

N°

1

COLLECTION
EXPERTISE

Mieux connaître pour mieux gérer

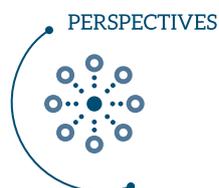
EAU, CLIMAT ET DÉVELOPPEMENT



Sommaire

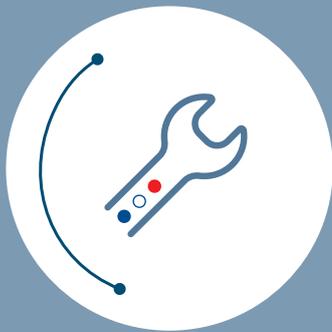
L'édito	p.4
Avant-Propos	p.5
PARTIE 1 - Les réseaux de connaissance : métrologie, collecte et bancarisation de l'information hydrologique	p.6
ENJEUX : L'ACQUISITION DE DONNEES HYDROLOGIQUES : UNE NÉCESSITÉ ABSOLUE	p.6
SAVOIR-FAIRE : EN FRANCE, UNE LARGE GAMME D'OUTILS RECONNUS POUR LA MESURE, LA COLLECTE, LA TRANSMISSION ET LA BANCARISATION DES DONNÉES	p.8
PERSPECTIVES : LES RESEAUX DE CONNAISSANCES, UN TERRAIN PROPICE AUX INNOVATIONS	p.10
PARTIE 2 - Les Systèmes d'Information sur l'Eau : produire l'information nécessaire aux prises de décisions	p.11
ENJEUX : DE L'IMPORTANCE D'ORGANISER L'ACCES AUX DONNEES, LEUR TRAITEMENT ET LEUR VALORISATION	p.11
SAVOIR-FAIRE : LA FRANCE A LA POINTE DES SYSTEMES D'INFORMATION SUR L'EAU	p.13
PERSPECTIVES : RENFORCER LA COHÉRENCE ET AMPLIFIER LA PORTEE DES SYSTEMES D'INFORMATION SUR L'EAU	p.17
PARTIE 3 - La modélisation hydrologique : comprendre et analyser le fonctionnement des hydrosystèmes face au changement climatique	p.18
ENJEUX : MODÉLISER LES INCIDENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR ANTICIPER LA PRISE DE DÉCISION	p.18
SAVOIR-FAIRE : LA RECHERCHE FRANÇAISE AU SERVICE DES ACTEURS DU TERRITOIRE	p.19
PERSPECTIVES : FAVORISER L'ÉMERGENCE DE MODÈLES PLUS COMPLETS POUR AMÉLIORER LA PRISE DE DÉCISION	p.22
Annexe et glossaire	p.23

PICTOGRAMMES DE LA COLLECTION EXPERTISE



PICTOGRAMMES THEMATIQUES





LES SAVOIR-FAIRE

1 p.8

Améliorer l'évaluation et la gestion des ressources en eau et promouvoir la coopération régionale et internationale pour la collecte et le partage de données
PROGRAMMES WHYCOS ET HYCOS

2 p.9

Associer les compétences d'un Institut de Recherche et d'un gestionnaire de réseaux de mesure
HYDROMET

3 p.9

Renforcer les capacités en hydrométrie et suivi hydrologique
MODULE DE FORMATION OIEAU - IRD

4 p.13

Accéder à une information fiable grâce à des standards de données harmonisés
EAU FRANCE ET SANDRE

5 p.14

Développer des systèmes d'information au niveau du petit cycle de l'eau
PORTAIL WEB WAT.VIEW ET MAGES

6 p.15

Développer un SIE sur l'hydrologie des bassins africains
LE SIEREM

7 p.15

Améliorer les prévisions météorologiques, les alertes précoces et les services climatiques
MÉTÉO FRANCE

8 p.15

Développer un système d'alerte Tsunami dans la zone Caraïbe
CARAÏBE TSUNAMI WARNING SYSTEM (CARTWS)

9 p.19

Modéliser à l'échelle du territoire français
EXPLORE 2070

10 p.20

Analyser la réponse du cycle de l'eau aux fluctuations climatiques et aux changements environnementaux en Afrique
PROGRAMME INTERNATIONAL AMMA CATCH

11 p.21

Développer une approche interdisciplinaire en Méditerranée
PROJET ANR AMETHYST

12 p.21

Etudier la vulnérabilité des irrigants en Inde du Sud :
PROJET ANR SHIVA

L'édito

Après l'adoption des Objectifs de Développement Durable en septembre 2015 et de l'Accord de Paris sur le Climat lors de la COP21 en décembre 2015, vient le temps de la mise en œuvre. Les Etats doivent désormais décliner leurs engagements, en grande partie liés à l'eau, dans leurs stratégies nationales de développement durable, d'adaptation et d'atténuation, en lien avec l'ensemble de leurs politiques sectorielles. La société civile a elle aussi un rôle important à jouer. A nous, acteurs de la communauté de l'eau, de nous unir et d'associer nos efforts pour faire face aux grands enjeux de demain !

C'est justement pour réfléchir, mobiliser et agir ensemble que le Partenariat Français pour l'Eau, fort de son vivier d'experts multi-facettes, lance sa nouvelle collection thématique « expertise ». Ce premier numéro sur la connaissance des ressources en eau s'est imposé comme une évidence, tant cette dernière reste la base indispensable à toute prise de décision judicieuse, particulièrement à l'heure de la mise en œuvre des grands accords onusiens.

Nous souhaitons que cette publication puisse agir comme un guide de référence pour éclairer et accompagner le chemin à parcourir dans le domaine de l'eau.

