



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

*Séminaire final du projet HYCCARE  
HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation,  
Ressources en Eau en Bourgogne*

Maison des Sciences de l'Homme, Dijon

Vendredi 25 mars 2016



### *Financeurs du projet :*





*Le séminaire est présenté et animé par Patrice Bouillot, journaliste indépendant.*

## OUVERTURE DU SEMINAIRE

**Jean-Patrick Masson**, Président d'Alterre Bourgogne : « Je remercie la Maison des Sciences de l'Homme (MSH) et l'Université de Bourgogne d'accueillir ce séminaire dans leurs locaux. Je remercie également les partenaires financiers de ce projet : le Ministère de l'Environnement, les différentes Agences de l'eau et l'ADEME, qui sont représentés ce jour.

Alterre Bourgogne est l'agence régionale de l'environnement et du développement soutenable. Créée en 2006, elle a pour ambition de contribuer à une transformation qualitative des relations entre les hommes, et entre les hommes et leur environnement, afin d'avancer vers un développement soutenable. Elle travaille sur le changement climatique, notamment à travers le projet HYCCARE, mais aussi sur la biodiversité et sur un certain nombre d'autres thématiques environnementales.

Alterre essaie d'accompagner le mieux possible les acteurs des territoires. A l'instar du projet HYCCARE, Alterre a vocation à créer du lien et à organiser des travaux collectifs. L'agence travaille pour développer une intelligence collective sur les problématiques environnementales et de développement soutenable, et se penche également sur les problèmes politiques et économiques.

La thématique du changement climatique a été abordée dès le début des années par Alterre. L'adaptation représente souvent le parent pauvre du changement climatique, car ce champ est difficile à aborder. L'atténuation du changement climatique a ainsi été le point le plus travaillé. Pourtant, nos sociétés devront s'adapter au changement climatique. Alterre a participé au programme HYCCARE, car celui-ci est porteur pour les territoires bourguignons et plus largement pour la France. Ce projet pourrait essaimer en termes de méthodologie et d'exemplarité sur la question du rapport entre changement climatique et ressources en eau. Ce projet de recherche-action a été mené de 2012 à 2016 en Bourgogne dans le cadre du programme national Gestion et impacts du changement climatique (GICC). Ses principaux apports et résultats seront déclinés au cours de ce séminaire, qui sera le plus interactif possible. »

**Maurice Imbard**, Chargé de mission au service de la Recherche, ministère de l'Environnement : « Je remercie les partenaires du projet HYCCARE et Alterre Bourgogne pour cette invitation à l'ouverture de ce séminaire. Je travaille au service Recherche du ministère de l'Environnement, qui est placé au sein du Commissariat général au développement durable. Ce service suit la recherche française dans les domaines d'intérêt du Ministère : risques sanitaires environnementaux, réduction de la biodiversité, les modalités de transports et le changement climatique.

Dans ce cadre, notre service suit et structure les objectifs et les stratégies de recherche en participant à des réunions de gouvernance, notamment avec le ministère de la Recherche. Il met aussi en place des outils de labellisation pour soutenir des travaux de recherche. Le programme GICC entre dans ce cadre, aux côtés d'une vingtaine d'autres programmes.

Le programme GICC existe depuis 1999 et a déjà soutenu une centaine de projets liés au changement climatique. A l'origine, les projets étaient axés sur les thèmes permettant de comprendre le phénomène de changement climatique. Ceux-ci se sont ensuite plutôt intéressés à l'atténuation et à l'impact du changement climatique. Actuellement, les thématiques de ce programme concernent l'adaptation au changement climatique, car le phénomène est déjà présent et s'amplifiera dans les prochaines décennies. Il faut maintenant comprendre ce qui évoluera dans notre quotidien et nos modes de vie, et savoir comment s'y préparer.

Parmi la centaine de projets soutenus par le programme GICC depuis 1999, un certain nombre portaient sur la ressource en eau et sur sa gestion. Dès 1999, un projet concernait à ce sujet la vallée

du Rhône. En 2003, un autre projet a étudié les bassins de la Seine et de la Somme, et a permis de comprendre l'impact du changement climatique sur le débit de ces fleuves. En 2010, un projet sur le bassin de la Durance a été soutenu. Il incluait une réflexion sur l'usage futur de l'eau et sur les impacts, notamment sur la production d'électricité et sur l'alimentation en eau potable des populations méditerranéennes.

En 2012, l'appel à projets de recherche a porté essentiellement sur l'adaptation. Le projet HYCCARE a totalement répondu aux attentes ministérielles. Deux de ses aspects sont particulièrement à souligner :

- HYCCARE est un projet pluridisciplinaire auquel différentes communautés scientifiques – climatologues, hydrologues, spécialistes des sciences sociales et économiques - se sont associées ;
- A travers l'axe 2 de ce projet, les chercheurs ont mis en place des ateliers du climat et ont ainsi travaillé avec les différentes parties prenantes, dont les citoyens. Ce projet se termine, mais il montre qu'un travail de concertation avec les populations reste plus que jamais à accomplir pour agir demain. »

## HYCCARE Bourgogne : Quèsaco ?

**Anne-Cerise Tissot**, Chargée de mission (eau et changement climatique), Alterre Bourgogne : « J'ai coordonné le projet HYCCARE à la suite d'Hélène Toussaint, qui fait partie des personnes à l'origine de ce projet et qui l'a coordonné jusqu'à fin 2014. Je vais présenter les grandes lignes du projet avant de passer la parole aux chercheurs qui présenteront leurs résultats.

L'acronyme HYCCARE signifie HYdrologie, Changement Climatique et Ressources en Eau en Bourgogne. Ces thématiques ont été abordées au cours de ce projet de recherche-action. Celui-ci porte un objectif opérationnel qui consiste à mettre à disposition des décideurs locaux les outils qui leur permettront de mieux prendre en compte le risque lié aux impacts du changement climatique sur la ressource en eau. Le projet appartient au programme GICC. Il est pluridisciplinaire et en lien fort avec les territoires. HYCCARE a été dès le départ un projet partenarial :

- Il a été soutenu financièrement par le ministère de l'Environnement, par trois agences de l'eau et par l'ADEME ;
- Il a impliqué sept organismes de recherche, y compris à travers trois conventionnements avec l'Université de Bourgogne, l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et AgroSup Dijon, et a impliqué au total une trentaine de chercheurs ;
- Alterre Bourgogne est intervenu en tant que coordonnateur du projet au titre de son rôle de plateforme de dialogue entre recherche, institutionnels et acteurs des territoires.

Les acteurs du territoire ont été associés tout au long du projet afin de recueillir leurs besoins, de leur restituer les résultats scientifiques obtenus mais aussi de co-construire des projets comme les ateliers du climat.

Le projet HYCCARE a duré plus de trois ans et se termine en avril 2016. Il a été organisé autour de deux axes :

- Axe 1 : la construction de connaissances relatives au changement climatique et à ses impacts sur la ressource en eau en Bourgogne. La finalité est de disposer de données sur le climat et sur ses impacts sur la ressource en eau, en continu, à une échelle fine de territoire ;
- Axe 2 : l'analyse socio-économique des territoires face aux impacts du changement climatique sur la ressource en eau en Bourgogne (adaptation), ceci afin d'identifier les freins et leviers à la prise en compte du changement climatique dans la gestion de l'eau.

Le travail mené au titre du premier axe consiste à connaître le changement climatique et ses impacts

sur la ressource en eau en Bourgogne à travers deux aspects : les débits dans les cours d'eau et la réserve en eau des sols. La méthodologie retenue a d'abord consisté à analyser ce qui était observé (changement climatique passé et ses impacts). Une chaîne de modélisation hydro-climatique a ensuite été construite pour réaliser des simulations en continu jusqu'à l'horizon 2100, à une échelle fine de territoire (maille de 12 kilomètres) pour toute la Bourgogne. Ces simulations climatiques ont été effectuées par la méthode de désagrégation dynamique, qui est différente des méthodes statistiques traditionnelles. Cette méthode a été testée sur 13 bassins versants pour les débits et sur trois bassins versants pour la réserve utile des sols en eau.

Près de 200 bassins versants existent en Bourgogne. Treize d'entre eux ont été sélectionnés selon trois types de critères :

- La possibilité de modélisation, qui impliquait la nécessité de disposer des débits observés pour calibrer les modèles, et de s'appuyer sur des stations fiables (dans lesquelles les débits n'ont pas été influencés par des prélèvements). Il fallait aussi qu'il existe pour les bassins à étudier une chronique disponible sur la période de simulation climatique (1980-2011), peu lacunaire, et couvrant au moins 20 ans ;
- La représentativité du territoire, en fonction du contexte hydrogéologique et de l'occupation du sol ;
- La gouvernance de l'eau, en prenant en compte la dynamique concernant le changement climatique et l'état d'avancement des Schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE).

Les 13 bassins sélectionnés appartiennent aux trois bassins hydrographiques de Bourgogne :

- Le bassin Loire-Bretagne : Nohain à Saint-Martin-sur-Nohain ; Nièvre d'Arzembouy à Poiseux ; Arroux à Dracy-Saint-Loup ; Arroux à Rigny-sur-Arroux et Bourbince à Vitry-en-Charollais ;
- Le bassin Seine-Normandie : Armançon à Briennon-sur-Armançon ; Ource à Leuglay ; Serein à Chablis et Yonne à Corancy ;
- Le bassin Rhône-Méditerranée : Tille à Crécey-sur-Tille ; Tille à Arceau ; Tille à Champdôtre et Seille à Saint-Usuge.

L'axe 2 d'HYCCARE porte sur l'analyse des dynamiques autour de l'adaptation aux impacts du changement climatique sur la ressource en eau. Il est observé grâce à l'analyse des impacts sur les activités, ceci à travers des études de cas, mais aussi à l'aune des perceptions et dynamiques locales autour du changement climatique, grâce à l'étude de trois territoires en SAGE (Tille, Arroux-Bourbince, Armançon). L'approche retenue s'est voulue plurielle : observation de réunions de Commissions locales de l'eau (CLE), entretiens, ateliers de *design territorial*. Le projet a aussi porté sur l'étude de l'intégration du changement climatique dans les politiques de l'eau en région et sur cinq territoires d'études (Contrat territorial Nohain-Grille-Mazou, Contrat territorial des Nièvres, Contrat global Cure-Cousin-Yonne amont, PTAP Serein et Contrat de rivière Seille). L'approche mixte appliquée dans ce dernier cas s'est appuyée sur la bibliographie et sur des entretiens.

Le fonctionnement d'HYCCARE s'est fondé sur de très nombreuses interactions à l'intérieur et entre les deux axes, ainsi qu'avec les parties prenantes de la gestion de l'eau. Le projet s'est aussi appuyé sur une forte interdisciplinarité et sur la co-construction, tout au long de son déroulement. L'approche interactive a permis à la fois de collecter les besoins et les attentes des professionnels de l'eau et de transférer au fil du temps les résultats du projet. Les ateliers ont même permis d'aller au-delà de ces interactions et de mettre en place une véritable co-construction. Le projet s'est adapté au fil du temps, grâce aux échanges entre chercheurs, acteurs et institutionnels.

Le projet HYCCARE a permis d'obtenir plusieurs résultats. Il a permis de créer nouvelles connaissances sur l'évolution passée et future du climat et de la ressource en eau en Bourgogne, à une échelle fine. Les impacts potentiels pour les territoires sont mieux cernés et la perception du changement climatique par les acteurs locaux, ainsi que sa prise en compte dans la gestion collective

de l'eau, s'est développée. HYCCARE a aussi permis d'acculturer les acteurs de la gestion de l'eau au changement climatique et de décloisonner des mondes. D'une part, entre la gestion de l'eau, le climat et l'aménagement du territoire ; d'autre part, entre chercheurs, acteurs institutionnels, gestionnaires de l'eau et usagers. Le projet a enfin débouché sur des publications scientifiques (articles, rapport final du projet, etc.) et sur des outils de vulgarisation à destination des acteurs (publication de synthèses et de comptes rendus). »

#### *Echanges avec la salle*

**Danielle Ballivet-Tkatchenko**, Centre national de la recherche scientifique (CNRS) : « La Saône, qui est une rivière importante, a-t-elle été prise en compte dans le cadre du projet HYCCARE ? »

**Anne-Cerise Tissot** : « La Saône n'a pas été étudiée. Les hydrologues impliqués dans le projet donneront plus d'éléments sur ce choix méthodologique lors de leur intervention. »

## **L'eau et le changement climatique en Bourgogne : peut-on parler de ruptures ?**

### **Le changement climatique observé et simulé et ses impacts sur la ressource en eau**

**Yves Richard**, Professeur, UMR Biogéosciences, Centre de recherches en climatologie : « Les résultats présentés ci-dessous sont le fruit du travail d'une dizaine de chercheurs représentant plusieurs laboratoires. Le travail sur le changement climatique et la ressource en eau en Bourgogne a été mené en trois temps :

- Une étude des changements déjà observés ;
- Le développement d'une chaîne de modélisation, avec application sur le climat réel passé afin d'en vérifier la fiabilité ;
- L'utilisation de cette modélisation sur des climats non connus à venir.

Les travaux ont d'abord porté sur l'étude des changements déjà observés. La courbe des moyennes des températures en Bourgogne de 1960 à 2010 permet de constater leur augmentation. Celle-ci n'est pas régulière, puisque nous constatons un saut marqué en 1987-1988. Un changement brutal de climat est donc déjà constaté à cette période et permet de distinguer deux climats (climat 1 *versus* climat 2). Ce changement n'a pas forcément été ressenti par les populations. Les chercheurs ont donc travaillé sur ces deux climats pour étudier le changement climatique et ont comparé les distributions de températures nocturnes et diurnes. Ils ont observé des augmentations des températures moyennes tant diurnes (environ + 1,2 °C) que nocturnes (+ 1 °C). Ces observations sont uniquement bourguignonnes. En prenant en compte l'ensemble des stations disponibles, on constate que le réchauffement concerne l'ensemble du territoire. Le phénomène est donc très fort.

En termes de précipitations, on observe d'importantes variations d'une année sur l'autre, mais pas de changement majeur. Les tests statistiques n'ont révélé aucune augmentation significative des précipitations sur cette longue période. Le réchauffement est donc identifié avec certitude, mais les précipitations n'ont pas (ou peu) évolué.

Le réchauffement climatique est partagé entre les quatre saisons, à ceci près que l'automne se serait moins réchauffé que les trois autres saisons. Les précipitations n'ont pas non plus fait l'objet de changements majeurs de saisonnalité. Nous avons tout au plus constaté une petite hausse des pluies en automne.

Pour vérifier la fiabilité de ces observations, nous avons regardé les données de l'ensemble du territoire national : il y a de très faibles évolutions en termes de volumes de précipitations,

dépendantes de la période, de la station et de la saison. Cette étude nationale a aussi confirmé le réchauffement climatique. Dans ce contexte de réchauffement climatique, quel est l'impact sur les débits des rivières ? »

**Etienne Brulebois**, Doctorant, UMR Biogéosciences, Systèmes, environnements et dynamique sédimentaire : « Nous avons étudié les débits des treize bassins versants de part et d'autre de la rupture climatique datant de 1987-1988. Nous avons constitué deux périodes d'une vingtaine d'années afin d'obtenir une bonne représentativité en termes d'hydrologie. Pour tous les bassins versants où les données étaient suffisamment complètes, nous avons constaté une diminution des débits entre les deux périodes. Cette baisse est inégale selon les bassins : elle varie entre la stagnation et une perte de 15 à 20 % des débits.

Cette diminution annuelle a ensuite été décomposée à l'échelle des saisons. Elle est répartie sur une très grande partie de l'année. Les mois de mai à août subissent des baisses plus importantes. La période estivale était déjà tendue en termes de ressources en eau et le réchauffement climatique a renforcé ce déficit. La moyenne annuelle de diminution des débits en eau est considérable, puisqu'elle est de l'ordre de 11 %. Ce cas bourguignon a été comparé à l'échelle nationale grâce à un travail mené sur une trentaine de stations. La baisse des moyennes des débits est plus modérée en France qu'en Bourgogne, puisque l'on constate une baisse de 5 % entre les deux périodes au niveau national. Le signal de baisse est néanmoins identique. A l'échelle mensuelle, cette diminution s'étale sur une large période. Les mois les plus chauds (de mai à juillet) sont ceux où sont constatées les plus fortes diminutions. L'automne représente, à l'inverse, la saison la moins touchée par ces baisses de débits. La rupture climatique observée en 1987-1988 a donc eu un impact sur la ressource en eau du fait de l'augmentation de l'évapotranspiration et de la stagnation de précipitations. Il est probable que ce phénomène se poursuive, voire s'accroisse, dans le futur.

**Thierry Castel**, Maître de conférences, UMR Biogéosciences, Centre de recherches en climatologie : « Une chaîne intégrée de modélisation hydro-climatique a été mise en place dans le cadre du projet HYCCARE. Cette méthode avait déjà été utilisée par d'autres scientifiques. Néanmoins, la chaîne mise en place en Bourgogne possède quelques particularités. Elle possède deux types de modèles : climatiques et hydrogéologiques, pour, au final, produire des cartes d'évolutions des débits et de vulnérabilité au travers de l'évolution de la ressource.

Les modélisations climatiques sont ma spécialité. Deux types de modèles climatiques peuvent être distingués :

- Les modèles statistiques, utilisés dans le cadre de la prévision météorologique ou dans le cadre des exercices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour produire un modèle d'évolution du climat à l'échelle planétaire ;
- Les modèles de désagrégation dynamique, utilisés afin de régionaliser le climat : il s'agit alors d'affiner la représentation et la résolution du climat à des échelles plus fines, sur un territoire particulier. Ils nécessitent de disposer d'une représentation fine des propriétés de la surface et s'appuient sur une physique améliorée par rapport aux modèles globaux.

Les modèles statistiques permettent de traiter l'incertitude. Dans le cas de la désagrégation dynamique, la mise en œuvre de cette démarche est moins aisée en termes de calcul. Il existe une incertitude inhérente à la variabilité climatique. Une des caractéristiques du projet HYCCARE a été de travailler en continu sur l'ensemble du XXI<sup>e</sup> siècle ; l'idée principale était d'étudier la trajectoire du réchauffement climatique plus que le résultat lui-même. Au travers de modèles de désagrégation dynamique, des scénarios « crash-test » ont été proposés afin de tester les stratégies d'adaptation par rapport à l'évolution de la ressource. Ces démarches de désagrégation ont pu être réalisées grâce à l'appui du centre de calcul de l'Université de Bourgogne.

Deux types de données ont été utilisés dans le cadre de ces modèles climatiques régionaux. Les données issues de ré-analyses reconstituent le climat tel qu'il s'est déroulé depuis les années

1980, en rapprochant le modèle et l'observation. HYCCARE a aussi utilisé des données s'appuyant sur des climats dits « virtuels » : en statistique, le climat simulé sur les périodes écoulées doit s'approcher du climat tel qu'il s'est déroulé sur la même période. Ces simulations permettent de réaliser des projections climatiques pour le futur. Le modèle de Météo France a été utilisé dans ce cadre. Il s'agit d'un des 24 modèles retenus par la communauté internationale. »

**Etienne Brulebois** : « Plusieurs choix pouvaient être retenus pour la modélisation hydrologique. Les chercheurs se sont en l'occurrence intéressés à deux types de vulnérabilité.

- Une vulnérabilité globale de la ressource. Il s'est agi dans ce cas de simuler le débit à l'exutoire des bassins versants étudiés. Des indicateurs d'étiage sont calculés à partir de ce débit pour caractériser l'évolution future de la saisonnalité et de la sévérité des étiages ;
- Un autre type de vulnérabilité au sein des bassins versants a été étudié afin de mettre en évidence les inégalités territoriales, certaines zones étant plus vulnérables que d'autres.

Pour répondre à ces deux problématiques, les chercheurs ont sélectionné des modèles hydrologiques. Des modèles dits « empiriques » (GR4J et Gardenia) ont été employés pour simuler le débit à l'exutoire des bassins versants. Pour évaluer les inégalités territoriales, d'autres modèles plus complexes et à bases physiques sont nécessaires : les équations sur lesquelles ils s'appuient représentent des processus naturels réels. Le modèle SWAT a ainsi été retenu pour simuler un grand nombre de paramètres à l'échelle de sous-bassins.

