre Bourgogne-Franche-Comté

La Bourdonnerie - 2, allée Pierre Lacroute
21000 Dijon
Tél. 03 80 68 44 30 - Courriel : contact@alterrebfc.org
Facebook : www.facebook.com/AlterreBFC
Twitter : @AlterreBFC

Directeur de la publication : Jean-Patrick Masson

Rédaction : Anne-Cerise Tissot et Stéphanie Marquet

Relecture : Aurélie Berbey

Ont également contribué : Nadège Austin et Valérie Trivier

Design graphique : Laurence Berthel

Couverture : Laurence Berthel

Imprimé par : Imprimerie Fuchy

sur papier mix certifié FSC

Dépôt légal 4^e trimestre 2017

ISSN : 1957-1798



Avec le concours financier de :



Et le soutien de :

