

Académie de l'Eau

Rapport final



EAU et ENERGIE en ILE-DE-FRANCE

***Eau, levier d'atténuation et d'adaptation
face au changement climatique***

Actes du colloque du 28 Avril 2016 au Pavillon de l'Eau
de la Ville de Paris



SOMMAIRE

Introduction générale et méthodologie.....	p. 3
Mot de bienvenue de M. Oliver.....	p. 5
Intervention de M. Lepeltier.....	p. 7
Intervention des étudiants.....	p. 10
Programme du colloque.....	p. 12

Première table ronde

Une Eau à Énergie positive ? Optimiser l'eau et l'énergie en ville

Intervention de Jean-Pierre TABUCHI.....	p. 15
Intervention d'Adrien CHAUSSINAND.....	p. 19
Intervention de Pierre-Louis VIOLLET.....	p. 22

Echanges avec la salle.....	p. 31
------------------------------------	--------------

Seconde table ronde

L'adaptation aux risques climatiques, la gestion des risques liés à l'eau dans le contexte du changement climatique

Intervention de Frédéric RAOUT.....	p. 33
Intervention de Steeves GUY.....	p. 38
Intervention de Benjamin GORGET.....	p. 43

Echanges avec la salle.....	p. 47
------------------------------------	--------------

Conclusion du projet collectif par les étudiants.....	p. 50
Mot de clôture par M. Oliver.....	p. 53
Annexe (liste des intervenants).....	p. 54
Bibliographie.....	p. 56

INTRODUCTION GENERALE ET METHODOLOGIE

La COP21 a été une occasion unique pour la communauté internationale de parvenir à un accord mondial sur le changement climatique et de reconnaître, entre autres, l'importance de l'eau dans le cadre de la lutte contre le changement climatique. Même si l'eau ne figure pas explicitement dans l'Accord de Paris, elle est intrinsèque au concept d'adaptation, qui a été pris en compte au même titre que le volet « atténuation » dans le texte de l'accord. Nous avons ainsi décidés dans ce travail de nous intéresser aux deux volets de la politique climatique que sont l'atténuation et l'adaptation, en accordant une attention particulière aux orientations locales au niveau de la région Île de France. Les territoires ont en effet été consacrés comme des acteurs majeurs dans l'Agenda des Solutions. L'action locale est présentée comme un levier efficient à la fois d'atténuation et d'adaptation, car les politiques engagées sont plus à même de répondre aux conséquences particulières des changements globaux, et de faire fructifier les caractéristiques locales pour lutter efficacement contre les émissions anthropiques. Nous serons néanmoins amenés à sortir de l'échelle locale afin d'articuler les enjeux territoriaux avec les défis globaux dans lesquels ils s'inscrivent.

Adaptation et atténuation sont deux concepts complémentaires: ils désignent ensemble une approche complète de la lutte contre les conséquences du processus dynamique et continu du changement climatique. Les politiques d'atténuation d'une part permettent de diminuer l'ampleur du changement climatique grâce à la diminution des émissions carbonées et d'autre part, l'inertie du processus de réchauffement climatique et les incertitudes à moyen et long terme nécessite l'anticipation des effets dans les politiques d'aménagement, afin de limiter les conséquences néfastes du dérèglement climatique sur l'environnement et les communautés.

Ce rapport regroupe les actes du colloque du 28 Avril 2016, complété par nos recherches personnelles, pour lesquelles nous avons appliqué la méthodologie suivante :

Notre intérêt pour l'eau comme levier d'adaptation et d'atténuation face au changement climatique nous a poussé à interroger les acteurs de la gestion de l'eau en Ile-de-France sur leurs pratiques.

De nombreux aspects de la gestion de l'eau nous intéressaient : distribution de l'eau, assainissement, utilisation de l'eau comme source d'énergie durable, gestion des risques liés au changement climatique... Nous avons donc rencontrés aussi bien des acteurs publics, chargés de mission spécifiques et intégrés dans un territoire, que des acteurs privés, des ingénieurs ou des chercheurs.

Nous avons évidemment privilégié les rencontres avec des ingénieurs nous ont permis d'étudier certaines technologies non applicables directement en région parisienne, mais qui pourraient permettre d'approvisionner l'Île-de-France en énergie ou de gérer les risques associés à l'eau plus efficacement ; nous avons donc décidé de les inclure dans notre rapport.

Nous avons ainsi réalisé des entretiens semi-directifs en demandant d'abord à chacun :

- Comment les objectifs d'adaptation et/ou d'atténuation face au changement climatique étaient intégrés à leurs activités.
- Comment leurs activités s'articulaient avec celle des autres acteurs de la gestion de l'eau en Île-de-France?
- Si et comment la réforme territoriale les impactait dans leurs activités.

Chacun des acteurs rencontrés nous a ensuite présenté ses activités et donné par là-même des pistes de réflexion supplémentaire.

Mot de bienvenue de M. Oliver, secrétaire général de l'Académie de l'eau:

Monsieur le Président,
Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,
Chers collègues et amis,
Bonjour et bienvenue à toutes et à tous !

Merci, à chacune et à chacun d'entre vous, pour votre présence et votre participation, que nous souhaitons la plus active possible, à ce colloque, avec ses deux tables-rondes successives, concernant l'eau et l'énergie en Île de France.

Il s'agit là assurément d'une problématique complexe et difficile, – comme tout ce qui concerne la région parisienne – mais d'une actualité particulière, compte tenu des diverses réformes en cours au niveau national et local :

- Les transitions écologique et énergétique, avec la promotion des énergies renouvelables,
- La décentralisation avec la loi sur la nouvelle organisation territoriale de la République, avec la GEMAPI, les EPTB et les EPAGE,
- La mise en place du Grand Paris

Sans oublier l'application conjointe des Directives européennes sur l'eau et sur les inondations, la création de l'Agence Française de la Biodiversité, l'instauration de la société numérique et la prise en compte du changement climatique, notamment des risques de sécheresses et d'étiages encore méconnus dans le bassin de la Seine.

C'est pourquoi il nous faut commencer par féliciter chaleureusement le groupe d'étudiants de Sciences Po Paris d'avoir eu l'audace, le courage et la ténacité nécessaires pour préparer ce colloque qui clôture aujourd'hui leur projet collectif 2015/2016 en partenariat avec l'Académie de l'Eau. C'est en effet un projet important qui s'inscrit à la fois dans le prolongement de la COP21 de Paris - Le Bourget, qui a fixé, de manière consensuelle, les objectifs et donné un cadre à la lutte contre le dérèglement climatique, et dans la perspective de la COP22 de novembre 2016 à Marrakech, qui devra en préciser la mise en œuvre opérationnelle, avec les moyens techniques et financiers adéquats.

Je tiens aussi à remercier très sincèrement nos deux éminents collègues et amis, Pierre-Frédéric TENIÈRE-BUCHOT et Marc-Antoine MARTIN, qui ont assuré avec persévérance et efficacité le pilotage de ce projet collectif.

Enfin, il convient de saluer l'hospitalité du Pavillon de l'Eau de la Ville de Paris et Eau de Paris qui nous accueillent une fois de plus dans un lieu agréable et particulièrement adapté aux besoins de cette manifestation : l'Académie de l'Eau apprécie beaucoup leur fidèle soutien.

Voilà donc les quelques mots de bienvenue que je souhaitais simplement vous dire, avant de laisser maintenant la tribune à Monsieur Serge LEPELTIER, Président de l'Académie de l'Eau, qui a bien voulu accepter d'ouvrir et de présider cette rencontre académique et intergénérationnelle ; ce dont nous lui sommes, toutes et tous, fort reconnaissants.

Je souhaite bien sûr plein de succès à ce colloque ; et je passe immédiatement la parole à Monsieur Serge LEPELTIER, en vous remerciant pour votre aimable attention.

Intervention de M. Lepeltier, Président de l'Académie de l'eau et Ancien Ministre de l'Ecologie et du Développement durable.

En septembre 2015, l'Assemblée Générale des Nations Unies a retenu l'eau parmi les 17 plus importantes priorités de l'Humanité, évoquée implicitement dans plusieurs Objectifs du Développement Durable (ODD) et explicitement dans l'Objectif n°6.

En décembre 2015, l'Accord de Paris, clôturant la 21e Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP21), a été un succès diplomatique par lequel les pays membres de la communauté internationale se sont engagés à prendre des mesures pour limiter le réchauffement à une hausse maximale de 2°C par rapport à l'année 1990.

Le grand cycle hydrologique, actionné par l'énergie solaire et la force de gravité, est au cœur des mécanismes du système climatique planétaire. Le réchauffement climatique, dont nous constatons de plus en plus les effets, est lié aux émissions de gaz à effet de serre, principalement de dioxyde de carbone (CO₂) produit par la combustion d'énergie fossile: charbon, pétrole et gaz. Compte tenu de la croissance démographique, de l'urbanisation, de l'élévation du niveau de vie, etc ... la pression sur l'eau ne cesse d'augmenter, qu'il s'agisse du secteur agricole, alimentaire, industriel ou de nos usages quotidiens. Les besoins d'énergie sont également croissants. L'eau et l'énergie sont deux domaines essentiels, intrinsèquement liés :

- La production d'énergie d'origine hydraulique, thermique ou nucléaire nécessite beaucoup d'eau.
- Réciproquement, la mobilisation, le transport, le traitement de l'eau ont également des besoins élevés en énergie, notamment lors du processus d'assainissement.

Il existe donc à la fois des besoins d'eau pour l'énergie, mais également des besoins d'énergie pour l'eau.

Il arrive que la pénurie d'eau menace la viabilité de projets énergétiques; ce qui peut avoir d'importantes conséquences sur le développement économique. À l'inverse et dans le contexte du changement climatique, le secteur de l'eau semble avoir des besoins en énergie de plus en plus importants. Selon les projections de l'AIE (l'Agence Internationale de l'Energie), d'ici 2035, la consommation mondiale énergétique augmentera d'environ 35%, ce qui implique une augmentation de l'utilisation de l'eau de

15%, alors que la consommation d'eau pour la production d'énergie augmentera de 85%.

On voit donc apparaître le risque d'un double stress à la fois hydrique et énergétique. L'eau doit nécessairement être profondément impliquée dans les stratégies d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

En matière de risques climatiques, la France, à l'image des pays du Nord, présente deux avantages : sa vulnérabilité aux événements extrêmes est restreinte, et sa capacité de résilience importante.

Cependant, cela ne signifie pas que les enjeux de l'adaptation au changement climatique sont inexistantes en France : le principal risque auquel doivent penser les acteurs de la gestion de l'eau s'avère aujourd'hui être la sécheresse et l'étiage.

À l'échelle du territoire national, nous possédons des capacités élevées de stockage en eau. Notre réseau hydrographique, notre climat tempéré et notre pluviométrie nous protègent de risques de pénuries globales. Mais nos ressources en eau ne sont pas réparties de façon uniforme dans l'espace et le temps où elles sont sujettes aux aléas saisonniers. D'ores et déjà, le manque en eau est une réalité pour certaines régions françaises en période de sécheresse, voire de canicule.

De façon plus générale, nos besoins en eau sont amenés à évoluer à l'avenir. Il faut donc s'assurer que l'aménagement des territoires, urbains ou ruraux, et leur développement, en termes de densité et de répartition de la population, ainsi que les activités socio-économiques, soient pensés et mis en œuvre avec le souci de leur compatibilité avec les ressources hydriques disponibles.

Pour revenir à l'Île-de-France, si celle-ci ne connaît pas ou peu de pénurie dans son approvisionnement en eau ; c'est en revanche le débit de ses eaux superficielles qui est préoccupant. En effet, en-dessous d'un certain débit, on se trouve confronté à deux problèmes:

D'une part la qualité de l'eau est affectée, car plus le débit est restreint, moins les éléments polluants sont dilués ; le bon état écologique est mis en danger par une réduction, même temporaire, du débit fluvial, car les écosystèmes ne résistent pas aux variations, quantitatives et qualitatives.

D'autre part, du point de vue quantitatif, en cas d'étiage, les prises d'eau urbaines, industrielles ou agricoles, risquent de ne plus pouvoir être alimentées.

Enfin, le thème de l'adaptation est opportun pour s'interroger sur l'évolution de la gouvernance de la gestion de l'eau. Les réformes en cours, au niveau national, régional

et local, amènent les collectivités territoriales à adapter des structures qui se sont mises en place durant plus d'un siècle, pour les remplacer par d'autres, plus récentes, dont le découpage n'est pas spécifique aux problématiques de l'eau.

Nous avons donc là matière à réfléchir à travers la double thématique atténuation – adaptation ; eau et énergie – eau et risques climatiques proposée par nos étudiants, auxquels je passe maintenant la parole pour présenter leur travail.

Intervention des étudiants:

Merci à Monsieur le Secrétaire-Général de l'Académie de l'Eau, Monsieur Jean-Louis Oliver

Merci à son Président, Monsieur Serge Lepeltier

Un projet collectif c'est un défi, lancé par un organisme à un groupe d'étudiant. Un défi tout au long duquel on est encadré. Et nous tenons donc à remercier pour leurs bons conseils, leur expertise et leur soutien :

Monsieur Jean-Louis OLIVER, Marc-Antoine MARTIN, Pierre-Frédéric Ténrière-Buchot, Evelyne LYONS, Jean-Luc REDAUD, ainsi que Madame Lidia GABOR et Esther BESSIS.