Chacun de ces modèles hydrologiques doit être calibré pour chacun des bassins versants étudiés. La méthode de calibration et de validation des modèles se réalise en plusieurs étapes :

- Division des chroniques de débits observés en plusieurs périodes de longueur équivalente, avec une calibration pour une sous-période et une validation sur les autres. La calibration consiste à modifier les paramètres du modèle de façon à optimiser la reproduction des débits observés. Des critères de performance sont ensuite étudiés ;
- Application du modèle calibré à une autre sous-période indépendante : le modèle est validé s'il est capable de reproduire le débit sur cette autre sous-période. Il pourra alors être utilisé pour se projeter dans le futur. »

**Thierry Castel** : « Je vous présente à présent la chaîne de modélisation hydro-climatique et les capacités du modèle climatique régional à reproduire la variabilité climatique à l'échelle de la Bourgogne. Il n'a pas été possible de mener le travail à partir de 1961, parce que les données permettant de réaliser ces simulations à l'échelle globale et produites au niveau européen n'existent qu'à partir de 1981. Les résultats de ces expériences sur la période 1980-2011 permettent de constater que les modèles reproduisent très bien la variabilité interannuelle et la température minimale. En revanche, les chercheurs observent un biais systématique de l'ordre de 1 °C en ce qui concerne les températures maximales, surtout en printemps et en été. La pluviométrie est également très bien reproduite par les modèles en termes de variabilité interannuelle, ce qui est assez rare en termes de modélisation. Les chercheurs observent néanmoins des biais humides quasi systématiques assez importants selon les années. Ces biais sont importants à prendre en compte pour aller vers des simulations de débits. Nous nous sommes aussi intéressés à d'autres variables telles que l'évapotranspiration potentielle. Le modèle reproduit très bien le cycle annuel de l'évapotranspiration, ainsi que toutes les variables qui la conditionnent : humidité relative, etc. Pour la période 1980-2011, sa géographie est également très bien reproduite par le modèle, car les corrélations obtenues sont élevées.

En utilisant un modèle hydrologique, ces résultats nous ont aussi permis de modéliser les régimes des cours d'eau. A partir des mesures réelles des pluies et des simulations d'évapotranspiration, les débits modélisés ont été rapprochés des débits observés par les stations de mesure et s'en avèrent très proches, hormis un biais de sous-estimation sur la période de janvier à mars. En alimentant le modèle hydrologique avec les prévisions sur les pluies et sur l'évapotranspiration, on obtient malheureusement une très mauvaise reproduction du régime hydrologique.

Cela signifie qu'il faut reproduire les variations des pluies de façon plus robuste. Les modélisations des pluies ont donc été corrigées, afin de gommer les surestimations obtenues (biais humides mentionnés ci-dessus), en reprenant des méthodes utilisées par le programme EXPLORE 2070. A cette condition, on retrouve le cycle réel des pluies. A partir des pluies simulées corrigées, de la modélisation de l'évapotranspiration et du modèle hydrologique, la simulation correspond aux régimes observés et permet d'obtenir des régimes hydrologiques réalistes. La chaîne de modélisation a donc été validée. »

**Etienne Brulebois** : « La reproduction des indicateurs d'étiage a également été testée grâce à cette chaîne de modélisation. L'équipe scientifique a ainsi réussi à calculer des indicateurs d'étiage similaires à ceux recueillis à partir des débits observés. Ceux-ci ont donc été validés et pourront être calculés dans le futur.

Ces données climatiques ont également alimenté le modèle d'impact hydrologique. Les chercheurs ont choisi d'utiliser le modèle SWAT pour déterminer la vulnérabilité au sein des territoires sur une période centrée sur la rupture climatique (1980-1995). Ce test a pour objectif d'observer les impacts de cette rupture sur la vulnérabilité. Ce modèle a été implémenté sur trois bassins versants : l'Armançon, l'Arroux et la Tille. Deux paramètres simulés par le modèle SWAT permettent de déterminer l'impact de la rupture climatique sur la disponibilité et la ressource en eau.

Pour comprendre l'influence de ces deux paramètres, il faut expliquer les différents processus de transfert de l'eau dans le sol. En pratique, les précipitations tombent sur le sol. Une certaine quantité d'eau ruisselle et l'autre partie s'infiltre dans le sol. Du fait de cette infiltration, la teneur du sol en eau augmente et alimente l'évapotranspiration et les écoulements latéraux sous la surface. Si la pluviométrie est importante, la teneur en eau du sol augmente jusqu'à sa capacité maximale de rétention. Au-delà, l'eau s'écoule par gravité vers l'aquifère, par percolation. Dans ce cas, le niveau de l'aquifère augmente tout comme la contribution au débit de base.

Ces trois éléments (ruissellement, écoulement latéral et débit de base) sont les trois composantes du débit des cours d'eau. Les deux indicateurs pris en compte sont alors :

- le nombre de jours par an où l'aquifère est alimenté : la quantité d'eau arrivant au sol dépasse alors ses capacités de rétention ;
- le nombre de jours par an où la réserve du sol est remplie à moins de 50 %, ce qui cause un stress hydrique pour la végétation.

En réponse à la hausse des températures, l'évapotranspiration augmente et la teneur en eau du sol diminue. Seule une fraction de l'eau présente dans le sol est utilisable par les plantes (dite réserve utile), puisque les plantes ne sont capables de pomper de l'eau que si la réserve du sol dépasse certain pourcentage. Si cet état se maintient, le remplissage de la réserve utile des sols diminue. A terme, les plantes ne seront alors plus capables de pomper l'eau facilement et entrent en stress hydrique.

Les scientifiques ont calculé les deux indicateurs ci-dessus pour les trois bassins versants étudiés sur deux périodes, de part et d'autre de la rupture climatique. Les résultats montrent dans les deux cas une diminution de la ressource en eau : le nombre de jours de percolation et le nombre de jours de stress hydrique augmentent.

L'objectif de la recherche consistait aussi à étudier la répartition spatiale. Les résultats suivants ont été obtenus :

- Pour tous les bassins, une diminution du nombre de jours de percolation entre les deux périodes avant et après rupture ;
- Une augmentation du nombre de jours de stress hydrique dans la quasi-totalité des sous-bassins ;
- Des inégalités spatiales, certaines zones étant plus touchées que d'autres par ces tendances ;
- Les zones les plus touchées en termes de recharge des nappes phréatiques ne correspondent pas avec celles qui sont les plus impactées pour le stress hydrique des plantes : les

vulnérabilités face au changement climatique seront donc différentes à l'avenir selon territoires. »

**Thierry Castel** : « Notre équipe scientifique a modélisé la méthode HYCCARE en étudiant deux trajectoires de réchauffement climatique : l'une correspondant au scénario le plus optimiste retenu par le GIEC (RCP 2.6) en termes de maîtrise des émissions de gaz à effet de serre (GES), et l'autre plus pessimiste (RCP 8.5), mais aussi plus réaliste puisqu'à l'heure actuelle c'est la plus probable. Les résultats présentés seront donc relatifs à cette seconde trajectoire. En termes de pluviométrie, les résultats ont été obtenus sur la période 1980-2098. Les cumuls annuels ont été comparés aux prédictions du modèle ARPEGE et à celles de notre modèle climatique régional, qui amplifie les biais humides sur l'ensemble de la période, mais qui peuvent, nous l'avons vu, être corrigés.

Est-il irréaliste que les pluies augmentent dans le futur ? Cela ne l'est pas, car les projections à l'échelle de la France laissent prévoir leur hausse à certaines saisons. Selon plusieurs travaux publiés en 2013 et 2014 par des équipes de Toulouse, une légère diminution des précipitations pourrait être attendue, mais l'incertitude liée à ces études est forte, car il est difficile de percevoir l'évolution actuelle des pluies. Globalement, les simulations des pluies sont peu robustes. Le biais de surestimation des pluies par le modèle régional provient de deux sources : ce modèle est trop humide, il est affecté par un problème de rétroaction assez complexe. La crédibilité des projections portant sur les pluies est donc très faible. En revanche, la reproduction et prévisibilité est bonne pour l'évapotranspiration et la température. L'évapotranspiration est ainsi appelée à augmenter surtout durant la deuxième moitié du XXI<sup>e</sup> siècle. Ces modèles incitent par ailleurs à prévoir des ruptures climatiques telles que celles qui ont été constatées. Il est ainsi possible de construire un scénario d'impact sur les ressources. »

**Yves Richard** : « La validation de notre chaîne de modélisation apporte de la confiance en termes d'évolution des températures et de l'évapotranspiration. Le réchauffement ne sera pas progressif, mais se produira par sauts. Un scénario permet de prévoir que la Bourgogne connaîtra quatre climats successifs au cours du XXI<sup>e</sup> siècle.

La robustesse de ces prédictions permet de dresser des cartes pour les températures nocturnes et diurnes : selon la trajectoire RCP 8.5, les différences avec le climat actuel seront de plus en plus fortes, et les sauts à encaisser seront de plus en plus importants. Si l'on estime de façon plus optimiste que la COP 21 sera suivie d'effets et que les politiques locales se développeront, il apparaît que l'ampleur de ces sauts devrait être moins forte. Par ailleurs, il apparaît du point de vue territorial que les hauteurs devraient connaître des impacts plus forts que les plaines, probablement en raison de la baisse de l'enneigement hivernal, ce qui impliquera des processus de rétroactions positives, puisque la neige renvoie de l'énergie. L'évolution prévue est plus difficile à expliquer pour les autres saisons. Ces hypothèses de prédictions issues du modèle semblent probables, car elles sont conformes à ce qui a été observé et à l'ensemble des modèles du GIEC. L'incertitude principale réside finalement sur les politiques qui seront menées, et qui auront un impact sur l'ampleur des sauts qui surviendront.

Finalement, la modélisation a échoué sur certains points, puisque plusieurs incertitudes ne peuvent pas être résolues. La première est celle de l'ampleur de l'atténuation, qui ne dépend pas des modélisateurs. La deuxième est l'incapacité à émettre un signal clair en termes d'évolution des pluies, ce d'autant plus qu'il est difficile de savoir s'il pleut désormais plus ou moins que la période précédente. Si l'on considère que les pluies n'ont pas évolué, ce qui est probable, l'hypothèse de pluies futures stable est assez probable en Bourgogne et pour les latitudes comparables. Cela ne signifie pas l'absence d'effets, qui ont déjà été constatés dans le passé, puisque la ressource en eau a diminué du simple fait de la hausse des températures. Il faut par ailleurs se préparer à une hausse qui se produira par sauts successifs, donc à des chocs. Ce phénomène s'accompagnera de l'augmentation de la demande en eau, ce qui posera par exemple des problèmes à l'agriculture. Les débits se réduiront, mais la vulnérabilité des territoires n'est pas égale.

Ces éléments de projection appellent à une adaptation en continu, afin de se préparer à des chocs donc les dates ne sont pas prévisibles et auxquels il faudra être réactifs, en remettant sans cesse en question ce qui aura été initié. C'est sur ces fondements qu'a été préparé un scénario pour les ateliers du climat. Selon ce scénario, le climat sera de plus en plus chaud, par étapes, quelle que soit la saison, et la température des cours d'eau augmentera, ce qui posera des problèmes de qualité. L'évaporation augmentera et les besoins en eau des plantes vont s'accroître. Stress hydriques et sécheresses continueront à augmenter, et les débits des cours d'eau continueront à baisser. Globalement, la ressource en eau sera en baisse de façon certaine en Bourgogne. Cela se traduira-t-il par une hausse des tensions entre usagers, à moins qu'une appropriation du problème par l'ensemble des acteurs du territoire permette de mettre en place des stratégies d'adaptation en continu ? »

#### *Echanges avec la salle*

**Frédéric Levraut**, Chambre d'agriculture France : « J'apprécie beaucoup votre effort visant à documenter avec précision les acteurs économiques, en particulier en ce qui concerne les stress hydriques, même s'il serait intéressant de savoir si vos travaux permettent de positionner les dates auxquelles ils surviennent, information qui est la plus pertinente en termes d'aide à la décision pour les agriculteurs.

Ma question porte sur l'évolution observée des débits. Dans votre région et sur quelques points du réseau hydraulique français, vous n'avez pas indiqué s'il s'agit des séries de débits bruts ou des séries homogénéisées dans lesquelles vous auriez extrait l'évolution des usages en eau, certainement importante depuis 1969. »

**Philippe Amiotte-Suchet**, Maître de conférences, UMR Biogéosciences, Systèmes, environnements et dynamique sédimentaire : « Un des travaux préalables réalisés consistait à choisir des bassins versants et des stations hydrométriques les plus fiables possible en termes de débits bruts, en partant des stations peu ou pas influencées à notre connaissance par les prélèvements. Par exemple, les stations avec présence de canaux ou de barrages ont été rejetées. En revanche, pour un certain nombre de stations hydrométriques, les débits peuvent être influencés par des drainages agricoles dont nous n'avons pas connaissance.

A l'échelle du territoire français, l'équipe scientifique a tenté de corrélérer les tendances constatées avant et après 1988 avec des paramètres d'occupation du sol notamment liés aux activités agricoles. Aucun lien n'a été établi entre ces deux éléments : les débits observés semblent ne pas être influencés. Cette question avait été largement discutée lors d'une réunion avec les gestionnaires de l'eau sur les indicateurs. Les scientifiques ne disposent de réponse définitive à cette question.

**Benjamin Pohl**, CNRS : « Je m'interroge sur la cause des paliers de températures. Dans le monde réel, nous disposons de plusieurs explications pour montrer que le modèle est capable de les simuler. A travers les simulations obtenues grâce aux modèles, avez-vous pu trouver les causes de cette évolution en paliers ? »

**Yves Richard** : « Le climat compte plusieurs composantes. Il présente tout d'abord une variabilité interannuelle. Ainsi, l'année 2015 a été la plus chaude jamais enregistrée du fait de l'occurrence d'El Niño, élément qui module la variabilité interannuelle. Il existe également une composante décennale. Notre climat européen est à la fois influencé par les éléments qui contrôlent la variabilité interannuelle, par la variabilité décennale et par le changement climatique. Chaque rupture ne peut donc pas à être attribué à un seul élément. Trop souvent, cette analyse multifactorielle est négligée notamment par la méthode classique. Celle-ci se projette de manière isolée sur le climat futur. Dans le cadre du projet HYCCARE, nous avons étudié la trajectoire, qui est constituée des marches d'escalier, ainsi que ses différents facteurs.

**Annie Clément**, M5iES - Cabinet d'ingénierie : « Pourriez-vous expliquer l'indicateur de trajectoires

RCP et les données qui en ressortent ? »

**Thierry Castel** : « Les différents scénarios RCP, utilisés par le GIEC, n'ont pas été explicités ci-dessus. Par exemple, le scénario RCP 2,6 correspond ainsi à une hausse de 2,6 watts par m<sup>2</sup> du forçage radiatif, c'est-à-dire de la chaleur capturée par le système climatique. Concrètement, nos collègues climato-paléontologues étudient la sensibilité du climat au doublement de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Ces scientifiques observent le climat sur des temps longs marqués par des évolutions de forçage radiatif en raison du changement des concentrations de GES tels que le CO<sub>2</sub>. Ils constatent qu'une variation d'un watt par m<sup>2</sup> correspond pour à une augmentation de la température de 0,75 °C en moyenne.

Notre étude des trajectoires de réchauffement est un peu différente des travaux du GIEC : nous observons différents scénarios de forçage climatique, puis étudions la réponse climatique à ceux-ci. »

**Jean-Claude Gindre**, citoyen : « La Bourgogne est le toit de la France. Les autres régions de France devraient donc très intéressées par les résultats de vos travaux. »

**Thierry Castel** : « Vous faites probablement allusion au fait que la Bourgogne est en tête de bassin versant. C'est effectivement le cas, c'est pourquoi plusieurs Agences de l'eau ont soutenu le projet HYCCARE. »

**Philippe Amiotte-Suchet** : « Le profil hydrographique de la Bourgogne est pertinent, notamment compte tenu de la présence de la ligne de partage des eaux entre les bassins de la Loire, du Rhône et de la Seine entre Pouilly-en-Auxois et Autun. Le territoire bourguignon est donc en tête de ces trois bassins versants.

Par ailleurs, notre territoire présente une grande variété de situations hydrologiques et hydrogéologiques, ses espaces étant morcelés du point de vue de la ressource en eau. Celle-ci est présente sur tout le territoire, mais en quantités relativement modestes, et est aussi stockée dans des aquifères peu volumineux. Dans le choix des bassins versants retenus, nous avons respecté la représentativité de ce morcellement territorial de la ressource. La Saône a ainsi été placée hors de l'étude, car elle est influencée en grande partie par du climat extrarégional. Nous avons plutôt choisi des bassins versants dont les surfaces varient de quelques centaines à quelques milliers de km<sup>2</sup>, qui sont les plus représentatifs du morcellement de la ressource locale. »

**Dominique Girard**, Conseil Départemental de Côte d'Or : « La rupture constatée en 1987 induit-elle l'idée que le climat futur changera par sauts ? Par ailleurs, dans quelle mesure le changement climatique global pourrait être source de refroidissement local ? Je fais référence à des travaux scientifiques qui mettent en avant le fait que la fusion des glaciers et la transformation des eaux du nord de l'Europe induiront une modification et un déplacement du *golf stream*. Ces éléments auraient ainsi des conséquences notables en termes de température et de glaciation »

**Etienne Brulebois** : « Pour répondre à votre première question, les modèles hydrologiques doivent théoriquement être calibrés sur une période stationnaire (sans modifications majeures du climat) afin que les paramètres du modèle soient représentatifs d'une période donnée. Dans le contexte du changement climatique, des évolutions se produiront. Nos paramètres fixés sur la période de calibration retenue ne seront peut-être plus valides au cours du XIXe siècle. Il existe ainsi un problème de projection du modèle. La rupture observée en 1988 a permis d'analyser la robustesse des modèles en contexte de changement climatique. Suite à ces tests, avant et après 1988, nous avons vérifié que nos modèles étaient valides et robustes. »

**Yves Richard** : « Le projet HYCCARE a permis d'identifier un saut climatique et de prendre en compte son impact scientifique. Nous avons perçu et restitué ce que nous savions faire et ce que nous ne savions pas faire dans la plus grande transparence. Nous devons nous préparer à l'existence de ces sauts.

Concernant votre deuxième question, le Groenland perd chaque année 100 km<sup>3</sup> de glace. Ces eaux

entrent dans l'Atlantique Nord, ce qui provoque des anomalies froides régulières au sud du Groenland. Pour autant, aucun refroidissement n'a été observé. Il n'existe pas de scénarios scientifiques réalistes de refroidissement en Europe. Nous observons tout au plus une réduction de la circulation thermique. Celle-ci ne permet en rien de prévoir des refroidissements à l'avenir. »

**Alain Delaveaux**, Parc naturel régional (PNR) du Morvan : « Le PNR du Morvan travaille déjà sur les évolutions climatiques probables sur notre zone géographique afin de proposer des évolutions de certaines pratiques agricoles. Compte-tenu des ressources en eau disponibles à l'avenir, quelles sont les évolutions envisagées des pratiques agricoles ? »

**Marjorie Ubertosì**, Maître de conférences, Département agronomie, agroéquipements, élevage et environnement : « Dans le cadre du projet HYCCARE, nous avons étudié le climat futur. Nous envisagions d'utiliser la chaîne hydro-climatique jusqu'au bout pour pouvoir prédire ce à quoi se préparer en termes d'ordres de grandeur du changement climatique. Au final, nous n'avons pas obtenu ces prédictions faute de données sur les pluies futures.

Pour l'agriculture, les pluies sont un élément essentiel. Les scientifiques savent néanmoins que cette rupture a déjà eu lieu dans le passé, avec un impact fort sur les probabilités de sécheresse. Dans le futur, nous constaterons probablement des stress hydriques plus longs auxquels il faudra s'adapter. En parallèle, le cycle des plantes sera plus rapide du fait de l'augmentation de la température. Cela se constate déjà sur la vigne, puisque les vendanges sont plus précoces. Il conviendra de s'adapter à ces cycles plus courts, en pratiquant des récoltes plus tôt dans l'année pour toutes les cultures non pérennes. Les scientifiques réfléchiront aux adaptations possibles pour les cultures pérennes à travers d'autres projets, dont le Projet sur le développement en région (PSDR), qui prévoit un travail sur les systèmes de cultures avec des protéines. Il s'agira d'étudier le changement climatique en lien avec les pratiques agricoles et les potentiels de production dans le futur. »

## Comment faire face à la pénurie ?

### Quand la géologie façonne l'hydrologie bourguignonne

**Clément Doney**, hydrogéologue, Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) : « Le BRGM a participé au projet HYCCARE essentiellement en termes hydrologiques. Le travail consistait à retranscrire les résultats obtenus sur les 13 bassins versants étudiés sur l'ensemble des bassins versants de la Bourgogne. La diversité environnementale de la région est en effet importante en particulier du point de vue de la géologie, qui est très variée. On y trouve notamment :

- des formations granitiques datant de l'ère primaire (âgées de plus de 250 millions d'années) dans le massif du Morvan et dans le Charolais ;
- des formations de l'ère secondaire (de 250 à 65 millions d'années), le plus souvent de type marneux dans le Pays d'Auxois et de type calcaire (Jurassique supérieur et moyen) dans une large bande globalement orientée est-ouest et située plutôt au nord de la Région. Ces formations sont crayeuses et datent du Crétacé dans l'extrême nord-est, tourné vers l'Île-de-France ;
- des formations de l'ère tertiaire (de 65 à 2 millions d'années) dans les fossés d'effondrement, notamment dans celui de la plaine de la Saône, et qui sont de type sableux, voire argileux ;
- des formations de l'ère quaternaire (âgées de 2 millions d'années) qui correspondent aux dépôts alluvionnaires des cours d'eau.