C'est pourquoi, vous retrouverez dans ce numéro un panorama des grands enjeux liés à la connaissance, ainsi qu'une exposition de trois grands types de solutions des acteurs français portant sur :

- L'acquisition de données hydrologiques et météorologiques nombreuses et de bonne qualité ;
- La mise en place de Systèmes d'Information sur l'Eau fonctionnels ;
- Le développement de modèles qui nous aideront à mieux faire face aux enjeux à venir.

Ces actions, présélectionnées par un comité de pilotage multi-acteurs regroupant majoritairement des chercheurs issus du groupe de travail Eau et Climat du PFE, dévoilent tout le dynamisme et la capacité d'innovation des acteurs français de l'eau.



Jean Launay,
Président du Partenariat Français pour l'Eau

AUTEURS

PARTIE 1

Eric Servat, Directeur de recherche à l'IRD, Directeur de l'Institut Montpellierain de l'Eau et de l'Environnement

Jean-Pierre Bricquet, Ingénieur de Recherches, IRD/HSM

Jean-François Boyer, Chargé de mission bases de données et Systèmes d'Informations, IRD/HSM

PARTIE 2

Edouard Boinet, Chargé de projet, Office International de l'Eau

Paul Haener, Chef de pôle Système d'Information sur l'Eau, Office International de l'Eau

PARTIE 3

Nathalie Dörfliger, Directrice de la Direction Eau, Environnement et Ecotechnologies, BRGM [ALLENVI]

Eric Martin, Directeur de l'unité de recherche RECOVER, Directeur régional PACA, IRSTEA

COORDINATION

Solène Fabrèges, Chargée de mission, Partenariat Français pour l'Eau

Jean Luc Redaud, Président du groupe de travail Eau et Climat, Partenariat Français pour l'Eau

Clara Minjoulat-Rey, Responsable de la communication, Partenariat Français pour l'Eau

CONCEPTION GRAPHIQUE

Anne-Charlotte de Lavergne _ www.silabavisual.com

IMPRESSION

Reprotechnique

NOVEMBRE 2016

Avant-propos

Les sociétés humaines doivent aujourd'hui faire face à d'importantes modifications du contexte, en particulier environnemental, dans lequel elles se construisent, évoluent et se développent. L'usage qu'elles font des ressources naturelles est un facteur primordial de leur croissance et de leur développement. Parmi celles-ci, les ressources en eau sont porteuses d'enjeux cruciaux et particulièrement diversifiés : environnementaux, alimentaires, sociétaux et sanitaires, économiques et financiers, politiques et géopolitiques, etc.

Et pourtant, trop souvent mal connues, mal gérées et peu protégées, les ressources en eau subissent une pression de plus en plus forte sous l'effet de facteurs nombreux et variés : changement climatique, croissance démographique, impératifs de sécurité alimentaire, urbanisation, pressions économiques, industrialisation, pollution, etc. A titre d'exemple, depuis 1950, les prélèvements d'eau à des fins agricoles, industrielles et domestiques ont triplé à la surface de la planète. Le cinquième rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) confirme par ailleurs que le changement climatique introduit d'importantes incertitudes sur les ressources en eau mobilisables et exploitables, génère localement des risques accrus en matière d'inondations et de sécheresses, etc. Autant d'éléments qui contribuent à dégrader un environnement déjà considérablement fragilisé.

Dans ce contexte, la connaissance et la compréhension de l'ensemble des enjeux liés aux ressources en eau sont essentielles pour agir efficacement. L'organisation de l'accès aux données existantes et de leur traitement pour la production d'informations adaptées aux besoins constitue une activité fondamentale et indispensable pour assurer le succès des politiques et des plans d'action du secteur. Les données sont en effet nécessaires pour la planification des ressources en eau et des investissements, l'adaptation au changement climatique, les gestions sectorielles (eaux de surface, eaux souterraines, suivi qualité, irrigation, énergie, eau et santé, etc.), la réduction des risques (inondation, sécheresse, etc.), la gestion opérationnelle des ressources et la prise de décision par exemple relatives à l'aménagement du territoire ou à la suite d'évènements majeurs. Les opérateurs et gestionnaires impliqués dans la gestion des ressources en eau ont régulièrement besoin de pouvoir accéder en temps voulu aux données et informations leur permettant de dresser un état des lieux, connaître les perspectives d'évolution, spécifier les objectifs et définir des programmes d'actions cohérents à mettre en œuvre.

Or, et comme le soulignait Koïchiro Matsuura, ancien directeur de l'Unesco, « en dépit du caractère vital de l'eau, le secteur souffre d'un manque chronique d'intérêt politique, d'une mauvaise gouvernance, et de sous-investissement »¹, particulièrement dans les pays les plus vulnérables. Il est urgent que la communauté internationale agisse afin d'éviter une crise globale.

¹ The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World (2009)

DEUX PRIORITÉS D'ACTION

• Financer la connaissance

Face à ces enjeux, il est nécessaire de développer et renforcer les mécanismes de financement internationaux, nationaux, de bassin et/ou locaux, qui soutiennent les projets permettant d'améliorer la connaissance des ressources disponibles et les systèmes de production d'information, dans un contexte de changement climatique. A cette fin, des outils de financements adaptés aux pays, en particulier ceux les moins avancés, devront être trouvés. L'Agence Française de Développement (AFD) et le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) sont particulièrement actifs dans ce domaine. Ils soutiennent par exemple depuis 2011 le développement de la connaissance des ressources en eau du bassin du Congo, deuxième bassin hydrographique et forestier mondial. La Commission Internationale du bassin Congo - Oubangui - Sangha (CICOS) a ainsi pu se doter d'un outil prospectif d'aide à la décision pour l'aménagement durable de son bassin.