Mais c'est aussi un défi au sein duquel nous avons eu beaucoup de liberté, notamment concernant notre sujet d'étude. L'année dernière, les étudiants avaient approché le large sujet de l'économie verte en se focalisant sur le rôle de la ville, ce qui était opportun en amont d'une COP21 au sein de laquelle la participation des métropoles a été historique. Nous avons fait le choix cette année de recentrer notre périmètre à la région Île-de-France, afin notamment de nous interroger sur l'évolution de ses acteurs au cours des réformes territoriales récentes. Comme l'an dernier, le but était de nous plonger dans le monde de la gestion de l'eau, mener nos recherches, rencontrer des professionnels qui puissent nous éclairer, pour finalement organiser un colloque et rédiger un mémoire. Il ne s'agit pas de prétendre avoir acquis une maîtrise complète de sujets qui nous dépassent, mais plutôt de pouvoir s'en approprier quelques-uns des enjeux, pour être capable de mener aujourd'hui, grâce à nos intervenants, une discussion qui soit intéressante, à la fois pour nous mais aussi pour notre auditoire.

Comme l'a évoqué Monsieur Lepeltier, nous avons opté pour une approche double, et finalement classique : atténuation – adaptation. Atténuation, c'est-à-dire la diminution de l'ampleur du changement climatique grâce à la réduction des émissions carbonées. Adaptation, l'anticipation des effets du changement climatique dans les politiques d'aménagement, afin d'en limiter les conséquences néfastes, sur l'environnement et les communautés. Au sein de cette approche conventionnelle, nous avons choisi de nous pencher sur deux problématiques qui le sont moins :

- eau et énergie, en ce qui concerne l'atténuation, c'est-à-dire comment peut-on rendre la production et consommation d'énergie moins gourmandes en eau, et l'assainissement de l'eau moins gourmand en énergie ?

- risques liés à l'eau, en ce qui concerne l'adaptation, c'est-à-dire comment se préparent les différents acteurs franciliens à faire face à des risques de crues et d'étiages, qui résultent aussi bien de l'évolution de notre urbanisme (imperméabilisation) que du changement climatique (réduction de la ressource en eau)?

Avant de donner la parole à notre premier modérateur, quelques mots concernant sur le déroulement pratique du colloque.

Comme vous avez peut-être vu dans le programme, il y aura deux tables rondes avec trois intervenants chacun.

A la fin de chaque table ronde 45 minutes seront dédiées à vos questions.

Nous voulons que ce colloque soit basé sur l'échange et respecte une dynamique d'interaction entre la salle et les intervenants. Nous sommes donc impatientes de recueillir votre point de vue lors du temps alloué aux questions concluant chaque table ronde

Nous vous invitons donc à partager votre opinion, vos commentaires, mais aussi à proposer vos solutions ou de nouvelles pistes de réflexion.

Afin de vous inspirer, nous proposerons quelques questions à l'issue de chaque table ronde. Ces questions vous permettront d'insister sur un aspect qui vous semble propice à la discussion.

Programme du colloque

- 8h30 – 9h00 Accueil des participants
- 9h00 – 9h05 Bienvenue : Jean-Louis OLIVER, Secrétaire Général de l'Académie de l'Eau
- 9h05 – 9h15 Ouverture : Serge LEPELTIER, Ancien Ministre et Président de l'Académie de l'Eau
- 9h15 – 9h30 Restitution du projet collectif : Suzanne BOURGAULT, Giorgia CIANI, Marie COHUET, Julien GALLOIS, Alice LUCKEN, étudiants de Sciences Po Paris

Table Ronde 1

Une Eau à Énergie positive ? Optimiser l'eau et l'énergie en ville

Modérateur : Marc-Antoine MARTIN, Trésorier Académie de l'Eau

9h35 – 9h45 Jean-Pierre TABUCHI, Chargé de mission santé-environnement au SIAAP.
*Comment rendre le traitement de l'eau moins énergivore ?
Quelles opportunités pour le développement de la méthanisation des boues d'épuration ?*

9h45 – 9h55 Adrien CHAUSSINAND, Chef de projet innovation chez Bouygues Immobilier, ingénieur thermicien et spécialiste des quartiers innovants.
Comment rendre des quartiers plus économes, à partir des fonctions et propriétés de l'eau? Quelles perspectives pour ces innovations ?

9h55 – 10h05 Pierre-Louis VIOLLET, Président du comité scientifique et technique de la SHF.
Le rôle des réservoirs dans le développement des énergies renouvelables et dans la gestion des besoins en eau.

10h05 – 10h35 Débat avec la salle

10h35 – 11h05 Pause-café

Table Ronde 2

L'adaptation aux risques climatiques, la gestion des risques liés à l'eau dans le contexte du changement climatique

Modérateur : Pierre-Frédéric TÉNIÈRE-BUCHOT, Administrateur de l'Académie de l'Eau et Président PS-Eau

11h05 – 11h15 Frédéric RAOUT, Chargé de mission ressources en eau et changement climatique à la DRIEE.

Quels risques liés à la ressource en eau en Île-de-France ?

Quelle ambition et quelles mesures avancées par le plan d'adaptation du bassin Seine-Normandie ?

11h15 – 11h25 Steeves GUY, ex-Adjoint au Directeur, Service réseau et assainissement de Rueil-Malmaison.

Comment s'organise la coopération entre les collectivités après les lois MAPAM et NOTRe ?

Quels sont les impacts de la nouvelle compétence communale GEMAPI sur les acteurs de l'eau en Île-de-France ?

11h25 – 11h35 Benjamin GORGET, Responsable de la cellule plan de protection à la RATP.

Comment se coordonne la prévention des inondations sur le réseau de la RATP ?

Quels sont les enseignements de l'exercice Sequana ?

11h35 – 12h05 Débat avec la salle

12h05 – 12h20 Conclusion du projet collectif : Suzanne BOURGAULT, Giorgia CIANI, Marie COHUET, Julien GALLOIS, Alice LUCKEN, étudiants de Sciences Po Paris

12h20 Clôture du colloque par l'Académie de l'Eau

TABLE RONDE 1 : Une Eau à Energie positive ?

Optimiser l'eau et l'énergie en ville

Modérateur : Marc-Antoine MARTIN, Trésorier Académie de l'Eau

Introduction de Monsieur Martin

La première table ronde s'interrogera sur le couple eau-énergie. L'eau est nécessaire à la production d'énergie. Le secteur de l'énergie est entre autres responsable de 61% des prélèvements d'eau (en France métropolitaine en 2010) et inversement le secteur de l'eau a des besoins énergétiques importants, notamment lors des processus d'assainissement. Il est par ailleurs nécessaire d'inscrire l'analyse de cette relation dans le contexte des changements climatiques. Le fil conducteur de celle-ci est de montrer comment on peut optimiser la production et la consommation conjuguées de ces deux ressources sur le territoire de l'Ile de France et dans ce début du XXème siècle marqué par des changements globaux, notamment dans le contexte du dérèglement climatique, et les politiques publiques mises en œuvre en Ile de France.

Ces changements concernent les dimensions du développement durable - économique, environnementale, social voire culturel - et se déclinent sur les plans techniques/technologiques organisationnels, institutionnels, financiers. Ils obligent à revoir nos idées, nos méthodes, nos choix et appellent des innovations et parfois des ruptures aux conséquences mal prévues et mal perçues.

D'où l'intérêt d'écouter et de partager avec des témoins sur des objets concrets. C'est le sens de l'exercice collectif des étudiants de Sciences Po auquel nous participons maintenant. Pour éclairer la problématique nous avons trois témoins qui vont présenter comment à leur niveau, dans leur secteur, et aux échelles géographiques ils perçoivent cette optimisation « eau et énergie dans et pour la ville ».

Leurs exposés seront présentés en 10 – 12 minutes chacun, pour que nous ayons une vision d'ensemble la plus large possible, puis nous aurons un temps de questions réponses avec la salle.

1ère intervention : Jean-Pierre TABUCHI, Chargé de mission santé-environnement au SIAAP

- Comment rendre le traitement de l'eau moins énergivore?
- Quelles opportunités pour le développement de la méthanisation des boues d'épuration?

Le SIAAP, premier service public de l'assainissement francilien, transporte et dépollue au sein de six usines différentes les eaux pluviales, industrielles et usées de l'agglomération parisienne. En moyenne, le SIAAP lave près de 2,5 millions de m³ d'eaux usées par jour, rejetées ensuite dans la Seine et la Marne. Son action s'inscrit dans l'objectif de rétablissement du bon état écologique de ces derniers en zone francilienne.

L'intervention de Monsieur Tabuchi, visait principalement à souligner le potentiel du biogaz, obtenu lors du processus de traitement des boues des stations d'épuration. En effet, le SIAAP est le premier producteur de biogaz, sur trois installations, dont la principale est localisée sur le site Seine Aval.

Le traitement des boues se déroule en plusieurs étapes principales. L'énergie consommée par le SIAAP lors de celles-ci est équivalente à 1000GWh, dont une partie en autoproduction. Cette consommation d'énergie est d'autant plus importante que l'inflation des critères environnementaux relatifs à la qualité de l'eau, implique à son tour une augmentation de la quantité d'énergie consommée.

On distingue deux types de boues. Les boues primaires sont issues du processus de décantation et présentent de fortes concentrations en matières minérales. Les boues biologiques (également appelées secondaires) très organiques, sont obtenues quant à elles par le processus d'épuration biologique. Ces boues subissent ensuite digérées (par le digesteur). Lors cette dernière étape, du biogaz est dégagé. Il est utilisé à 70% lors du processus très énergivore de déshydratation des boues, qui fait suite à la digestion. 60% de ces boues sont ensuite destinées à l'épandage, c'est à dire qu'elles occupent une fonction d'engrais pour l'agriculture. Monsieur Tabuchi a souligné la

nécessité de développer d'autres alternatives, moins consommatrices d'énergies lors du processus de déshydratation, telles que le pressage. Cela permettrait de réduire l'utilisation de biogaz, d'autant plus que le méthane, issu de celui-ci, peut être désormais réinjecté dans les réseaux de distribution.

Dès lors, l'utilisation du biogaz pose la question de l'arbitrage entre valorisation énergétique et valorisation agricole. Si le biogaz est utilisé lors du processus de séchage des boues destinées à l'épandage, il faut alors renoncer à la valorisation énergétique du biométhane. Jusqu'à maintenant, c'est cette dernière piste qui a été privilégiée, on remarque qu'un équilibre entre ces deux types de valorisation n'est pas envisageable, il s'agit de faire un choix tranché entre la valorisation agricole et énergétique.

En termes d'atténuation, le recours au biométhane permettrait de réduire considérablement notre bilan carbone. Il constitue en effet un levier alternatif dans le cadre des objectifs européens de réduction d'émission de gaz à effet de serre (GES), fixés à l'horizon 2020, pour lesquels la France devra réduire de 14% ses émissions de GES. L'utilisation du biogaz pourrait se substituer dans une certaine mesure au gaz naturel habituellement injecté dans les réseaux, dont la production est nettement plus polluante (à travers le fonctionnement de centrales à gaz). Monsieur Tabuchi estime en outre que l'utilisation de biogaz en Seine aval pourrait couvrir les besoins de 70 000 foyers en gaz.

Le processus de traitement des boues

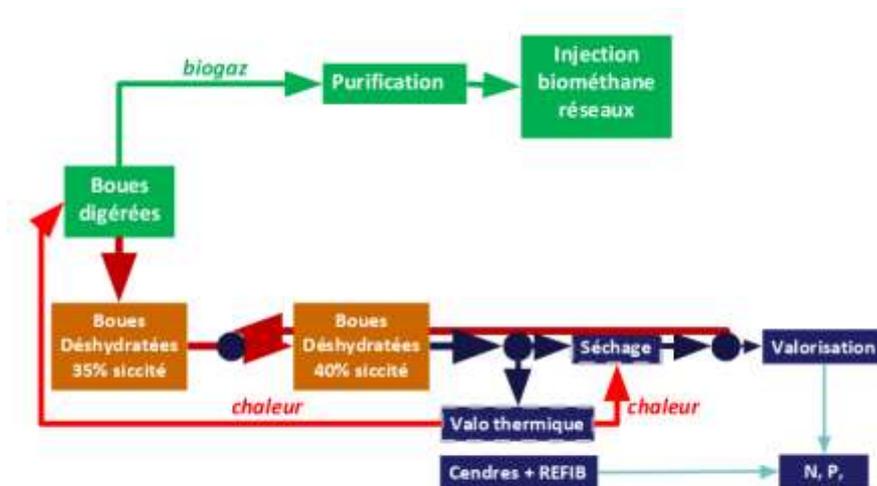


Schéma fourni par M. Tabuchi

Cet arbitrage entre valorisation agricole et énergétique mériterait donc d'être repensé, bien qu'il soit nécessaire de prendre en compte les éléments qui peuvent constituer des obstacles à la valorisation énergétique.

