

Journée thématique Services Climatiques et ressources en eau

Quel est l'apport des prévisions saisonnières et des projections climatiques pour la gestion des ressources en eau ?

Focus sur la ressource en eau souterraine

Lundi 14 janvier 2019, Ecole Normale Supérieure, rue d'Ulm, PARIS

Journée organisée par Florence Habet (CNRS-ENS) et financée par l'Agence Française pour la Biodiversité et le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, dans le cadre des projets Aquif'FR et convention Services Climatiques.

Synthèse rédigée par Pascal Viennot (Centre de Géosciences - MINES ParisTech-PSL University)

Les **supports de présentation** et la liste des participants sont disponibles sur le site convention-services-climatiques.lsce.ipsl.fr.

Contenu

Introduction de la journée : Bénédicte Augeard (AFB) et Alexandra Lequien (DGALN)	2
Première session : Prévisions saisonnières de la ressource en eau (animation Nadia Amraoui – BRGM Orléans)	3
1. Témoignage des besoins en prévision : Frédéric Florent-Giard (DREAL Hauts de France)	3
2. Potentiels des prévisions saisonnières météorologiques : Frédéric Gayraud (METEO France) ..	4
3. PREMHYCE : un outil de prévision des étiages : Vazken Andreassian (IRSTEA)	4
4. Prévision saisonnière des niveaux piézométriques : le projet « MétéEAU Nappes » : Bruno Mougin (BRGM Rennes)	5
5. Aquif'FR : un système multimodèle hydrologique à l'échelle nationale : Jean-Pierre Vergnes (BRGM Orléans)	6
6. Prévisions saisonnières des ressources en eau souterraine : Delphine Leroux (COSC - Météo-France)	7
7. Table ronde : Philippe Verjus (DRIEE Île de France), Marc Vincent (EPTB Seine Grands Lacs), Lionel Berthet (DREAL Centre Val de Loire), Jean-Michel Soubeyroux (Météo-France) – animation : Florence Habets	8
Deuxième session : Changement climatique et ressource en eau (animation Amélie Rajaud - IPSL) 10	
1. Présentation de la convention Services Climatiques : David Salas (Météo France)	10
2. Témoignage sur les besoins : Anne-Paule Duboulet (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)	10
3. Evolution hydroclimatique passée - zoom sur quelques événements extrêmes : Rémy Bonnet (CERFACS)	11
4. Caractérisation de la recharge des aquifères et impact du changement climatique : Yvan Caballero (BRGM Montpellier)	11
5. Les projections climatiques de la ressource en eau en France réalisées avec Aquif'FR : Florence Habets (CNRS-ENS)	12
6. Table ronde : Quel besoin, quel scénario d'émission, comment mieux diffuser l'information ? Sarah Feuillette (Agence de l'Eau Seine-Normandie), Jean-Philippe Torterotot (DREAL Grand-Est),	

Introduction de la journée : Bénédicte Augeard (AFB) et Alexandra Lequien (DGALN)

Après un bref rappel de la genèse du projet Aquif'FR (2013) soutenu par l'ONEMA puis l'AFB., B. Augeard précise que ce projet permet de capitaliser sur l'investissement de différents établissements ayant développé (bien souvent sur fonds publics) des modèles régionaux de fonctionnement hydrodynamique des formations aquifères en mettant en commun les différentes applications au sein d'un seul et même outil. Cet outil permet donc d'avoir une vision nationale du fonctionnement des grands aquifères métropolitains.

B. Augeard rappelle que l'AFB confirme son souhait d'opérationnalité de cet outil autour de trois grands thèmes que sont la réanalyse du passé (compréhension du fonctionnement moyen et/ou extrême des différentes formations aquifères depuis les années 50), les prévisions à court terme (hebdomadaire à saisonnière), les projections de changement climatique au cours du XXI^{ème} siècle.

Elle souligne également qu'Aquif'FR permet d'effectuer un lien entre échelle locale et échelle nationale et de mettre en cohérence les deux approches ce qui n'est pas souvent le cas des outils d'adaptation développés actuellement. De fortes demandes, notamment du monde agricole au travers des problèmes actuels et récurrents de sécheresse, sont remontées ces dernières années pour analyser et comprendre le fonctionnement et l'évolution de la ressource en eau souterraine dans le but d'adapter les usages à ces évolutions.

Elle insiste toutefois sur la nécessaire clarification des limites d'un tel outil (incertitudes des modèles) qui ne permet et ne permettra pas de répondre à toutes les questions d'adaptation au changement climatique.

Une réflexion est en cours à l'AFB sur la relance d'un programme de type Explore2070 pour actualiser les projections de changement climatique à l'échelle nationale.