• Renforcer les capacités & sensibiliser

Il est également primordial de renforcer les capacités des acteurs à tous les niveaux. La formation de techniciens, ingénieurs, chercheurs qui seront en charge de gérer, maintenir, utiliser ou développer des stations hydrométriques ou météorologiques, des banques de données, des logiciels de modélisation etc. est nécessaire pour permettre aux données d'être fiables et bien utilisées. Il est également nécessaire de former et sensibiliser les décideurs à tous les niveaux, notamment les autorités locales, à l'utilisation de ces informations pour une meilleure prise de décision. Finalement, un travail de vulgarisation des connaissances est nécessaire afin de sensibiliser les communautés locales, premières touchées par le changement climatique.



Les réseaux de connaissance : métrologie, collecte et banclarisation de l'information hydrologique

LES DEFINITIONS DE L'EXPERT

Qu'est-ce que la métrologie ?

La métrologie est la science de la mesure. Dans le domaine des sciences de l'eau, il s'agit de définir et de mettre en œuvre les moyens techniques nécessaires et adaptés pour acquérir les données de base, de vérifier la qualité de ces équipements, tout en suivant les normes en vigueur. Cela nécessite une veille technologique, afin de suivre l'évolution des équipements, et entraîne également l'obligation de formation. La maîtrise des chaînes de mesure et de leurs incertitudes doit être une priorité pour les acteurs.

Qu'est-ce que la banclarisation des données ?

C'est le processus qui permet de conserver les données dans le cadre organisé d'une base de données d'où il sera ensuite possible de les extraire facilement au moyen de requêtes, notamment pour alimenter des Systèmes d'Information sur l'Eau.

ENJEUX

L'ACQUISITION DE DONNÉES HYDROLOGIQUES : UNE NÉCESSITÉ ABSOLUE

Dans un contexte où les pressions sur les ressources en eau se renforcent, il apparaît plus que jamais nécessaire de pouvoir disposer de données fiables qui puissent être acquises à des pas de temps différents et adéquats en fonction de leur utilisation programmée (la gestion de la ressource ou les systèmes d'alertes contre les crues ne nécessitent pas, par exemple, la même information au même moment et au même pas de temps). Parallèlement, il est également indispensable de pouvoir s'appuyer sur des données hydrométriques historiques, seules capables de remettre les observations en perspective et d'offrir le cadre nécessaire à la planification et à la prise de décision. La banclarisation de l'information s'impose donc elle aussi comme une nécessité, afin de permettre la mise à disposition de la connaissance la plus exhaustive possible des hydrosystèmes en vue de leur exploitation et de leur protection.

Paradoxalement, alors que les besoins d'information et donc de données hydrométriques n'ont sans doute jamais été aussi importants qu'à l'heure actuelle, on constate plutôt, à travers le monde, une baisse de la densité des réseaux de mesure hydrométriques. Ces derniers ont, en effet, un coût de mise en place et de maintenance qui peut se révéler quasiment rédhibitoire, dans certains pays du Sud en particulier.

On remarque notamment à partir des années 1980 dans de nombreux pays africains une diminution considérable de la densité des stations observées et, par voie de conséquence, des données hydrométriques. Jugeant ce phénomène très inquiétant, la Banque Mondiale et d'autres organisations internationales ont décidé de financer au début des années 1990 une étude destinée in fine à mobiliser bailleurs de fonds et pouvoirs publics autour de cette question². La Figure 1 s'appuie sur la base de données SIEREM (Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eau et Leur Modélisation) et illustre cette brutale chute de densité de données. Il faut noter également que cette baisse de la quantité de données disponibles s'accompagne aussi d'une forte diminution de leur qualité, ce qui complique sérieusement leur exploitation.

²The World Bank, UNDP, African Development Bank, French Fund for Aid and Cooperation, Mott MacDonald International et al (1992), "Sub-Saharan Africa Hydrological Assessment – West African Countries", Regional Report, December 1992