La récupération de chaleur à partir du traitement des boues pourrait également constituer, mais dans une moindre mesure (la diminution de la température freine l'activité des bactéries nécessaires à l'épuration), un levier d'atténuation énergétique. Une installation avec un échangeur de chaleur pourrait permettre de répondre à des besoins ciblés et réguliers, par exemple pour une piscine. L'échelle envisageable pour la récupération de chaleur s'étendrait au chauffage d'environ 50000 logements. Monsieur Tabuchi rappelle au passage que c'est principalement la consommation d'eau chaude, et non d'eau froide, qui est énergivore, et qu'il est important de réguler.

Dans le cadre de l'optimisation des synergies entre eau et énergie, (dans l'exemple du biométhane, le traitement des eaux usées pourrait permettre le recours à une énergie moins émettrice de GES) on remarque la nécessité de penser ces réseaux en amont, au sein d'un ensemble urbain. C'est notamment ce que Monsieur Chaussinand illustrera lors de sa présentation.

ZOOM : Le rôle de l'UNESCO dans la gestion mondiale de l'eau et dans l'hydrodiplomatie

Entretien avec Monsieur Bruno Nguyen, consultant à l'UNESCO

À l'échelle mondiale, moins de 0,5% des réserves d'eau à la surface de la Terre sont disponibles pour l'humanité. L'éducation joue un rôle capital dans la promotion d'une bonne gouvernance en ce qui concerne les ressources en eau. En effet, la pénurie d'eau est souvent due à une offre de services insuffisante.

L'UNESCO a donc engagé plusieurs projets et travaux de recherche dans ce domaine, notamment à travers le World Water Assessment Program (WWAP). Le Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2016, portant sur l'eau et l'emploi démontre que trois emplois sur quatre sont dépendants de l'eau, tout comme de nombreux secteurs économiques tels que l'agriculture, l'énergie, l'industrie ou encore la santé. La relation entre l'eau et l'emploi est d'autant plus intéressante que de nombreux emplois peuvent être

créés dans ce secteur, par exemple dans l'offre et les services liés à l'eau, les infrastructures, l'assainissement etc. Les pénuries d'eau et le manque d'accès à cette ressource pourrait ainsi limiter la croissance économique. L'eau peut donc à la fois être source de croissance ou de difficultés économiques. Par ailleurs, le stress hydrique peut être source de défis sécuritaires ou de mouvements migratoires majeurs.

Dans ce rapport et en relation avec l'intervention de Monsieur Tabuchi lors de notre colloque, on apprend que les eaux usées sont particulièrement précieuses car elles peuvent contenir de l'énergie, des nutriments et autres minéraux. Qu'il s'agisse de leur utilisation pour le biométhane ou même dans l'agriculture grâce aux boues séchées obtenues, ces deux voies sont développées de façon limitée dans les pays en voie de développement. Le déversement direct des eaux usées dans les masses d'eau est toujours assez courant dans de nombreux pays et a un impact désastreux sur les écosystèmes ainsi que sur la santé des individus.

En ce sens, plusieurs économies émergentes telles que la Chine, reconnaissent l'importance et l'urgence de la récupération et du traitement des eaux usées. Cependant, des éléments essentiels tels qu'une gouvernance et une réglementation adaptée, ou l'apport d'investissements importants, devront être pris en compte afin de favoriser et d'accélérer ces innovations.

L'UNESCO plaide donc pour une prise de décisions concertée et de long terme, afin de répondre aux enjeux environnementaux et de santé liés à l'eau. La communauté internationale semble déjà montrer la voie, à travers la définition d'objectifs de long terme en ce qui concerne l'eau et l'assainissement, ce qui permet d'offrir un cadre d'action pour la mise en œuvre de solutions adaptées.

2ème intervention: Adrien Chaussinand, Chef de projet innovation chez Bouygues Immobilier, ingénieur thermicien et spécialiste des quartiers innovants

- Comment rendre des quartiers plus économes, à partir des fonctions et propriétés de l'eau?
- Quelles perspectives pour ces innovations ?

Penser les réseaux de chaleur à l'échelle du quartier.

« L'eau est le meilleur caloporteur de l'univers ». C'est en rappelant cette propriété fondamentale de l'eau comme transporteur d'énergie thermique que Adrien Chaussinand, spécialiste des quartiers innovants et ingénieur thermicien, introduit sa présentation. Il s'agit de montrer comment utiliser l'eau comme vecteur d'énergie de la meilleure manière pour nos logements.

Pendant longtemps, le secteur du bâtiment ne s'est pas du tout intéressé aux questions énergétiques, tant qu'il était abordable de se chauffer. Les chocs pétroliers des années 70 ont changé ce paradigme : il est devenu primordial d'économiser l'énergie devenue beaucoup plus onéreuse. La prise de conscience climatique a encore renforcé les objectifs en matière d'efficacité énergétique. Aujourd'hui encore, les secteurs du bâtiment et du logement représentent 40% de la consommation énergétique finale. Pour faire en sorte que les logements ne soient plus des « passoires énergétiques », les efforts se sont d'abord concentrés sur l'isolation thermique. Or en 2012, avec l'apparition des bâtiments à basse consommation, les limites en matière d'isolation ont été atteintes. Ainsi pour continuer à améliorer l'efficacité énergétique du logement, M. Chaussinand estime que l'innovation doit désormais cibler l'organisation structurelle et fonctionnelle des quartiers, afin de permettre le développement de réseaux de chaleur urbains efficaces.

Aujourd'hui, l'atomisation de la production de chaleur dans de petites chaudières individuelles représente une considérable déperdition d'énergie. En effet, la chaudière consomme surtout au démarrage. Il s'agit donc de penser à l'échelle d'un quartier ou d'une ville des réseaux de chaleur centralisés qui permettent de mutualiser les usages,

et de prendre en charge de manière continue la demande en chaleur des usagers au cours de leurs déplacements dans l'espace urbain : au domicile, au travail, pendant les loisirs. Une seule chaudière centrale sans redémarrage et sans surcoût énergétique. Celle-ci peut être alimentée par un combustible adapté au marché local : déchets, ou biogaz par exemple. Les pays scandinaves sont aujourd'hui pionniers en la matière, car ils ont des besoins importants en chauffage efficace du fait de conditions climatiques rudes. À titre d'exemple, 40% des déchets produits à Copenhague sont brûlés dans un incinérateur qui alimente la ville et des communes avoisinantes en chaleur et électricité. Enfin, deux mots d'ordre sont à retenir pour penser des réseaux de chaleur efficaces : mixité des usages et collaboration multi-acteurs.

L'optimisation énergétique en ville

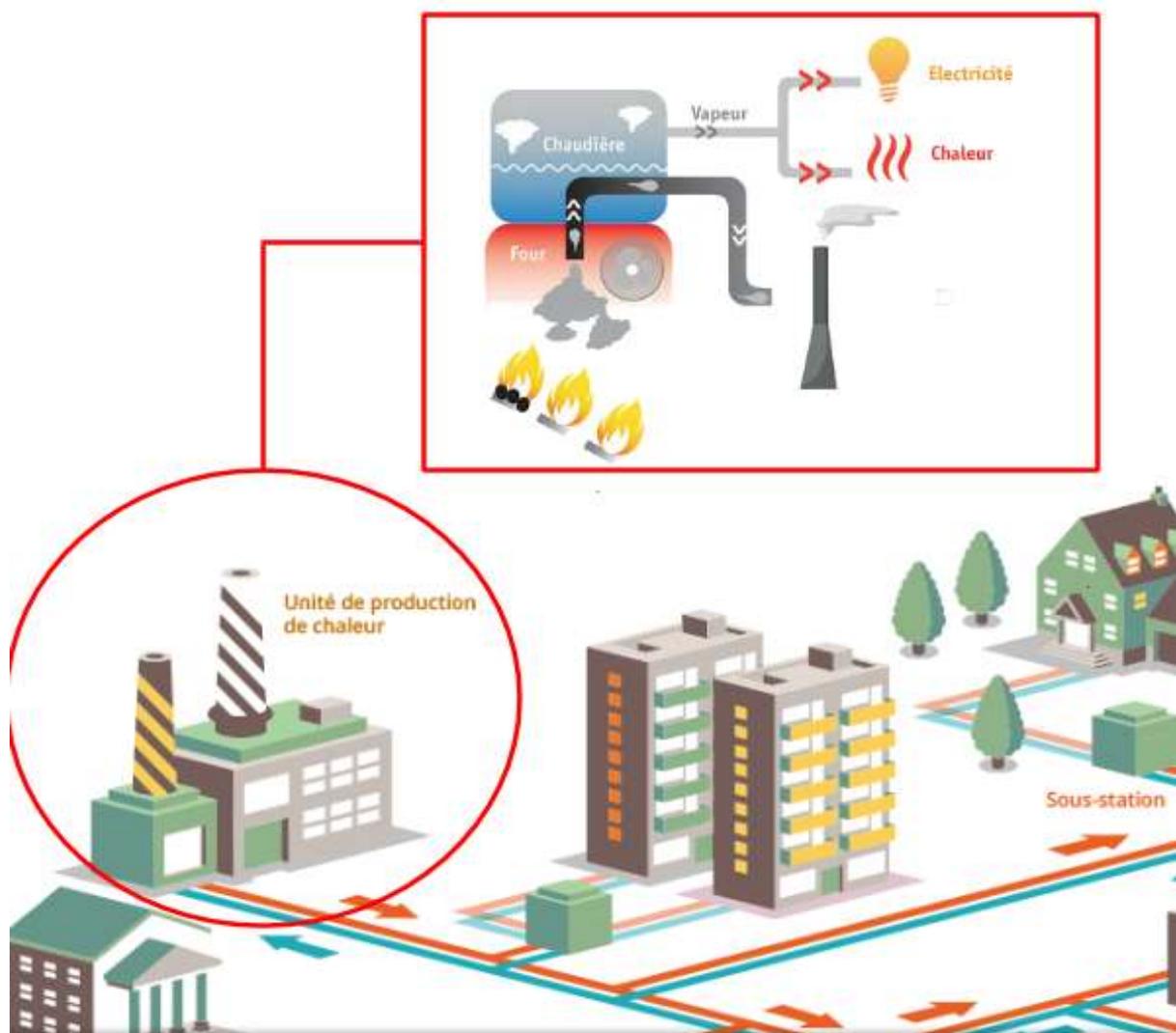


Schéma fourni par M. Chaussinand

ZOOM : « Faute de réinventer l'eau chaude, réutilisons-la ! » L'eau chaude : principal levier d'économies d'énergies dans le

domaine de l'eau

Si les pistes de réduction de la facture énergétiques des activités d'épuration et de transport sont aujourd'hui explorées, cela ne doit pas occulter qu'au niveau des ménages, 90% de l'énergie consommée par les usages de l'eau est dû à la production d'eau chaude pour les usages domestiques. Les installations de récupération de chaleur sont un moyen de récupérer l'énergie thermique contenue dans les rejets d'eau domestiques pour pourvoir à d'autres besoins, grâce à un système de pompe à chaleur, et ainsi d'améliorer considérablement les performances énergétiques des usages de l'eau. Il est à noter que les réseaux de chaleurs ainsi alimentés ne peuvent être envisagés qu'à échelle restreinte, pour le chauffage d'une piscine municipale par exemple, ou d'un quartier, car l'apport énergétique est plus modéré qu'un système alimenté par combustion. Bien qu'en Île de France les réseaux de chaleur soient déjà bien développés, la nécessité d'installer et d'adapter le système d'échange de chaleur dans des espaces déjà bâtis n'est économiquement pas compétitif dans les conditions actuelles. En revanche le procédé pourrait s'avérer rentable s'il est pensé en amont de la construction d'un nouveau quartier ou d'un projet de rénovation ambitieux. Les ambitions d'exemplarité environnementale des projets du Grand Paris et la récente intégration des objectifs de développement durable aux missions de l'ANRU pourraient constituer un terreau favorable à la mise en place de systèmes de récupération de chaleur dans la région. Ceux-ci doivent se faire en étroite collaboration avec le SIAAP pour lequel le maintien d'une température suffisamment élevée des eaux est nécessaire à la bonne performance des étapes biologiques de l'épuration.

3ème intervention: Pierre-Louis Viollet, Président technique de la Société Hydrotechnique de France

→ Le rôle des réservoirs dans le développement des énergies renouvelables et dans la gestion des besoins en eau

→ Le stockage d'énergie, l'énergie hydraulique et la gestion de l'eau.

L'énergie hydraulique et les réseaux électriques interconnectés

L'énergie hydraulique s'est développée à partir du début du XXème siècle, avec des systèmes énergétiques et des réseaux locaux. Il y avait des couples constitués d'une usine hydroélectrique et d'une ville, comme par exemple Mulhouse avec la centrale de Kembs (1921), Milan avec l'usine de Paderno, Buffalo avec la première centrale hydroélectrique aux chutes du Niagara. Mais dans tout système électrique, il faut assurer à tout instant l'équilibre entre la production et la consommation. Comme les besoins énergétiques des villes connaissent des périodes creuses et des périodes de pointe, il a ainsi été rapidement nécessaire de se doter de moyens de stocker l'énergie ; c'est ainsi qu'au couple Mulhouse-Kembs s'est en 1938 rajoutée la STEP (station de transfert d'électricité par pompage) des lacs Blanc et Noir, dans les Vosges. Au cours du XXème siècle, l'interconnexion des réseaux électriques a été progressivement réalisée, jusqu'à s'étendre aujourd'hui à toute l'Europe. Cette interconnexion présente deux avantages :

-a- permettre aux zones qui ne disposent pas d'un moyen de production d'électricité efficace d'avoir accès à une source d'énergie performante : c'est l'énergie hydraulique qui a été ainsi rendue accessible aux régions n'en disposant pas ; au cours de la seconde moitié du XXème siècle, ce fut en France l'électronucléaire ; aujourd'hui, l'énergie éolienne est aussi partagée grâce au réseau (en Allemagne, par exemple l'énergie éolienne est produite dans le nord, alors que la consommation est plutôt dans le sud du pays) ; demain, ce seront sans doute les grands gisements éoliens de la mer du Nord dont l'énergie sera certainement rendue largement accessible.