A. Lequien ([0_intro_Lequien.pdf](#)) part d'un constat global sur la disponibilité de la ressource, les besoins des usagers de l'eau et les effets attendus du changement climatique (CC). Dans le cadre de la communication des ministres de l'environnement et de l'agriculture en 2017 sur la sécheresse, les besoins d'appui aux politiques publiques et aux gestionnaires sont évoqués :

- l'eau en France : une ressource largement disponible, à partager (33 milliards de m³ d'eau douce prélevés en 2013), inégalement répartie géographiquement et saisonnalisée ;
- nécessité d'anticiper le changement lié au CC avec la question de la probabilité de remplissage des retenues sous changement climatique
- répondre aux objectifs d'atteinte de l'équilibre entre ressource disponible et besoins des usagers de l'eau à travers la définition et le développement d'indicateurs pertinents sur la sévérité des étiages et la mise en œuvre de démarches locales de « projets de territoire pour la gestion de l'eau »

Première session : Prévisions saisonnières de la ressource en eau (animation Nadia Amraoui – BRGM Orléans)

1. Témoignage des besoins en prévision : Frédéric Florent-Giard (DREAL Hauts de France)

(A_PreviSais_1_Giard.pdf)

M. Florent-Giard répond à la question des chercheurs/modélisateurs « qu'attendez-vous d'un outil de modélisation de type Aquif'FR et des prévisions saisonnières ? » au travers d'un rappel de la réglementation (autorisations de prélèvements ou gestion des sécheresses par exemple). Les services de l'Etat sont plus particulièrement intéressés par :

- la qualité de la recharge hivernale des formations aquifères ;
- la qualification de l'état des nappes en fin de recharge ;
- la projection estivale de vidange des nappes et sa liaison avec le débit de base des cours d'eau ;
- L'exploitabilité des nappes allant jusqu'à la définition d'un volume prélevable et comment assurer une gestion dynamique de la ressource au regard du changement climatique attendu.

A contrario, les services de l'Etat ne sont pas (encore !!) intéressés par un certain nombre de corrélations (Température-Volumes AEP¹, sécheresse sol-irrigation, ration prélèvements de eau de surface-eau souterraine,...).

Question : « *Quelle est la validité des volumes prélevables définis dans les SDAGE² ?* »

F.FG. : La difficulté est de préciser ces volumes qui peuvent être rapidement dénoncés par certains usagers (et le SDAGE « attaqué ») s'ils sont trop précis.

Q : « *Comment faire pour redéfinir ces volumes ?* »

F.FG. : Il est nécessaire de refaire des études et modélisations propres au bassin de la ZRE³ mais les résultats obtenus et la décision finale du volume prélevable doivent être partagés par l'ensemble des parties et acteurs d'un territoire (d'où l'importance des SAGE⁴).

Q : « *Ces réglementations sont-elles un frein à la mise en place de gestion dynamique des nappes ?* »

F.FG. : Ce n'est pas particulièrement un frein mais, comme pour la question précédente, il est absolument nécessaire que le volume prélevable ne puisse pas être mis en doute et que ce volume soit juridiquement défini comme unique alors que dans la nature ce n'est bien sûr pas le cas. F. Florent-Giard met également en exergue le fait que le Préfet peut avoir une vision plus globale de l'ensemble des enjeux (emplois, productions agricoles, ...).

¹ Adduction d'Eau Potable

² Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux

³ Zone de Répartition des Eaux

⁴ Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau : déclinaison du SDAGE à une échelle plus locale

2. Potentiels des prévisions saisonnières météorologiques : Frédéric Gayraud (MÉTÉO France)

[\(A_PreviSais_2_Gayraud.pdf\)](#)

La prévisibilité saisonnière (modèle couplé MF6 de Météo-France) provient du couplage d'un modèle d'atmosphère et de composantes lentes du système climatique (océans, glaces de mer et neige, humidité des sols). Elle donne un ensemble de prévisions probabilistes sur plusieurs mois (1 à 6 mois) à l'échelle du globe. L'évaluation des performances de cette prévisibilité est effectuée par comparaison avec une climatologie. Globalement, les meilleurs scores sont obtenus sur les températures (à un degré moindre sur les précipitations), et ce, principalement au niveau des tropiques. A l'échelle du globe, les scores restent positifs ce qui apporte un plus pour ces prévisions saisonnières.

Au niveau de la prévision hydrologique, F. Gayraud précise qu'une information sur l'état initial de l'humidité des sols, du niveau de nappe ou de l'état du manteau neigeux apporte une information importante directement répercutée sur la qualité des prévisions saisonnières. Toutefois, sous nos latitudes tempérées, la précision des prévisions reste modeste notamment au niveau des précipitations hivernales (et donc de la qualité de la recharge des formations aquifères). Le degré de confiance est plus important vis-à-vis des températures et donc de l'estimation des sécheresses estivales.

Q : « *Est-il possible d'effectuer des prévisions de vitesse de vent à 2 mètres (même sous les tropiques) ou de prévoir l'absence de précipitations pendant x jours ?* »

F.G. : Non. On ne fait pas de prévision "déterministe" à ces échéances-là. C'est une information statistique.

Q : « *Que veut dire un score faiblement positif ?* »

F.G. : Cela représente un signal par rapport à la climatologie, signal visible à une échelle de temps suffisante (trimestre et non journalière) et que la prévision probabiliste est bien capable de faire pencher la distribution du signal vers un côté « sec » ou « humide ».

Q : « *Existe-t-il actuellement des utilisateurs des prévisions saisonnières ?* »

F.G. : Il existe beaucoup d'utilisateurs au niveau des tropiques (du fait d'un bon fonctionnement des prévisions sur ces zones géographiques).