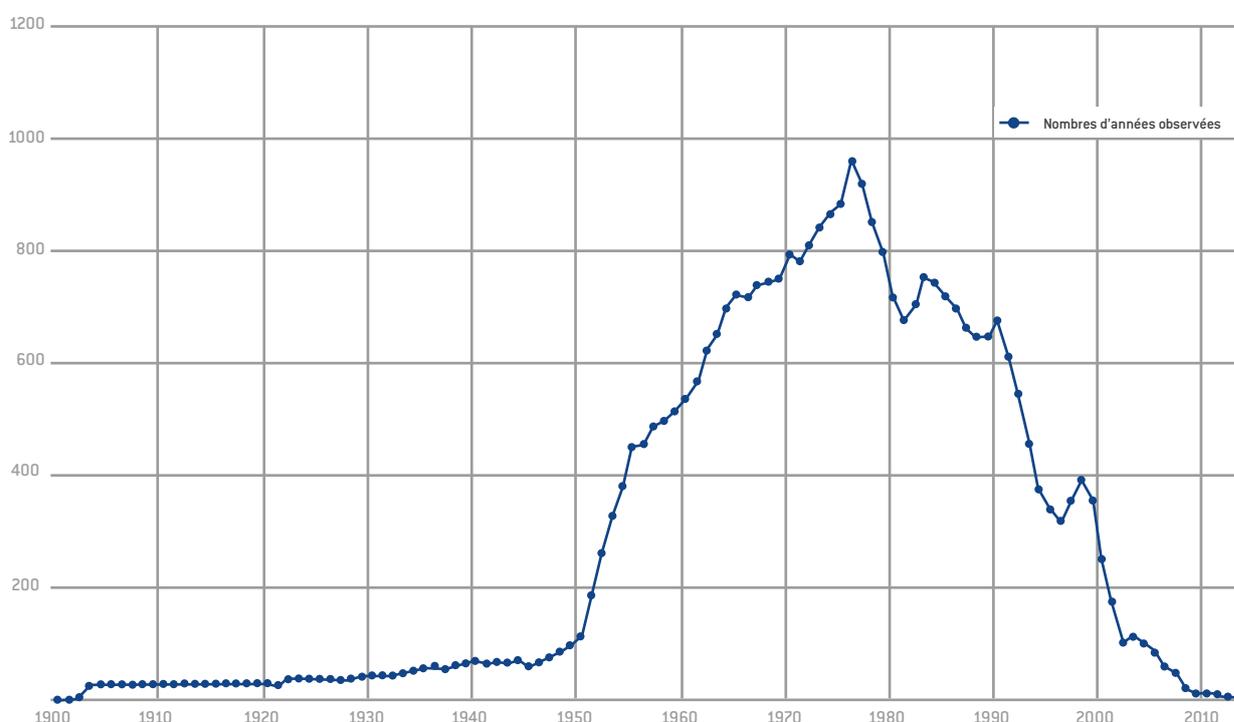


Figure 1 - Données hydrométriques enregistrées au sein de la base de données SIEREM : nombre de débits journaliers et/ou mensuels par année pour l'Afrique (état d'avril 2016).

Nb : les dernières années ne sont pas significatives car les mises à jour n'ont pas pu être encore finalisées.

Si la densité des réseaux de mesure hydrologique diminue, on constate aussi, parallèlement, une perte de savoir-faire de terrain, pourtant seul garant de la qualité de l'information collectée, préalable indispensable à toute utilisation ou prise de décision. Ce constat se vérifie dans de nombreuses régions du monde depuis une trentaine d'années, en particulier dans les pays en développement.

Au Nord, les gestionnaires cherchent plutôt à optimiser les réseaux hydrométriques de façon à réduire les coûts de fonctionnement tout en préservant leurs capacités de gestion des ressources en eau ou d'alimentation des systèmes d'alertes. En France notamment, la question est aujourd'hui de chercher à rationaliser les réseaux de manière à diminuer leurs coûts d'investissement et de fonctionnement, tout en conservant un niveau d'information adéquat en fonction des objectifs.

Le réseau hydrométrique et piézométrique national français

Le réseau hydrométrique national français compte aujourd'hui plus de 3000 stations de mesure en activité³. Elles couvrent toutes les gammes de cours d'eau, du bassin versant de quelques km² à celui de la Loire à Saint Nazaire (117 480 km²). Si l'essentiel de ce réseau est directement géré par l'Etat, il compte aussi des stations gérées par des établissements type Electricité de France, des compagnies d'aménagement (Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne (CACG), Compagnie Nationale du Rhône (CNR), Société du Canal de Provence (SCP), BRL etc.) ou des organismes de recherche (Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA) et Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) en particulier). Les données relatives aux stations qui constituent le réseau hydrométrique national français sont consultables et disponibles sur le site internet de la Banque HYDRO (www.hydro.eaufrance.fr), banque nationale de données hydrométriques gérée par le Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI) qui stocke les mesures de hauteur d'eau et permet un accès aux données signalétiques des stations (finalité, localisation précise, qualité des mesures, historique, données disponibles...). Pour une station donnée, la Banque HYDRO calcule les débits à différents pas de temps (instantanés, journaliers, mensuels, etc.) à partir des valeurs de hauteur d'eau et des courbes de tarage correspondantes. La Banque HYDRO fournit ainsi à tout moment les valeurs d'écoulement les plus exactes possibles compte tenu des informations que les gestionnaires des stations lui communiquent.

Le réseau de suivi des eaux souterraines à l'échelle nationale comprend 1700 points dont 1428 sous maîtrise d'ouvrage BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) pour le suivi quantitatif. La banque ADES (www.ades.eaufrance.fr) permet la bancarisation des données de quantité et de qualité fournies par de nombreux contributeurs (Agences de l'eau, Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), Agences régionales de la santé etc.).

³ ONEMA, 2015, Série « Comprendre pour agir », « Connaître les débits des rivières : quelles méthodes d'extrapolation lorsqu'il n'existe pas de station de mesures permanentes ? » L. Lebecherel, V. Andréassian, B. Augeard, E. Sauquet, C. Catalogne.

SAVOIR-FAIRE



EN FRANCE, UNE LARGE GAMME D'OUTILS RECONNUS POUR LA MESURE, LA COLLECTE, LA TRANSMISSION ET LA BANCARISATION DES DONNÉES

Le travail de fond entrepris en France depuis des décennies tant sur le plan de la technique et de la technologie de la mesure hydrométrique, que de la bancarisation et de la mise à disposition des données, en passant par le financement et la rationalisation des réseaux, se traduit par une expertise reconnue au niveau international.



Améliorer l'évaluation et la gestion des ressources en eau et promouvoir la coopération régionale et internationale pour la collecte et le partage de données

PROGRAMMES WHYCOS ET HYCOS

Plusieurs initiatives internationales ont vu le jour associant très largement le savoir-faire et l'expérience des hydrologues et hydrométristes français. C'est le cas, notamment, du Programme WHYCOS de l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM⁴). Celui-ci, qui s'intéresse prioritairement aux bassins versants transfrontaliers (Congo, Mékong, Niger, Volta) ou à des ensembles d'échelle régionale (Caraïbes, pays de la Communauté de Développement d'Afrique Australe), vise à renforcer les capacités techniques et institutionnelles des Services Hydrologiques Nationaux (SHN) afin qu'ils puissent assurer la collecte et la transmission, en temps réel ou quasi réel, de données hydrométéorologiques de qualité, mesurées en des points jugés stratégiques et constituant, de facto, un réseau optimisé. Le but, au travers de ces déclinaisons régionales (dites HYCOS) du programme WHYCOS, est d'améliorer l'évaluation et la gestion des ressources en eau tout en promouvant la coopération régionale et internationale en matière de collecte et de partage de données ainsi que de recherche.