-b- Permettre à une zone concernée par un incident (indisponibilité fortuite d'un moyen de production) d'être secourue par les zones voisines, et de prévenir les black-outs.

L'interconnexion permet l'existence d'un marché européen de l'électricité.

L'hydroélectricité et le développement des énergies renouvelables.

L'hydroélectricité contribue à double titre au développement des énergies renouvelables. Un premier lieu, par son énergie en tant que telle qui est évidemment renouvelable. En second lieu, par son caractère flexible et la capacité de stockage d'eau et donc d'énergie dans les réservoirs de barrages, elle est un soutien au développement des énergies solaire et surtout éolienne.

Ce même contexte pousse aussi vers une plus grande flexibilité de la production hydroélectrique. Cette flexibilité se traduit en pratique par des éclusées (dont les conséquences sur l'environnement aquatique peuvent être importantes), et par un fonctionnement en mode transitoire et à charge partielle des machines.

Le défi est aujourd'hui de lever la contradiction entre l'objectif de développer les énergies renouvelables et le souci de préserver les milieux aquatiques.

Le stockage d'énergie par pompage et turbinage (les STEP)

Le stockage d'énergie par pompage et turbinage utilise deux plans d'eau à des altitudes différentes, pour pomper de l'eau vers le réservoir supérieur en période de stockage d'énergie, et turbiner l'eau du réservoir supérieur vers le réservoir inférieur afin de restituer l'énergie vers le système électrique.



La STEP de Revin (EDF) mise en service en 1976

Il peut s'agir d'un couple entre deux lacs, ou bien entre un réservoir d'altitude et un grand plan d'eau (grand lac, comme le Léman ou le lac Michigan ou la mer – on parle alors de STEP marines) ; on envisage aussi d'utiliser des cavités souterraines existantes dans d'anciennes mines comme réservoirs.

Le rendement des pompes et des turbines est aujourd'hui élevé, aussi le rendement global d'un cycle pompage-turbinage est-il de l'ordre de 80%. C'est le moyen de

stockage d'énergie qui a le meilleur rendement. C'est aussi le moins cher des systèmes de stockage d'énergie : 3 à 5 fois moins cher que des batteries, pourvu bien sûr que l'on dispose de sites adaptés.

Le stockage d'énergie par pompage est à ce jour le moyen de stockage stationnaire d'énergie le plus utilisé au Monde, puisque la capacité de production mondiale installée des usines de stockage par pompage était déjà en 2010 d'environ 140 000 MW, dont 21 000 MW aux USA, 45 000 en Asie, 46 000 en Europe. En France, il y a 6 STEP, totalisant 4900 MW, la plus récente est celle de Grand Maison, mise en service par EDF en 1985 ; avec 1160 MW en pompage et 1790 MW en turbinage, elle reste aujourd'hui la plus puissante d'Europe. Pour accompagner le développement des énergies solaire et éolienne, une capacité de stockage d'énergie de 150 TWh serait nécessaire en Europe aux environs de 2050. Certains pays, comme la Norvège, qui dispose de centaines de grands réservoirs, s'estiment en capacité de contribuer de façon très significative à ce stockage. Le développement des STEP de par le Monde s'est grosso modo effectué selon deux phases : une première phase au cours des années 1970-90 dans les pays industrialisés pour fournir des capacités de stockage en complément des grosses centrales thermiques (à charbon et nucléaire), qu'il est plus intéressant de faire tourner à leurs capacités maximales. Une seconde phase, en cours depuis les années 2000, accompagne le développement des énergies renouvelables non modulables (solaire et surtout éolien). La Chine se distingue actuellement par une forte dynamique de développement des STEP (tout comme de l'hydroélectricité d'ailleurs).

Les réservoirs ont souvent de multiples usages.

Beaucoup de réservoirs sont multi-usages : accumulation d'énergie potentielle pouvant être turbinée au moment où il y en a besoin, réservoirs de STEP, réservoirs pour l'irrigation, le tourisme, soutien des étiages. La gestion de l'eau doit tenir compte des intérêts souvent contradictoires de toutes ces parties, ce qui pose la question de la gouvernance de l'eau. Cette gouvernance doit être mise en œuvre au niveau d'un bassin hydrologique, et pour sa réussite nécessite que chaque partie prenne connaissance des valeurs et des intérêts économiques des autres parties, au delà des seuls rapports de force. La Durance présente un exemple intéressant de gestion multi-usages collective négociée. Le changement climatique, de plus, va se traduire au cours

des prochaines décennies par une réduction globale de la pluviométrie en Europe (surtout au Sud mais pas seulement), et une diminution de la neige et de la glace en montagne. Il faut ainsi s'attendre à une réduction importante des débits moyens des fleuves et rivières (30 à 50 % de moins d'ici 2050 sur la plupart des fleuves français), et ce qui est encore plus grave à une réduction des débits d'été, aujourd'hui soutenus par la fonte des neiges et des glaces, au printemps et en été. De nombreux réservoirs seront nécessaires pour soutenir les étiages, et maintenir les usages prioritaires de l'eau, y compris le maintien des débits minimaux permettant le maintien de la biodiversité. Les pays du Sud de la Méditerranée auront de plus recours au dessalement d'eau de mer, lorsqu'ils en auront les moyens financiers.

M. Viollet conclut de la façon suivante :

- Le développement de l'hydroélectricité contribue à double titre au développement des énergies renouvelables : ce développement nécessite de lever la contradiction entre développer les énergies renouvelables et maintenir la biodiversité, au moyen de protocoles négociés entre les parties.
- Le stockage d'énergie par pompage et turbinage est la moins chère des solutions de stockage d'énergie, et celle qui a le meilleur rendement. Développer le stockage d'énergie est cependant difficile dans une période où les prix de l'énergie sont très bas (il est tellement facile de brûler du gaz!) : la transition énergétique pourra-t-elle se faire dans un contexte de prix bas de l'énergie?
- Développer les réservoirs contribue au développement des énergies renouvelables et constitue une nécessité dans le cadre de l'adaptation au changement climatique : sans occulter les controverses, il convient d'examiner cette question objectivement en pesant les avantages et les risques environnementaux, en utilisant des cadres de protocoles négociés et les mesures de compensation environnementales.
- Les politiques énergétiques se pensent et se mettent en œuvre au niveau global. La gouvernance de l'eau entre différents usages nécessite au contraire une gouvernance qui se décline au niveau de chaque bassin hydrique.

ZOOM sur l'hydroélectricité

L'usage de la force hydraulique remonte au Moyen-âge, quand l'énergie mécanique

était fournie par des moulins. Certains moulins continuent à fonctionner encore aujourd'hui, mais la plupart d'entre eux ont subi une reconversion afin de produire de l'électricité et se sont transformés en grandes installations hydroélectriques au cours du XXème siècle.

La France est aujourd'hui le deuxième pays européen producteur d'hydroélectricité. Avec une capacité de production de 67 TWh en année moyenne, l'énergie hydraulique est responsable de 12% de la production totale d'électricité en France, en se classant ainsi comme deuxième source d'énergie faiblement émettrice en CO2 derrière le nucléaire.

L'hydroélectricité est une source d'énergie propre, qui n'émet presque pas de gaz à effet serre ni d'autre polluant. Elle est aussi considérée une source d'énergie verte parce qu'elle ne consomme pas d'eau.

L'énergie hydraulique offre des avantages uniques :

- Elle permet une production d'énergie modulable et en partie stockable, contrairement à l'énergie éolienne ou solaire, qui sont par leur nature intermittentes. Grâce à sa capacité d'intervention rapide, l'énergie hydraulique garantit la sûreté du système énergétique français car en cas de pic de demande énergétique, sa réponse est quasi immédiate.
- Les installations hydroélectriques n'entraînent pas des risques comme le peuvent les installations nucléaires.
- Le prix de l'énergie hydroélectrique est relativement bas : en effet, au-delà de l'investissement important pour leur création et sauf en cas de phénomènes de crues sévères qui endommagent les installations, ou de sécheresses à cause desquelles la productivité de la centrale diminue, les installations hydroélectriques ne sont pas très onéreuses en termes de maintenance.

Les types de barrages et leur fonctionnement

Le fonctionnement d'une centrale hydroélectrique se base sur une conduite forcée d'eau, qui fait tourner une turbine et qui entraîne un générateur électrique avant d'être restituée au cours d'eau. Le générateur est connecté à un transformateur et produit l'électricité qui est ensuite distribuée.

Les centrales hydroélectriques peuvent utiliser la force motrice de l'eau soit au fil de

l'eau, soit en exploitant les retenues obtenues à travers des barrages. Elles peuvent donc être distinguées en plusieurs catégories :

- Centrales au fil d'eau : il s'agit souvent de centrales plus petites, qui ne disposent pas de moyens pour stocker l'eau, car leur production se base sur le débit du cours d'eau, qui est turbiné en continu. Cela lui permet néanmoins de fournir électricité d'une façon continue et représentent en France plus de la moitié de la production totale d'hydroélectricité.
- Les centrales de lac : ces centrales peuvent stocker l'eau dans un réservoir grâce à des barrages, pour la turbiner dans les périodes où la demande est plus forte. Cela leur permet de moduler la production énergétique. Leur durée de remplissage de leur réservoir va au-delà des 400 heures, donc ils assurent une modulation saisonnière de leur production.
- Les stations de transfert d'énergie par pompage- turbinage (STEP): leur fonctionnement est très simple, et se base sur le pompage de l'eau du réservoir d'aval vers le réservoir d'amont dans les périodes de basse consommation, pour être ensuite turbinée dans le sens inverse dans les périodes de pointe.
L'avantage de ces installations est leur capacité de mobilisation d'énergie presque instantanée. Toutefois, le pompage de l'eau en l'amont consomme de l'électricité.

Les impacts des barrages sur la qualité des milieux aquatiques

Les barrages présentent aussi des inconvénients, car leur présence sur les rivières constitue un obstacle potentiellement perturbateur de la continuité écologique des cours d'eau et de la biodiversité. Pour ces raisons, leur construction est controversée.

Les paramètres qui définissent le « bon état des milieux naturels aquatiques » comprennent :

- La qualité de l'hydrologie de la rivière (quantité d'eau et alternance entre étiages et crues)
- Les caractéristiques morphologiques du lit de la rivière
- Le niveau de continuité écologique de la rivière (qui comprend aussi la libre

circulation des espèces aquatiques)

Les barrages peuvent diminuer la capacité auto-épuratrice de l'eau, à cause de la concentration des polluants et de la modification de la température. Ils sont ainsi susceptibles de bloquer le flux naturel des sédiments, en causant un déséquilibre intrinsèque de la morphologie du cours de l'eau, qui à cause de l'érosion risque de perdre le substrat de son lit favorable à la vie et la reproduction des espèces aquatiques. Les barrages, en créant de barrières difficilement franchissables, peuvent ainsi entraîner des conséquences importantes sur la circulation des poissons migrateurs.

Pour ces motifs, l'importance de la préservation des écosystèmes aquatiques a été reconnue et affirmée dans différentes dispositions légales nationales et européennes.

Depuis 1984, l'article L 214-18 du code de l'environnement français impose à tout barrages le respect du « débit réserve » (ou « débit minimum biologique »), à savoir un débit minimal non exploitable et obligatoire, afin de garantir la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques présentes dans le cours d'eau. Au niveau européen, la Directive Cadre sur l'Eau du 23 Octobre 2000 a imposé aux Etats membres la préservation du bon état écologique et chimique des cours d'eau et l'arrêt de leur dégradation.

Sous cet angle, de nombreuses améliorations techniques ont été introduites aussi pour permettre une insertion plus écologique des centrales sur les cours d'eau, en minimisant leurs impacts sur les milieux aquatiques. Les installations qui facilitent le passage des poissons (les « passes au poisson » assurent, par exemple, la montée des poissons migrateurs) ou qui limitent le risque de mortalité des poissons lors de leur passage dans les turbines (installations des turbines « ichtyophile ») : tous ces dispositifs visent à atténuer les impacts de l'aménagement hydroélectrique sur la continuité écologique du cours d'eau.

ZOOM : Concurrence pour la ressource en eau, comment réconcilier l'eau et l'énergie ?