Q : « *Y a-t-il des améliorations entre la version 7 vs 6 du modèle de prévisions ?* »

F.G. : L'évolution de l'atmosphère à nos latitudes reste assez chaotique. Néanmoins avec la nouvelle version du modèle on peut s'attendre à une meilleure prise en compte des forçages comme "El Niño" ce qui permettra de mieux prévoir les circulations atmosphériques privilégiées à nos latitudes et donc au final, les prévisions saisonnières.

3. PREMHYCE : un outil de prévision des étiages : Vazken Andreassian (IRSTEA)

[\(A_PreviSais_3_Andreassian.pdf\)](#)

Le projet PREMHYCE (amorcé en 2010) comporte deux phases consécutives : (1) une phase recherche a visé à comparer des modèles hydrologiques de prévision d'ensemble d'étiage et à en évaluer la capacité à anticiper des situations d'étiage et (2) une phase opérationnelle par le développement d'un outil de prévision et d'échange/gestion de données et de

résultats. PREMHYCE utilise depuis le début des rejeux historiques et teste en 2019 l'utilisation de prévisions météorologiques.

Cinq modèles de conception très différentes ont été évalués sur près de 31 bassins hydrologiques (France métropolitaine et La Réunion). L'inter-comparaison des différents modèles n'a pas permis de mettre en avant UN modèle sur tous les critères et bassins retenus et montre donc l'intérêt de l'approche multi-modèle, plus performante que chaque modèle pris individuellement.

Le développement de deux outils opérationnels (outils de calage et outil « temps réel ») ont permis d'effectuer les premiers tests en 2017-2018 et d'apporter de premiers éléments intéressants pour les gestionnaires. L'intégration de prévisions à moyenne échéance, couplée à une semi-automatisation du calage de l'outil mis œuvre et une amélioration des approches d'assimilation ouvre de nouvelles perspectives.

Q : « *Pourquoi n'y a-t-il pas de bassin simulé sur le secteur Rhône-Méditerranée-Corse ?* »

V.A. : Il y en a (peu !!) mais il n'y a pas eu d'exclusion *a priori* sur ce secteur (due peut être à une mauvaise communication ?).

Q : « *Pensez-vous couvrir tous les bassins versants français ?* »

V.A. : Bon nombre de bassins versants (BV) sont sous influence anthropique et il est donc nécessaire d'acquérir, en plus des données climatiques, les données de remplissage/vidange de barrages par exemple. A l'origine l'outil était à visée pédagogique et se limitait donc volontairement à un certain nombre de bassins. Mais les perspectives vont bien sûr à l'élargissement du nombre de bassins.

Q : « *Quid du traitement de petits bassins, suivis pendant les basses eaux par observation visuelle ?* » :

V.A. : Les modèles sont calés sur des BV de taille importante, suivi par des stations hydrométriques. Globalement, plus le bassin est petit, plus la prévision par simulation est difficile.

Q : « *Est-il possible de simuler des BV à comportement intermittent ?* »

V.A. : Les modèles hydrologiques sont capables de prendre en compte ce type de bassin même si cela reste plus difficile à simuler.

Q : « *Le changement climatique ne risque-t-il pas de modifier le comportement hydrologique des bassins et donc comment le prendre en compte ?* »

V.A. : Seules les modifications climatiques sont prises en compte (ie on suppose que le comportement du bassin reste inchangé) mais effectivement cela reste un élément de développement à mettre en œuvre notamment via le développement de méthodes de calage automatique et non experte comme c'est le cas actuellement sur certains modèles.

4. **Prévision saisonnière des niveaux piézométriques : le projet « MétéEAU Nappes » : Bruno Mougin (BRGM Rennes)** ([A_PreviSais_4_Mougin.pdf](#))

Le but principal de MétéEAU Nappes est de mettre à disposition en temps réel (ou quasi) et sous forme valorisée (cartes et courbes d'évolution temporelle des niveaux de nappe) des données piézométriques collectées sur le réseau national et leurs évolutions à court terme (prévisions à 6 mois) issues de modélisations. A ce jour, près de 1500 stations

piézométriques télétransmises sont gérées par le BRGM dont près de 1300 transmettent leurs données en quasi temps réel (donnée du jour). Dix zones d'études ont été retenues sur sept régions métropolitaines après un inventaire de 216 modèles globaux (Gardénia et Tempo développés au BRGM).

L'ensemble des résultats est actuellement disponible sur un démonstrateur WEB (accès public à venir) et il permet notamment de :

- disposer de la situation des formations aquifères traitées au jour le jour et sur un futur proche (vision pour les 6 prochains mois) ;
- mettre à disposition les données les plus récentes en terme de piézométrie, eau de surface, et météorologie ;
- proposer une aide à la décision pour les gestionnaires (comparaison à des seuils piézométriques sécheresse ou crue) ;
- proposer un rafraîchissement régulier des données prédictives.