Le savoir-faire français, tant sur le plan des capacités de financement que des compétences techniques, a été fréquemment requis par l'OMM pour WHYCOS. L'implication financière et/ou technique d'acteurs français dans les différentes phases de projets HYCOS (Niger, Congo, Mékong notamment) est ainsi très forte: Ministère des Affaires Etrangères et du Développement International (MAEDI), Agence Française de Développement (AFD), Facilité Africaine pour l'Eau (FAE), Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM), Institut de Recherche et de Développement (IRD), Compagnie Nationale du Rhône (CNR), AGRHYMET, Office International de l'Eau (OIEau), ISL Ingénierie.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.whycos.org/whycos/

⁴D. Jouve, Ch. Brachet, J.P. Bricquet, 2014, « La contribution française en gestion de réseaux de mesures transfrontaliers », La Houille Blanche, n°1, 2014, p. 53-59



Associer les compétences d'un institut de recherche et d'un gestionnaire de réseaux de mesure

HYDROMET

La CNR et l'IRD ont développé un produit baptisé HYDROMET. C'est un système de gestion de base de données développé, outre pour les services hydrologiques et météorologiques, pour toutes les organisations responsables de la gestion de ressources en eau, en charge de leur surveillance et de la mise à disposition des informations correspondantes. HYDROMET a pour objet (i) la collecte/réception de données hydrologiques et météorologiques, (ii) le stockage des données dans une base de données, (iii) les traitements sur les données et l'élaboration de divers produits, (iv) la mise à disposition des données via une interface opérateur. Dans le cadre de l'accord qui lie la CNR et l'IRD, HYDROMET a été commercialisé avec succès et est aujourd'hui utilisé dans le cadre de nombreux projets internationaux : Autorité du Bassin du Niger (ABN), Autorité du Bassin de la Volta (ABV), Etats des Caraïbes, Paraguay, etc.

On voit ici tout l'intérêt d'une association originale des compétences d'un institut de recherche, d'une part, et d'un gestionnaire de réseaux de mesure, d'autre part. C'est cette double expérience qui a permis de développer un outil reconnu internationalement comme particulièrement performant et adapté dans une optique de gestion de bassins versants de toutes tailles.

POUR PLUS D'INFORMATION :
<http://www.cnr.tm.fr/>
<http://www.ird.fr/>



Renforcer les capacités en hydrométrie et suivi hydrologique

MODULE DE FORMATION OIEAU – IRD

L'OIEau et l'IRD ont développé ensemble un savoir-faire de premier plan en matière de formation à l'intention des personnels ingénieurs et techniciens supérieurs des Services Hydrologiques Nationaux (SHN) travaillant sur les réseaux hydrométriques. L'objectif est de faire en sorte que les SHN disposent de l'éventail complet des connaissances nécessaires, tant du point de vue des savoirs de terrain proprement dit que des nouvelles technologies et de l'analyse des données collectées. OIEau et IRD ont ainsi défini un ensemble de modules de formation très complet : installation et gestion d'une station hydrométrique (hydraulique, capteurs), la mesure et son matériel (métrologie, maintenance, avantages et inconvénients), mesure des débits etc.

OIEau et IRD ont une expérience éprouvée en matière de formation ce qui donne, au niveau international, un impact majeur à leur association dans ce domaine.

A noter, bien entendu, l'existence d'autres partenaires potentiels dans le cadre de cette offre de formation, CNR et Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) en particulier. Des centres régionaux (tels que le centre AGRHYMET à Niamey) peuvent également être mis à contribution, ce qui permet de faire aisément le lien avec les organismes de bassins transfrontaliers. La plus-value de l'information hydrologique au niveau transfrontalier est multiple : prévision des risques dans un pays en aval, planification stratégique transfrontalière, gestion coordonnée et partage des bénéfices entre pays.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.oieau.fr

PERSPECTIVES



LES RÉSEAUX DE CONNAISSANCES, UN TERRAIN PROPICE AUX INNOVATIONS

Pallier les lacunes et le déclin des réseaux de mesure hydrologique passera par l'utilisation des nouvelles technologies. Autre constat, l'élaboration de nouveaux produits s'inscrit déjà quasi systématiquement dans des cadres de collaboration pluri-Etats, notamment au niveau européen.

Le savoir-faire technique et technologique des équipes, des organismes et des entreprises français, ainsi que la connaissance du terrain et l'ancienneté des partenariats développés avec les acteurs locaux, y trouvent toute leur place.

Deux exemples parmi d'autres pour illustrer l'apport de ces nouvelles technologies qui ne devrait que se renforcer au fil du temps :



Le consortium Rain Cell Africa⁵ a développé une méthode extrêmement innovante de suivi des pluies qui tire parti du fait que les gouttes d'eau atténuent le signal entre deux antennes relais d'un réseau de téléphonie mobile. Cette atténuation a été analysée par les scientifiques et a permis d'obtenir des informations précises sur la nature et la localisation des événements pluvieux. Cette étude ouvre ainsi une piste alternative pour pallier les insuffisances des dispositifs classiques, notamment en zone urbanisée où la téléphonie mobile s'appuie sur des réseaux d'antennes relais de forte densité.