Entretien avec François Lacroix

Directeur Scientifique et Technique de Ingérop, société d'ingénierie française et directeur de l'activité Eau et Environnement

La gestion de l'eau est devenue un sujet extrêmement stratégique. Très liée à l'énergie d'un côté, l'eau concerne aussi d'autres secteurs tels que l'agriculture et l'alimentaire : le trilemme énergie – eau – nourriture est un enjeu international et le dérèglement climatique ne fait qu'exacerber ce conflit, en augmentant les besoins en eau.



Le partage de cette ressource entre différents secteurs peut devenir très problématique. L'objectif du développement de l'hydroélectricité doit être réconcilié avec le respect des milieux aquatiques et la gestion durable de l'eau. Par conséquent, les systèmes de production d'énergies renouvelables tels que l'hydroélectricité sont aujourd'hui au cœur des réflexions. En effet, si l'eau est la principale victime du changement climatique, les installations pour la production d'énergie hydroélectrique jouent un rôle majeur tant pour l'atténuation que pour l'adaptation au changement climatique.

Le changement climatique ne semble constituer une menace à court terme pour la filière hydraulique au niveau mondial ; Il est néanmoins évident que les efforts demandés à la filière de l'hydroélectricité pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau et de respect des équilibres écologiques pourront entraîner une baisse de productivité dans le secteur. Le changement climatique implique aussi une vocation différente des barrages : c'est le cas du bassin Seine Grand Lacs, qui depuis 1966 stocke de l'eau pour protéger la Seine des étiages en été et du risque d'inondations en hiver et au printemps.

Quelle marge pour le développement d'hydroélectricité en France ?

La stratégie de développement de l'énergie produite par l'hydroélectricité en France peut être résumée en deux axes principaux :

- Faire plus : développer le potentiel hydroélectrique, à travers la création de nouveaux sites, en optimisant des chaînes hydroélectrique déjà existantes, ou

en équipant les seuils dédiés à usages différentes

- Faire mieux : le développement du potentiel hydroélectrique doit respecter la qualité de l'environnement et sa biodiversité. En effet, en raison des écluses et des conséquentes variations des débits des rivières, la construction d'un barrage hydroélectrique peut impacter l'équilibre écologique d'un écosystème d'une manière plus ou moins forte.

Aujourd'hui la construction des barrages s'inscrit de plus en plus dans une logique de développement durable. Il est donc nécessaire que les projets de construction ou renouvellement des barrages prennent en compte l'aspect écologique. Une prise en compte préalable des impacts des barrages sur le milieu aquatique est importante, non seulement pour garantir la compatibilité physique et économique des sites avec les installations hydroélectriques, mais surtout pour assurer le maintien d'un équilibre entre la rentabilité du projet et son impact sur l'environnement et sur le déplacement éventuel de la population.

L'objectif d'augmenter la production hydroélectrique se heurte donc avec la nécessité de leur insertion environnementale optimale, d'autant plus qu'à la suite du Grenelle de l'Environnement, une *Convention pour le développement d'une hydroélectricité durable en cohérence avec la qualité des milieux aquatiques* a traduit la volonté de s'impliquer dans le développement d'une hydroélectricité durable et compétitive.

Même si des investissements ont été faits dans l'éco-ingénierie, pour la recherche de nouvelles techniques de construction et la mise en œuvre d'installations compatibles avec les objectifs environnementaux, Monsieur Lacroix souligne qu'accroître la quantité d'énergie hydroélectrique produite ne passe pas forcément par la construction de nouveaux barrages, mais par l'amélioration du rendement des installations qui existent déjà : une solution peut être de rehausser la hauteur des barrages. Cela n'étant pas toujours possible, une autre possibilité est d'utiliser des turbines plus performantes capables d'exploiter différents débits et de fonctionner aussi efficacement en période de eaux basses (turbines à vitesse variable).

ÉCHANGES AVEC LA SALLE



→ *Quels sont les obstacles aujourd'hui à la mise à disposition du biogaz ?*

Réponse de M. Tabuchi :

Le problème aujourd'hui est le manque d'acceptabilité de l'implantation d'une usine d'incinération par les riverains, bien qu'en termes d'efficacité il est préférable d'installer les centrales au cœur des villes pour éviter les pertes en transport. Le second obstacle est le coût d'opportunité pour l'agriculture. En effet la matière organique qui sera utilisée pour la méthanisation ne pourra pas être utilisée pour la fertilisation des champs. Il y a un arbitrage à faire ici, et il doit être fait en comparant les bilans carbonés des différents scénarios de répartition.

M. Tabuchi a également ajouté qu'était actuellement menée une réflexion sur la mutualisation des installations de fermentation entre SIAAP et syndicat des ordures ménagères afin de réaliser des économies d'échelle sur la méthanisation.

→ *Quel est le rôle des autorités publiques pour le développement de réseaux de chaleur urbains intelligents?*

Réponse de M. Chaussinand :

Le secteur public est souvent commanditaires de gros ouvrages, tels que des hôpitaux, ou des établissements scolaires. Or à l'échelle d'un ensemble de bâtiment, il devient rentable de penser des solutions centralisées de mutualisation des réseaux de chaleur. La dimension économique est donc à même de motiver des investissements publics dans ce genre de réseaux. Par ailleurs, dans le cadre du Grand Paris se profile la construction de nouveaux quartiers. Il est donc important que les autorités publiques en charge aient une vision en amont sur la gestion des flux d'énergie, car ceux-ci précèdent la construction des bâtiments.

→ *Comment définir la bonne échelle de mutualisation d'un éco-quartier, et quelle est la taille maximale des réseaux de chaleur?*

Réponse de M. Chaussinand :

La bonne échelle dépend de la mutualisation des usages disponibles : il s'agit avant tout de trouver des activités qui soient complémentaires, quelle que soit l'échelle envisagée. Le périmètre doit donc être suffisamment large pour inclure des activités diversifiées. Quant à la taille maximale, elle dépend de l'état préexistant des réseaux. En effet les technologies d'isolation actuelles permettent une très bonne performance sur plusieurs kilomètres dans les nouveaux qurtiers et les villes nouvelles. Cependant des tuyaux bien isolés sont aussi plus larges. Or à Paris par exemple le sous-sol est déjà saturé, et ne peut accueillir de larges tuyaux. Les pertes en ligne y sont donc plus importantes et le périmètre de réseau plus restreint.

→ *Comment sont gérés les réservoirs hydrologiques au niveau de Paris ?*

Réponse de M. Viollet

La fonction essentielle des réservoirs au niveau de Paris est la régulation du débit de la Seine. Ils sont principalement sollicités en soutien d'étiages, si bien qu'aujourd'hui, en période estivale, 50% du débit de la Seine provient du soutien des réservoirs.

TABLE RONDE 2 : Adaptation aux risques climatiques, la gestion des risques liés à l'eau dans le contexte du changement climatique

Modérateur: Monsieur Ténrière-Buchot, Président de pS-Eau, Administrateur de l'Académie de l'Eau

1ère intervention: Frédéric RAOUT, Chargé de mission ressources en eau et changement climatique à la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie

- Quels risques liés à la ressource en eau en Île-de-France?
- Quelle ambition et quelles mesures avancées par le plan d'adaptation du bassin Seine-Normandie?

L'intervention de Monsieur Raout visait à décrire le programme d'adaptation du bassin Seine- Normandie au changement climatique, qui a été lancée le 3 septembre 2015 par le préfet coordonnateur de bassin et le président du Comité du bassin.

Dans le contexte du changement climatique, différents aspects doivent être pris en compte. Par exemple, il faut considérer l'évolution de la répartition mensuelle de précipitations et ses impact sur le débit saisonnier de la Seine: on aura en effet une augmentation des pluies en hiver et une tendance à la baisse en été. A cela s'ajoute une augmentation générale de la température, qui entraîne une plus forte évapotranspiration potentielle.

L'impact de ces changements sur l'eau incluent une tendance globale à la diminution de la ressource en eau, l'aggravation des étiages, une diminution du niveau des nappes, ainsi qu'une élévation de la température de l'eau en moyenne annuelle (+ 2° C) et une

élévation du niveau de la mer (jusqu'à 1m en fin de siècle). En outre, à cause d'une moindre dilution due à la diminution des débits il y a une plus forte concentration des polluants dans l'eau et les épisodes de rareté de la ressource deviendront plus nombreux et plus importants, avec des conséquences graves sur la biodiversité (milieux et espèces).

Comment réagir donc pour lutter efficacement contre l'augmentation du stress hydrique?

Monsieur Raout rappelle au passage que le premier effort à faire doit viser à la réduction des émissions de gaz à effet serre. Toutefois, le plan d'adaptation permet de développer des stratégies d'adaptation sectorielles pour une gestion durable des ressources en eau et des milieux aquatiques.

Les principes d'un plan d'adaptations peuvent être résumés en trois points principaux:

- Réduire la dépendance à l'eau, pour que la dépendance de cette ressource puisse devenir de moins en moins forte.
- Développer la solidarité entre usages et territoires, pour le développement de stratégies cohérentes
- Éviter une " mal adaptation", avec des effets pervers sur l'atténuation

Tout en n'ayant pas encore une valeur réglementaire, le plan, qui est basé sur les travaux scientifiques existants, contient des propositions concrètes et pragmatiques. Il vise à promouvoir une planification cohérente entre échelle locale et nationale dans le domaine de l'eau et représente aussi une occasion importante de réflexion, qui permet à la fois d'analyser et enrichir les actions proposées selon leur faisabilité au regard des enjeux locaux et de développer des actions nouvelles et innovatrices.

Elaboration

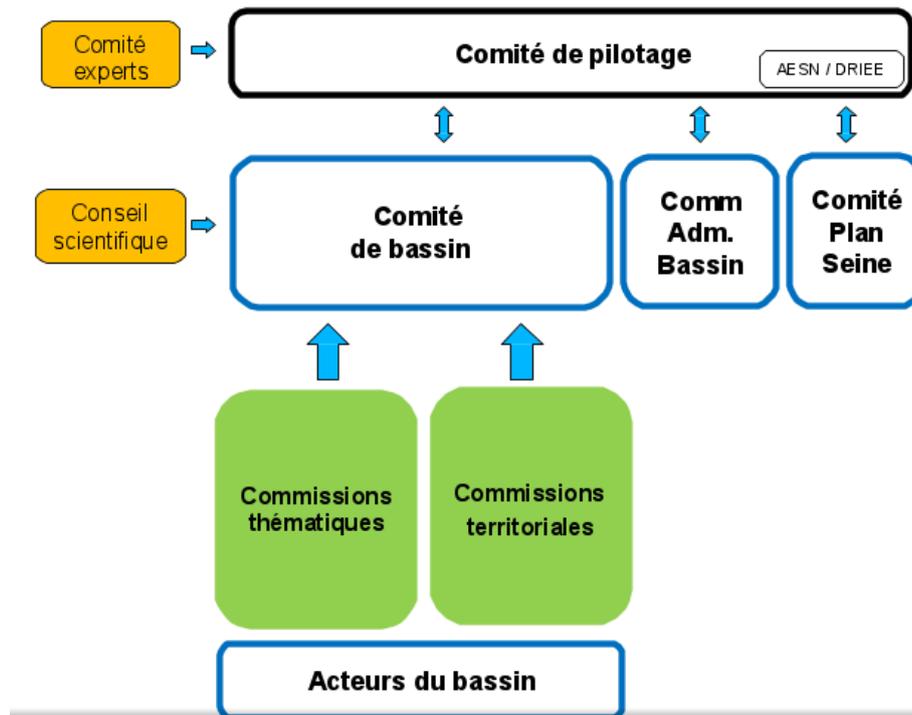


Schéma fourni par M. Raout

Le plan d'adaptation se pose les questions de quelles stratégies d'adaptation adopter pour lutter contre les vulnérabilités des différents territoires (métropoles et centres urbains, littoral et estuaires, zone rurales et agricoles, zones péri-urbaines d'activité économique).

Pour ce qui concerne la baisse des ressources en été et les conflits d'usage potentiels, il faut réduire la dépendance à la ressource en eau à travers l'utilisation de dispositifs hydro-économiques, la réutilisation des eaux usées, le développement d'un système de cultures moins dépendant en eau et l'amélioration de la réserve utile des sols.

La qualité de l'eau doit aussi être préservée et la hausse des concentrations de polluants et de la température représentent des enjeux majeurs à ce sujet. Il est donc important de réduire la pollution à la source dans les zones rurales, en limitant l'usage de pesticides et en prévoyant des zones d'infiltration.

Pour préserver la biodiversité et conserver les fonctionnalités des milieux aquatiques, humides et marins, il faut lutter contre les perturbations de faune et flore, l'assèchement

des zones humides, la salinisation des estuaires et les espèces envahissantes à travers le renforcement de la continuité et la reconnexion des milieux.

Le problème des ruissellements urbains et de l'érosion des sols peut être limité avec la végétalisation de la ville, qui diminue l'imperméabilisation et favorise l'infiltration de l'eau.

Enfin, pour affronter le problème des inondations par submersion et de la régression côtière, il est important de reconnecter les espaces naturels et de déplacer ou rehausser les infrastructures qui pourraient être impactées.

ZOOM : Les risques de crue et d'étiage en Ile-de-France

Le GIEC soulignait dans son dernier rapport la probabilité d'augmentation de la fréquence des « événements climatiques extrêmes » (entre autres inondations, mais également sécheresses ou tempêtes) en raison du changement climatique.