Q : « *Le réseau de 1300 piézomètres télétransmis est-il extensible ?* » « *Possibilité d'utiliser l'outil avec des piézomètres pas gérés par le BRGM ?* »

B.M. : les 1300 points actuels télétransmis en temps réel sont ceux gérés par le BRGM et le passage à ce mode de télétransmission se fait au fur et à mesure : les 1500 piézomètres gérés par le BRGM seront donc potentiellement intégrables au site web. Pour ce qui concerne les points de mesure venant d'autres organismes, il est tout à fait possible de les intégrer moyennant une adaptation du matériel de mesure (activation du GPRS), notamment pour une télétransmission compatible en temps réel.

Q : « *Comment sont pris en compte les prélèvements ?* »

B.M. : les modèles utilisés tiennent compte des prélèvements actuels (car ils ont été calés avec) et les prévisions à court ou moyen terme supposent le maintien constant de ces prélèvements.

Q : « *Quelle période utilisez-vous pour le calcul de l'Indicateur Piézométrique Standardisé ?* »

B.M. : l'IPS n'est calculé que si l'on dispose d'au minimum 15 ans d'historique de mesures mais ce calcul se fait sur toute la période d'acquisition de la station si elle est supérieure à 15 ans (40 ans de mesures = IPS calculé sur 40 ans).

5. **Aqui'FR : un système multimodèle hydrologique à l'échelle nationale : Jean-Pierre Vergnes (BRGM Orléans)**

[*\(A_PreviSais_5_Vergnes.pdf\)*](#)

L'objectif principal du projet Aqui'FR est de rassembler des modèles hydrogéologiques développés en France métropolitaine dans un outil numérique unique, développé à des fins opérationnelles et de recherche. Il doit permettre d'améliorer les connaissances sur l'évolution passée, actuelle et future des principaux aquifères français. A ce jour, 13 applications hydrogéologiques distribuées (développées sous Marthe ou EauDyssée,) et 23 systèmes karstiques (développés sous EROS) sont implémentés dans la plateforme.

Les premiers résultats obtenus permettent d'évaluer les résultats en termes de recharge des formations aquifères, d'évolution piézométrique, de quantification des échanges nappe-rivière ou de débits des rivières sur une situation longue durée (1958-2018).

Le but principal du projet étant de fournir un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires, certains indicateurs comme l'Indicateur Piézométrique Standardisé sont utilisés. Cela permet

de représenter une chronique piézométrique en termes de période de retour et de suivi de son évolution en temps réel.

Les perspectives à court terme concernent principalement :

- l'intégration de nouvelles applications distribuées (Adour-Garonne, Aquitaine, formations tertiaires du bassin parisien) ;
- l'intégration des aquifères de socle (région Bretagne principalement) ;
- de comparer les résultats aux données satellitaires ;
- la mise en œuvre d'une méthode d'assimilation de données afin de préciser l'état initial des simulations prospectives ;
- la mise en place opérationnelle des simulations temps réel.

Avant sa question, Philippe Verjus (DRIEE Île de France) souligne l'intérêt de ce type de démarche pour la pérennisation des outils et des applications développées dans le cadre de partenariat entre les organismes de recherche et les institutions publiques.

Q : « *Quelle est la date de mise à disposition opérationnelle de l'outil ?* »

JP.V. : L'outil en est encore à un stade « recherche », les possibilités de simulation « temps réel » sont en place et il reste à bien évaluer la qualité de ces produits avant mise à disposition. Il va falloir patienter encore quelques bons mois !!

6. Prévisions saisonnières des ressources en eau souterraine : Delphine Leroux (COSC - Météo-France)

[*\(A_PreviSais_6_Leroux.pdf\)*](#)

Le but recherché dans le cadre d'Aqui'FR est de tester l'apport des prévisions saisonnières (PS) pour anticiper l'évolution de la ressource et de ses conséquences hydrogéologiques jusqu'à 6 mois d'échéance. Pour ce faire, des indicateurs statistiques classiques en prévisions d'ensemble ont été utilisés (corrélation temporelle, ranked probability Skill Score). Un focus particulier a été porté à la prévision des sécheresses, déterminée comme les zones ayant un bas niveau de nappe de période de retour supérieur à 10 ans. Les premiers résultats obtenus sont très encourageants.

Q : « *Une prévision à 6 mois est bien sûr très encourageante mais on en veut toujours plus. En agriculture par exemple, si une prévision à 6 mois peut être suffisante pour anticiper une prise de risque sur une sécheresse (choix des surfaces à irriguer) le choix des assolements se fait très tôt en saison et donc est-il illusoire d'avoir une prévision au-delà de 6 mois ?* »

D.L. : Aujourd'hui, on pourrait transiger sur 7 mois, mais au-delà, non !!

Q : « *Actuellement, on utilise un scénario médian issu de chroniques historiques pour forcer les modèles hydrologiques et prévoir des volumes prélevables en étiage, est-il donc possible d'utiliser les chroniques de PS les plus probables en lieu et place du scénario médian ?* »

D.L., Florence Habets : L'enjeu des travaux en cours (débutés il y a moins d'un an) est justement de savoir si les prévisions saisonnières apportent un plus par rapport à un rejou historique. Et on espère que les PS pourront apporter, lors de conditions extrêmes, un signal plus marqué.