Ces terrains géologiques originaires ont été perturbés par plusieurs failles tectoniques qui ont donné naissance aux reliefs actuels. La montagne granitique du massif du Morvan héberge le point culminant de la région (901 mètres d'altitude). Le Seuil de Bourgogne, de terrains calcaires, est quant à lui situé entre 300 et 500 mètres. Entre ces deux massifs, les terrains marneux du pays d'Auxois (entre 300 et 500 mètres) forment des plaines parsemées de buttes-témoins cristallines ou calcaires.

Au nord-ouest, une pente douce s'intègre aux auréoles Est du Bassin parisien dans l'Yonne, en direction de Paris. On trouve le point le plus bas de la région (56 mètres). Le plateau du Nivernais est quant à eux constitué d'un enchaînement de collines et de vallées (300 mètres d'altitude environ pour les points hauts), qui a été constitué par un jeu de failles. Le bassin d'effondrement de la plaine de la Saône est formé par de vastes niveaux de terrasses alluviales. La Côte bourguignonne, couverte de vignobles, est quant à elle formée par les plateaux calcaires découpés en forme de marches d'escalier descendant en direction de la plaine de la Saône, et qui ont été créés par des effondrements.

La géologie façonne et modèle le relief bourguignon, qui influe sur les climats locaux, apparentés aux trois grands climats présents en France. L'ouest de la région connaît une dominante océanique, tandis que l'influence du climat méditerranéen est sensible au sud et au sud-est. La dominante climatique est continentale à l'est et au nord-est de la Bourgogne. Le Morvan représente ainsi la zone la plus pluvieuse, et d'une manière générale, la pluviométrie est plus élevée dans les reliefs de la Bourgogne : Seuil de Bourgogne, collines du Nivernais, Charolais, etc. Le réseau hydrographique est donc plus important dans le Morvan, où se trouvent les sources de l'Yonne, de la Cure, du Serein et de l'Arroux. Les sols cristallins du Morvan sont peu infiltrants et le ruissellement y domine : le chevelu hydrographique y est donc assez important. A l'inverse, les eaux s'infiltrent plus facilement dans les roches calcaires souvent fissurées du Seuil de Bourgogne, et l'hydrographie de surface y est plus réduite. Le bassin de l'Arroux connaît ainsi un chevelu important, et son bassin est assez large, tout comme celui de la Tille dans sa zone amont. Le bassin versant de l'Armançon est quant à lui assez étroit et le cours d'eau est assez linéaire, notamment du fait que l'Auxois présente des sols marneux et des pentes faibles.

L'hydrogéologie de la Bourgogne dépend de la nature géologique des sols. Le principal aquifère se trouve au niveau des calcaires du Jurassique, où les eaux peuvent s'infiltrer dans les failles, voire dans les réseaux karstiques. L'autre grand aquifère est celui des systèmes crayeux, principalement grâce à l'infiltration permise par les fissures. Les autres aquifères, d'importance moindre, sont ceux liés aux sables dits verts ou aux sables des plaines d'effondrement. Des nappes d'accompagnement sont aussi présentes dans les zones alluvionnaires qui entourent les cours d'eau du territoire. Le Morvan connaît quant à lui quelques nappes très localisées et de très faible importance, qui sont liées à des petites sources. Les autres zones, imperméables, ne comptent pas d'aquifère.

Les géologies et hydrologies des territoires bourguignons sont donc très variées, tout comme le comportement des cours d'eau. Le BRGM a donc souhaité mettre en place une méthode pour transposer ces éléments recueillis pour les 13 bassins versants étudiés dans le cadre du projet HYCCARE à l'ensemble des bassins de la région. Pour cela, ceux-ci ont été classés en fonction d'une typologie définie selon une batterie d'indicateurs :

- La lithologie ;
- La capacité de drainage (importance du chevelu hydrographique) ;
- La densité du réseau des cours d'eau intermittents ;
- L'altitude ;
- La distribution des pluies ;
- L'IDPR, indice développé par le BRGM et qui permet de caractériser les zones préférentielles d'infiltration et de ruissellement des territoires ;
- Les réserves utiles des sols, mobilisables par les plantes ;
- La zone non saturée, épaisseur qui sépare le niveau des sols de celui de la nappe phréatique.

Ces paramètres ont été utilisés pour tous les bassins versants de Bourgogne, ce qui a permis de dresser une carte en fonction de la typologie qui a pu être constituée, qui comprend cinq classes principales, dont les suivantes :

- Classe 1 (bassin de l'Arroux, notamment) : le ruissellement est prédominant, les aquifères sont peu développés, le chevelu est important et le relief prononcé ;

- Classe 2 (bassin de la Tille) : le ruissellement est fort en raison de pentes importantes, mais le chevelu est peu développé en raison du substrat calcaire fissuré, ce qui provoque des infiltrations. Les aquifères soutiennent donc les débits ;
- Classe 5 (bassin de l'Armançon) : bassins allongés dotés de chevelus peu développés, qui comprennent des nappes phréatiques participant à l'alimentation du cours d'eau.

Cette réflexion permet d'étendre la description des bassins étudiés par HYCCARE à tous les autres bassins versants bourguignons. »

### **Des territoires face à la pénurie passée, actuelle et future : Les SAGE sont-ils une réponse possible ?**

**Sandrine Petit**, Ingénieure de recherche en géographie, UMR Centre d'économie et de sociologie appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux (CESAER) : « Je remercie tout d'abord Jean-Marc Brayer, Delphine de Fornel, Marion Poncet et Hélène Toussaint pour leurs contributions à cette réflexion collective. Je tiens aussi à remercier toutes les personnes qui nous ont accueillis au fil des rendez-vous qui ont rendu cette recherche possible, et dont plusieurs se trouvent aujourd'hui dans la salle.

La recherche que nous avons menée s'appuie sur des entretiens, sur des observations de réunions et sur l'importante documentation liée à la gestion de l'eau, qui est très technique et complexe, et qui nécessite une forte appropriation. La problématique de cet exposé vise à comprendre comment faire exister la pénurie d'eau dans la gestion de l'eau.

Le changement climatique a des effets sur la température et sur la variabilité des précipitations, ce qui implique la question de la pénurie d'eau. Cette question est-elle si nouvelle ? La ressource a de tout temps varié et nos besoins sont également fluctuants. La première partie de l'exposé présentera les différentes facettes de la pénurie. La deuxième partie s'intéressera aux modes d'action à l'œuvre actuellement face à cette pénurie. Enfin, la conclusion proposera un changement de perspectives : le glissement de l'idée de ressources en eau immuables à l'idée de la création de ressources.

En 2006, la revue *Science* a consacré un numéro spécial à l'eau douce, qui représente seulement 2 % des eaux de la planète. Un article de ce numéro spécial était consacré au changement climatique. A l'époque, il était vu essentiellement comme un problème de variabilité. La réponse d'alors consistait à développer des systèmes de gestion permettant de se saisir de cette variabilité. Quelques mois plus tard, un numéro ultérieur de la même revue présentait le travail critique de cet article par d'autres auteurs, notamment en raison de l'oubli de la rareté de l'eau et des facteurs qui la conditionnent : urbanisation, activités économiques, niveau de vie, pauvreté, etc. La disponibilité de l'eau représente donc à la fois une donnée naturelle et une question sociale. Il s'agit du postulat que nous avons utilisé ici : la rareté de l'eau est un construit à la fois social, technique et politique. Il s'agit d'un rapport entre des ressources et des besoins.

Le World Resource Institute a produit des cartes de projection à l'horizon 2040. Elles suggèrent une augmentation de la demande en eau qui conduit à une augmentation du stress hydrique (rapport entre les prélèvements et l'eau disponible) dans le monde. Les régions tempérées seront concernées par ce problème. Les perspectives de tensions sur l'eau sont donc à la fois globales et locales. Comment penser la pénurie localement ? La recherche a étudié trois bassins versants (Tille, Arroux-Bourbince et Armançon) et plus particulièrement leurs Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), outils de planification à moyen terme de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin versant. La Commission locale de l'eau (CLE) en est l'instance décisionnaire.

Nous nous sommes interrogés sur l'incarnation de cette pénurie sur ces trois bassins versants, qui en présentent différentes facettes.

Le bassin versant de la Tille est classé en Zone de répartition des eaux (ZRE). Depuis les années 2000, il est sujet à des arrêtés de sécheresses. Ce classement en ZRE, qui est réversible, atteste d'un déficit quantitatif en eau. Le territoire est différent entre l'amont, rural, et l'aval, qui porte l'aire de l'agglomération dijonnaise, où se trouvent 70 % des besoins en eau potable. Sur les 6 millions de m<sup>3</sup> d'eau consommée, plus de la moitié provient de ressources extérieures au bassin versant. La démarche de résorption des déficits s'est déclinée sur une étude des volumes prélevables. Ces volumes sont déterminés et sont répartis entre les usagers de l'eau : eau potable, agriculture, industrie, etc. Trois points se distinguent dans le bassin de la Tille :

- La pénurie est évitée grâce à des infrastructures par des ressources extérieures au bassin versant, venant des bassins voisins de la Tille (bassins de la Vouge et de l'Ouche) ainsi que par un captage dans les nappes de Dijon Sud et de la Saône ;
- La pénurie résonne avec la qualité de l'eau, puisque certains puits de captage ont été fermés pour cause de pollutions agricoles ;
- L'étude sur les volumes prélevables correspond à une mise en nombre de la ressource. La ressource est quantifiée entre les différents usages et différents bassins versants afin d'éviter la pénurie entre 2015 et 2020. Cette approche représente cependant une certaine limite du raisonnement utilisé.

Dans le bassin versant de l'Arroux-Bourbince, l'arrêt de la centrale thermique de Lucy a été l'argument avancé par le préfet pour justifier l'arrêt de la procédure du SAGE engagée six ans plus tôt. Cette centrale prélevait de l'eau et la relâchait dans le canal, lui-même le restituant à la Bourbince. Ainsi, en raison de cet arrêt d'usine, la notion de pénurie n'est plus à l'ordre du jour de la gestion collective de l'eau dans ce bassin versant, qui, compte tenu de son substrat géologique, ne dispose presque pas de nappes souterraines. Les eaux de surfaces (ruisseaux, étangs, etc.) sont en revanche très importantes. Certaines constituent des réserves d'eau potable et d'autres servent à alimenter le canal. Pour autant, un représentant de VNF nous a expliqué les besoins sont actuellement plus importants que les capacités de stockage du canal du Centre. Ce bassin versant représente donc un paradoxe entre une présence d'eau en quantité très importante et une pénurie possible. Une des personnes interrogées a ainsi déclaré : « Le Creusot n'a pas d'eau. » Effectivement, le manque d'eau est très ancien sur ce territoire. Dès l'époque du développement industriel, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les ressources ont manqué. Cela a donné lieu à nombre de projets tels que des dérivations de cours d'eau et des constructions de retenues, dont l'étang de la Noue (1915) et le barrage du Martinet (1904) et de Saint-Sernin-du-Bois (1921), financés par la société Schneider, le dernier étant le lac de la Sorme (1971), qui a servi à apporter de l'eau à l'usine Michelin de Clamecy, mais aussi à produire de l'eau potable et à écrêter les crues de la Bourbince. Sur ce territoire, la pénurie a été traitée par une maîtrise de l'hydraulique. Le futur modelé par le changement climatique pourrait accentuer le phénomène d'eau chaude, plusieurs fois cité par nos interlocuteurs, et qui serait susceptible d'aggraver des risques d'eutrophisation, auxquelles les retenues ci-dessus sont sensibles.

Le bassin versant de l'Armançon présente quant à lui des contrastes très forts entre l'amont et l'aval. En termes de paysages, l'amont est très marqué par la présence de nombreuses prairies d'élevage, contrairement à l'aval. L'amont du bassin versant est sensible aux étiages alors que l'aval est sensible aux inondations. Celles-ci ont été régulées par des ouvrages et des barrages. La problématique d'inondations domine. Pour autant, la pénurie peut exister comme lors de la canicule de 2003. Une association de défense de l'environnement alerte sur les étiages en tête de bassin, et cette canicule a marqué les esprits notamment à l'amont, puisqu'il a fallu subvenir au manque d'eau en raison des besoins très forts pour la population et pour l'abreuvement des nombreuses bêtes : on y compte deux bovins pour un homme. Sur ce territoire, la pénurie est cependant vécue comme une situation transitoire alors que les inondations sont davantage formulées comme un problème. Les citations suivantes en attestent : « Après, quand il y a vraiment un problème d'eau, il faudrait peut-être six mois sans qu'une goutte d'eau ne tombe, et puis que ce soit en plein été. Après, mais bon, ça ne s'est

jamais vu, autant les inondations ça revient régulièrement, autant les périodes de sécheresse c'est quoi, trois, quatre mois et après il repleut, un orage, c'est reparti. » C'est donc dans le bassin de l'Armançon l'inondation qui est surtout formulée comme un problème : « L'eau, on ne l'arrête pas », ou encore : « Pour les inondations, on est moins bien outillés que pour la sécheresse. La sécheresse, ça se joue avec des camions, des citernes, alors que l'eau, on subit. On est impuissants. » L'année 2003 a marqué les esprits, car il a fallu s'adapter, ce qui a été un support d'apprentissage et a motivé la création de nouvelles ressources en utilisant l'eau de carrières à l'amont du bassin versant.

A travers ces trois exemples, le manque d'eau n'est écarté d'aucun des bassins versants. Le déficit ne se traduit pas par la pénurie, car les besoins sont couverts : de l'eau est acheminée d'ailleurs ou la pluie reprend. L'eau ne manque donc pas au robinet. Pour autant, qui sait si la pénurie ne guette pas ?

Face à des situations d'impasses, il faut parfois aller chercher l'expérience ailleurs. Nous sommes allées la chercher chez le facétieux Nasr Eddin Hodja, qui ne manque pas d'inventivité, et qui raconte : « Voilà plus de six mois qu'il n'a pas plu. La rivière est complètement à sec. Les pluies sont devenues des pièges à rats. Le manque d'eau est si critique qu'on finit par se décider. Il faut aller voir Nasr Eddin et lui demander s'il connaît un moyen de faire venir la pluie. En réponse, le hodja ordonne qu'on lui apporte un gros baquet plein d'eau. Ce n'est pas chose facile, il faut procéder à la collecte dans tout le village pour réunir la quantité voulue. Le baquet est enfin rempli. Nasr Eddin ôte sa chemise puis entreprend de la laver avec un morceau de savon. Tous alors de se récrier violemment : « Honte sur toi, Nasr Eddin ! Impie ! Fils de chien ! Nos enfants n'ont même plus d'eau à boire et toi tu as l'audace de faire ta lessive. » Nasr Eddin rétorque sans cesse : « Moi, je sais ce que je fais, je sais ce que je fais. » Et il continue, imperturbable, sous les insultes. Après quoi, sa lessive terminée, il gagne la cour pour mettre sa chemise à sécher. Immédiatement, un gros nuage noir se forme. Il se met à pleuvoir abondamment. « Ne savais-je pas ce que je faisais ? » triomphe Nasr Eddin au milieu des paysans heureux et stupéfaits : « C'est à chaque fois la même chose quand j'étends mon linge » ajoute Nasr Eddin. »

**Marie-Hélène Vergote**, Maître de conférences en sciences de gestion, UMR CESAER : « Nous rions de ces croyances, sachant que celles-ci n'ont pas de pouvoir sur la pluviométrie. Mais lorsque la pluie manque, nous avons besoin que quelqu'un nous dise ce qu'il en est. Aujourd'hui, Monsieur Météo donne tout au plus des prévisions. Et, à long terme, ce sont les climatologues. La pluie demeure un phénomène très difficile à prévoir.

L'eau peut parfois manquer, mais quelles sont nos pénuries vécues ? Chacun a gardé à l'esprit l'été 2003, pendant lequel des humains sont morts de déshydratation. Nous avons ainsi appris qu'il faut prendre soin des vieillards en période de forte chaleur. Je vous propose de revenir sur l'été 2015 en Bourgogne, période à laquelle c'est surtout le milieu qui a été impacté. Face à la chaleur et à l'absence de pluies, plusieurs incendies se sont déclarés en Côte-d'Or, autour de Chenôve notamment. Un premier feu a consumé près de 80 hectares. L'animateur du bassin versant concerné par l'approvisionnement des lances à incendie a expliqué que l'eau allait venir à manquer si les feux s'étaient poursuivis. Ce cas d'incendie révèle la proximité des limites de la ressource locale en eau, à défaut de pénurie rencontrée en pratique. Toujours pendant l'été 2015, au fur et à mesure des baisses des débits d'eau dans les rivières bourguignonnes, les arrêtés de sécheresse se sont succédé et ont donné lieu à des restrictions d'usages tels que l'arrosage par les particuliers. Selon la DREAL, la végétation a peu souffert et l'impact de la sécheresse a été limité par les réserves hydriques du printemps. Le 21 juillet 2016, une radio locale a traité le sujet des arrêtés de sécheresse dans seize bassins versants de Côte-d'Or. Le débat s'est alors ouvert sur trois aspects :

- Comment faire respecter les restrictions ?
- Comment le milieu est-il affecté ? Comment protéger les poissons ? Faut-il pratiquer des pêches de sauvegarde ?

- Comment retenir l'eau sur le territoire ? Lors de son interview, le Président d'une société de pêche expliquait que les anciens avaient construit de seuils qui permettaient de retenir l'eau, et que les restrictions étaient inadmissibles puisque l'on ne la retient plus.

Au travers de ces interprétations de l'origine de la pénurie, les hypothèses émises sur la pénurie d'eau concernent les saisons, la météorologie et les situations particulières telles qu'un incendie, mais aussi le rôle du politique qui édicte des règles et les faire appliquer et de la gestion publique qui aménage afin d'amener l'eau où elle ne se trouve pas. L'origine de la pénurie dépend aussi de la compréhension de ce qui retient l'eau sur le territoire. En raison de toutes les questions qu'elle soulève, la pénurie est une prise sur le futur. Elle révèle le caractère fini des ressources. Elle préfigure les besoins à venir. Elle rend saillants certains enjeux. Elle matérialise ainsi les résultats de la gouvernance et de la gestion de l'eau menés sur le long cours.

Dans le cadre du projet HYCCARE, nous nous sommes intéressés aux aspects liés à la gouvernance de l'eau. Il paraît important de faire exister la pénurie avant qu'elle arrive. Que faire face à ce danger ? S'agit-il de mieux faire circuler l'eau, pour la chercher l'eau là où elle se trouve, et la déplacer ? Faut-il baisser le niveau de consommation durablement, voire définitivement ? Mais alors, qui devra consommer moins ? S'agit-il de multiplier les infrastructures : retenues irrigations, usines d'assainissement, etc. ? Faut-il réintroduire les mécanismes naturels de régulation (là où ils avaient été écartés : zones humides, plantations de haies, arrêt du drainage) ? Ces différentes questions sont discutées au sein des SAGE, véritable dispositif de gestion de l'eau. Leur cadre est complexe, éclaté, voire insaisissable, et les compétences de l'eau sont distribuées : certains sont spécialistes de l'eau, d'autres de l'assainissement, de la prévention des inondations, du milieu, etc. Ces compétences s'emboîtent ou se chevauchent et doivent communiquer entre elles aux différentes échelles des communes, des intercommunalités, des départements, des bassins versants.

Dans cette nébuleuse de la gestion de l'eau, nous avons choisi d'observer la CLE, instance locale de concertation sur gestion de l'eau au niveau d'un bassin versant, dans le cadre d'un SAGE. Les CLE sont apparus comme un espace fédérateur où pouvaient émerger des débats sur la perspective de pénurie d'eau. La composition d'une CLE est arrêtée par le préfet et présente la richesse de réunir beaucoup de parties prenantes : représentants de collectivités territoriales, des services de l'Etat (ONEMA, Agences de l'eau,...), représentants d'usagers, agriculteurs, industriels, carriers, etc.

La gestion quantitative est l'un des outils des SAGE pour reconquérir la qualité de l'eau, mais non le seul, et est incluse dans leur élaboration, donc abordée dans les CLE. Nous avons observé les délibérations d'une commission technique de la CLE du bassin versant de la Tille sur la question de la gestion quantitative, qui se pose dans ce territoire. La concertation a donc porté en particulier sur les volumes prélevables dans ses cours d'eau et sur la répartition entre usages. Dans ce contexte, nous avons constaté qu'il est difficile de faire exister l'idée de pénurie, malgré l'existence de messages scientifiques clairs.