L'Ile de France n'est pas épargnée par un tel risque ; les crues (en particulier de la Seine) et les fortes pluies représentent toujours un risque majeur. Pour réduire les risques associés à une nouvelle crue centennale, mais aussi pour soutenir les débits faibles, de grands lacs-réservoirs (le lac de Pannecière, le lac de Seine, le lac de Marne et le lac de l'Aube) avaient été construits entre 1949 et 1991. : L'Etablissement Public Territorial de Bassin Seine-Grands Lacs, institution créée pour gérer ces lacs, modifie ainsi les variations de débit sur la Seine, l'Aube, la Marne et l'Yonne. En hiver, les lacs sont remplis dans le but de retenir les crues en amont. L'été, ils remplissent des missions de soutien d'étiage en restituant progressivement l'eau stockée pendant l'hiver ; les apports représentant près de 30% du débit observé en moyenne sur la période allant du 1er Juillet au 1er Novembre de chaque année.

Les risques associés aux crues et étiages n'ont pour autant pas disparu. Ainsi, en 2014, un rapport de l'OCDE jugeait Paris mal préparé face aux risques d'une crue de la Seine. Un choc de grande ampleur, similaire à la crue centennale de 1910, pourrait causer jusqu'à 30 milliards d'euros de dommages directs et le PIB pourrait être réduit de 15 à 58,5 milliards d'euros sur cinq ans. 750 000 emplois seraient

affectés. Selon la préfecture de police de Paris, « l'infiltration des eaux dans les sous-sols franciliens perturberait et endommagerait considérablement toutes les infrastructures enterrées, tous les réseaux souterrains. On observerait alors des effets « dominos » comme l'effondrement du réseau électrique, celui du réseau téléphonique, l'arrêt du chauffage urbain, de l'approvisionnement en eau potable, des transports tels que le métro, le RER...». Pour évaluer la coordination des acteurs de gestion de crise, l'opération Sequana, une simulation de débordement des eaux de la Seine et de la Marne a eu lieu à Paris entre le 7 et le 18 mars. Elle a mobilisé 87 partenaires, de la préfecture à la ville de Paris en passant par ERDF ou la RATP.

Concernant les risques d'étiage, l'hydrologie naturelle du bassin devrait évoluer avec le changement climatique : selon David Dorchies, ingénieur hydraulique cité par l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) "On peut s'attendre à des baisses de débits d'étiages de l'ordre de 30 à 40 %, et des périodes d'étiages (été et automne) qui s'allongent (...) On aura du mal à maintenir un débit suffisant à Paris pour garantir une bonne qualité d'eau". Plusieurs programmes de recherches sur le sujet ont été menés récemment ; entre autres, la démarche nationale «Explore 2070» montrait ainsi qu'à partir de 2050-2065, l'étiage annuel des rivières françaises serait beaucoup plus important qu'actuellement, avec une baisse de la fréquence des pluies, des débits de la Seine inférieurs de 30 à 50 % en moyenne, par rapport à l'état actuel, et du niveau des nappes souterraines (d'environ 4 mètres).

La question des incertitudes et de leur intégration aux plans de gestion des bassins est également un point clé : les scénarios climatiques présentent de nombreuses incertitudes, en particulier au niveau régional. Grâce à la comparaison des scénarios avec des données historiques (débiaisage), les chercheurs corrigent un peu ces incertitudes ; néanmoins les valeurs absolues prédites par les scénarios ne peuvent pas être prises telles quelles.

Par ailleurs, les résultats du programme de recherche européen Climaware ont montré que les étiages du bassin de la Seine deviendraient plus longs et plus sévères à partir de 2050 avec les règles de gestion actuelle. En conséquence de quoi, l'adaptation de la gestion du bassin va devenir cruciale dans le contexte du changement climatique, pour assurer la gestion de l'assainissement, mais aussi

l'alimentation en eau potable de tous les usagers. L'EPTB Seine-Grands Lacs a donc prévu, par exemple, de réviser les règles de gestion des lacs réservoirs, mais aussi de lancer une étude sur les enjeux socio-économiques des étiages sévères en région Île-de-France.

2ème intervention : Steeve GUY, Directeur de l'environnement et du patrimoine, Communauté d'agglomération de Melun – Val de Seine

→ Comment s'organise la coopération entre les collectivités après les lois MAPAM et NOTRe?

→ Quels sont les impacts de la nouvelle compétence communale GEMAPI sur les acteurs de l'eau en Île-de-France?

Steeve Guy, ingénieur de formation, est actuellement étudiant à Sciences Po en Master de Gouvernance Métropolitaine, dans le cadre duquel il s'intéresse aux lois NOTRe et MAPAM, puisqu'il étudie leurs impacts sur les acteurs du cycle l'eau de la métropole du Grand Paris.

Monsieur Steeve Guy a souhaité introduire son propos en rappelant que les collectivités sont les chevilles ouvrières des enjeux qui ont pu être évoqués au cours des interventions précédant la sienne, car ce sont elles qui ont la charge de mettre en place ces changements.

Les conséquences des lois NOTRe et MAPAM sur les maître d'ouvrage

La première chose qui à éclore de ces lois est la création de la métropole du Grand Paris, une métropole qui arrive tardivement comparé aux autres, et qui représente un cas particulier sur le territoire national.

Le second élément qui en ressort est la volonté de l'État de renforcer les compétences des intercommunalités, avec le transfert de compétences obligatoire à l'horizon 2020. Plus concrètement cela signifie que d'ici là, l'ensemble des communautés de

communes, qui représentent 90% des EPCI à fiscalité propre, devront endosser des compétences d'eau potable et d'assainissement.

Comment répondent les collectivités ? Si on se penche sur les différents échelons, on observe que la métropole qui vient d'être créée, au travers de ses 12 établissements publics territoriaux, aura obligatoirement la compétence de l'eau potable et de l'assainissement. Cette structuration de la petite couronne en 12 EPT, qui viennent remplacer les EPCI-FP qui la composait jusqu'alors, se démarque de la grande couronne. Cette dernière est en cours de restructuration autour de schémas départementaux de coopération intercommunale. Les préfets repensent les différentes intercommunalités à la fois pour les agrandir (puisque que la loi NOTRe prévoit l'évolution du seuil minimal d'habitant pour les communautés de communes de 5000 à 15000 habitants), que pour leur permettre d'endosser leurs nouvelles compétences obligatoires d'eau potable et d'assainissement. Enfin, au niveau national vient de paraître un arrêté du ministère de l'environnement, dit « socle », qui demande à chaque agence de l'eau de préparer une stratégie d'organisation des compétences locales de l'eau. D'ici le 31 décembre 2017, chaque agence de l'eau devra annexer à son SDAGE une stratégie qui propose à la fois une cartographie des compétences actuelles dans le domaine de l'eau et aussi une structuration des maîtres d'ouvrages.

Comment les collectivités font-elles face à ces compétences ?

De son expérience et de son étude, Monsieur Steeve Guy constate qu'une partie des collectivités anticipent ces changements, afin notamment de ne pas être tributaire de choix ensuite fait par l'État ou le Préfet, tandis que d'autres n'ont pas encore pris la mesure des changements à venir.

La GEMAPI est une compétence qui n'a pas été réclamé par les collectivités, elle est même vécue par certains comme un dessaisissement de la part de l'État d'une compétence qui était la sienne, la prévention des inondations. L'Association des Maires de France (AMF) s'est d'ailleurs engagée dans un lobbying intense pour éviter ce transfert, ou au moins retarder son échéance, qui a finalement été repoussée au 1er janvier 2018. Pour autant cette compétence est déjà une réalité puisque les premiers établissements publics d'aménagement et de gestion de l'eau (EPAGE) en sont en charge depuis le 1er Janvier 2016, date prévue initialement.

La GEMAPI permet d'avoir des maîtres d'ouvrage qui sont clairement identifiés (les EPCI-FP), de flécher les actions des maîtres d'ouvrages, leurs investissements, et

éventuellement d'être accompagné par l'agence de l'eau, notamment financièrement. Elle joue aussi un rôle dans la structuration du territoire, puisque la logique de bassin versant revient avec les nouvelles entités que sont les EPAGE (syndicats de rivière à l'échelle des sous-bassins versants) avec une coordination par des acteurs déjà existants, les EPTB. Dans ce cadre-là, la question de la transition est importante : comment gère-t-on les syndicats de rivière existant pour qu'ils deviennent des EPAGEs et qu'ils soient coordonnés en bonne intelligence par les EPTB ? En sachant que certains ne sont pas à la bonne échelle, avec des postes d'élus qui peut-être disparaîtront. C'est dans cette optique là que certains territoires lancent des études pour faire l'état des lieux, pour être en mesure de proposer aux préfets des solutions.

La deuxième conséquence de la GEMAPI est qu'elle nous invite à nous interroger sur le cycle de l'eau. Il n'existe qu'un seul cycle de l'eau, que les efforts d'adaptations actuels visent à recréer tel qu'il existait naturellement (infiltration, préservation de la ressources etc. visent à préserver le cycle de l'eau). Or dans la législation actuelle, on a un cycle de l'eau mais un émiettement des acteurs. Service eau potable, assainissement, milieu aquatique, prévention des inondations etc. représentent un véritable morcellement des acteurs du cycle de l'eau.

L'arrêté « socle » du ministère va aussi dans ce sens en promouvant les regroupements de communes, des intercommunalités et de leurs compétences au travers des EPCI-FP. Cependant le périmètre des EPCI-FP ne correspond pas forcément aux périmètres des enjeux (ce qui est d'ailleurs vrai pour tout type de compétences) : ici EPCI-FP n'est pas créé au niveau d'un bassin hydrographique, qui est l'échelle la plus intéressante pour traiter ces enjeux du point de vue de la ressource. Donc une des questions soulevée par les réformes va être celle de la pertinence des choix qui sont fait par les élus pour essayer de coller au périmètre qui correspond le mieux aux défis et aux enjeux locaux, tout en assurant une gouvernance politique

Leadership au sein des métropoles et communes

Monsieur Steeve Guy a conclu son intervention en illustrant l'importance des questions de leadership au travers du prisme des métropoles. Les leaderships forts sur les territoires permettent des avancées plus rapides, à l'instar des métropoles de Lyon et d'Aix-Marseille, pendant que de nouvelles discussions sont pressenties autour du Grand Paris, en vue d'une éventuelle nouvelle réforme institutionnelle en 2017. C'est-à-dire que malgré deux lois sur le sujet, le compromis politique trouvé n'est toujours pas

optimal, vraisemblablement par manque de leadership. Or pour l'ensemble des enjeux évoqués, la compétence de l'occupation des sols, responsabilité des communes, est déterminante. On comprend donc la difficulté politique à faire transférer une telle compétence vers les EPCI-FP, mais surtout aussi, le besoin de leadership au cœur d'un échelon territorial qui reste encore incontournable.



La Seine à Paris (libre de droits)

ZOOM : Les réformes territoriales

Avant que la loi de 1992 institutionnalise l'intercommunalité, les 36 000 communes Françaises avaient déjà pour habitude de travailler ensemble en ce qui concerne la gestion de l'eau. Plus de 5000 syndicats avaient été créés entre 1958 et 1992, afin de moderniser la distribution de l'eau et l'assainissement. À vocation unique ou multiple (Sivu ou Sivom), ces structures exerçaient les compétences qui leurs avaient été transférées par les communes. Devant cet ensemble de maîtres d'ouvrages parcellisé, et devant le manque d'organisation stratégique dans l'exercice des compétences communales, l'État décida en 1992 de permettre la création d'une nouvelle forme d'établissement public de coopération intercommunale (EPCI). À fiscalité propre (FP) cette fois-ci, ces EPCI-FP seraient aptes à se voir attribuer l'ensemble des compétences communales obligatoires, et viseraient à terme à rendre les découpages administratifs plus lisibles.

Les EPCI-FP ont connu des changements importants aux cours de différentes réformes depuis 1992. Certaines structures ont disparu, comme les communautés de villes ou les districts, au profit d'une classification définitive en quatre échelons. Au niveau le plus bas, les communautés de communes constituent la majorité des EPCI-FP avec le seuil de population le plus bas (un minimum de 5 000 habitants en 2010, porté à 15 000 aujourd'hui). Les communautés d'agglomérations, elles, comprennent au moins 50 000 habitants. Les communautés urbaines, longtemps la forme la plus intégrée d'intercommunalité regroupant au moins 450 000 personnes, ont vu leur seuil être abaissé à 250 000 habitants en 2014. Enfin, les métropoles, créées par la loi de 2010, visent les agglomérations de plus de 500 000 habitants. Les réformes ont donc homogénéisé la stratification de ces nouveaux EPCI.