Autre piste, celle développée par le CNES à partir du constat déjà évoqué des insuffisances des réseaux de mesure classiques au sol. Y remédier peut passer par l'utilisation de données spatiales qui viennent compléter les données enregistrées in situ, permettant ultérieurement l'élaboration de produits à valeur ajoutée et d'informations spécifiques utiles pour la gestion des ressources en eau. Le programme satellitaire SWOT est un projet (CNES, Agences Spatiales des Etats-Unis, du Royaume Unie et du Canada) qui fournira, à l'horizon 2021, les variations spatio-temporelles des niveaux d'eau des fleuves, lacs et océans. En outre, le CNES a mis en place le programme SWOT-Aval qui vise à élaborer des produits adaptés aux besoins des utilisateurs et qui confirme l'importante contribution du spatial face aux enjeux de l'eau.

⁵ Rain Cell Africa est un consortium qui regroupe des équipes issues de différents Instituts de recherche et Universités : l'Université de Ouagadougou et la Direction Générale de la Météorologie (Burkina Faso), l'Université d'Abidjan (Côte d'Ivoire), les Universités de Yaoundé et Douala (Cameroun), l'IRD (France), WASCAL, KIT (Allemagne), l'Université de Tel-Aviv (Israël), KMNI (Pays-Bas)

Les Systèmes d'Information sur l'Eau : produire l'information nécessaire aux prises de décisions

● ● ● LA DEFINITION DE L'EXPERT

Qu'est-ce qu'un Système d'Information sur l'Eau (SIE) ?

Un Système d'Information correspond à l'ensemble des moyens (organisation, acteurs, procédures, systèmes informatiques) nécessaires à la collecte, à la bancarisation, au traitement et à l'exploitation d'informations. Les SIE sont donc des systèmes d'information conçus pour répondre aux besoins des parties prenantes (dont le grand public) en matière d'information environnementale publique dans le domaine de l'eau. La création et le renforcement de ces dispositifs représentent des enjeux cruciaux pour la gestion de l'eau, en particulier dans un contexte de changement climatique. Ce sont en effet des outils indispensables pour organiser l'accès aux données produites par les diverses institutions et permettre leur exploitation afin de produire l'information nécessaire aux prises de décision et à la sensibilisation des partenaires et du public.

ENJEUX

DE L'IMPORTANCE D'ORGANISER L'ACCÈS AUX DONNÉES, LEUR TRAITEMENT ET LEUR VALORISATION

L'accès aux informations et données nécessaires est souvent rendu difficile par la multiplicité des thèmes et des producteurs de données, pour des raisons juridiques quand il n'existe pas d'accord entre les organisations et/ou pour des raisons techniques (difficulté de collecte des informations, d'harmonisation des formats des données, des méthodes d'analyse, des fréquences de recueil des données, des densités des réseaux de surveillance, du traitement des données et de leur utilisation dans des modèles).

Les données et informations sont souvent dispersées, hétérogènes, incomplètes et sont rarement comparables et adaptées aux besoins. Un grand nombre d'organisations publiques, parapubliques et privées produisent et gèrent des données, mais n'ont souvent pas les moyens, ni les documents guides, pour échanger, assembler, standardiser, résumer et capitaliser les données qu'elles-mêmes et d'autres possèdent. Au-delà de ces difficultés il existe aussi un problème plus général de réticence naturelle de toute organisation à partager des informations, considérées comme d'autant plus stratégiques que ces données sont utilisées pour des services rémunérés ou des jeux de pouvoir.

Il en résulte d'une part que les décisions et plans d'action sont parfois adoptés sur la base d'informations incomplètes et/ou peu adaptées aux besoins, avec des impacts économiques pouvant être très importants, et d'autre part que le capital en données existantes est souvent peu valorisé faute de procédures adaptées.

Ainsi, dans la plupart des pays et des bassins (nationaux ou transfrontières), si un effort s'avère nécessaire pour organiser la production des données manquantes, il est fondamental de pouvoir développer les liens entre les producteurs et utilisateurs de données quels que soient les thèmes et les niveaux d'intervention (local, bassin, national, international), puis de renforcer les capacités d'accès, de traitement et de valorisation des données existantes.

La nécessité d'organiser l'accès aux données est particulièrement importante dans le domaine de l'adaptation au changement climatique dans la mesure où la prise en compte des changements impose d'intégrer « la cascade des conséquences » et le caractère réactif des phénomènes naturels et anthropiques (résilience des systèmes naturels et adaptation des acteurs).

Au niveau national et au niveau des grands bassins, l'accès à des données exhaustives est indispensable pour identifier les vulnérabilités et les impacts, et élaborer les stratégies et les scénarios d'adaptation.

A titre d'exemple, dans le cas du Bassin Adour-Garonne, les analyses ont montré grâce à une large exploitation des données que la montée des températures et la baisse de la pluviométries auront non seulement des conséquences directes sur les débits des rivières, la qualité des cours d'eau, la recharge de nappes et l'enneigement, mais vont aussi impacter de manière significative la disponibilité en eau pour l'irrigation, l'élevage, les forêts, l'énergie, le tourisme, et l'aménagement du littoral.

Il est donc nécessaire d'assurer la collecte et le partage des données et des informations concernant l'ensemble du secteur de l'eau et de les croiser avec des données environnementales et socio-économiques.