Quelles sont les limites de ce cadre de travail dans la perspective de l'adaptation au changement climatique et à la menace d'une pénurie ? Une fois traduite en nombres, la ressource se prête à des calculs de répartition. Ce faisant, le nombre se fige et crée la certitude que le volume attendu sera présent, par exemple dans cinq ans. Dans ce cadre, les tensions ne peuvent être perçues. Pour éclairer cette difficulté à faire exister la pénurie, nous avons repéré deux aspects :

- d'une part, les difficultés du débat participatif. Le débat est pris entre de multiples contraintes. Malgré la diversité des participants, ce qui augure d'un débat riche, celui-ci est finalement ambigu du fait du manque de temps, et également de l'injonction du consensus qui doit en ressortir et des notions hydrologiques que les débats nécessitent, qui provoquent des asymétries entre participants ;
- d'autre part, le SAGE apporte plus un cadre de régulation et de discussion qu'une finalité d'actions directes. Les débats portent sur des règles et non sur ce qui sera fait collectivement.

Les asymétries entre les représentants sont multiples :

- Certains d'entre eux ne participent pas au même titre aux débats de la commission technique, étant professionnels ou, au contraire, bénévoles. Ainsi, ils ne disposent pas des mêmes ressources, par exemple pour imprimer la volumineuse documentation liée aux SAGE ;
- Chacun apporte ses savoirs scientifiques, techniques et pratiques. Néanmoins, il n'est pas forcément aisé de prendre part aux débats techniques si l'on ne maîtrise pas les indicateurs hydrologiques ;
- les participants ne défendent pas les mêmes intérêts sectoriels. La défense de l'accès à l'eau ne prend pas forcément la même signification selon que les intérêts sont individuels ou collectifs. Les points de vue diffèrent aussi selon les échelles. L'AERMC met en avant les solidarités en amont et aval du bassin du Rhône, et le raisonnement est différent à l'échelle du bassin local.

Certains participants affirment ainsi que « le consensus, c'est quand ceux qui ne sont pas d'accord se taisent. » Les asymétries limitent probablement de la sorte la liberté de parole de certains participants.

Dans l'ensemble des bassins versants, nous avons constaté une dissociation entre « participer » et « faire ». Participer consiste essentiellement à délibérer. A cet égard, la CLE est un lieu de concertation et de planification, mais elle n'est jamais maître d'ouvrage, puisqu'elle ne possède pas de budget propre. Les budgets sont portés par des contrats territoriaux, dont dépend la mise en œuvre. La CLE missionne des cabinets pour réaliser des études, puis délègue les actions à des contrats territoriaux. Elle élabore des règles qui peuvent être transposées dans le champ de l'urbanisme et peut créer des groupes de travail *ad hoc* : c'est le cas d'un groupe d'agriculteurs dans le bassin de l'Armançon, où l'on parle de l'action, ce qui modifie les modalités de la participation. Au sein des recherches menées sur la question de la participation, participer pour discuter de l'action émerge comme un ressort important d'une implication responsable des acteurs. D'ailleurs, au moment de la création des CLE, des communautés locales de l'eau devaient aussi être créées, qui devaient, en complément des CLE, être des lieux de prise de décision collective et de maîtrise d'ouvrage. La CLE ressemble ainsi en quelque sorte à « une tête sans bras. »

Il est très difficile de faire exister l'idée de pénurie dans la gestion de l'eau, mais celle-ci n'est pas seule en cause. D'autres aspects socio-économiques, voire anthropologiques, entravent la possibilité de faire exister cette idée dans les esprits. Certains besoins en eau ne sont pas vitaux, mais dictés par d'autres impératifs tels que les signes extérieurs de richesse tels que la pelouse bien verte en été ou la piscine. Par ailleurs, certains choix d'aménagement n'ont pas pris l'eau en considération, ce qui est le cas de l'imperméabilisation des sols, par exemple. Par-dessus tout, les sociologues de l'environnement indiquent également que l'être humain a beaucoup de mal à penser une nature qui a perdu sa stabilité.

En conclusion, l'adaptation au changement climatique déborde le champ de la gestion de l'eau. Nous proposons donc un changement de posture, pour passer de l'idée que l'eau est une ressource immuable à l'idée que l'eau est une ressource sacrée. L'adaptation est souvent pensée en termes de restriction d'usage, mais il semblerait préférable de modifier la structure de nos besoins en eau, ce qui suppose de les problématiser et de les prioriser. Ainsi, à quel besoin répond une chasse d'eau, à laquelle des alternatives telles que les toilettes sèches existent ? Par ailleurs, nous allons chercher de l'eau pour éteindre les incendies, mais en zone méditerranéenne, il est fait appel à l'entretien des espaces par le pâturage, afin de limiter leur propagation. Ces deux exemples souhaitent souligner la possibilité de débattre de nos besoins.

Il s'agirait de la sorte de passer de la contrainte à la créativité et de concrétiser notre envie de faire. Dans le cadre du programme HYCCARE, nous avons participé à des séances de *design territorial* sur ce dernier aspect, et elles seront présentées ci-dessous. Elles illustrent toute la richesse des ressources locales pour l'adaptation au changement climatique. »

## Table ronde

**Patrice Bouillot** : « Les citoyens et les élus ont-ils véritablement pris conscience de la pénurie, et de ses enjeux, alors que l'eau continue de couler de leur robinet ? »

**Michel Lenoir**, Président de la Commission Ressource en eau de la CLE de la Tille : « Je ne partage pas tous les points de vue de Marie-Hélène Vergote, puisque les consommateurs d'eau sont particulièrement sensibles aux arrêtés préfectoraux de sécheresse et sont sensibilisés à cette problématique grâce au relais des mairies. Les communes assurent un important travail de prévention. Pour preuve, la consommation d'eau potable baisse de quelque 3 % par an depuis plusieurs années. »

**Jean-Marc Guilhem**, Président du Syndicat intercommunal d'étude et d'aménagement de l'Arroux : « Les citoyens ont en effet tendance à réduire leur consommation. Les agriculteurs, dont je fais partie, ont parfaitement conscience des risques que fait peser la pénurie qui peut réellement poser problème si les animaux ne peuvent être abreuvés, ni les plantes arrosées. Sur le bassin versant, la situation est parfois critique. »

**Jean-Pierre Chantepie**, Vice-Président du Syndicat du bassin versant de l'Armançon : « Une baisse de la consommation a également été constatée sur notre bassin versant. Un nombre croissant de personnes installent à leur domicile un collecteur d'eau, grâce auquel ils pourront arroser. Si la vallée sur laquelle je travaille connaît le plus souvent un excès de pluie, il arrive que les réserves viennent à manquer sous l'effet de la sécheresse. »

**Michel Lenoir** : « Une promenade en forêt suffit à constater un dépérissement des chênes pédonculés. Un plan d'action a été établi pour l'ONF afin de planter des arbres de cette essence moins sensibles au stress hydrique. A force d'entendre parler du réchauffement climatique, le grand public commence à prendre conscience de la pénurie. »

**Patrice Bouillot** : « Le portrait dressé par les deux chercheuses est-il conforme à la vision que vous avez de votre territoire ? »

**Michel Lenoir** : « L'étude minimise la coopération au sein de la CLE ainsi que les décisions prises par cette instance. Des études ont été menées et des concertations ont été organisées dans le cadre du SAGE. Le temps est n'est toutefois plus aux études, mais bien à l'action. La police de l'eau, chargée de la répartition et des révisions d'autorisation de captage des ressources, prépare les arrêtés préfectoraux, qui peuvent se traduire par une réduction de moitié (de 1500 à 750 m<sup>3</sup> par jour) des autorisations de pompage. La situation est particulièrement difficile dans le bassin dijonnais, où la pression urbaine est la plus forte. La conjugaison d'une augmentation de la population et d'une diminution des ressources impose de se tourner vers la Saône. A ce titre, il est regrettable que le projet HYCCARE ne tienne pas compte de cette rivière qui alimente une grande partie du bassin du Dijonnais, où se concentrent 300 000 habitants. »

**Jean-Marc Guilhem** : « La présentation confirme bien que notre bassin versant, avec une ressource plutôt superficielle coulant sur un terrain granitique, et confronté à la sécheresse, est fragile. L'absence de SAGE sur notre territoire constitue un véritable écueil qui limite la concertation et la prise de décision. Il est crucial que cet outil soit de nouveau mis en place. Sa disparition après six ans d'existence est d'autant plus regrettable qu'il était sur le point de déboucher sur des résultats. Il arrive que les décisions désormais prises par la DDT soient un peu arbitraires. Le choix de capter sur l'Arroux, par exemple, a conduit à des restrictions d'arrosage qui ne semblent pas pertinentes : alors que son débit actuel est de 750 litres par seconde, il est interdit d'arroser alors qu'il était possible de le faire en 2003, quand le débit au plus bas n'était que de 250 litres par seconde. En tant que Président du syndicat de l'Arroux, j'ai dû me battre pour obtenir le droit que les quelques habitants de la zone aient le droit d'arroser raisonnablement. »

**Jean-Pierre Chantepie** : « Le bassin de l'Armançon diffère grandement d'un bout à l'autre : alors que la partie qui se trouve en Côte-d'Or est plutôt sèche (vallées encaissées), celle qui se trouve dans

l'Yonne est plus humide et la partie Armanche – sur laquelle je travaille – est constituée essentiellement de vallées très humides. Le SAGE a permis de prendre en compte cette diversité et de faire travailler ensemble les différents acteurs. Toutefois, trop peu d'interlocuteurs sont malheureusement au fait du SAGE. La constitution d'un nouveau syndicat, baptisé SNBVA, va nous amener à réaliser un travail de terrain pour transmettre l'intérêt de réfléchir à l'échelle du bassin. »

**Patrice Bouillot** : « Le SAGE offre-t-il une solution adaptée pour anticiper et agir face à la pénurie d'eau ? »

**Michel Lenoir** : « En l'état actuel de la législation, le SAGE est une bonne solution. La CLE régleme la consommation et l'usage de l'eau, ce qui me permet, en tant que Président de syndicat d'eau, de suivre de près la consommation de milliers d'habitants et, éventuellement, de donner un avis négatif sur un PLU si la fourniture d'eau ne peut être garantie. Expliquer une telle décision aux communes qui souhaitent d'urbaniser n'est jamais simple. »

**Jean-Pierre Chantepie** : « Le bureau d'étude chargé d'aider la commune dont je suis le maire à réaliser son PLU n'avait pas tenu compte du SAGE ni du contrat global. Ce point ne devra pas être négligé à l'avenir avec la mise en place des SCOT ».

**Jean-Marc Guilhem** : « Le SAGE se doit non seulement d'être l'instance où sont regroupées l'ensemble des connaissances sur un bassin versant, mais aussi de diffuser auprès des élus les informations pertinentes afin qu'ils prennent des décisions ne toute connaissance de cause. »

**Sandrine Petit** : « Nous avons au cours de nos travaux été amenées à rencontrer des élus convaincus de l'intérêt d'un travail à l'échelle du bassin. Notre étude ne conclut pas à un manque de concertation au sein des CLE. Toutefois, plusieurs points négatifs sont revenus fréquemment lors des entretiens que nous avons réalisés, en particulier la complexité et l'opacité de leur fonctionnement. L'absence d'implication des membres représentants le département et la région (trois élus sur un collège d'une quinzaine de personnes) a notamment été relevé. L'absence de débat en interne, le jargon administratif et l'abus de formalisme (calendrier strict, nombreux protocoles à respecter...) ont aussi été pointés. Voilà pourquoi nous avons proposé des pistes destinées à renforcer la participation, à l'opposé d'un débat d'experts excluant certains interlocuteurs. Il est compréhensible que ce diagnostic ne soit pas facile à entendre pour les personnes fortement impliquées dans les CLE. »

**Michel Lenoir** : « L'analyse est juste. Les représentants de la société civile, qui ont accepté une responsabilité, doivent néanmoins faire l'effort de s'appropriier le fonctionnement et la réglementation du SAGE. Ce travail est trop souvent négligé, pénalisant par là même le crédit qui peut être accordé à leurs critiques. »

**Marie-Hélène Vergote** : « Les personnes que nous avons rencontrées sont tiraillées entre leur envie de participer aux échanges au sein d'une instance censée être ouverte à l'échange et leurs doutes quant à l'issue des débats. L'effort que suppose l'appropriation des textes se heurte au manque de temps, mais aussi à des problèmes pratiques. A titre d'exemple, imprimer les documents pour pouvoir les lire et les annoter réclame un investissement qui ne doit pas être négligé. »

**Jean-Pierre Chantepie** : « Le développement rapide de l'agriculture il y a trente ou quarante ans a conduit à drainer et à acheminer l'eau le plus vite possible vers les rivières. Aujourd'hui, l'assainissement des forêts (par la création de grandes lignes et de fossés, mais sans réservoirs), grâce à des subventions européennes, est une aberration alors que les forêts humides étaient des réservoirs importants. »

**Annie Clément**, M5iES, Cabinet d'ingénierie : « Une réflexion est-elle menée sur le choix des cultures et les techniques d'arrosage ? »

**Jean-Pierre Chantepie** : « De nombreuses forêts sont gérées par l'État, par le biais de l'ONF qui, à notre grand regret, ne semble pas très investi dans cette réflexion. Les deux forêts à proximité

desquelles je vis sont confrontées à un même problème : elles se vidangent à une vitesse incroyable, au point d'aboutir à l'inondation de terrains qui n'étaient pas inondables par le passé. La poursuite du bétonnage, l'artificialisation des sols ainsi que la création de fluviales dans lesquelles sont déversées l'ensemble des assainissements individuels ont des conséquences qui méritent réflexion. »

#### *Echanges avec la salle*

**Anonyme** : « Dans le bassin de la Tille, l'aquifère est alimenté par des calcaires, sous une zone karstique. Dans quelle mesure la source de la Bèze peut-elle comporter des ramifications souterraines soit vers la Bèze, soit vers la Tille, ce qui permettrait à cette dernière de recevoir plus d'eau ? »

**Clément Doney** : « Ces zones calcaires sont karstifiées, et la connaissance de ces zones de karst, donc des relations entre ces deux bassins, est très difficile en raison de la méconnaissance des réseaux souterrains. Quelques traçages réalisés dans le secteur apportent des informations, mais celles-ci restent imprécises. »

**Michel Lenoir** : « Je connais bien ces lieux où les réseaux de karts sont nombreux, où se rejoignent le plateau de Langres et la plaine de la Saône. Le bassin de la Tille est à moitié karstique. Je me suis rendu l'année passée aux grottes de Bèze, où la municipalité envisageait d'interdire la circulation des barques à fond plat du fait d'un grand manque d'eau. Malheureusement, les sources de la Tille étaient dans le même état. »

**Colette Vallée**, CNCE Bourgogne : « Les enquêtes publiques que j'ai été amenée à réaliser sur les PLU de petites communes m'ont prouvé que les bureaux d'études peinent à intégrer les orientations des schémas d'aménagements (par exemple celles du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux, SDAGE) ou se focalisent sur le risque d'inondation pour lequel ils peuvent s'appuyer sur des outils existants (plan de prévention, cartes...). La pénurie d'eau n'est que rarement prise en compte faute d'outils équivalents. »

**Michel Lenoir** : « La prise en compte du risque de pénurie est en effet récente. Le SCOT du Dijonnais n'a toutefois pas manqué d'inclure cette problématique dès son origine en 2010. »

**Jean-Baptiste Poursin**, Président d'Aproloing : « Aproloing une association de l'Yonne dont l'objet est la protection de la vallée du Loing. La destruction actuelle des seuils et des biefs représente-t-elle vraiment un outil de gestion de la pénurie de demain ? Il ne faudrait pas que l'on se rende compte demain que ces ouvrages, une fois supprimés, auraient pu jouer un rôle, de la même façon que l'on a arraché les haies à une certaine époque, pour les recréer aujourd'hui. »

**Jean-Pierre Chantepie** : « Il est difficile d'expliquer à la population pourquoi le choix peut être fait d'enlever des barrages et des biefs au nom de la continuité écologique. D'autres moyens existent pour ralentir les cours d'eau et ainsi élever leur niveau, comme la recréation de méandres, qui stockent de l'eau tout en assurant la continuité écologique. Ceci étant, la question des biefs d'alimentation des moulins est peut-être un cas spécifique. En tant qu'ancien Président, aujourd'hui premier Vice-président du SNBVA, j'estime que ce type de barrages doit être maintenu, dès lors qu'ils sont entretenus. »

**Jean-Marc Guilhem** : « Leur création avait pour but d'assurer une ressource en eau disponible. S'il convient parfois de les aménager en s'appuyant sur des études et en concertation, ils doivent être préservés, d'autant qu'ils recèlent une valeur patrimoniale. »

**Michel Lenoir** : « Le sujet est en effet sensible et chacun se forgera son propre avis. Sur le territoire de ma commune, de vastes espaces de prairies, sur lesquels avaient été aménagés de petits barrages, servaient l'hiver de champs d'expansion des crues. Dans le courant des années 1960, la consigne a été passée de mettre en culture toutes les terres disponibles. La nécessité de produire

justifiait alors cette décision. Ces prairies humides, qui seraient bien utiles aujourd'hui, ont donc été drainées, asséchant en conséquence les forêts qui les bordent. »

**Sandrine Petit** : « La question des barrages est prégnante : elle a été spontanément abordée lors des entretiens que nous avons menés, elle est aussi actuellement au cœur de l'actualité. Des associations se constituent, qui font valoir des arguments écologiques ou patrimoniaux. Mes compétences professionnelles ne m'autorisent pas à me prononcer sur la pertinence de ces ouvrages. Cette préoccupation fait écho à des questionnements très actuels, qui intéressent la chercheuse en sciences sociales que je suis : faut-il revenir à une nature antérieure ou, au contraire, la laisser évoluer ? Différents courants s'opposent au sein même de l'écologie. »

**Alain Delaveau** : « Il semble que les élus, en particulier ceux des petites communes en régie, se soient déchargés de leurs responsabilités en matière de gestion de l'eau. Cette attitude semble légère au regard de l'importance des enjeux. Comment, donc, motiver les élus à reprendre la main ? »

**Jean-Marc Guilhem** : « Être élu suppose de l'engagement. La problématique de l'eau impose de prendre en compte tous les éléments possibles, dont l'aménagement économique. »

**Jean-Pierre Chantepie** : « Toutes les communes seront impliquées dans le syndicat de bassin, ce qui n'était pas le cas auparavant. Ce point est crucial. Notre travail consistera à le réunir et à les sensibiliser à l'intérêt d'un syndicat de bassin et d'un contrat global. La communication est fondamentale pour éviter que les élus ne se saisissent de la question de l'eau que quand surgit un problème. »

**Michel Lenoir** : « La loi prévoit que les maires et les syndicats intercommunaux sont responsables de la distribution de l'eau. Il est regrettable, et inquiétant, que certains ne s'y intéressent pas outre mesure. »

**Marie-Hélène Vergote** : « Les élus que nous avons rencontrés se sont montrés particulièrement concernés, parfois en raison de leur expérience personnelle, par la question de l'eau. Au cours des présentations de l'étude, de nombreuses questions ont été soulevées au sujet de l'aménagement du territoire : imperméabilisation des sols, urbanisation, maintien ou pas des moulins et des seuils, etc. Localement, de nombreuses personnes ont mené des réflexions et se sont livrées à des observations. Il y aura probablement des connaissances à stabiliser pour mieux les partager. »

**Michel Lenoir** : « Je ne suis pas favorable à la délégation – prévue par la loi NOTRe – de la compétence eau à la communauté de commune. Les syndicats d'eau actuels, qui regroupent des communes réparties sur plusieurs bassins versants, fonctionnent bien sans rien coûter à l'État. Ce sont consommateurs qui assurent le financement de la politique de l'eau. L'État réduit drastiquement le budget des Agences de l'eau (quelque 700 millions en moins en trois ans pour l'Agence Rhône Méditerranée Corse) sans réinvestir cette manne dans le renouvellement des réseaux, la recherche de nouvelles ressources ou la lutte contre le changement climatique. »

**Sandrine Petit** : « Le rapport Lesage sur les politiques de l'eau, publié en 2013, soulevait qu'il manque un « récit de l'eau » (comme il en existe un pour le réchauffement climatique), c'est-à-dire un récit, écrit collectivement, des connaissances partagées qui favoriserait l'appropriation des enjeux de l'avenir concernant cette ressource. Un tel récit permettrait de dépasser les approches cloisonnées. »

## De l'eau à l'aménagement du territoire : vers des initiatives locales ?

### Les ateliers du climat : pour quoi ? Comment ?

**Anne-Cerise Tissot** : « Les ateliers du climat ont été prévus très tôt dans le cadre du projet HYCCARE. L'idée de ces ateliers consiste à mettre en place des temps de travail participatifs sur le changement climatique et ses effets sur la ressource en eau. Il s'agit de lieux d'observation complémentaires aux entretiens et aux participations aux CLE pour les chercheurs qui ont travaillé sur l'axe 2. Ces ateliers ont mis en débat le changement climatique dans un cadre informel et ont permis de nourrir la réflexion de Sandrine Petit et de Marie-Hélène Vergote. Ces ateliers du climat ont également permis de restituer les premiers résultats obtenus au titre de l'axe 1 du projet.