Mais au-delà de cette homogénéisation, ce sont leur taille et leurs prérogatives qui ont fortement évolué. Avec en 2014 l'obligation pour toutes les communes de rejoindre un EPCI-FP, et l'entrée en vigueur d'un nouveau seuil minimal d'habitants pour les communautés de communes, la tendance a été à l'accroissement, pour couvrir aujourd'hui plus de 62 millions d'habitants. Notons de plus que tous ces EPCI à fiscalité propre sont régis par les principes d'exclusivité

et de spécialité. Selon ces principes, une compétence qui est exercée par un EPCI-FP est obligatoirement transférée à celui-ci par l'ensemble des communes qui en sont membres. Ce transfert de compétence se fait donc au détriment des structures existantes, particulièrement les EPCI à fiscalité non-propre (syndicat mixtes, Sivu et Sivom). Enfin, avec la loi NOTRe les compétences obligatoires des EPCI-FP sont appelées à grandir. L'eau et l'assainissement deviendront des compétences optionnelles en 2018, puis obligatoires en 2020. Ainsi, comme dans l'ensemble de l'action publique territoriale, l'intercommunalité s'est imposée dans la gestion de l'eau au travers des EPCI-FP.

Cette évolution a de quoi interpeller les acteurs de la gestion de l'eau. Il est vrai que les transferts de compétences vers les EPCI-FP ont le mérite de rendre l'exercice des compétences communales plus lisible, puisque plus de compétences seront exercées par un nombre d'établissements publics plus restreint. En revanche, il est vrai aussi que cette simplification a un coût, celui notamment de remplacer des structures spécifiques à la gestion de l'eau dans leur découpage et leurs prérogatives, par des structures généralistes.

3ème intervention: Benjamin GORGET, Responsable de la cellule plan de protection à la RATP

- Comment se coordonne la prévention des inondations sur le réseau de la RATP?
- Quels sont les enseignements de l'exercice Sequana?

M. Gorget présente un cas concret d'application de protection contre un des risques les plus spectaculaires liés à l'eau : les inondations, et le plan de la RATP pour se prémunir des conséquences.

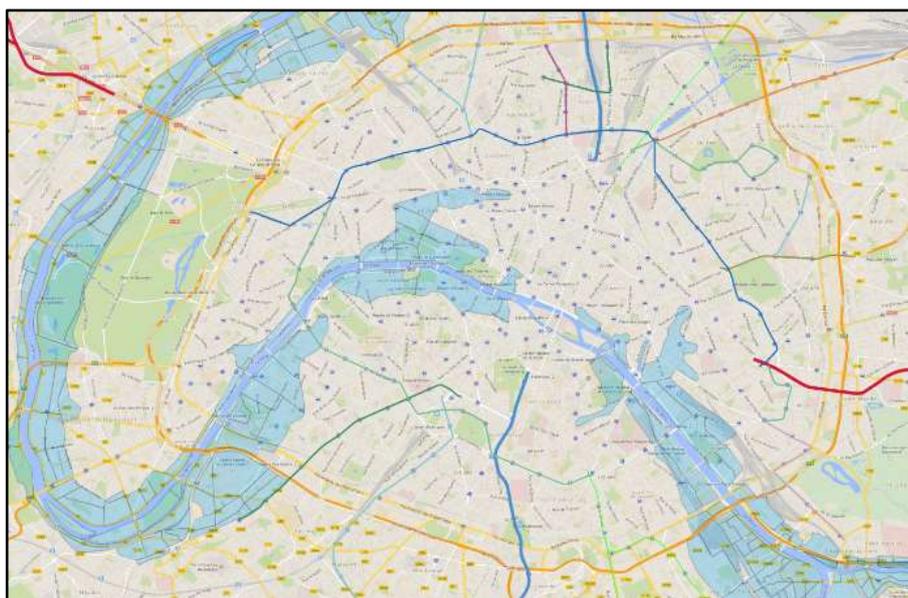
Paris et la RATP sont directement menacées par une crue, et notamment une crue centennale. Pour Paris, une dizaine de pourcent de la surface se situe en zone inondable. Cela peut sembler peu, mais implique des conséquences importantes pour

les particuliers et les activités économiques de la ville. Pour la RATP directement, une quarantaine de stations se situent en zone inondable.

Cette intervention vise à présenter le plan inondation, le PPRI de la RATP. La RATP gère un réseau quasi centenaire. L'ancêtre de la RATP, la Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris a connu une crue importante, celle de 1910, la crue centennale de référence. L'entreprise hérite encore aujourd'hui de dispositions qui ont été prise sur le réseau suite à cet évènement. Mais c'est à la fin des années 90 que la direction de la RATP a réellement repris le sujet en main. Les inondations exceptionnelles de Prague, en 2002, ont permis un réveil des consciences, et une cellule PPRI a été créée au sein de la RATP. Elle a la charge d'élaborer et de faire vivre ce plan.

Lors de la crue de 1910, 30 km de réseau ont été inondés malgré les efforts des agents qui ont tenté de faire des barrages pour éviter l'écoulement des eaux. Il a fallu à l'époque quatre mois environ et l'équivalent de 8-10 millions d'euros pour remettre le réseau en état. Aujourd'hui, on a largement multiplié les enjeux. Les estimations donnent 140km inondables sur les 322 que comptent actuellement le métro et le RER. Bien que « seules » 40 stations se situent en zone inondable, 150 pourraient être inondées par un effet de vases communicants. On parle de 3 milliards de coût direct de réparation, ce qui est évidemment supérieur à toutes les capacités de financement de la RATP. Le délai de remise en état est difficile à évaluer: faire circuler à nouveau un train pourrait être l'affaire de quelques semaines, mais si l'on parle d'une remise en état totale du réseau, cela pourrait prendre de 10 à 15 ans.

C'est un sujet qui a de l'avenir, y compris dans le cadre du grand Paris, puisque certaines stations futures seront également situées en zone inondables.



Scénario de crue à Paris. Carte fournie par M. Gorget

Face à ce risque, comment se protège-t-on ? La RATP a identifié environ 450 points d'entrée d'eau, escaliers d'accès aux stations, grilles de ventilation... Lors d'une crue, chacun de ces points doit être bouché. Les solutions qui ont été trouvées dans un premier temps existaient déjà en 1910 : il s'agit simplement des murets bétons maçonnés. Le problème, c'est que c'est un dispositif très lourd logiquement parlant, puisqu'il faut stocker tout ce matériel. La RATP a déjà investi 6 millions dans l'achat de ces matériaux, qui sont aujourd'hui stockés à proximité des zones à risque. Cela représente par exemple 70 000 parpaings, 1000 tonnes de mortier, 170 bétonnières et on estime qu'il faudra environ 800 agents pour monter toutes ces protections en quelques jours. C'est efficace, mais étant donné que le dispositif est un peu lourd, la RATP investit régulièrement dans des structures plus modernes, et notamment des systèmes amovibles de panneaux aluminium. Ces structures sont beaucoup plus légères, beaucoup plus faciles à monter, peuvent être directement stockées dans la station. Le temps de montage est divisé par deux. La politique d'investissement actuel consiste donc à transformer nos 450 protections béton en batardeaux.

Outre le souci des eaux de surface, la conséquence de la montée des eaux de la Seine sera aussi la montée des eaux souterraines. Il faut donc se battre sur deux fronts. On peut d'attendre à une augmentation significative des débits d'infiltrations. Pour lutter, on bénéficie de stations de pompages qui sont sur-capacitaires par rapport aux besoins.

Le plan repose là-dessus. L'alimentation électrique est sécurisée étant donné que la RATP a son propre réseau de distribution.

Néanmoins, un des axes de progrès du plan serait un cloisonnement, un peu sur le principe des sous-marins : trouver les zones les plus saines et les cloisonner de part et d'autre pour éviter une inondation. L'objectif principal du plan étant bien sûr de protéger le réseau pour reprendre le service au plus vite.



Une porte étanche permettant le cloisonnement du réseau

Concernant l'organisation, la RATP utilise l'échelle d'Austerlitz, qui sert de référence pour le niveau de la Seine. Aujourd'hui le niveau de la Seine est à 1,50m à cette échelle. En cas de crue, on atteindra 8.62m. En cas de dépassement d'un certain seuil, nous viendrons fermer les stations 24h à 48h avant l'arrivée effective de l'eau.

En conclusion, M. Gorget évoque l'opération Sequana, qui s'est déroulé du 7 au 18 mars 2016. Sequana est un exercice organisé par les Préfectures de police et de région qui visait à simuler une crue de la Seine, avec 80 à 100 participants parmi lesquels les grands opérateurs de réseau parisien et européen. L'idée était de tester les différents plan de protection de ces acteurs, à la fois sur le terrain mais également en salle, pour tester les procédures et les interdépendances entre opérateurs. La coordination des différents opérateurs de réseau sera cruciale en cas de crue de la Seine



ÉCHANGES AVEC LA SALLE

On comprend, au travers des trois interventions qu'un panel de mesures se met en place, certaines contraignantes, d'autres plutôt incitatives. Les mesures réglementaires seront-elles nécessaires pour que les territoires adoptent la problématique de l'adaptation au changement climatique ? Ou un leadership politique peut-il suffire ?

Réponse de Monsieur Raout: Nous devons être conscients qu'il n'y a pas une solution unique, et donc un besoin d'utiliser tous les outils disponible, réglementaires (SDAGE, PGRI), et incitatifs (comme le plan d'adaptation). L'idée principale est donc selon lui d'une part d'assurer une cohérence d'ensemble dans ces mesures, et d'autre part de garantir une responsabilisation des acteurs. Responsabilisation des intercommunalités en particulier, qui vont devoir aller au-delà même de leurs compétences. Responsabilisation d'autres acteurs importants aussi (le SIAPP par exemple), qui se saisissent de ces questions de leur propre chef.

Réponse de Monsieur Guy : Le débat entre leadership politique et mesures réglementaires peut être approché sous l'angle de la GEMAPI. Bien que cette compétence date de la loi MAPAM, Monsieur Guy note qu'il y avait déjà des entités qui s'occupaient de ses questions avant que celles-ci deviennent des compétences

obligatoires. Cela prouve que certains acteurs ont estimé qu'il s'agissait d'un enjeu important et qu'ils ont pu s'en saisir, avant qu'il soit repris à l'échelle nationale.

D'autre part, depuis son entrée en vigueur, la loi MAPAM demandait aux agences de l'eau de réaliser une cartographie des structures EPAGE dans le cadre du SDAGE. Or il n'existe toujours pas de cartes du SDAGE en Seine-Normandie, vraisemblablement dû à des complexités politiques. Dès lors, on voit que les considérations politiques peuvent avoir plus de poids que certaines obligations réglementaires.

Selon Monsieur Guy, c'est donc principalement la capacité des élus locaux à peser sur les choix, et leur volonté à y adhérer, qui permet qu'un projet politique se concrétise.

L'exercice Sequana a-t-il montré que la coordination des différents acteurs de gestion de crise était au point ?

Réponse de M. Gorget: Dans l'ensemble, la simulation a montré que la coordination fonctionne, bien qu'elle ait aussi permis de mettre en évidence des accrocs mineurs. Lorsque chacun déroule son plan et sa procédure, cela se passe bien en général. Le rôle de la zone de défense était justement de rechercher les éventuelles zones de friction entre acteurs ; quelques soucis ont pu être mis en lumière sur ce plan. Nous avons régulièrement des exercices de ce type, et l'amélioration de la coordination est le but recherché à chaque fois.

Quelles sont les connexions entre les différents traitements de l'eau, les différentes gestions de l'eau, et va-t-on avoir un modèle de gouvernance qui va prendre en compte ces interconnexions, avec notamment peut-être un modèle plus collaboratif ?

Réponse de M. Guy : Les différents transferts ont pour conséquence, premièrement, de regrouper au sein des EPCI à fiscalité propre, sur l'ensemble du territoire national, des compétences en eau potable, assainissement, et gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (Gémapi). D'ici 2020, Tous les EPCI à fiscalité propre auront l'ensemble des trois composantes du cycle de l'eau. De ce point de vue-là, on peut dire que vous avez la capacité au sein de ces différentes instances d'avoir des arbitrages qui se passent en cohérence avec l'ensemble de ces services. Donc oui, à terme, s'il n'y a pas de modification législative d'ici là, on va bien vers une gouvernance

où tous les acteurs du cycle de l'eau seront dans une même structure. Simplement cet effort de rationalisation pose plusieurs questions :

- Périmètre : est-il pertinent vis-à-vis des enjeux ?
- La maîtrise de tous ces transferts pose des questions d'harmonisation. Un exemple : La majorité des communes en France a moins de 3000 habitants. Or dans les textes de loi, vous avez la possibilité de subventionner votre budget d'eau et d'assainissement par le budget général. Sachant que la règle, normalement, est un budget annexe différent du budget général. Le simple fait de transférer les services d'eau et d'assainissement vers des EPCI à fiscalité propre, qui incluront au moins 15000 habitants, mécaniquement vous avez des augmentations du prix qui vont intervenir, parce qu'avant ces transferts, le prix était artificiellement subventionné par le budget général.

Donc cette gouvernance va effectivement se mettre en place, mais va poser des questions financières et de périmètre qui sont encore à résoudre.

Est-ce que les nouvelles infrastructures (prolongement de la ligne 14 et chantier du Grand Paris en particulier), sont plus étanches et adaptées au risque de crue ?

Réponse de M. Gorget: Pour les lignes du réseau RATP, on vise ce qu'on appelle la protection passive, c'est-à-dire des protections qui ne nécessitent pas d'intervention humaine ; parfois il suffit d'élever un mur de 20 à 30 cm pour être certain que l'eau ne passera pas. Pour le Grand Paris, la RATP a l'avantage d'avoir été désignée comme gestionnaire du réseau, et nous préconisons à ce titre la mise en place de protections passives dans les zones à risque. La question se pose plus, finalement, pour le réseau historique où toute modification est lourde de conséquences.