7. Table ronde : Philippe Verjus (DRIEE Île de France), Marc Vincent (EPTB Seine Grands Lacs), Lionel Berthet (DREAL Centre Val de Loire), Jean-Michel Soubeyrou (Météo-France) – animation : Florence Habets

Ph. Verjus ([A_PreviSais_7_tableronde_Verjus.pdf](#)) : Construction d'un indicateur à partir de 3 piézomètres situés dans les Yvelines afin de déterminer un niveau de prélèvement admissible dans les nappes en période estivale. Cette prévision est utilisée pour s'accorder avec les irrigants des volumes prélevables de l'année.

Besoins :

- Prévisions saisonnières pour affiner la prévision des volumes prélevables et la rendre plus réaliste.

L. Berthet : Besoins en :

- prévisions saisonnières d'étiage (mai-juin à décembre-janvier) pour la gestion des deux barrages amont de la Loire ;
- prévision à très court terme (quelques jours) afin d'être en possibilité d'obtenir le débit d'étiage le plus proche du seuil visé dans les arrêtés sécheresse (problèmes de végétation dans les cours d'eau qui faussent les courbes de tarage).

M. Vincent ([A_PreviSais_7_tableronde_Vincent.pdf](#)) : Soutien des étiages par les lacs-réservoirs situés en amont du bassin de la Seine : le soutien des étiages est indispensable au maintien de nombreux usages (industries, navigation, prélèvements/rejets, ...). La gestion des barrages réservoirs est calée sur des règlements d'eau (arrêté préfectoral) mais est évolutive avec ajustement annuel (en concertation avec les services de l'Etat et les usagers).

Besoins :

- meilleure connaissance des débits en rivière pour ajuster la courbe de gestion des réservoirs ;
- prévisions saisonnières sur plusieurs mois pour anticiper et ajuster la gestion.

JM Soubeyrou ([A_PreviSais_7_tableronde_Soubeyroux.pdf](#)) : Présentation de l'expérience de Météo-France pour la mise en place d'un service opérationnel de prévision saisonnière hydrologique. Ce service est d'ores et déjà pré-opérationnel et utilisé par l'EPTB⁵ Seine Grands Lacs (prévisions probabilistes à 7 mois de l'humidité des sols, des débits et réservoirs neigeux). Météo France fournit également un accompagnement pour l'aide à la décision et des produits complémentaires sur le suivi climatique.

Q : « On remarque que les besoins de prévisions exprimés vont sur des échéances plus longues, plus courtes et au final plus précises. Pensez-vous que les travaux en cours vous pouvoir vous aider à avancer dans vos prévisions ? »

L.B. : Dans le cas précis du bassin de la Loire, mais c'est également vrai sur d'autres bassins, les outils mis en œuvre permettent de répondre de mieux en mieux aux problématiques à court terme.

M.V. : (1) Remplacement d'une gestion basée sur des observations historiques par des modélisations de plus en plus fiables à court et moyen terme et donc tendre vers une meilleure gestion. (2) Intérêt d'une mise en commun des outils et de l'utilisation d'une

⁵ Etablissement Public Territorial de Bassin

plateforme multimodèle qui permet de limiter les incertitudes et de préparer une mise à disposition des résultats la plus large possible.

Points-clés des échanges avec la salle :

* Rejouer les années passées permet de montrer, sur Seine Grand Lac, qu'en moyenne sur les 10-15 années passées de meilleures décisions ont été prises.

* Les précipitations neigeuses, importantes pour les débits des cours d'eau, ne sont pas mentionnées dans les travaux de prévisions saisonnières exposés aujourd'hui, mais peuvent être fournies par Météo-France et EDF : cela pose la question du partage des données entre les différents opérateurs.

* La fonte des glaciers n'est pas prise en compte dans les modèles mais ce n'est pas impossible à faire.

* Il faudra encore plusieurs années avant qu'une carte complète Aqui'FR soit disponible. Cela n'empêche pas de commencer à agir dès à présent là où les outils sont prêts !

* L'objectif d'Aqui'FR est de fournir des prévisions saisonnières globales ; pour la gestion locale, mieux vaut utiliser les modèles sources.

Deuxième session : Changement climatique et ressource en eau (animation Amélie Rajaud - IPSL)

1. Présentation de la convention Services Climatiques : David Salas (Météo France)

([B_ChangtClim_1_Salas.pdf](#))

Afin de répondre aux enjeux du changement climatique, des plans d'adaptation/atténuation ont été élaborés par les entreprises décideurs publics à partir des productions de recherche. Le programme s'articule autour de démonstrateurs de services innovants (services climatiques urbains, ressources en eau, impacts sur les régions littorales, aires marines protégées, risques climatiques pour l'agriculture en Afrique occidentale, ...) afin de renforcer les services existants (DRIAS, GICN, Extremoscope) en vue de former et communiquer (site internet, séminaires, ...). Pour en savoir plus : convention-services-climatiques.lsce.ipsl.fr

Q : « Où trouver les informations et sous quelle forme ? »

D.S. : Directement sur le site mais également sur le site drias (<http://www.drias-climat.fr>) qui a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL, CERFACS, CNRM-GAME). Les informations climatiques sont délivrées sous différentes formes graphiques ou numériques. Dans le cadre d'« Extremoscope », des fiches d'informations sur des événements extrêmes ou singuliers ont été réalisées.