Ces ateliers sont ancrés sur des territoires : il s'agissait de leur être utiles en travaillant de manière informelle (hors des CLE) et prospective sur les thématiques de la gestion et de la planification de l'eau. Pour aboutir à ces objectifs, la méthode du *design territorial* a été retenue. Cette méthode consiste en fait à de la prospective territoriale créative et participative. Elle permet de se projeter et d'imaginer les futurs possibles, de mettre les participants en action (les rendre acteurs) et, par là même, de créer une culture commune autour de la question débattue.

Dans le cadre des ateliers du climat, des objectifs et le fil rouge ont été construits par les chercheurs du projet HYCCARE, par les animateurs territoriaux et par des prestataires spécialistes du *design territorial*. Ils ont permis de réfléchir et d'imaginer les territoires sous l'influence d'un changement climatique qui modifierait la disponibilité en eau. Ces ateliers ont eu lieu sur les territoires de l'Armançon (début 2015, avec l'animatrice Lucile Gaillard). Ils ont ensuite été organisés fin 2015 dans le bassin de la Tille, étendu aux bassins de l'Ouche et de la Vouge. Ces trois bassins versants sont contigus et interconnectés. Ils partagent des enjeux communs sur la gestion quantitative de l'eau et sont tous implantés au sein de l'aire urbaine du Grand Dijon.

A fil de ces deux sessions d'ateliers, les animateurs ont co-construits les objectifs, le déroulé et le fil rouge avec les chercheurs. Le contexte était néanmoins différent entre les deux territoires : ils ne présentent pas les mêmes enjeux ni le même état d'avancement des outils de planification et de gestion. Les ateliers de l'Armançon se déroulaient ainsi sur un territoire qui compte un SAGE et une CLE alors que, dans la deuxième session d'ateliers, trois SAGE, trois CLE et une inter-CLE étaient représentés. Cette deuxième session bénéficiait également du retour d'expériences des ateliers de l'Armançon et des avancées des travaux d'HYCCARE.

Dans les deux cas, deux temps distincts de réunions ont été mis en place afin que les participants aient le temps d'assimiler les premiers éléments et, si besoin, pour adapter les ateliers suivants selon les retours de la première réunion.

Après un temps d'introduction expliquant le cadre et les objectifs, le déroulement des ateliers a été le suivant :

- Travail sur la perception du changement climatique en petits groupes de 2 ou 3 personnes (interviews mutuelles), afin de connaître quel est le vécu de chacun sur ce sujet, avant des échanges en plénière sur ces perceptions ;
- Confrontation de ces perceptions aux résultats scientifiques du projet HYCCARE. Les chercheurs ont d'abord présenté leurs résultats, avant une phase de questions-réponses ;
- Mobilisation des connaissances scientifiques et réflexion des acteurs locaux sur les conséquences territoriales du changement climatique et des impacts sur la ressource en eau et sur les activités locales ;
- Etablissement de pistes d'adaptation : travail sur des scénarios locaux ;
- Zoom sur un projet concret ou sur un support de communication sensibilisant la population et/ou les élus sur le changement climatique (travaux en groupes).

Ces ateliers ont toujours été interactifs – travaux de groupes, échanges intergroupes et plénières – et les fruits de ces travaux sont véritablement collectifs. La participation a été satisfaisante : plus de 40 personnes ont participé à chaque session et la fréquentation n’a pas diminué entre les deux réunions. La représentativité des différents acteurs a été assurée. La méthode du *design territorial* a permis d’obtenir des échanges riches et constructifs entre les acteurs malgré le scénario de pénurie d’eau qui aurait pu créer des tensions en raison des usages de chacun. L’état d’esprit était constructif. Cela a permis de créer une culture commune entre les participants, de promouvoir le dialogue et d’impulser une dynamique collective constructive.

Les objectifs du projet – alimenter la réflexion de l’axe 2 et restituer les premiers résultats de l’axe 1 – ont été largement atteints. L’expérience de co-construction avec les animateurs, la méthode innovante de *design territorial* et le rapport direct entre acteurs et chercheurs ont également apporté de grandes satisfactions. Enfin, ces ateliers ont permis d’infléchir certains travaux du projet HYCCARE et de réfléchir aux liens entre connaissance et action. Des comptes rendus des deux sessions (exhaustifs pour l’Armançon et synthétiques pour la Tille, l’Ouche et la Vouge) sont téléchargeables sur le site d’Alterre Bourgogne.

### Table ronde

**Lucile Gaillard**, Animatrice du SAGE de l’Armançon, Syndicat du bassin versant de l’Armançon : « Mon syndicat a été sollicité par le projet HYCCARE au début de l’année 2014 dans un contexte idéal : le SAGE local avait été adopté en 2013 et les élections municipales approchaient, avec de probables modifications de la composition de la CLE de l’Armançon. La proposition d’HYCCARE répondait à la problématique locale de mobiliser et de fédérer les élus de cette nouvelle assemblée. Elle constituait donc une véritable opportunité.

Les objectifs fixés localement pour ces ateliers étaient de se connaître, de se mettre en position de travailler ensemble et de s’approprier les résultats scientifiques relatifs au changement climatique. De manière moins visible, je souhaitais aussi que les sociologues intervenant dans le cadre d’HYCCARE évaluent le fonctionnement de la CLE locale. »

**Julien Moreau**, Animateur du SAGE de la Tille, EPTB Saône et Doubs : « J’assure l’animation du SAGE de la Tille. A ce titre, à la période du lancement d’HYCCARE, le SAGE et la CLE réfléchissaient sur la gestion de la crise à travers une série d’études. Le bassin versant de la Tille et ses voisins de l’Ouche et de la Vouge sont reconnus pour un déficit quantitatif en eau et sont classés en ZRE. La proposition de mise en place d’un atelier du climat sur le bassin versant de la Tille correspondait donc à un besoin de réflexion collective au sein de la CLE.

Pour une plus grande cohérence, les acteurs du bassin versant de la Tille ont rapidement proposé d’étendre ces ateliers du climat à l’ensemble du secteur, en incluant donc dans la réflexion les bassins versants de l’Ouche et de la Vouge. Cette proposition a été acceptée par le collectif de recherche d’HYCCARE. Les objectifs de ces ateliers correspondaient à une réflexion sur le changement climatique, notion parfois complexe, à une transmission de ces éléments aux acteurs locaux et à une initiation une dynamique cohérente à l’échelle d’un territoire adapté. »

**Nicolas Boillin**, Animateur du SAGE de la Vouge, Syndicat du bassin versant de la Vouge : « Je confirme et je partage les analyses d’Anne-Cerise Tissot et de Julien Moreau. Je souhaitais personnellement réunir les acteurs parfois disparates de la thématique de l’eau et objectiver la pénurie à venir sur le territoire des trois bassins versants, et je compte poursuivre sur mon territoire ce travail novateur par ateliers. »

**Lucile Gaillard** : « La méthode de *design territorial* a été jugée très pertinente du fait de sa créativité et de son originalité. Elle peut aussi déstabiliser certains participants qui ont eu des difficultés à se projeter à la place d’autres acteurs, par exemple, lorsqu’un jeu de rôles a été organisé. Ces ateliers du climat se sont déroulés dans un état d’esprit constructif et dynamique. Contrairement aux trois

bassins versants de l'aire dijonnaise, le bassin de l'Armançon n'est pas dans une situation d'urgence en termes de pénurie en eau. Les ateliers ont donc été plus ludiques, la conscience de l'enjeu futur de pénurie étant assez faible. »

**Julien Moreau** : « Je confirme que ces ateliers étaient très constructifs. Cet état d'esprit a été favorisé par le cadre informel des réunions qui ont largement dépassé le cadre des CLE, notamment grâce à la participation d'usagers du territoire. Ces ateliers ont permis de faire converger les points de vue dans un climat serein de co-construction. »

**Nicolas Boillin** : « Les participants n'assistaient pas à ces ateliers pour défendre leurs intérêts personnels. La parole était ainsi plus libérée et les échanges plus constructifs. Ces réunions privilégiaient l'écoute et le partage. »

**Lucile Gaillard** « La question examinée mérite la poursuite de la réflexion au sein des bassins versants. Il s'agit déjà de communiquer et de restituer largement les résultats de ces ateliers et des résultats d'HYCCARE aux usagers. Cette communication a pour but de déclencher une prise de conscience sur le changement climatique et ses incidences sur l'eau. »

**Julien Moreau** : « La volonté de poursuivre ces ateliers territoriaux s'est exprimée, mais il faut encore en définir les modalités. La profession agricole, très touchée dans ses usages, souhaite réellement continuer ces échanges. Les trois bassins versants (Tille, Ouche et Vouge) initient différentes suites à ces travaux : il s'agit en particulier d'un partage des connaissances sur les usages et les pratiques respectives sur les différents territoires, puis d'une poursuite de la dynamique impulsée par les ateliers du climat, avec des approches plus sectorielles. »

**Nicolas Boillin** « Des réunions de partage et d'échange d'informations sont prévues au sein de mon bassin versant. Je regrette néanmoins la faible implication de certains élus indirectement chargés des questions d'eau, notamment au titre de l'urbanisation, dans les ateliers initiaux. »

**Catherine Schmitt**, Membre de la CLE de l'Armançon, Présidente d'Yonne Nature Environnement : « J'ai participé aux ateliers du climat peu de temps après avoir intégré la CLE de l'Armançon. Il faut tout d'abord préciser que le territoire de l'Armançon héberge la seule CLE qui couvre l'ensemble du département de l'Yonne, ce qui amène à travailler à une autre échelle. Cette CLE se situe hors du cadre administratif traditionnel, puisque son territoire se situe à la rencontre de deux régions et de trois départements. Le fait que le projet HYCCARE propose la mise en place d'ateliers du climat a été très bien reçu dans mon territoire, car la question du changement climatique manquait au SDAGE élaboré par l'agence de l'eau Seine-Normandie. J'ai apprécié le contact avec les chercheurs d'HYCCARE, bien que ces ateliers soient arrivés tôt par rapport à l'état d'avancement des projets scientifiques. Ces réunions ont néanmoins constitué une belle réussite locale. »

**Benoît Collardot**, Vice-Président de la CLE de la Vouge, Syndicat des irrigants de Côte-d'Or : « Ces ateliers ont parfait les connaissances des différents participants sur le changement climatique et à propos de ses impacts sur le territoire bourguignon. Les échanges avec les chercheurs sont entrés dans ce cadre. Les rencontres entre les différents acteurs du territoire étaient également pertinentes, car elles ont permis de riches échanges et une écoute de chacun. Au sein des irrigants de Côte d'Or, la ré-étude du schéma départemental de l'irrigation est en cours grâce notamment aux éléments prospectifs développés lors des ateliers du climat. »

**Frédéric Faverjon**, Président de l'inter-CLE, Vice-Président du Grand Dijon chargé de l'eau et de l'assainissement : « Ces ateliers du climat ont affiné la vision du changement climatique en Bourgogne. Les impacts de cette contrainte climatique seront multiples, et il est donc intéressant d'étudier comment il se déclinera. Ces indications doivent notamment être prises en compte dans les futurs investissements en équipements locaux. »

Le diagnostic concernant le changement climatique a fait consensus entre les différents acteurs qui ont su s'acculturer au sujet de leurs intérêts individuels. Le jeu de rôles constitue ainsi une bonne façon de se décentrer. La participation de citoyens non impliqués directement dans la thématique de

l'eau est l'étape ultérieure à mettre en œuvre, afin que chacun comprenne l'importance des choix opérés. »

**Catherine Schmitt** : « Un colloque sur le changement climatique a eu lieu à Dijon en octobre 2015. Des chercheurs de l'INSERM y ont présenté leurs travaux. Ce mouvement de sensibilisation doit se poursuivre et s'élargir à d'autres acteurs de la société civile et des associations. Il s'agit aussi de faire tomber les clivages professionnels entre agriculteurs, industriels et collectivités, car les solutions doivent être co-construites. »

**Maële Le Narvor**, Animatrice du contrat territorial Arroux-Mesvrin-Drée, Syndicat intercommunal d'étude et d'aménagement de l'Arroux : « Ce type d'ateliers pourrait être mis en place dans mon territoire à l'avenir. Il est par ailleurs très important de partager les apports de ces réunions à une large échelle. Les impacts du changement climatique doivent être connus des élus en charge de l'eau. Dans mon bassin versant, deux études seront réalisées en 2016 : l'une sur un diagnostic agricole et l'autre sur les zones humides. Ce sera l'occasion de coconstruire un programme d'actions sur ces deux thèmes avec les acteurs territoriaux. Il s'agira dans ce cadre de présenter les résultats d'HYCCARE dans une démarche de sensibilisation. »

**Catherine Schmitt** : « Il faut relever collectivement le défi de la gestion de l'eau en Bourgogne grâce à la connaissance des chercheurs et le savoir-faire d'Alterre sur le débat public. Il faudrait que les élus interviennent – y compris ceux qui sont éloignés de la rivière. Dans les CLE, seuls les élus des villes traversées par la rivière sont souvent présents. Il convient d'enrichir la réflexion, car un bassin versant est en fait une entité beaucoup plus large. Les pratiques culturelles et alimentaires doivent aussi évoluer pour avancer vers un changement de paradigme. Pour cela, l'intervention du milieu de la recherche agricole est indispensable. »

**Frédéric Faverjon** : « En ce qui concerne la mobilisation des élus, il faut noter que pour l'instant, le projet HYCCARE s'est restreint à la question de l'eau. Or, le changement climatique a d'autres impacts notamment sur les transports. Il faudra à l'avenir avoir une vision plus globale du changement climatique. La démarche participative citoyenne, telle développée dans le projet HYCCARE, est porteuse et permet de construire le futur pour chacun. A terme, les élus, dont les compétences ne portent pas strictement sur l'eau, rejoindront peut-être la démarche. La question de la fiscalité, plus ou moins incitative, représente aussi un point important. Néanmoins, celle-ci dépend de décisions nationales et non locales. »

**Benoît Collardot** : « Les enjeux en termes de ressources en eau portent à la fois sur la quantité, largement évoquée lors de ce séminaire, et sur la qualité. Je suis agriculteur, et suis impliqué dans un projet de réduction des pratiques phytosanitaires dans mon exploitation, ce qui amène à modifier les rotations des cultures. Néanmoins, en semant au printemps ou à l'été (notamment le soja), l'irrigation sera encore plus nécessaire. Quels arbitrages prendre ? Les réponses sont donc multiples et la priorisation nécessaire. Il convient de prendre en compte les aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau. »

#### *Echanges avec la salle*

**Jacques Pouette**, UFC-Que Choisir ? Côte-d'Or, membre du SAGE de la Vouge : « Il manque un plan d'action concret issu de réunions dans notre SAGE. J'interpelle son animateur. Comment pense-t-il agir à l'avenir ? »

**Nicolas Boillin** : « Les CLE ne disposent pas de moyens financiers. Elles ne peuvent donc pas décider d'actions qui engagent des investissements. »

**Jean-François Mugnier**, membre de l'association Nature et Progrès 21 : « La prise en compte de la quantité, mais aussi de la qualité de l'eau est un élément fondamental. Je fais référence aux quantités importantes de pesticides, d'insecticides et de fongicides présents dans l'eau. »

Avoir accès à de l'eau potable à un coût maîtrisé risque de représenter un véritable enjeu à l'avenir. Ce problème a peu été évoqué lors de ce séminaire. Des solutions existent pourtant, mais dépendent des orientations futures de l'agriculture. Or, 66 millions de kilos de pesticides (chiffre en augmentation) ont été utilisés en France pour l'année 2015. Seulement 3 % des pesticides arrivent directement sur les plantes, et les 97 % restant polluent nos eaux. Il faut de changer de paradigme agricole. Pourquoi faut-il forcément irriguer ? Pourquoi cultiver des plantations très demandeuses en eau (type soja) ? »

**Nicolas Boillin** : « Le projet HYCCARE portait principalement sur l'aspect quantitatif. La question de la qualité de l'eau a néanmoins été traitée lors des ateliers du climat. Les pollutions sont causées à parts égales par le milieu agricole pour moitié et par les particuliers et les collectivités. L'agriculture fait des progrès, mais ce n'est pas le cas des collectivités. L'effort doit être collectif. Dans les CLE, les aspects à la fois qualitatif et quantitatif sont pris en compte. Avec la future pénurie en eau, il faudra moins polluer : à défaut, les concentrations en produits phytosanitaires seront plus importantes. »

**Catherine Schmitt** : « La qualité de l'eau est un thème de santé publique. Dans l'Yonne, la moitié des captages sont atteints par les nitrates et les pesticides. Une centaine de captages sont même actuellement fermés pour aller chercher de l'eau moins sale ailleurs. Il ne s'agit pas d'une solution durable si les pratiques ne sont pas modifiées durablement. Les aides attribuées à la conversion en agriculture biologique sont incertaines. Les agriculteurs manquent ainsi de visibilité sur le long terme. Il existe pourtant des alternatives aux pesticides. »

**Frédéric Faverjon** : « Les collectivités s'engagent de plus en plus dans des études liées aux captages de façon à protéger la ressource en eau. Les études de l'agence de l'eau Seine-Normandie ont montré que la préservation de la qualité passe prioritairement par la sensibilisation des acteurs. La prévention coûte 87 fois moins cher que l'installation de bassins de captage supplémentaires. Ce type de démarche est donc à privilégier, tant en termes d'écologie que de finances publiques. La mutation à opérer ne pourra avoir lieu sans les agriculteurs, qui sont aujourd'hui pris dans de fortes contraintes économiques, ni sans les collectivités qui ont, pour la plupart, déjà engagé cette démarche. »

**Lucile Gaillard** : « Actuellement, les différents acteurs parlent plus de gestion intégrée de l'eau que de gestion sectorisée. Les problématiques de quantité et de qualité doivent être traitées simultanément. La gestion intégrée de l'eau comprend ainsi les problématiques du territoire. Dans le cadre des ateliers du climat, la notion d'incertitude de l'avenir a également été mise en avant. Les chercheurs illustrent bien cette notion au travers de leurs hypothèses. Les décisions politiques d'aujourd'hui doivent prendre en compte cette incertitude. »

**Alain Delaveau** : « La qualité de l'eau est souvent associée aux produits phytosanitaires. Il convient à ce sujet d'engager des efforts avec les agriculteurs, et non contre eux. Le monde agricole a su nourrir les populations pendant très longtemps grâce à des pratiques intensives. La reconversion doit être réalisée par étapes. Les efforts se feront avec la profession agricole qui occupe la moitié du territoire et dont leurs pratiques ont un impact important sur la qualité de l'eau. Par ailleurs, l'agriculture biologique est vertueuse, mais ne nourrira pas l'ensemble de la planète. Ainsi, la production future de masse s'améliorera seulement avec les agriculteurs. »

**Benoît Collardot** : « Les cultures, dont les besoins en eau sont variables, nécessitent une structuration en filières. Elles doivent être vendables et valorisables. Le cas de la luzerne est intéressant tant en termes de réduction de l'usage des produits phytosanitaires que de biodiversité. Or, dans la plaine dijonnaise, un projet de cultures de luzerne n'a pas abouti faute de débouchés. Nos responsables politiques ont fait le choix d'importer massivement du soja des Etats-Unis et d'Argentine dans les années 1960. Actuellement, le gouvernement incite la profession agricole à cultiver à nouveau le soja pour produire des protéines sans OGM sur notre territoire. »

**Catherine Schmitt** : « Sur ces questions, je recommande la lecture de Jacques Caplat. Cet auteur démontre la possibilité de nourrir toute l'humanité à partir de l'agriculture biologique. Il faut de sortir du lobby de la chimie. »

**Benoît Rossignol**, Etablissement public Loire : « Une rencontre directe entre les chercheurs et les acteurs locaux a été mise en place dans le cadre des ateliers du climat. Les retours sont-ils positifs sur cette relation directe ? Si oui, quels sont les déterminants de cette réussite ? »

**Lucile Gaillard** : « Les participants des ateliers du climat avaient beaucoup de questions à adresser aux chercheurs. Ils attendaient des réponses précises et ont donc été surpris des incertitudes scientifiques. Après ce premier constat, les acteurs ont réussi dans la discussion à s'approprier les résultats de la recherche et à comprendre les précautions des scientifiques. »

**Yves Richard** : « En tant que chercheur, je dois commencer par écouter les autres partenaires. Ensuite, le scientifique peut rebondir sur les éléments recueillis. Il faut aussi appréhender le changement climatique et la quantité d'eau sous un angle plus général que la seule question agricole. La recherche de bouc émissaire doit être évitée : c'est là l'un des enseignements du projet HYCCARE. »

## Les politiques d'adaptation : s'ajuster ou changer de modèle ?

**François Bertrand**, chercheur, UMR CITERES – Construction politique et sociale des territoires :

« Je suis chercheur en aménagement du territoire et en urbanisme. J'étudie en particulier les Plans climat-énergie territoriaux (PCET) et Schémas régionaux climat-air-énergie (SRCAE) et ai participé au projet HYCCARE en conduisant des entretiens exploratoires dans cinq bassins versants parmi les bassins modélisés et dépourvus de SAGE. J'ai rencontré des animateurs de contrats de milieux, et des agents des Régions et des délégations territoriales de bassins. Les bassins étudiés sont très diversifiés : Nohain, Nièvre, Yonne amont, Serein et Seille.