→ Est-il prévu que la distribution d'eau potable continue à Paris dans le cas d'une crue centennale ?

Réponse de M. Gorget : Je ne suis pas directement concerné, mais de ce que j'ai pu en voir lors de l'exercice Sequana, il y a aura éventuellement des problèmes de distribution d'eau potable.

CONCLUSION

Conclusion des étudiants

Nous tenons à remercier chaleureusement nos intervenants qui nous ont permis de comprendre à la fois les enjeux propres à chaque sujet, mais aussi les éventuels obstacles ou difficultés sous-jacents, et ce avec une grande précision.

Il semble que Paris, et plus globalement les grandes métropoles jouent un rôle clef de leadership et d'impulsion aujourd'hui. Les grandes métropoles semblent être à l'avant garde en matière d'atténuation face au changement climatique, pour la simple et bonne raison que leur action est indispensable à la tenue des engagements des Etats. C'est un rôle qui doit être mieux reconnu, d'autant plus que d'ici 2030, deux personnes sur trois vivront en ville, et que les crises économiques et environnementales touchent de plein fouet les territoires urbains.

Rendre les villes et particulièrement à grandes échelles les métropoles durables, c'est allier un développement économique durable et une qualité de vie élevée. C'est aussi diminuer l'impact environnemental, mais c'est également repenser les transports, la gestion des déchets, les modèles d'accès aux ressources, dont l'eau, et surtout la gestion de l'énergie.

La récente réforme territoriale donne d'avantage de prérogatives en matière d'énergie et d'environnement aux communautés urbaines et territoriales. Les métropoles, et dans le cas de la France Paris, devraient donc servir de modèle et d'exemple pour les villes, qui sont elles aussi des acteurs clefs notamment en matière de transition énergétique.

La question de l'accès à l'eau et à l'énergie est fondamentale car ces sujets touchent à la dignité des êtres humains. Parce qu'elles peuvent permettre d'y faciliter l'accès, les synergies entre secteurs de l'eau et de l'énergie sont donc un enjeu essentiel. La coopération entre ces deux secteurs ne se limite plus, comme autrefois, à la question des barrages ou de l'hydro-électricité. Parce qu'il est lié au droit d'accès aux des services indispensables que sont l'eau, l'électricité, l'assainissement ou le chauffage, la question de la coopération entre eau et énergie est désormais éminemment politique.

L'approfondissement de la coopération entre ces deux secteurs pourrait par ailleurs permettre d'optimiser la gestion des ressources dans la perspective d'une éventuelle restriction de leur quantité disponible, mais répond aussi à des objectifs de

développement durable, qui exigent la recherche de sources d'énergie moins dommageables pour l'environnement, mais également de solutions pour rendre le secteur de l'eau et de l'assainissement moins énergivore. Ainsi, une synergie de l'eau et de l'énergie dans le champ de l'innovation technologique pourrait permettre, par exemple, de mutualiser des réseaux de plus en plus intelligents ou encore des compteurs communicants ; autre exemple qu'ont évoqué nos intervenants, la mise en place de stations de traitement à énergie positive grâce à la valorisation et à l'utilisation de l'énergie contenue dans les boues ou les eaux usées.

Cette coopération entre les deux secteurs est donc réellement souhaitable.

Monsieur Ténier-Buchot avait comparé la coopération entre secteurs de l'eau et de l'énergie à celle du pot de terre contre le pot de fer. Dans la fable de La Fontaine, le pot de terre –notre secteur de l'eau- finit brisé en mille morceaux car ayant cherché à s'associer avec plus fort que lui. La fable conclut qu'il ne faudrait s'associer qu'avec des égaux, ou bien il sera à craindre le destin d'un de ces Pots. La coopération entre ces deux secteurs est-elle vouée à l'échec ou au déséquilibre ?

Il est intéressant de voir qu'actuellement deux changements structurels majeurs sont à même de remettre en cause ce paradigme du pot de terre et du pot de fer : la libéralisation du secteur de l'énergie, et la poursuite de l'effort de décentralisation des politiques de l'eau, de l'énergie et de l'aménagement urbain.

La libéralisation devrait permettre le décloisonnement des secteurs. Le but n'est pas de confondre les corps de métiers, mais de pouvoir réaliser plus facilement et à moindre coût, à l'échelle du projet, des solutions intégrées mêlant eau et énergie, dont nous avons discuté lors de ce colloque - qu'il s'agisse par exemple de récupération de chaleur ou de méthanisation.

Ce colloque s'est principalement concentré sur l'île de France. Or les problématiques que nous avons abordées se retrouvent bien évidemment à l'échelle mondiale, et le besoin de solutions durables et intelligentes se fait particulièrement pressant dans les pays en développement, plus vulnérables face aux changements globaux. Or ces pays font face en plus à la double peine du manque d'accès à une eau de qualité et de manque d'accès à l'énergie. Ainsi développer des solutions de distribution et de traitement moins énergivore n'est pas seulement une priorité climatique, mais aussi une urgence humanitaire.

Enfin pour conclure il nous a semblé important d'insister sur le fait que même si l'accès à une énergie abondante et propre et un levier majeur pour une gestion durable des ressources en eau, il n'est en aucun cas suffisant. En effet, les ruissellements et les pollutions diffuses, qu'ils soient d'origine agricole ou urbaine, peuvent facilement échapper au segment humain du cycle de l'eau, et donc détériorer l'environnement sans pouvoir passer par une étape de traitement. Le travail spécifique de régulation et de surveillance réalisé par les autorités gestionnaires de l'eau, agissant à toutes échelles, doit donc continuer à être valorisé. Les innovations techniques sont un volet fondamental de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique, cependant à terme, seule une bonne connaissance des écosystèmes et de leurs réponses aux stress peut garantir une gestion durable des ressources.

Mot de clôture de M. Oliver, Secrétaire Général de l'Académie de l'eau

Chers collègues et amis, Nous voici maintenant arrivés au terme de ce colloque qui nous a permis de réfléchir ensemble et de débattre largement sur la problématique de l'«Eau et l'Énergie en Île de France».

Au-delà de la région parisienne, toutes les mégapoles et même les autres villes, plus ou moins grandes, sont actuellement, et vont être partout et pour longtemps, confrontées à ce difficile défi des temps modernes.

Au nom, de tous, je renouvelle nos remerciements, et nos félicitations, aux étudiants de Sciences Po, aux intervenants, aux modérateurs, sans oublier l'équipe permanente de l'Académie de l'Eau.

Nous avons apprécié l'intérêt, la qualité et la diversité des présentations et les scrupuleuses discussions qui ont rendu cette matinée très vivante et instructive.

Merci bien sûr à notre Président, Monsieur Serge LEPELTIER, dont la participation a rehaussé l'audience de nos travaux.

Comme nous en avons l'habitude, les communications et les débats vont être rassemblés dans un recueil des Actes de ce colloque pour être largement diffusés et installés sur le site internet de l'Académie de l'Eau.

Je vous souhaite enfin bon retour, et à bientôt !



ANNEXES

Intervenants du colloque :

Jean-Pierre TABUCHI

Chargé de mission santé-environnement au SIAAP



Adrien CHAUSSINAND

Chef de projet innovation chez Bouygues Immobilier



Pierre-Louis Viollet

Président du Comité Scientifique et Technique de la
Société Hydrotechnique de France



Frédéric Raout

Chargé de mission Ressources en eau et changement
Climatique,
Direction régionale et interdépartementale de l'environnement
et de l'énergie – DRIEE – Paris



Steeve Guy

Directeur de l'environnement et du patrimoine
Communauté d'agglomération de Melun – Val de Seine



Benjamin Gorget

Chef de projet Plan de Protection Contre le Risque Inondation à la RATP



BIBLIOGRAPHIE

- Ouvrages et rapports

Burtin, C. (2011). « Chapitre 3. Connaissance et maîtrise des coûts dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement », Bouleau, G. Des tuyaux et des hommes, Editions Quæ «Indisciplines »

BIPE. « Les services publics d'eau et d'assainissement en France – Données économiques, sociales et environnementales » 6ème ed.

T.J. Clausen (2008), DHI Water Policy, Présentation Water for Energy, Energy for Water, an important aspect of the climate debate.

Ghiotti, S. (2006) « Les Territoires de l'eau et la décentralisation. La gouvernance de bassin versant ou les limites d'une évidence », Développement durable et territoires.

Guérin-Schneider, L. (2011). « Chapitre 1. Histoires des services publics d'eau potable et d'assainissement : entre stabilité et reconfiguration », Bouleau, G. Des tuyaux et des hommes, Editions Quæ « Indisciplines »

IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IRSTEA (2014). «Changement climatique : quel impact sur le bassin de la Seine ? ». <http://www.irstea.fr/toutes-les-actualites/departement-eaux/changement-climatique-climaware-impact-bassin-seine>[consulté le 05 Mai 2016]

Jégouzo, Y. (1995). « L'intercommunalité de 1958 à 1992 : généalogie d'un échec ? », Caillosse, J. Intercommunalités, Presses universitaires de Rennes.

Lesage, M. (2013). « Rapport d'évaluation de la politique de l'eau en France », Mission d'évaluation de la politique de l'eau.

Levrant, A-M. (2013). « Évaluation de la politique de l'eau », Rapport d'analyse.

G. Payen, (2008), Présentation UNESCO Energy for Drinking Water

M. Thoumelou (2016) Collectivités territoriales : quel avenir ?, Paris : La documentation française

Zalewski, M. (2002). « Ecohydrology—the use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources », Hydrological Sciences-Journal- des Sciences Hydrologiques, 823-832

- **Articles en ligne:**

Gouvernement.fr. (2016). « La réforme territoriale », Réformer l'organisation territoriale, En ligne : <http://www.gouvernement.fr/action/la-reforme-territoriale> [consulté le 07 Mai 2016]

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (2013). Connaissance du potentiel hydroélectrique français – synthèse.

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (2010), Signature de la convention d'engagement pour le développement d'une hydroélectricité durable en cohérence avec la restauration des milieux aquatiques à la suite du Grenelle Environnement.

Plan bleu du Val de Marne (2014). « Prévoir la gestion du soutien d'étiage pour l'alimentation en eau potable ». En ligne : <http://www.valdemarne.fr/newsletters/plan-bleu-du-val-de-marne/prevoir-la-gestion-du-soutien-detiage-pour-lalimentation-en-eau-potable> [consulté le 07 Mai 2016]

Vie-publique.fr. (2015). « Loi du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République », Projet de loi portant sur la nouvelle organisation territoriale de la république. En ligne : <http://www.vie-publique.fr/actualite/panorama/texte-discussion/projet-loi-portant-nouvelle-organisation-territoriale-republique.html> [consulté le 28 Avril 2016]

Directive Cadre sur l'Eau pour "L'amélioration de la qualité de l'eau et le bon état écologique des rivières".

- **Sites internet**

Agence de l'eau Seine Normandie <http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=6706>

Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/grand-paris-et-eau-r680.html>

Site web du SIAAP <http://www.siaap.fr/siaap/>

Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie <http://www.ademe.fr/>

Eau de Paris <http://www.eaudeparis.fr/>

Site de l'UNESCO <http://fr.unesco.org/>

Interviews réalisées

Nicolas BERIOT et Jérôme DUVERNOY – Direction Energie Climat au ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

Henri BOYÉ – IGPEF honoraire, consultant

Adrien CHAUSSINAND – Chef de projet innovation chez Bouygues Immobilier, ingénieur thermicien et spécialiste des quartiers innovants.

Sarah FEUILLETTE – Responsable du service Prévision Évaluation et Prospective à l'Agence de l'Eau Seine-Normandie

Steeve GUY – Directeur de l'environnement et du patrimoine, Communauté d'agglomération de Melun – Val de Seine

Serge LEPELTIER - Ancien Ministre de l'écologie et du développement durable, Président de l'Académie de l'Eau et de l'Equilibre des énergies

Bruno NGUYEN – Consultant à l'UNESCO

Jean-Luc REDAUD - Ingénieur Général Honoraire du GREF, Président du Groupe Eau et Climat du PFE (Partenariat Français pour l'Eau)

Florence SOUPIZET – Eau de Paris, Direction de l'Ingénierie et du Patrimoine, en charge des études et investissements liés à l'environnement

Jean-Pierre TABUCHI – Direction Santé Environnement, Chargé de mission intégration des mutations, SIAAP

Pierre-Louis VIOLLET – Président du Comité Scientifique et Technique de la Société Hydrotechnique de France

Mathieu VOISIN – Chef de projet à la RATP



Académie de l'Eau



Crédits photos :

Couverture : Images libres de droit

Dernière de couverture : ©Adrien Chaussinand

Auteurs du rapport :

Suzanne Bourgault

Giorgia Ciani

Marie Cohuet

Julien Galllois

Alice Lucken

L'Académie de l'Eau

51, rue Salvador Allende
92027 Nanterre Cedex

Tel : + 33.1.41.20.18.56

Fax : + 33.1.41.20.16.09

Mail : academie@oieau.fr