2. Témoignage sur les besoins : Anne-Paule Duboulet (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)

([B_ChangtClim_2_Duboulet.pdf](#))

Tous les grands bassins hydrographiques métropolitains sont désormais dotés d'un Plan d'Adaptation au Changement Climatique (PACC). Sur certains de ces bassins, des analyses préalables issues d'études nationales (Explore 2070 par exemple) ont été intégrées. La notion de changement climatique est également apparue dans les SDAGE au travers des études HMUC (Hydrologie, Milieu, Usage, Climat). Les impacts du climat apparaissent à la fois en termes quantitatifs (évolution des débits, remplissage des retenues, sécheresses, assolements), et qualitatifs (dilution des rejets de STEP⁶, températures des eaux de surface) mais également en termes d'enjeu « milieux aquatiques » au travers de l'évolution des faunes piscicoles par exemple. Les deux enjeux majeurs aux yeux des gestionnaires sont celui de la lisibilité (appropriation des résultats d'études) et celui des incertitudes inhérentes à ces études afin de pouvoir trancher « sans regret ».

Q : « Dans le cadre des instructions à venir intégrant du CC, quelle(s) projection(s) climatiques allez-vous choisir ? »

A-P.D. : Les agences de l'eau n'ont pas la main sur le sujet. Elles se limitent à des analyses critiques sur des études d'impacts « extérieures ». Sarah Feuillette (AESN) précise qu'effectivement il est nécessaire de se limiter à l'apport de « grands messages » du genre « tendance » sans laisser croire à un maître d'ouvrage qu'il aura précisément tel impact à telle date.

⁶ STation d'Épuration des eaux usées

3. Evolution hydroclimatique passée - zoom sur quelques événements extrêmes : Rémy Bonnet (CERFACS)

[*\(B_ChangtClim_3_Bonnet.pdf\)*](#)

L'évolution hydro-climatique passée permet de replacer les projections futures dans un contexte historique et d'évaluer la performance des outils qui serviront à prédire l'impact de ces évolutions futures. Même si de longues chroniques historiques de débits ou d'autres variables intéressant le cycle hydrologique sont rares et souvent entachées d'incertitudes de mesures, les reconstructions hydrométéorologiques permettent de confirmer une forte variabilité multi-décennale des débits, variabilité qui semble fortement influencer les événements hydrologiques extrêmes.

Q : « *Pourrait-on utiliser les données hydrologiques passées, même peu nombreuses, pour aider à la descente d'échelle des modèles de climat ?* »

R.B. : A ce jour, seules des données de chroniques de précipitations et températures ont été utilisées lors de la phase de descente d'échelle pour améliorer les données météorologiques avant le forçage du modèle hydrogéologique. L'utilisation de données de débit est limitée par le nombre de chroniques longues et de l'influence anthropique sur ces débits (barrages par exemple).

Q : « *Vous avez mis en évidence une variabilité multi-décennale importante, quel est le lien qu'il pourrait y avoir avec une éventuelle tendance sur 50 ans d'évolution des débits et le changement climatique ?* »

R.B. : Cette variabilité représente effectivement l'incertitude la plus importante sur les prévisions à 20/30 ans en amplifiant ou diminuant le signal, influence qui tend à fortement diminuer à long terme. Il est donc important de comprendre quelles sont les composantes de l'atmosphère et les mécanismes associés responsables de cette variabilité.

4. Caractérisation de la recharge des aquifères et impact du changement climatique : Yvan Caballero (BRGM Montpellier)

[*\(B_ChangtClim_4_Caballero.pdf\)*](#)

Comment caractériser la part renouvelable de la ressource en eau et son évolution dans le futur à partir de la recharge (infiltration de la pluie efficace) ? Pour passer de la pluie efficace à la recharge, un coefficient d'infiltration est calculé à partir de l'Indice de Persistance Des Réseaux (IDPR) et est appliqué à une pluie efficace moyenne calculée spatialement par trois méthodes différentes de bilan hydrique. L'impact du changement climatique sur la recharge est ensuite approché à partir de 5 modèles de climat sous deux scénarios d'émission de gaz à effet de serre et deux méthodes de descente d'échelle (régionalisation). Sur Rhône-Méditerranée-Corse et Adour-Garonne, les résultats montrent globalement une baisse des pluies efficaces (effet combiné de l'augmentation des températures et de l'évolution des précipitations). Même si les incertitudes sont importantes sur les projections ou les méthodes de régionalisation, l'impact est supérieur à la variabilité climatique actuelle.

Q : « *Attention à la manière de présenter les résultats de ce type d'étude qui pourrait être rapidement mal interprétés si les tenants et aboutissants sont mal précisés !* »

Y.C. : C'est là tout l'intérêt d'une plateforme comme Aquif'FR qui doit permettre de mieux faire comprendre le fonctionnement des hydrosystèmes dans leur globalité (notion de stock, temps de transfert, ...) et non se limiter à montrer une simple évolution de la recharge.