On distingue couramment les actions d'adaptation volontaires des actions involontaires et spontanées – par exemple au travers d'un changement de pratiques culturelles qui ne se réfère pas directement au changement climatique. Les adaptations peuvent aussi être réactives ou proactives, selon qu'elles interviennent en amont ou en aval des évolutions climatiques, même si cette différence est souvent plus difficile à apprécier puisque le changement climatique est graduel. Les acteurs intervenant peuvent être publics ou privés – il peut s'agir d'agriculteurs, par exemple –, dont les actes d'adaptation impactent les politiques publiques en retour. Certaines actions peuvent aussi être réversibles ou non : il faut ainsi ne pas commettre d'erreur lors du dimensionnement d'une digue ou d'un réservoir, dont la construction est difficilement réversible. A l'inverse, d'autres actions sont évolutives, ce d'autant plus qu'il ne s'agit pas de s'adapter à une évolution parfaitement prévisible, mais à des estimations hautes et basses du changement climatique. Le niveau d'irréversibilité des actions est alors un facteur assez stratégique.

La question de l'articulation entre adaptation et atténuation se pose également. Les PCET, les SRCAE et les politiques nationales et internationales se sont d'abord structurées autour de la réduction des émissions de GES. La notion d'adaptation est apparue dans un second temps, au départ de façon très minoritaire, et les politiques locales sont encore essentiellement tournées vers la maîtrise des émissions. Les solutions d'atténuation et d'adaptation ne sont pas non plus reproductibles au même degré. L'objectif de réduction des émissions de GES est global, alors que les actions d'adaptation doivent être prises par les sociétés locales en fonction de la vulnérabilité spécifique des systèmes territoriaux. En outre, les bénéfices de l'adaptation sont locaux, alors que ceux de l'atténuation sont globaux, et supposent la coordination des efforts de tous. Or, dans le cas des politiques de l'eau, le primat donné à l'atténuation n'est en rien évident, ce d'autant plus que les impacts du changement climatique apparaissent clairement aux acteurs concernés : de sorte que la dimension adaptative des

politiques de l'eau prime, ce qui est spécifique à cette thématique.

Le concept d'adaptation a beaucoup évolué et n'est pas encore stabilisé. La première approche a d'abord été descendante (*top-down*) : c'est à partir des modèles climatiques et macroéconomiques qu'ont, dans un premier temps, été abordés le changement climatique et ses effets en termes de vulnérabilité des territoires. Cette première génération de recherches a beaucoup influencé les politiques et négociations internationales, mais il est rapidement apparu que cette approche était insuffisante pour penser les adaptations locales. Une deuxième génération de recherches est alors apparue : elle part des facteurs sociaux et territoriaux qui déterminent les capacités d'adaptation, ceci afin d'identifier les vulnérabilités socioéconomiques des populations face aux aléas climatiques. Cette deuxième démarche, contrairement à la première, est ascendante (*bottom-up*).

Les politiques d'adaptation se situent entre ces deux approches, et se déclinent en trois grands types selon la revue de la littérature scientifique effectuée par Dessai & Hulme (2004) :

- Adaptation comme ajustement : il s'agit alors de considérer l'impact de l'évolution climatique sur un état du territoire considéré comme stable, en s'efforçant de penser quels sont les ajustements nécessaires pour maintenir cet état d'équilibre. L'action se centre alors strictement sur les impacts du changement climatique, ceci alors que la recherche montre qu'il est très difficile de les dissocier des autres évolutions et pressions anthropiques sur un territoire donné ;
- Adaptation réformiste : cette démarche retenue par le GIEC admet que les déterminants du risque sont à la fois naturels et sociaux. Les réponses sont alors multiples ;
- Adaptation transformationnelle : elle insiste beaucoup plus sur les déterminants sociaux de la vulnérabilité et les inégalités d'exposition au risque. Réduire la vulnérabilité nécessiterait alors une transformation structurelle du système social, des régimes politiques et des rapports de pouvoir.

Les enquêtes exploratoires mentionnées ci-dessus font ressortir plusieurs résultats principaux. Tout d'abord, le problème est reconnu unanimement par les acteurs rencontrés, en grande partie car les personnes en question sont des agents formés scientifiquement et spécialistes de la gestion des milieux aquatiques et de l'eau. La reconnaissance du problème est liée à la moindre disponibilité de la ressource, notamment en période estivale. Le problème du changement climatique n'est pas essentialisé comme une question autonome, mais est toujours relié à d'autres enjeux présents sur le territoire et qui mobilisent déjà l'action publique : qualité des milieux aquatiques et de l'eau, disponibilité en eau potable, gestion des risques naturels, etc. Le changement climatique ne requiert pas une nouvelle action publique, mais un fonctionnement plus optimal de celle-ci. Les réponses apportées sont par ailleurs organisées autour de risques tendanciels et non d'un imaginaire de catastrophes telles que des inondations, ce d'autant plus que les personnes rencontrées sont avant tout chargées de la qualité des milieux aquatiques. Le traitement des problèmes actuels apparaît ainsi bien plus urgent et est une condition à la facilitation de l'adaptation dans l'avenir. J'ai ainsi participé à une des journées des ateliers territoriaux, où ressortait bien cette logique d'adaptation à des évolutions de long terme.

L'adaptation est le plus couramment comprise comme la nécessité d'agir sur des problèmes existant ici et maintenant afin de ne pas aggraver certaines vulnérabilités territoriales, et de maintenir la capacité d'adaptation des milieux. Il s'agit ainsi de faire converger le traitement des problèmes actuels et la maîtrise des vulnérabilités qui seraient accentuées par le changement climatique, ceci selon des enjeux multiples. Les dynamiques d'occupation des sols ont été citées en premier lieu : il est ressorti de façon très récurrente qu'il faut arrêter la conversion des prairies humides en terres cultivées. Il est affirmé que la diminution du champ d'expansion des crues aggrave les vulnérabilités territoriales, tout comme l'urbanisation des zones inondables et la tendance à l'artificialisation et à l'imperméabilisation des sols. S'adapter au changement climatique signifie alors s'attaquer aux problèmes actuels qui pourraient fragiliser les territoires, et qui doivent de toute façon être traités.

Les mesures conçues sont sans alors « sans regret », les gains pour l'adaptation étant considérés comme secondaires, après les gains en termes de biodiversité, de qualité des milieux, de continuité écologique, etc.

Une autre acception de la notion d'adaptation est celle selon laquelle il s'agit d'un facteur supplémentaire à prendre en compte pour le dimensionnement des infrastructures à venir. Cette notion d'ajustement est conditionnée à la disponibilité d'un savoir scientifique exact. Les acteurs expriment le besoin de données territorialisées sur des échéances de quinze et de trente ans, afin de faire évoluer les seuils techniques de référence pour le dimensionnement des stations d'épuration en fonction de la baisse prévisible des débits minimums. Il s'agit aussi d'obtenir la confirmation de la tendance à la baisse de la pluviométrie pour pouvoir engager (ou non) des travaux d'interconnexion de réseaux d'alimentation en eau potable. La résolution de problèmes perçus comme non urgents suppose alors des références scientifiques précises afin de concevoir des actions d'anticipation.

Enfin, un changement de référentiel est-il à prévoir ? Les entretiens montrent que les imaginaires concernant les solutions sont très contrastés. Ils peuvent être pensés de façon complémentaire et imbriquée, mais ils se présentent schématiquement de façons très différentes. Tous les acteurs rencontrés s'accordent globalement sur le fait qu'il faudra davantage retenir l'eau sur les territoires, et non plus chercher à l'évacuer. Pour ce faire, les solutions imaginées sont assez contrastées :

- D'une part, un imaginaire de solutions techniques « en dur » se déploie, afin d'augmenter les capacités de stockage artificiel ;
- D'autre part, un autre imaginaire propose de renforcer les capacités de fonctionnement des milieux afin qu'ils puissent s'adapter au changement climatique. Un acteur a ainsi affirmé que « l'adaptation, c'est de pouvoir redonner des capacités de résilience aux milieux, pour pouvoir encaisser les à-coups climatiques », et non créer des réservoirs pour réalimenter les rivières en cas de pénurie.

Ces deux conceptions ne sont pas nécessairement antagonistes et peuvent être appréhendées en termes de complémentarités spatiales et temporelles, notamment en articulant solutions de court et de long terme. Lors des ateliers de *design territorial*, les différentes cartes de l'avenir du territoire dressées sur les différentes tables montraient bien la coexistence de deux imaginaires de l'instrumentalisation technique et d'un certain « faire avec ».

En conclusion, on ne perçoit pas de politique d'adaptation *stricto sensu*, ce qui est sans doute une bonne nouvelle, puisque l'adaptation apparaît comme promise à irriguer l'action publique actuelle plutôt qu'à concevoir une nouvelle politique qui se superposerait aux autres. En revanche, des stratégies d'adaptation se dessinent. Au niveau local émergent des actions d'ajustement qui font appel à la création d'ouvrages techniques nécessitant des prévisions climatiques très précises, qui ne sont pas toujours disponibles à court terme. La nécessité que les mesures actuelles soient compatibles avec le changement climatique ne fait pas débat : il est reconnu qu'il faut adapter immédiatement les pratiques relatives aux « points noirs », ce qui participe à une meilleure capacité d'adaptation à l'avenir.

A terme, il est imaginable que les réflexions sur l'adaptation puissent accompagner des changements de référentiels, qu'il s'agisse de la gestion des milieux aquatiques ou de la conception des espaces urbains – à travers la perméabilisation des surfaces, la création des jardins de pluie, etc. Pour autant, la structuration actuelle de la notion d'adaptation reste évolutive, et celle-ci n'est pas en mesure d'arbitrer à elle seule entre différentes solutions envisageables. Dans le contexte plus tendu étudié à travers une recherche ANR portant sur la Garonne, il apparaît que le discours sur l'adaptation peut être approprié à la fois par les tenants de la multiplication des barrages (afin de maintenir la maïsiculture) et par les défenseurs du renforcement du méandrage et des milieux naturels.

Le concept d'adaptation demeure ainsi plastique, ce qui soutient l'intérêt du fait de disposer de lieux où les savoirs scientifiques et empiriques se rencontrent afin de développer des représentations partagées, débattues et appropriées de l'adaptation du changement climatique. »

**Patrice Bouillot** : « Dans ce contexte, comment mettre en œuvre une politique d'adaptation ? Comment les décisions sont-elles prises dans vos instances ? »

**Florence Billard**, Chef de service Milieux aquatiques et agriculture, Direction territoriale Seine-amont, Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN) : « Comme d'autres participants, Catherine Schmitt a rappelé que le précédent SDAGE de l'AESN, qui courrait jusqu'à fin 2015, ne prenait pas en compte le changement climatique, pas plus que la Commission européenne.

Le SDAGE 2016-2021 tient compte de celui-ci à travers plusieurs dispositions en termes d'adaptation et d'adaptation. La prise de conscience de l'AESN remonte à plusieurs années. Un premier comité de bassin de sensibilisation à la question a été réuni en 2013. De multiples travaux ont été repris par le SDAGE et se poursuivent, puisque la semaine prochaine sera présenté lors d'un comité de bassin l'avant-projet du plan d'adaptation au changement climatique au niveau du bassin Seine-Normandie. Ce premier document sera par la suite enrichi de façon collaborative grâce à des exemples d'actions de terrain, en particulier grâce aux commissions territoriales qui réunissent les membres locaux du comité de bassin à l'échelle de chaque Direction territoriale, dont celle de Sens. Il s'agit ainsi d'associer le plus possible les exemples provenant des territoires sensibilisés à l'adaptation entre les mois d'avril et septembre de 2016, afin de pouvoir présenter le plan d'adaptation lors du comité de bassin qui se réunira en décembre.

Les questions abordées sont multiples. Celle du dimensionnement des stations d'épuration peut sembler simple, mais la construction d'une station représente un engagement coûteux sur plusieurs décennies. Or, il n'est plus possible d'ignorer que le changement climatique provoquera une évolution des températures et des débits. A cet égard, le projet HYCCARE est très intéressant, puisqu'il a produit des données locales précises qui permettent de calibrer ces équipements en partie financés par les Agences de l'eau. L'enjeu est donc de pouvoir réaliser des investissements sur une durée suffisamment longue.

Avant son lancement, l'AESN a été sollicitée pour contribuer au projet HYCCARE mais a, à cette époque, considéré que son volet qualitatif était insuffisant, puisque le cœur de métier de l'Agence est la qualité de l'eau. C'est pourquoi l'AESN avait notamment poussé afin qu'une thèse portant sur l'impact du changement climatique sur la qualité de la ressource en eau soit associée au projet HYCCARE. Il était demandé que ce travail porte notamment sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface : cette thèse a finalement été soutenue par Etienne Brulebois. L'AESN se réjouit donc, puisque le projet HYCCARE permettra ainsi d'alimenter le plan d'adaptation local grâce aux connaissances locales qui ont été construites sur le territoire du projet, ceci en parallèle d'une grande concertation avec les acteurs du territoire. »

**Céline Warot**, chargée d'interventions, Agence de l'eau Loire-Bretagne (AELB) : « Le programme d'intervention de l'AELB a été élaboré pour s'inscrire dans la mise en œuvre du plan national d'adaptation au changement climatique. C'est dans ce cadre qu'elle a apporté un soutien financier à cette étude. Des démarches ont été engagées au sein de l'Agence pour mettre en place un plan d'adaptation, mais un certain nombre d'actions ont été inscrites en parallèle dans le SDAGE Loire-Bretagne – notamment en termes de réduction des fuites sur les réseaux d'eau potable –, et participent à l'adaptation du changement climatique.

La démarche HYCCARE est intéressante pour l'Agence, car elle permet de disposer de connaissances scientifiques plus précises à l'échelle de la Bourgogne et des territoires locaux. Le caractère interdisciplinaire de l'équipe de chercheurs impliqués et l'importance de la communication déployée ont aussi été des points forts, tout comme le volet social, au travers de l'organisation des ateliers qui ont été très importants pour communiquer auprès du territoire.

HYCCARE montre que l'adaptation sera nécessaire compte tenu des résultats obtenus, et ceci en continu, même si le projet a cerné quels étaient les domaines d'incertitude. Il a aussi insisté sur le rôle majeur de la communication des enjeux et de l'implication auprès des acteurs locaux de toutes disciplines. Il faut insister sur l'importance de l'animation en termes de communication, Alterre

Bourgogne étant intervenu pour favoriser cette animation. Il est aussi important que des acteurs locaux interviennent sur la question du changement climatique, ce qui permet de jouer le rôle de relais. L'AELB, qui est présente sur les territoires à travers ses délégations, y est attentive. »

**Anne-Paule Duboulet**, Chargée de mission sur l'adaptation au changement climatique, AELB : « En écoutant François Bertrand, je songeais à M. Jourdain, qui faisait de la prose sans le savoir. Le SDAGE Loire-Bretagne porte de nombreuses mesures emblématiques qui concernent le changement climatique, sans que cela ne soit précisé. Le SDAGE 2017-2021 met en lumière ces actions, et les cible, afin de montrer qu'elles sont bonnes pour le climat. Il a été décidé de passer au cran supérieur, en lançant une démarche pour adopter un plan d'adaptation au changement climatique à l'échelle du bassin, de façon semblable à ce que l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse a mis en place. Cette méthode est reprise par l'AELB : des cartes de vulnérabilité seront d'abord dressées pour comprendre ce qui se joue dans les territoires, avant la mise en place d'un plan de bassin qui portera la volonté de partir du niveau local. Il s'agit de tirer profit de toutes les démarches locales existantes afin de les faire connaître et partager. Le comité de bassin s'est réuni le 8 mars 2016 pour lancer cette démarche et a invité les porteurs d'HYCCARE pour mettre en valeur l'approche retenue par le projet. L'Agence souhaite poursuivre ce type de projets et encourager l'action en valorisant ce qui fonctionne, afin d'adopter un plan d'adaptation de bassin et nourrir ainsi le futur SDAGE et son programme d'intervention.

Je crois beaucoup à la notion d'innovation. En réunissant les réflexions d'acteurs multiples – chercheurs, élus, gestionnaires –, de nouvelles idées émergent. Cette démarche conduite au niveau du bassin vise à faire émerger ces idées neuves. C'est ce que montre le fait de faire connaître des projets tels que CACTUS, HYCCARE, ORACLE, etc. : cela provoque des déclics et des démarches nouvelles, en jouant sur l'émulation. »

**Thomas Pelte**, Expert en gestion quantitative et changement climatique, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) : « L'AERMC a commencé à se saisir du changement climatique en 2008, d'abord en adoptant une approche scientifique comparable à celle d'HYCCARE : une synthèse de ce qui pouvait être connu en la matière a été faite, afin d'identifier les enjeux sur lesquels un réel discours pouvait être porté, et ceux sur lesquels il fallait approfondir le savoir scientifique : inondations, montée du niveau de la mer, précipitation, etc. Des messages ont ensuite été portés auprès des décideurs au niveau du bassin et des commissions scientifiques locales, en particulier à travers un séminaire de communication. Il ne s'agissait pas de transmettre un discours scientifique, mais des messages sur les vulnérabilités et sur leurs indices réels.

En effet, les acteurs du bassin, interrogés sur ces vulnérabilités, présentaient tous spontanément des propos comparables et généraux sur l'anticipation d'un manque d'eau à venir, sur la hausse des températures, sur la baisse des débits estivaux, etc. Il fallait donc enclencher une réflexion sur les niveaux d'urgence et sur les niveaux d'effort, grâce à une carte de vulnérabilité qui permettait de préciser les enjeux, ceci afin d'aller au-delà des seuls diagnostics sur les quantités d'eau et d'aborder les vulnérabilités en termes de qualité de la ressource ou de biodiversité. Il s'agissait d'indiquer qu'entretenir des milieux de qualité et que rétablir des continuités des cours d'eau permet d'entretenir l'adaptation du système grâce à une vision transversale.

Un plan d'adaptation a ensuite été rédigé en partant des solutions et non des problèmes, ce qui est le plus souvent l'approche descendante retenue par le GIEC. Or, le savoir scientifique comprend toujours des incertitudes, ce qui ne permet pas de répondre au besoin d'action. L'Agence a donc souhaité mettre à disposition les outils afin que les acteurs sachent ce qu'ils peuvent faire : une cinquantaine de mesures est ainsi portée et proposée par le plan d'adaptation adopté en 2014 sous l'autorité du préfet. Comme l'a rappelé François Bertrand, on y retrouve des mesures qui existent déjà et qui sont déjà mobilisées pour d'autres bénéfices que ceux de l'adaptation au changement climatique, mais aussi des mesures innovantes et des renoncements. Le plan propose ainsi des mesures présentées par degrés de décision, afin d'apporter les clés d'entrée pour que les partenaires des échelles régionales puissent gagner du temps, capitaliser et partager les outils disponibles.

La phase actuelle est celle de la diffusion. Les agences ont récemment adapté leurs programmes et ont renforcé leurs capacités de financement de certaines mesures qui y sont incluses. Le cœur de métier des Agences consiste à accompagner financièrement les parties prenantes selon les urgences et les priorités constatées. L'AERMC constate que sur les territoires, un certain nombre de mesures qu'elle a promues sont en progression. »

**Marc Philippe**, Responsable du pôle Hydrométrie-Gestion quantitative, DREAL Bourgogne Franche-Comté : « Je représente ici l'ensemble des services de l'Etat et vais partir d'un point de vue plus général. La DREAL ne travaille pas seule, mais avec la DDT, l'ONEMA, l'ARS, etc. Les débats de ce séminaire montrent que les hommes se sont déjà adaptés par le passé au changement climatique, sans forcément le savoir. Dès 1976, certains acteurs, en réagissant à la sécheresse, se sont adaptés à la nouvelle situation : en Côte-d'Or, on peut ainsi évoquer le barrage de Chamboux, qui permet d'alimenter le secteur en eau, et qui est en quelque sorte un enfant de la grande sécheresse de 1976. Depuis, d'autres actions ont été développées : ainsi, en 2008, des études portant sur les eaux prélevables ont été lancées en réponse à l'impulsion apportée par une circulaire ministérielle. Elles ont permis de cerner les volumes pouvant être prélevés, qui ont été cités ci-dessus, ce qui a pour objectif de maintenir dans les milieux des débits suffisants pour maintenir la vie dans les cours d'eau – en particulier celle des poissons, usagers un peu oubliés aujourd'hui.