FOCUS

Principaux thèmes de données et informations géographiques des SIE

- **Identification-localisation des ressources en eau** : (sous-)bassins, rivières, lacs, couverture neigeuse / glaciers, eaux souterraines, zones humides, etc.
- **Contexte administratif et environnemental**: délimitations administratives, modèle digital d'élévation et occupation du sol, déforestation, érosion, zones protégées, vie aquatique, etc.
- **Monitoring** (quantité et qualité) : caractéristiques des réseaux de mesures, données climatologiques, pluviométriques, hydrologiques, piézométriques, de qualité des eaux superficielles marines et souterraines, etc.
- **Caractérisation des pressions** (e.g. préleveurs et pollueurs) actuelles et à venir (par usager et par secteur : hydroélectrique, agriculture, transport, tourisme) : volumes prélevés, volumes rejetés, qualité des prélèvements et des rejets, etc.
- **Caractéristiques des infrastructures** : barrages/digues, forages, obstacles à l'écoulement, infrastructures eau potable et assainissement, etc.
- **Caractérisation des risques**: inondations, sécheresses, pénuries, pollutions accidentelles, etc.
- **Spécificités socio-économiques**: caractéristiques sociologiques, indicateurs économiques sectoriels, données économiques sur les usages et services liés à l'eau, etc.
- **Gouvernance** : zones d'intervention des acteurs, données des plans de gestion et programmes de mesures (orientation, application, suivi), etc.

SAVOIR-FAIRE



LA FRANCE À LA POINTE DES SYSTÈMES D'INFORMATION SUR L'EAU

En France, de par l'historique de l'adoption des principes de gestion par bassin (lois sur l'eau de 1964 et 1992), et la multiplicité des acteurs producteurs et utilisateurs de données, les autorités françaises ont pris conscience très tôt de la nécessité d'organiser l'accès aux données sur l'eau et les usages de manière globale.

Ainsi, dès les années 90, sous la tutelle du Ministère français en charge de l'environnement, des accords et processus de collaboration et de gestion partagée des données ont été adoptés et ont permis la mise en place progressive du Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE) et de son successeur à partir de 2003 : le Système d'Information sur l'Eau. Parmi les points forts de ce système, on peut en particulier citer l'accessibilité des données sur l'eau (via des sites web publics) ainsi que les outils de visualisation des données (notamment via des Systèmes d'Information Géographique – SIG).

L'expérience montre que les principes d'organisation et de fonctionnement retenus en France dans le cadre du SIE, s'avèrent particulièrement adaptés et intéressants pour la plupart des pays et bassins qui rencontrent des problèmes d'accès aux données sur l'eau. En effet, ces SIE permettent :

- 1 de valoriser et renforcer les domaines de compétence des partenaires producteurs et gestionnaires de données en organisant de manière cohérente la complémentarité des actions de production et de traitement des données,
- 2 d'organiser la mise à disposition et l'échange de données comparables entre partenaires en s'appuyant sur des définitions de référentiels et procédures communes pour le partage de données et en développant l'interopérabilité (capacités d'échanges automatisés) entre les systèmes d'information existants et gérés par les partenaires,
- 3 de renforcer les capacités de traitement et de production d'informations répondant aux besoins des utilisateurs finaux,
- 4 de s'adapter à l'évolution des besoins en données et informations pouvant apparaître par exemple suite à une nouvelle directive européenne ou à un nouveau processus de collecte d'informations international (cas des Objectifs de Développement Durable des Nations unies qui définissent un nouveau cadre international de données pour les 15 prochaines années).

4



Accéder à une information fiable grâce à des standards de données harmonisés

EAU FRANCE ET SANDRE

Le Système d'Information sur l'Eau (SIE) français est accessible aux particuliers à travers le portail Eau France, piloté par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA). C'est le point d'accès aux données et informations publiques relatives à l'eau et aux milieux aquatiques en France, stockées et diffusées depuis plus d'une trentaine d'années dans différents systèmes d'information :

- Plus de 15 banques nationales de référence organisées et mises à jour régulièrement : Ades (eaux souterraines), Quadrige (eaux littorales), Hydro (hauteurs et débits des cours d'eau), SISPEA (prix et qualité des services publics d'eau et d'assainissement), BDmap (poissons)...
- 30 sites web (Ades, Quadrige, Services, Rapportage, Hydro, Glossaire, Economie, Image, etc.), dont ceux gérés par l'OIEau (Gest'eau, Portail documentaire sur l'eau, Zones humides, SANDRE, etc.).

Le SANDRE (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) a été créé dès 1993 pour assurer un langage commun ainsi qu'un échange de données comparables et de qualité entre les différents acteurs et dispositifs concernés par le SIE, notamment :

- Plus de 15 000 producteurs de données (Agences et Offices de l'Eau, ONEMA, OIEau, services déconcentrés des Ministères en charge de l'Environnement, de l'Agriculture, de la Santé, BRGM, collectivités territoriales, industriels, associations environnementales, fédérations de pêche, Météo France, etc.,)
- Près de 1200 dispositifs de collecte de données recensés, dont 1047 réseaux de mesures,
- Près de 160 laboratoires agréés pour la réalisation d'analyses chimiques et biologiques.

Le secrétariat technique du SANDRE est assuré par l'OIEau dans le cadre d'une convention avec l'ONEMA. Il développe et met à disposition les référentiels nécessaires à l'interopérabilité des systèmes d'information: dictionnaires de données, scénarios d'échanges, données de référence sur les services Web, services de contrôles et d'exposition des données sur le Web, atlas cartographique, catalogue de métadonnées, audits de systèmes informatiques, labels de conformité, etc.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.eaufrance.fr
www.sandre.eaufrance.fr



Développer des systèmes d'information au niveau du petit cycle de l'eau

En complément des SIE « grand cycle de l'eau », des acteurs français ont développé des systèmes d'information relatifs au « petit cycle de l'eau ». Ceux-ci visent à améliorer les performances des services d'adduction en eau potable et assainissement des collectivités et à répondre aux exigences croissantes en matière de gouvernance, de transparence et de pilotage des activités de ces services.