Q : « Avez-vous vu un lien entre variabilité spatiale de la recharge et la profondeur de la nappe ? »

Y.C. : On ne prend pas en compte ces aspects, c'est une des limites de la méthode. Il n'est pas aisé de connaître la profondeur de la nappe sur l'ensemble d'un secteur et la notion et le processus de temps de transfert ne sont pas pris en compte. Il serait donc nécessaire de moduler l'infiltration calculée en fonction de la nature de la formation hydrogéologique sous-jacente mais ce n'est pas encore le cas.

Q : « Est-ce que lier taux de prélèvement et pluie efficace à un sens ? »

Y.C. : On lie seulement la part de la pluie efficace qui s'infiltré aux prélèvements. Dans les études d'impact du CC, il faut s'intéresser à la différence d'infiltration par rapport à l'actuel et voir si là, au regard des prélèvements, il y a problème ou pas. Notre modèle est utilisé simplement en production d'information après tout de même confrontation à des valeurs validées par ailleurs.

5. Les projections climatiques de la ressource en eau en France réalisées avec AQUI'FR : Florence Habets (CNRS-ENS)

([B_ChangtClim_5_Habets.pdf](#))

Un des objectifs du projet AQUI-FR (www.metis.upmc.fr/~aqui-fr) et de la convention Services Climatiques est de fournir des informations sur l'évolution de la ressource en eau future en France métropolitaine et, pour ce qui concerne les formations aquifères, améliorer ce qui a pu être fait lors d'Explore 2070. L'exploitation des projections CMIP5⁷, sous 3 scénarios d'émission de gaz à effet de serre et régionalisées par une méthode des types de temps a permis de traiter la diversité des possibles. Trois indicateurs (Indice Piézométrique Standardisé, sécheresse et hautes eaux) ont été utilisés pour caractériser l'influence du CC sur l'hydrogéologie des bassins traités. A court terme, l'étude des projections CMIP5 régionalisées par une autre méthode sera réalisée ainsi que la prise en compte de scénarios d'évolution des prélèvements agricoles par approche agro-économique.

Q : « Y a-t-il une différence de réaction au CC entre les nappes et les rivières ? »

F.H. : Oui, les pertes en rivière évoluent moins vite que la recharge des aquifères du fait du rôle tampon des aquifères.

Q : « Pourquoi certains secteurs de la carte (diapo 17) n'évoluent pas ? »

F.H. : C'est certainement lié aux conditions aux limites des modèles qui restent constantes dans le temps et/ou à des secteurs où la nappe est constamment alimentée par les eaux de surface.

Q : « Comment se fait le calcul de la recharge ? »

F.H. : La recharge est fournie, sur l'ensemble du territoire par le schéma de surface Surfex de Météo-France.

Q « Est-il possible d'extraire facilement la notion de profondeur de la nappe ce qui pourrait par exemple permettre de comparer cette cote avec des profondeurs de pompes pour l'AEP ou l'agricole ? »

⁷ Coupled Model Intercomparison Project Phase 5

F.H. : Oui, certainement et cela peut effectivement faire partie de la liste des courses « indicateurs » à ajouter dans le projet.

6. Table ronde : Quel besoin, quel scénario d'émission, comment mieux diffuser l'information ? Sarah Feuillette (Agence de l'Eau Seine-Normandie), Jean-Philippe Torterotot (DREAL Grand-Est), Bruno de Grissac (EPTB Nappes profondes de Gironde), Mathias Daubas (Agence de l'Eau Adour-Garonne) – animation : Yvan Caballero

S. Feuillette : L'élaboration du PACC a permis de s'apercevoir d'un manque au niveau de la connaissance des sécheresses. L'AESN souhaite donc étudier des « scénarios » sécheresse qui se succéderaient sur un certain nombre d'années et voir comment se comporte le bassin pour en améliorer sa gestion. A partir des travaux de G. Dayon et J. Boé, une étude a été menée sur recherche de scénarios particulièrement critiques en terme d'indice de sécheresse hydrologique, piézométrique ou agricole et de les caractériser en terme de sévérité et de durée. La période ciblée est milieu de siècle (2030/2060). Les résultats montrent que la période de grande sécheresse de 1944-1949 devient presque « normale ». Les résultats de cette étude sont plutôt destinés à étayer d'autres études menées directement par les gestionnaires (gestion des étiages, remplissage des barrages réservoir, impact agricole, ...).

JP. Torterotot : le Grand Est a vu en 2018 des crues généralisées sur les têtes de bassin, une bonne recharge des nappes, une sécheresse estivale superficielle très prononcée, des étiages significatifs et des risques accrus de pollution des nappes et cours d'eau par les nitrates (reliquats importants, pas ou peu de possibilité d'installer des cultures intermédiaires piège à nitrates). Cela illustre le besoin de projections portant, aux échelles de gestion, à la fois sur la quantité et la qualité des eaux souterraines et superficielles, sur les sols et la végétation, et de façon couplée sur les actions anthropiques. De plus, les grands bassins hydrologiques de l'Est du Grand Est sont transfrontaliers (Rhin dont Moselle et Sarre, Meuse) et il est donc nécessaire de travailler de concert avec les pays voisins.