Depuis 2008, et en particulier dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 73 études de vulnérabilité ont été menées. Cela s'inscrit dans le cadre de la réaction aux sécheresses subies en 1976, 1989, 1992 et 2003. Le projet HYCCARE va au-delà du cycle des réactions ponctuelles à des événements qui se produisent tous les dix ou vingt ans, pour proposer la possibilité d'une prospective continue, en apportant des éléments pour prendre en compte le changement climatique futur dès aujourd'hui – par exemple en adaptant correctement la capacité des nouvelles stations d'épuration. De la même façon, si le cycle des cultures est court et permet de réagir rapidement, il n'en va pas de même pour les choix forestiers : il faut par exemple réfléchir à l'opportunité de fait de remplacer des chênes pédonculés par des chênes sessiles, en se projetant plus loin, ce que permet HYCCARE.

Les mesures indiquées par Thomas Pelte sont nombreuses et parfois modestes : il en va ainsi, par exemple, de la récupération des eaux de gouttières. C'est en ayant la volonté d'accumuler chaque goutte que l'on finira par obtenir des effets. »

**Patrice Bouillot** : « Est-il facile de mobiliser les acteurs sur cette thématique, malgré les incertitudes ? Comment calibrer l'action publique dans ce contexte ? »

**Marc Philippe** : « La DREAL échange avec des élus, avec des techniciens de contrats de rivières et de SAGE, qui transmettent les messages à un ensemble plus large d'élus locaux présents dans leurs périmètres d'action. Ceux-ci traduisent ensuite les messages auprès de leurs populations. L'information percole peu à peu de la sorte. La population reçoit des informations nombreuses sur le changement climatique, et le message finit par infuser dans les cerveaux. Ainsi, un arrêté préfectoral de restriction se traduit par l'arrêt du lavage des voitures ou encore par la limitation des achats de plantes. Un représentant du monde horticole m'a ainsi affirmé lors de la réunion d'un comité de sécheresse que la publication d'un arrêté de ce type dès le mois de juin en 2001 s'était traduite par une baisse de 30 % du chiffre d'affaires dans sa jardinerie, car la population avait anticipé l'impossibilité de l'arrosage. Les prises de parole publiques et les éléments scientifiques transmis à la population finissent par avoir des effets sur le terrain. »

#### *Echanges avec la salle*

**Patrice Notteghem**, Association Creusot Montceau Territoire écologique : « Parmi les mesures adaptatives proactives, est-il possible de retenir la sanctuarisation des ressources en eau potable existantes, afin de ne pas ajouter des facteurs de vulnérabilité ? En effet, la ville du Creusot a été créée en tête de bassin au XVIIIe siècle, et son alimentation en eau pose déjà problème aujourd'hui.

Elle est alimentée par le grand réservoir du barrage de la Sorme, qui est très vulnérable, car il possède une grande surface et se réchauffe vite. D'autres ressources se trouvent entre Le Creusot et Autun, sur le plateau d'Antully, où existent des périmètres de protection, qui ont été définis de façon trop étroite, et qui ne sont pas forcément protégés par la forêt, car cette protection dépend de leurs modes de gestion. La perspective de la création d'une mine de fluorine est bien plus grave, car elle mettrait en péril cette ressource de façon certaine, même si son promoteur affirme le contraire. Quelle cohérence des politiques publiques mettre en œuvre entre préservation indispensable de la ressource en eau et développement économique ? Ce projet de mine serait en effet légal, ce qui montre que les dispositions actuelles sont largement insuffisantes pour préserver cette ressource essentielle. Prendre une telle décision politique reviendrait à prendre le risque de la fragiliser. »

**Marc Philippe** : « Je ne dispose pas des éléments qui me permettraient de répondre précisément sur ce dossier. Néanmoins, dans le bassin de la Tille, il existe une nappe profonde. Dans le cadre du plan de gestion de la ressource en eau qui a été établi pour ce bassin, il est affirmé que cette ressource profonde est réservée à la production d'eau potable : ce point affirme une sanctuarisation de l'usage de ce potentiel aujourd'hui naturellement protégé. L'usage de la nappe du sud de Dijon est également réservé à l'eau potable. Des zones stratégiques pour l'alimentation en eau potable sont par ailleurs définies par les Agences de l'eau.

Vous avez fait référence à des périmètres de protection qui découlent de la loi de 1976, et je ne saurais dire s'ils ont été définis de façon suffisante ou non pour protéger la ressource des pollutions d'origine accidentelle. Aujourd'hui, des aires d'alimentation de captages sont aussi définies, et impliquent la protection de certaines ressources. Tout un ensemble de dispositions légales permet ainsi de protéger les captages. En l'espèce, l'enjeu est celui de la compatibilité entre les usages et les activités autour du cours d'eau auquel vous faites référence. »

**Sandrine Petit** : « Cette intervention rejoint l'exposé de ce matin, qui a pointé que le bassin versant de l'Arroux-Bourbince comportait beaucoup d'eaux de surface, un chevelu de ruisseaux et un certain nombre de petites retenues dont il faut prendre soin. Ce projet de mine de fluorine est récent. L'arrêt du SAGE et la suspension de la CLE peuvent interpeller, parce qu'il s'agissait de lieux de concertation, la CLE étant peut-être en mesure d'émettre un avis sur ce projet. »

**Catherine Schmitt**, Yonne Nature Environnement: « D'autres projets terribles s'annoncent. Des permis d'explorer des gaz de schistes pourraient être délivrés à proximité de nappes patrimoniales à Joigny. Le comité scientifique de l'Agence de l'eau s'est prononcé contre cette perspective, mais les industriels vont obtenir ces permis, dans un silence absolu de la part des autorités préfectorales. »

**Françoise Bussy-Trombert**, CAPEN71 : « Je conforte l'idée que rien n'est sanctuarisé dans le domaine de l'eau. Il suffit à cet égard de penser aux centres de déchets radioactifs dangereux qui s'effondrent actuellement dans l'est de la France, et d'où les déchets ne peuvent plus être extraits du fait des effondrements. Or, ils se trouvent au-dessus d'une des grandes nappes phréatiques d'Europe. La politique générale de notre pays ne protège en rien la ressource en eau, ce qui montre tout l'écart entre la théorie et la pratique. »

**Thomas Pelte** : « Il existe de multiples outils en faveur de la protection de la ressource. Cette protection est l'un des leviers de l'adaptation, à la fois en termes de qualité et de quantité. Certains outils dépendent de l'approche réglementaire, tels que le SDAGE. A l'inverse des cas cités ci-dessous, il arrive qu'il soit possible de saisir le Tribunal administratif lorsque des projets vont à l'encontre de la protection de la ressource ou de telle ou telle zone humide, afin de les bloquer. Le SDAGE est alors l'un des outils mobilisables aux côtés des SAGE et de la réglementation elle-même. Michel Lenoir n'a pas évoqué ce matin le projet de golf qui concernait à moment donné son territoire, qu'il a bloqué au tribunal, en considérant que le SAGE indiquait que la ressource en eau était insuffisante, alors que les promoteurs du golf assuraient le contraire. Il existe aussi des cas où ces recours ne fonctionnent pas. Cela n'empêche pas que la France est un pays dans lequel de nombreux outils peuvent être utilisés pour protéger les ressources en eau. »

## Risques et crises en gestation : se préparer à inventer collectivement

**Patrice Bouillot** : « Patrick Lagadec est chercheur, auteur de nombreux ouvrages, conférencier, directeur de recherche honoraire à l'École polytechnique. Il a récemment publié *Le continent des imprévus – Journal de bord des temps chaotiques*. Il est un spécialiste de tout ce qui ne va pas sur Terre : crises majeures, accidents hors-norme, cracks boursiers, attentats, etc., qui semblent aujourd'hui toujours plus graves. S'agit-il d'une perception médiatique ou d'une réalité ? Ces événements sont-ils vraiment imprévisibles ? Comment les gérer – peut-être en se préparant ensemble et en inventant de nouvelles solutions ? »

**Patrick Lagadec**, Chercheur spécialiste de la gestion du risque et de la gestion de crise : « La question est intellectuellement insupportable et psychologiquement intolérable. Que se passe-t-il lorsque l'on sort du cadre normal de référence ? En général, ces situations sont réputées ne pas exister scientifiquement, et l'exceptionnel sort aussi du cadre de la responsabilité, qui s'applique au normal.

Pourtant, le monde actuel se heurte constamment à l'exceptionnel, et à un rythme de plus en plus accéléré. Comment faire pour retrouver une carte de référence dans ces situations ? Si le sujet de cette journée avait été la régulation de l'eau dans la région, cette présentation n'aurait pas eu lieu d'être. Mais le changement climatique est un bouleversement. L'univers de discussion habituel considère que des problèmes climatiques surviendront tout de même dans 40 ans, si nous ne nous adaptons pas. Je considère que le monde est déjà confronté à des chocs majeurs, que j'ai pu étudier, et qui « décoiffent ». Alors que nous sommes habitués à être les meilleurs nageurs à trois dans des piscines de 25 m, ils nous jettent d'un seul coup en plongée sous-marine, au large du cap Horn, par mauvais temps, sans avoir la possibilité de choisir le jeu. Il s'agit alors d'apporter quelques éléments de repérage, car les chocs climatiques à venir pourraient être remuants. Pour le moment, toute organisation et toute personne plongée dans ces univers choquants en ressort tétanisée. Ainsi, lors de l'inondation soudaine et catastrophique de Vaison-la-Romaine, alors que les caravanes emportées par les flots se brisaient sur les ponts et que l'eau en crue passait par les fenêtres des maisons, une petite dame avait choisi de balayer sa margelle heureusement située au-dessus du niveau de l'eau. Cette anecdote illustre la difficulté à passer d'un mode dans lequel nous disposons de temps et de références sûres pour dérouler les apprentissages et mettre en œuvre des changements à une situation qu'il faut appréhender dans l'urgence. Pour cela, il ne suffit pas de se connaître.

Comment travailler alors à très haute vitesse avec des personnes le plus souvent inconnues sur un sujet que je ne connais pas ? Les discussions de cette après-midi sont un exemple du tissu à créer pour que cela soit possible. Après la tempête de 1999, je suis allé étudier ce qui s'était passé après 1998 au Québec, lors de la destruction de tout le réseau électrique. La compagnie d'électricité a alors affirmé qu'elle avait tout pour gérer une panne, mais pas la destruction générale du réseau. La tempête Katrina a rasé l'équivalent de la moitié de la France en trois heures, non en raison du vent, mais de l'eau, ce qui n'avait pas été prévu. Dès lors, plus aucun appareil électronique ne fonctionnait. Lorsque la tempête Xynthia est arrivée, les leçons avaient été tirées pour se préparer à l'action du vent, mais pas aux dégâts qu'a causés l'eau, qui a empêché le fonctionnement des volets électriques. Et la carte de l'ouragan Sandy n'était pas connue la veille de son arrivée : si elle était passée un peu plus au Sud, il aurait touché la baie de Chesapeake, et Washington se serait trouvé sous l'eau, tout comme un certain nombre de centrales nucléaires, des bases militaires, la bourse de Wall Street, etc.

Le travail mené autour de ces chocs multiples, soudains et extrêmes montre qu'ils ont donné lieu à des cheminements particuliers, que j'ai relatés dans *Le Continent des imprévus*, livre que j'ai rédigé à l'invitation de Todd LaPorte, de l'université de Berkeley. C'était ce cheminement, et les capacités sur lesquels ils s'appuient, qui semblaient le plus intéressants. Les grands points à aborder sont : quels sont les défis ? Quels sont les blocages ? Quelles sont les pistes ?

Quels sont les défis ? En 1973, les deux Américains Rittel et Weber ont théorisé la notion de

problèmes diaboliques, selon laquelle chaque problème est le symptôme d'un enchevêtrement de problèmes eux-mêmes difficiles à saisir et même à définir. Il n'est plus possible de circonscrire des champs opératoires, d'isoler des causes, de distinguer des composantes, permettant des traitements techniques, spécifiques et successifs. Le jugement devient central, mais les critères et valeurs de référence font eux aussi partie de la question. L'intervention ne résout pas le problème : elle le fait muter. En somme, il s'agit de monter une roue de secours dans la baie du Mont-Saint-Michel, sur des sables mouvants, alors que la mer monte, sans connaître les horaires. On vient alors vous aider, mais il y a une chance sur deux que les personnes qui arrivent soient des terroristes. Le manuel de dépannage de la voiture est alors inutile.

A un ami, qui a fondé le centre de crises à Londres auprès du Premier ministre britannique, je rappelais un jour que l'on entend toujours qu'il faut penser hors de la boîte – ce à quoi il m'a répondu qu'il n'y avait plus aucune boîte. La situation est donc devenue ouverte, alors que nous aimons être face à des champs opératoires bien délimités. En 1976, un groupe d'intellectuels a rédigé un livre sur leurs visions de l'an 2000, et n'est tombé d'accord que pour exclure du livre tous les éléments extrêmes...

Joshua Cooper Ramo, consultant chez Kissinger à New York, affirme que « Dans un système linéaire simple on peut cartographier les effets d'une crise à la manière d'une chute de dominos. Mais, dans une société en réseau, frappée par des bouleversements, la prévisibilité est un idéal imaginaire. Soumettez un réseau à un choc et vous obtiendrez ce que le stratège Edward Smith a nommé la réaction en chaîne déclenchée par une balle de ping-pong lancée sur une table couverte de pièges à souris, sur laquelle d'autres balles de ping-pong sont lancées – une réaction presque explosive dont la direction et l'état final ne sauraient être prédits. » Face à un univers si foisonnant, il n'est plus possible de prétendre agir que par temps calme et uniquement dans son domaine : c'est pourquoi j'ai beaucoup apprécié que dans le cadre du projet qui fait l'objet de cette rencontre, les participants aient été rassemblés, et non cantonnés à leur case.

Dans ces situations, les repères et les typologies ordinaires ne fonctionnent plus. Les délimitations entre les aspects naturels, technologiques et sociétaux sont devenues très incertaines, par exemple en cas d'inondation majeure : un Américain me confiait que des cyber-attaques seraient alors immédiatement lancées. La notion d'événement en tant que fait spécifique survenant dans un univers stable laisse la place à celle de déclencheur systémique. Il existait aussi une référence de base (*ground zero*), alors que la situation actuelle est celle de l'ubiquité et de l'indétermination géographique. Il existait un socle solide robuste, qui est devenu très pulvérulent. Du point de vue scientifique, l'incertitude entourait un cœur de solide de l'expertise autour duquel des travaux étaient menés ; aujourd'hui, les acteurs font face à l'inconnu : ainsi Dominique Dormont, responsable du comité scientifique lors de la crise de la vache folle, a indiqué aux personnes qui lui demandaient des points de repère qu'il faudrait 15 ans pour que le travail d'équipe de recherche apporte des données. Or, cette crise représentait un changement de paradigme à laquelle la recherche ne pouvait pas répondre. Il existait aussi des logiques de commandement, auxquelles a aujourd'hui succédé un pilotage soumis à des concurrences sévères. Enfin, l'information descendante a été remplacée par une connectivité généralisée et par l'expertise collaborative.

Il faut toujours accorder du temps pour la pédagogie et de l'adaptation, mais il faut avoir conscience de la brutalité des chocs. Cette réalité est très éloignée de notre culture, selon laquelle les personnes étaient promues si elles disposaient des bonnes réponses à des questions pour lesquelles elles existaient toujours. Ce changement provoque une grande inquiétude. Comment mobiliser dans ce contexte ? Ainsi, j'ai été invité à Ottawa à l'OTAN juste avant la chute du mur de Berlin, lors d'une réunion rassemblant de hauts responsables des pays de l'Ouest. Le général proche de moi m'a alors demandé « Surtout, ne les inquiétez pas. » Je suis intervenu en France en zone de défense Sud, en présence d'une quinzaine de préfets, et un haut fonctionnaire a alors arrêté mon intervention : « Je ne laisserai pas ce discours se poursuivre ; moi, je suis optimiste, les choses sont sous contrôle en France ! » Plus tard, il est venu me voir en affirmant : « Vous aviez raison, mais on ne peut tout de

même pas laisser dire des choses pareilles devant des préfets ! » Il ne faut ainsi pas parler de choses pour lesquelles aucun plan n'a été prévu. Ainsi, à lors d'une crise de fièvre aphteuse survenue en Grande-Bretagne en 2001, les autorités étaient heureuses de disposer d'un plan dressé après un problème comparable en 1967. Mike Granatt s'est tout de même retrouvé au bout de trois semaines chez le Premier ministre au milieu de personnes qui se battaient à coups de poing : les spécialistes de l'agriculture considéraient que 15 000 bêtes étaient touchées, contre 1,5 million pour les épidémiologistes : ces derniers prenaient en compte les autoroutes tracées depuis 1967, qui mettaient en contact les animaux, et les quotas européens, qui poussaient à augmenter le nombre de bêtes dans certaines fermes pour obtenir des subventions, même si cela n'était pas légal. Le problème n'était donc plus du tout celui de 1967.

Face à ce type de problèmes, j'ai pu rencontrer des gens très créatifs. L'amiral Thad Allen, nommé juste après le fiasco initial de Katrina, a ainsi affirmé : « J'ai compris en arrivant que l'on n'avait rien compris – ce n'était pas un cyclone, mais une arme de destruction massive, sans dimension criminelle ». Il soulignait : « Il faut préparer des esprits capables de se mouvoir dans ce monde pulvérulent », afin de pouvoir créer quelque chose dans des situations imprévisibles. Le problème est alors de savoir quel est le sujet à traiter. De la même façon, Roy Williams, patron de l'aéroport de la Nouvelle-Orléans au moment de l'ouragan Katrina, a réussi à passer à travers l'événement grâce à deux qualités majeures, que l'on retrouve chez toutes les personnes qui arrivent à naviguer dans ces situations : tout d'abord, une capacité à apporter une vision globale. Il s'agissait de gérer un stock de 10 000 personnes présentes dans l'aéroport, et non plus des flux, et non plus d'attendre de l'aide de la Nouvelle-Orléans, mais de la sauver. L'aéroport a vécu 96 heures coupé du monde, mais n'a jamais perdu le pilotage de l'aéroport. Il a mis les médecins d'urgence présents au travail, a revu toute la géographie du site. L'autre capacité indispensable a été sa faculté à écouter toute son équipe, dont un membre lui a rappelé l'existence d'un puits proche dont l'eau non potable pourrait être utilisée pour faire fonctionner les toilettes, ce qui était l'urgence absolue. Roy Williams n'a donc pas été tétanisé par la situation et est parti d'une feuille blanche pour réinventer les solutions avec les personnes présentes.

Gilles Duval, maire de Saint-Clément-des-Baleines, sur l'île de Ré, pendant la tempête Xynthia, a quitté la réunion du Rotary Club où il se trouvait dès avoir été informé de l'arrivée de la tempête, et a allumé une petite lumière sur la mairie, qui est devenue un point focal pour tous les habitants. Il a utilisé trois associations de tourisme pour informer les résidents par Internet qu'il fallait rester à l'intérieur après avoir fermé les volets. Il a ainsi fait preuve d'une remarquable capacité d'inventivité pour trouver des solutions dans une situation anormale, en confiance. Todd LaPorte affirme ainsi que « le problème n'est pas de se préparer pour ne jamais être surpris, mais de se préparer à être surpris. » Il faut donc être aussi préparé à la nouveauté.

Dans ces mondes mutants, sur quels repères s'appuyer ? En cas de crise, l'accent est traditionnellement mis sur la coordination et la communication, mais le véritable problème est devenu le pilotage, pour savoir que faire. Il ne suffit pas d'être seulement transparent. Cela signifie être en mesure d'entraîner un collectif sans disposer de la carte. Il n'est pas possible de confier l'analyse aux experts, qui connaissent parfaitement leurs sujets du point de vue technique, mais il faut développer des forces de réflexion rapide, en s'appuyant sur un groupe très divers, dont les membres sont capables, en situation inconnue, de se poser quatre questions : Quel est le sujet ? Quels sont les pièges (afin d'éviter de foncer dedans) ? Avec quels acteurs se joue le jeu – sachant qu'avec les médias sociaux, la nature des acteurs évolue très vite ? Ainsi, durant les derniers attentats de Paris, une jeune fille a envoyé le *hashtag* « retrouver les gens », qui a été extrêmement repris, et qui a mis en branle la solidarité qui a permis de retrouver les personnes. Ce genre d'initiatives est impossible à prévoir dans une carte d'acteurs *a priori*. Enfin, il faut demander de définir deux idées positives immédiates dans le contexte de la situation, sans chercher à tout résoudre. Cette démarche est modeste, mais évite de foncer. Un homme m'a ainsi raconté lors d'un séminaire s'être trouvé avec sa femme enceinte en Arabie saoudite, à deux heures de route du

premier hôpital, lorsque le travail de l'accouchement a commencé. Il n'y avait que très peu d'essence dans le réservoir. Le conducteur a alors limité la consommation au maximum en coupant la climatisation, en roulant lentement, coupant les phares, etc., avant que sa femme lui signale qu'il était parti dans la mauvaise direction dans la précipitation : l'intelligence technique ne suffit pas.

Les plans restent indispensables, mais les situations à affronter seront tellement compliquées qu'il faut aussi préparer des actions qui sortiront des plans, ce que je nomme le « chaotique. » Mon site Internet présente notamment le remarquable retour d'expérience du commandant des opérations de secours après l'explosion d'AZF à Toulouse. Il a marié les moyens organisationnels lourds avec les troupes de pompiers qui sont intervenues de façon créative et « en flash ». La situation impose de passer du commandement pyramidal aux navigations collaboratives, l'information provenant de sources innombrables, notamment des citoyens. Ainsi, lors de l'ouragan Sandy, Google a permis de disposer en temps réel des stocks de diesel et d'essence dans toutes les stations-service, ainsi que leurs localisations géographiques, ce qu'aucune administration ne peut faire, en s'appuyant sur les informations transmises par automobilistes qui sortaient des stations sur les réseaux sociaux, que Google était capable de traiter et de géolocaliser. Cette information est construite de façon collaborative et non plus descendante. Lors de cet ouragan, la tête chercheuse de la sécurité civile américaine a mis en place trois groupes « Invention temps réel », « Détection rapide des failles » et « Appui aux initiatives émergentes ». Dans ce dernier cas, il s'agissait de prendre en compte les initiatives des citoyens, dont certaines pouvaient être mauvaises, mais d'autres absolument géniales. Ainsi, lors de l'attentat du 11 septembre 2001, les ferries présents dans la baie de New York ont évacué de 200 000 à 500 000 personnes sans la moindre planification préalable. En novembre 2015, la police belge a demandé aux citoyens et aux médias d'être discrets sur les actions des forces de l'ordre. Ceux-ci ont alors posté des images de chats, ce à quoi la police a réagi en publiant une écuelle garnie de croquettes en guise de remerciement aux citoyens.

Un analyste de la grippe de 1918 aux Etats-Unis a noté que les scientifiques avaient compris que le monde allait au-devant de problèmes de santé publique auxquelles les facultés de théologie et de médecine ne pourraient pas apporter toutes les réponses, et a essayé de mettre en place un autre enseignement, ce qui a été refusé par les grandes universités. John Barry a alors créé avec des collègues la nouvelle université de Baltimore, et affirme : « Ils créèrent un système capable de produire des personnalités en mesure de penser de façon nouvelle, de mettre en question l'ordre habituel. » Daniel Boorstin, qui a beaucoup travaillé sur les découvreurs, affirme : « Les cartographes travaillant pour Henri le Navigateur mirent du blanc partout où il y avait du faux, du mythe, et du sacré. » La question est alors de savoir comment agir en partant d'une carte fautive, et d'accepter de partir de l'absence d'informations. Dans cet état d'esprit, Stuart Firestein a créé à Columbia un séminaire sur l'ignorance, qui est le point de départ de toute réelle démarche scientifique. Enfin, pour Maurice Bellet, philosophe, « Nous entrons dans un nouvel âge critique et la grande affaire ce ne sera pas d'avoir les solutions, ce sera le courage de porter les questions de telle manière que ce courage de porter les questions engendre quelque chose qui ne soit pas stérile. » Ces exemples et ces citations proposent donc, face à des situations hors cadre, de ne pas être seulement en mesure de se défendre, mais d'être créatifs collectivement sur des terrains nouveaux. »

*Pour en savoir plus : voir [www.patricklagadec.net/fr](http://www.patricklagadec.net/fr)*

#### *Echanges avec la salle*

**Patrice Bouillot** : « Votre intervention permet d'appréhender les événements qui sortent du cadre. Or, le changement climatique est connu, anticipé, commenté et ne semble pas constituer une surprise. Il représente néanmoins une crise au sens d'un changement de système. Vos préconisations s'adaptent-elles aussi à ce type de crises, qui se déploient en tant que processus ? »

**Patrick Lagadec** : « Nous entrons dans des territoires de plus en plus « décoiffants ». Lors d'un séminaire réuni à La Haye au sujet des mégacrisis actuelles, il a été signalé que si une sécheresse

même modérée survenait à la fois en Chine et aux Etats-Unis, il n’y aurait pas assez de nourriture. Seuls cinq pays au monde, dont la France, passeraient le cap. La multiplication des tempêtes pourrait rendre les voyages aériens de plus en plus éprouvants. Une sécheresse peut provoquer des problèmes de production électrique, tout comme un excès ou un manque de vent, et il n’existe pas de plan pour faire face à ces problèmes, qui affecteraient en même temps l’ensemble des systèmes qui sont aujourd’hui tous imbriqués. Se rendre disponibles pour re-cartographier la réalité est donc le premier enjeu. »

**Patrice Notteghem**, Association Creusot Montceau Territoire écologique: « Disposez-vous de pistes pour réduire la vulnérabilité de façon préventive ? La multiplication des interconnexions entre l’ensemble des réseaux, l’augmentation des vitesses et la réduction des distances crée des vulnérabilités de plus en plus grandes. Comment faire dans ce contexte pour créer au moins des noyaux de sécurité ? Est-il possible de sensibiliser les citoyens, notamment en termes éducatifs, à la question de la vulnérabilité et de leur nécessaire implication ? Au Québec, il existe des systèmes de vigilance sur les pics de concentration de cyanobactéries dans les plans d’eau. Ils reposent sur des réseaux de citoyens. En France, j’ai suggéré d’associer les pêcheurs et les usagers des plans d’eau à cette surveillance. Il existe des systèmes de mesure de concentration, mais elles sont effectuées au niveau des captages : cela revient à révéler le phénomène à l’aval, alors que la mesure pertinente devrait être réalisée dans les zones peu profondes. Il serait de façon plus générale souvent adapté de mettre en valeur les observations et contributions des citoyens afin de mieux anticiper les crises. Développer la vigilance et la curiosité représente un véritable chantier culturel. »

**Patrick Lagadec** : « Selon mon expérience, la première vulnérabilité est intellectuelle et psychique. Organiser des exercices auxquels personne ne participe ou qui sont annulés précipitamment représente une énorme vulnérabilité. Se montrer incapables de prendre ce problème en charge me semble être la vulnérabilité la plus forte. Le mieux à faire est de poser les questions suffisamment à l’amont pour que les interventions se déclenchent dès le premier signal aberrant, qui doit être considéré comme un signal fort, même s’il est incompréhensible. Dans ce contexte, le rôle du citoyen est primordial. En témoigne l’action des volontaires qui traquent les réseaux sociaux en cas de situation chaude. Après les attentats du 13 novembre 2015 à Paris, une rumeur a laissé entendre qu’il y aurait eu une centaine de morts à la gare du Nord. Ces volontaires ont bloqué cette rumeur en affirmant qu’un tel événement aurait été perceptible sur Internet, ce qui n’était pas le cas. La clé est cependant la confiance dans les informations qui viennent du bas et la capacité à travailler de façon sérieuse sur ces données. Ainsi, lorsque l’on prépare un exercice dans une école, il faut d’abord se demander si la directrice a été interrogée très en amont pour savoir ce qui lui serait utile et lui proposer de participer à l’équipe d’animation qui prépare l’exercice. Cette démarche est très difficile dans nos cultures, dans laquelle, selon la logique médiévale, le roi protège ces sujets. Aujourd’hui, les sujets ne croient plus aux autorités, tout en leur demandant protection, ce qui est profondément pervers. »

**Marie-Hélène Vergote** : « Vous préconisez de se préparer à être surpris, mais chacun n’est pas forcément prêt à nager dans les catastrophes. L’objectif demeure d’être prêts à penser un avenir. Je songe au livre de Charles Perrow, *The next catastrophe*, dans lequel il explique que la vulnérabilité provient des interconnexions et des échelles de ces événements. Comment construire une vision prospective avant la survenance de la crise ? »

**Patrick Lagadec** : « Peut-on s’entraîner au pire, comme le préconise Charles Perrow ? J’ai ainsi participé à une réunion qui se penchait sur l’opportunité du fait d’accorder des crédits à la modélisation mathématique du comportement des populations du sud de la France en cas de bombardement nucléaire généralisé des régions du Nord, question qui n’est absolument pas pertinente. Il semble qu’il faille surtout s’entraîner au plus surprenant. Deux crises récentes ont débouché sur des erreurs totales. Lors de l’apparition de la grippe H1N1, les autorités ont déployé le plan H5N1, ce que j’ai signalé en cellule de crise aux autorités, et qui les a atterrées. Janet Napolitano, Secrétaire à la Sécurité intérieure des Etats-Unis, a très bien compris dès le départ que la

question était différente ; la France a réagi seulement sept mois plus tard, perdant toute crédibilité.

Lors de l'apparition du nuage de cendres diffusées par le volcan islandais Eyjafjöll en très haute altitude au-dessus d'une partie de l'Europe du Nord, le décollage des hélicoptères de la sécurité civile en France, qui ne dépassent pas l'altitude de 200 mètres, a été interdit, ce qui est absurde. Finalement, Air France et KLM ont décidé de reprendre leurs vols, et ce sont les instances de régulation qui ont suivi les compagnies. Que le problème soit très grave ou bénin, le résultat est le même. La perspective d'une grande inondation qui serait causée par la Seine est préparée en mobilisant les grands acteurs, mais il faudrait aujourd'hui s'interroger sur la façon d'utiliser les réseaux sociaux si un tel événement survenait, ce qui n'est pas fait. »

**Patrice Bouillot** : « Le principe de précaution est-il l'incarnation de l'attitude tétanisée ? »

**Patrick Lagadec** : « Le fait de refuser le décollage des hélicoptères en France après l'éruption du volcan Eyjafjöll est une pathologie du principe de précaution, qui est au départ un principe d'intelligence de l'action, et qui est devenu le prétexte pour ne plus rien faire parce que l'on ne doit pas faire n'importe quoi. La communication et les médias invoquent le principe de précaution lorsque les responsables ne savent plus quoi faire et s'affolent, en oubliant ce que signifie ce principe. Il s'agit en fait de réfléchir en anticipation sur des vulnérabilités dont la carte n'est pas disponible, et de prendre en fonction de cette réflexion des décisions intelligentes. Le véritable principe de précaution consiste à se mettre en possibilité de réfléchir intelligemment en commun sur des situations qui seront à affronter, quelle que soit leur gravité, mais qui seront surprenantes. »

**Catherine Schmitt** : « Lors d'une conversation avec Joël Spirou, chercheur en santé, nous évoquons les 15 000 morts causés par la canicule de 2003 chez les personnes âgées. Il m'a expliqué que normalement, des bébés auraient dû aussi faire partie des victimes, mais qu'aucun bébé n'est mort, parce que les personnes âgées étaient mortes, car elles prenaient des médicaments et étaient en insuffisance rénale, et sont mortes dans les salles d'attente des hôpitaux. Cette information sur le véritable facteur de risque n'a pas été rendue publique par les médias. »

Patrick Lagadec : « Ce cas est typique d'une situation qui possède un potentiel de grande surprise. Face à cela, il faut pouvoir disposer d'équipes multiacteurs qui réfléchissent sur ce qui est en jeu. Après quelques jours de canicule, le Professeur Pierre Carli, directeur médical du SAMU de Paris, s'est interrogé sur ce qui n'avait pas été compris et a effectué une recherche. Il découvre que l'expérience de Chicago, en 1995, montre qu'il faut prendre en compte la température nocturne et non diurne, que c'est l'accumulation de la chaleur qui compte, et non les pics de température. Il comprend a solution ne se trouve alors pas dans les hôpitaux, mais avant tout dans les maisons de retraite, et que la lutte est très difficile, car les personnes en danger sont réparties sur le territoire et donc très difficiles à détecter. Il a eu le courage de dresser une nouvelle carte de la situation durant la nuit, alors que le ministère de la Santé préparait les éléments de langage à adresser à la population pour la rassurer. Pierre Carli a contacté les sapeurs-pompiers et mis en place un protocole très simple, qui a débouché sur le lancement de l'action dès le lendemain à 5h00. Cette posture suppose une grande modestie et un fort courage intellectuel qui suppose de se battre avec la feuille blanche. Les entraînements que j'ai réalisés avec toutes sortes d'équipes montrent que ce point est le plus difficile. Dans cette posture, chacun sait que personne n'a la solution au départ, mais qu'il faut écouter l'autre, qui, parmi trois idées stupides, tiendra peut-être une bonne piste. C'est en tissant l'ensemble de ces idées qu'il est possible d'arriver à quelque chose, en évitant de croire avoir tout compris dès le départ, donc de foncer tête baissée en évitant les questions. »

**François Bertrand** : « Je me demande si les capacités de créativité que vous mettez en avant en situation de crise peuvent être valorisées en situation normale, question qui se pose pour l'action publique. Le projet HYCCARE s'est appuyé sur la concertation et le dialogue. Comment élargir le champ des possibles en mobilisant la créativité collective en temps ordinaire ? Vous ne rejetez pas la planification, mais vous valorisez l'improvisation. Ceci m'évoque des travaux d'Olivier Soubeyran sur l'adaptation de l'aménagement au changement climatique, dans lesquels il explique que tout ne passera pas par la planification en raison des effets cumulatifs et non intentionnels de l'action. Par

ailleurs, les chercheurs sur le changement climatique distinguent les évolutions tendanciennes, les évolutions des événements extrêmes et les ruptures inconnues. Ces dernières correspondent à des effets de seuil qui s'enchaînent. La recherche s'intéresse aux deux premières évolutions, mais non à ces derniers effets, qui ne peuvent pas être prévus. Votre exposé montre qu'il faut s'appuyer sur les capacités d'intelligence collective pour s'adapter à l'inconnu. Dans ce cadre, quels conseils apporter pour l'action publique au quotidien ?»

**Patrick Lagadec** : « Je ne travaille que sur les situations exceptionnelles. Au quotidien, il faut être capables d'affronter les questions pour lesquelles les réponses n'existent pas déjà. En pratique, des résultats magnifiques en termes de qualité peuvent très bien cacher des risques imprévus. Mon obsession porte sur les angles morts, sur les questions non posées et sur les interlocuteurs non interrogés, ce qui pourrait poser problème.

Ainsi, il existe des règles en plongée sous-marine, qui doivent être bien connues étant donné les dangers de l'activité. A la fin des manuels, il est prescrit, si le plongeur est totalement perdu, de suivre les bulles pour retrouver la surface. Mais j'ai plongé aux Maldives, et l'on m'a prévenu que parfois, les bulles descendent en raison des courants, mais rarement. En cas d'urgence, il faut donc réunir l'équipe et placer les palmes en haut pour s'orienter, mais cela ne fonctionne pas pour un plongeur seul, puisque quatre personnes étaient mortes récemment pour cette raison. Cet exemple illustre la nécessité de s'adapter, de faire appel à la compétence et d'anticiper en acceptant un défi éventuel face auquel seules l'écoute et la collaboration pourront être efficaces. La réalité actuelle est déjà celle-ci.

De la même façon, l'expérience du conflit de Beyrouth montre que ceux qui se sont le mieux tirés de la guerre ne sont pas ceux qui se sont réfugiés dans les caves, mais ceux qui vivaient en triant l'information et qui étaient déterminés à traverser le problème. La question est de travailler collectivement pour inventer les bonnes réponses. »

**Patrice Notteghem** : « Bien souvent, les décideurs politiques locaux demandent que des évaluations de risques soient conduites. Ces évaluations sont souvent menées à partir d'éléments insuffisants, mais pour autant, elles suscitent une forte croyance dans le fait qu'un risque faible ne se produira pas – et que les réélections des responsables politiques ne sont donc probablement en jeu, ce qui est un autre aspect du problème. Or, l'analyse des catastrophes montre qu'elles sont provoquées par la conjonction de plusieurs risques peu probables. L'évaluation des risques ne présente ainsi aucun intérêt en termes de préparation à la catastrophe. »

Patrick Lagadec : « Alors que la sécurité de la navigation repose sur la logique de la check-list, nous avons organisé avec la DGAC un séminaire sur la surprise dans le cockpit. Les quelque 200 participants venus du monde entier étaient passionnés, considérant que se préparer à des phénomènes bizarres constitue le véritable problème. Il s'agit d'un nouveau terrain intellectuel, opérationnel, stratégique et politique. »

**Marjorie Ubertosi** : « Je forme des ingénieurs agronomes à AgroSup Dijon. Est-il possible d'intégrer ce mode de gestion du risque aux enseignements ? Concrètement, comment former des ingénieurs à ce nouveau monde dans lequel ils travailleront ? »

**Patrick Lagadec** : « J'ai dirigé des séminaires de deux jours à l'École des Ponts et Chaussées, à l'École des Mines et à l'École d'Agronomie. Je ne propose pas de travailler sur des exercices classiques dans lesquels j'apporterai les stimulations et apporterai mes réponses face aux réactions des étudiants. Je leur demande de proposer des scénarios difficiles et les aide à construire des scénarios beaucoup plus compliqués encore. Je leur travaille ensuite avec eux sur ces scénarios, en demandant, non de trouver les solutions qui n'existent pas, mais de collaborer pour travailler le problème.

Cette approche passionne les étudiants, qui savent bien que les réponses préparées d'avance ne valent que pour les examens, et qui se révèlent même capables de définir des scénarios critiques pour le pays. Ces étudiants savent bien qu'ils auront à gérer ces logiques dans le monde réel

d'aujourd'hui, et qu'ils pourraient se retrouver face à la justice s'ils appliquaient face à une crise des solutions pensées d'avance et inadaptées. Lors d'une session, le directeur général d'une grande entreprise, qui avait été invité, a remercié les étudiants, en affirmant que ce type de problèmes ne pourrait jamais être mis à l'ordre du jour d'un comité de direction. »

## Clôture du séminaire

**Nadège Austin**, Directrice d'Alterre Bourgogne : « Je remercie chacun d'avoir participé à cette journée, en particulier les intervenants et toute l'équipe de chercheurs impliqués dans le projet HYCCARE, qui ont collaboré pendant trois ans. Ils ont permis de présenter des résultats complexes de la façon la plus claire possible. Je souhaitais aussi remercier Anne-Cerise Tissot pour son travail exceptionnel sur le projet HYCCARE, et ce dans des délais très contraints notamment en ce qui concerne la remise du rapport final. Je remercie aussi l'équipe d'Alterre Bourgogne pour l'organisation de cette journée.

De très nombreux messages ont été transmis aujourd'hui. Je retiens notamment le fait que la question de la gestion des ressources en eau dans le cadre de l'adaptation au changement climatique est très complexe : malgré le financement d'un travail de recherche ayant embarqué une dizaine de chercheurs, un certain nombre d'éléments sont confirmés, mais de nombreuses incertitudes demeurent. Il faudra encore du temps pour rechercher les bonnes réponses et pour s'organiser collectivement afin de définir les solutions adéquates. En la matière, il n'existe pas une seule vérité. Les débats ont mis en avant la multiplicité des points de vue, des contraintes, des enjeux. Il s'agit donc de réfléchir ensemble et de construire collectivement les réponses, en ne craignant pas la logique de la feuille blanche.

Enfin, les attentes restent nombreuses. Alterre Bourgogne continuera à travailler le plus possible pour apporter les connaissances et aider à comprendre les problématiques du développement durable dans leur ensemble. Ces attentes concernent aussi les suites opérationnelles concrètes du projet HYCCARE. Alterre Bourgogne y contribuera, mais il revient à l'ensemble des acteurs de s'emparer de la question de l'adaptation au changement climatique pour définir les bonnes solutions dans le domaine des ressources en eau. A cette fin, l'agence est à l'écoute et à la disposition de tous. A mon sens, la dynamique créée par HYCCARE n'est en rien terminée, car les sujets d'étude demeurent nombreux.

*La séance est levée.*



HYCCARE Bourgogne est un projet de recherche-action qui a pour objectif de mettre à disposition des décideurs locaux des outils qui leur permettront de mieux prendre en compte le risque lié aux impacts du changement climatique sur la ressource en eau.

Partenarial, il est cofinancé par le ministère de l'Écologie (dans le cadre du programme national GICC), l'ADEME Bourgogne et les agences de l'eau Loire-Bretagne, Rhône Méditerranée Corse et Seine-Normandie.

Il implique un collectif multidisciplinaire de chercheurs de différents organismes (Université de Bourgogne, CNRS, AgroSup Dijon, INRA, BRGM, Université de Tours, etc.) et est coordonné par Alterre Bourgogne.



*Financeurs du projet :*