B. de Grissac ([B_ChangtClim_6_table ronde_deGrissac.pdf](#)) : En raison de l'énorme inertie des grandes nappes profondes de Gironde, plus que l'impact du CC sur la recharge, c'est l'incidence du climat futur sur les prélèvements qui préoccupe l'EPTB. Même si le volume prélevé par habitant décroît depuis les années 2000 et du fait de l'augmentation régulière de la population à raison de 1,4% par an, il est nécessaire d'effectuer des projections de l'évolution de la demande à 40-50 ans. De plus, du fait de l'augmentation des températures, des usages nouveaux devraient se surajouter (notamment dus aux îlots de chaleur) aux modifications d'usage d'ores et déjà observées (la demande réagit immédiatement aux variations de température, un même différentiel de température génère une augmentation de la demande deux fois plus importante si le temps est sec).

M. Daubas : ([B_ChangtClim_6_table ronde_Daubas.pdf](#)) La vulgarisation des mesures élaborées dans le cadre du PACC à partir des productions scientifiques est très importante. Cette vulgarisation doit se faire en apportant des messages clairs, d'où l'importance de la qualité visuelle des productions de type carte, à partir de codes couleurs binaires par exemple. Un des points fondamentaux du PACC est le volet « Connaissance et innovation ».

Il est indispensable de sensibiliser continuellement le comité de bassin par la création d'un centre de ressources permettant un meilleur partage des connaissances acquises et le développement de la connaissance par des études pluridisciplinaires d'impact sur les milieux et les usages (élargissement du spectre des connaissances). Il est enfin indispensable de continuer à acquérir des mesures et données de base qui permettent d'étayer les modélisations.

Q : « *Etes-vous intéressés par la mise à jour des résultats à partir des projections CMIP6⁸ ?* »

S.F. : Il est nécessaire de se mettre à la page car le sujet CC est un sujet majeur suscitant de fortes attentes. Il est nécessaire de rester prudent au niveau communication des résultats et notamment lors de la présentation de cartes (souvent réductrices et qui ne permet pas de représenter la variabilité des résultats). Il est préférable de se limiter à apporter des grands messages.

M.D. : La vulgarisation n'est pas simple et au-delà des cartes il est important d'apporter des éléments de projection sur les usages à des échelles plus locales (élus, citoyens).

BdeG : Tout nouveau résultat est bon à prendre car cela permet une prise en compte de plus en plus poussée du problème CC. Le mot « adaptation » est toutefois mal choisi car bon nombre d'activités actuelles n'existeront plus demain. Le défi est bien plus important qu'une adaptation.

Q : « *Intérêt des études d'attribution du CC au regard de la variabilité « naturelle » ?* »

J.P.T. : Il est important de continuer à travailler pour illustrer cette incertitude. Il y a eu beaucoup de discours sur l'atténuation, c'est indispensable et il faut continuer, mais il faut maintenant à la fois montrer à quel point il sera difficile de s'adapter, et développer des méthodes pour décider et gérer avec cette incertitude.

S.F. : Il est intéressant de savoir que des grands événements majeurs (crues, canicules) ont déjà existé et qu'il est nécessaire de s'y adapter mais qu'également ces événements sont susceptibles de se reproduire de plus en plus souvent.

Q : « *Les travaux présentés sont très globalisants, qu'en est-il du changement d'échelle afin d'éviter des prises à contrepied localement ?* »

M.D. : Il est effectivement nécessaire de réaliser des études plus localisées et surtout d'associer les acteurs locaux, les citoyens lors de mises en place de modélisations par exemple afin qu'ils s'approprient l'outil et en mesurent les avantages et limites et ainsi éviter certaines défiances.

B.deG. : Il faut une communication itérative pour permettre aux acteurs locaux de s'approprier les modèles, de se projeter et de définir des scénarios qu'ils pourront eux-mêmes étudier.

S.F. : On peut aussi, de manière concertée, établir des scénarios ou se mettre d'accord sur des besoins de scénarios sans avoir les compétences en modélisation et simplement utiliser les résultats, dans différentes structures, de ces scénarios.

Points-clés des échanges avec la salle :

⁸ Coupled Model Intercomparison Project Phase 6

* Prendre conscience de la dérive du sens donné au terme d'adaptation dans le débat public : au lieu d'évoquer changements en profondeur et nécessaire rupture, il est parfois compris comme des changements à la marge permettant de préserver les modes de vie actuels.

* Concernant l'attribution des événements extrêmes au changement climatique, veiller à éviter une sur-attribution qui pourrait engendrer erreurs et dérives à plus long terme.

* Pour l'élaboration des SDAGE, certaines questions complexes dépassent les capacités des bureaux d'étude et de ce fait, une augmentation des liens entre acteurs et organismes de recherche est absolument nécessaire.

* Les projections climatiques permettent aussi de regarder l'évolution du climat actuel : l'horizon 2025 est mieux adapté aux préoccupations du milieu agricole. Il a été noté également la possibilité d'utiliser toute la chronique des projections pour regarder les évolutions futures en tendances plutôt qu'en différence.

Clôture de la journée : Pascale Ebner (MTES)

- Mise en exergue de la dynamique enclenchée et la complémentarité et la diversité des acteurs impliqués (gestionnaires, chercheurs) ;
- Intérêt et richesse de la journée par la juxtaposition des deux projets « prévisions saisonnières » et « changement climatique ».