PORTAIL WEB WAT.VIEW

Le portail web innovant Wat.view édité par le Groupe des Eaux de Marseille/SOMEI permet un accès en temps réel aux données d'un service ou d'un délégataire assurant le service public de l'eau et/ou de l'assainissement. Il permet ainsi de satisfaire les besoins de plus en plus forts en matière de gouvernance du service public, de pilotage de ses différentes activités, d'une part, et de transparence vis à vis de la collectivité d'autre part.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.somei.fr

MODÈLE D'AIDE À LA GESTION DES EFFLUENTS DU SYNDICAT INTERDÉPARTEMENTAL POUR L'ASSAINISSEMENT DE L'AGGLOMÉRATION PARISIENNE (SIAAP)

D'autres systèmes collectent et exploitent un grand nombre de données comme MAGES (Modèle d'Aide à la Gestion des effluents du SIAAP) qui constitue un puissant outil d'aide à la décision et permet notamment d'éviter les déversements d'eaux non traitées dans le milieu naturel : il recueille 24h/24 l'ensemble des données en provenance des acteurs de terrain (débit de l'eau, état du réseau, fonctionnement des usines) tout en intégrant les prévisions de Météo France. Le système analyse ces informations en temps réel et propose les scénarios les plus adaptés au cas par cas : violents orages, travaux d'entretien dans les réseaux etc. Ces données, outre leur usage premier pour l'exploitation des ouvrages en temps réel, peuvent être utilisées à des fins d'études.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.siaap.fr



Développer un SIE sur l'hydrologie des bassins africains

LE SIEREM

Le laboratoire HydroSciences Montpellier (HSM) a développé un système d'informations (SIEREM) sur l'ensemble de l'Afrique qui contient plusieurs types de variables environnementales. Il s'agit du plus important Système d'Informations Environnementales du continent africain avec 13000 stations de mesures, 33000 séries chronologiques soit plus de 117 millions d'enregistrements, pour la période 1837 à 2015. Les données hydro-climatologiques sont couplées avec des données spatialisées : 201 contours de bassins versants, 2962 fleuves et rivières. La récupération des archives hydrologiques a permis d'enrichir SIEREM. Plus de 1342 photos ont été rassemblées dans 391 albums géo référencés. Le site SIEREM permet l'accès libre à toutes ces informations à l'exception des données brutes de mesure qui sont la propriété des services nationaux africains.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.hydrosociences.fr/sierem



Améliorer les prévisions météorologiques, les alertes précoces et les services climatiques

MÉTÉO FRANCE

Météo France exporte son savoir-faire et ses solutions afin d'assister les Services Météorologiques Nationaux (SMN) étrangers dans l'amélioration de leurs prévisions météorologiques, de leurs alertes précoces et de leurs services climatiques. Une partie importante de cette activité concerne le renforcement des réseaux d'observation. Sa filiale Météo France International (MFI) est ainsi intervenue en Afrique, en Indonésie, en Inde et dans de nombreux autres pays, mettant en avant des technologies et des compétences éprouvées dans le cadre national. Afin de couvrir de façon intégrée les besoins hydrométéorologiques et les Systèmes d'Information sur l'Eau, MFI et l'OIE sont impliqués, sous l'égide du MAEDI, dans un groupe de travail dont la vocation est de s'associer pour la préparation d'une offre française intégrée. Celle-ci combinera infrastructures météorologiques et hydrologiques, systèmes d'informations dédiés et transfert de savoir-faire couvrant l'ensemble des besoins nationaux en météorologie et en hydrologie. Elle permettra de faire rayonner, à l'international, l'offre et le savoir-faire français en la matière.

Les progrès récents des outils de prévision météorologique ont permis le développement de nombreux services climatiques mis à la disposition du public ou des professionnels : diagnostic du changement climatique à l'échelle régionale ou locale, anticipation des risques de submersion marine, alertes sécheresse, alertes orage et risques de crue, prévisions agricoles, alertes incendie etc. L'évolution récente des préoccupations liées au changement climatique a conduit de multiples acteurs à compléter ces services par de nouveaux outils plus spécialisés, avec l'appui de divers organismes de recherche : amélioration de la prévention des crues urbaines par un suivi radar de l'évolution des orages à l'initiative de plusieurs collectivités française, amélioration de l'information des agriculteurs pour la conduite des irrigations à l'initiative de diverses organisations liées à la profession agricoles etc.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.meteofrance.fr
www.mfi.fr/fr/



Développer un système d'alerte Tsunami dans la zone Caraïbe

CARAÏBE TSUNAMI WARNING SYSTEM (CARTWS)

Protéger les populations de la zone Caraïbe en cas de tsunami nécessite un système d'alerte global à l'échelle du bassin qui concerne 38 pays. Après le tsunami dévastateur de 2004, les Etats, les services publics, les organismes de surveillance et de recherche, la protection civile et les citoyens ont travaillé ensemble pour concevoir un outil permettant de faire face à un tsunami, menant à la mise en place d'un système d'alerte nommé Caraïbe Tsunami Warning System (CarTWS). Ce dernier permet la surveillance, l'évaluation des risques, l'alerte et la sensibilisation, en développant notamment un système d'échange de données sismologiques et marégraphiques en temps réel.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.inforisk.cg972.fr/IMG/pdf/Un_Systeme_d_Alerte_des_tsunamis_dans_la_Caraibe.pdf



FOCUS

Diffusion des savoir-faire français à l'international

A l'international, ces savoir-faire d'organisation et de collaboration entre institutions pour le partage des données, de mise en place d'éléments de langage commun permettant l'échange de données comparables, de renforcement de l'interopérabilité entre systèmes d'information, et d'intégration des systèmes sont d'ores et déjà diffusés par l'OIEau et le Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB), notamment dans le cadre de projets de coopération et de programmes de jumelage tels que ceux financés par les Agences de l'Eau françaises, pouvant faire intervenir des experts français de diverses administrations.

A noter que l'Euro-RIOB étudie par ailleurs le développement d'un portail collaboratif de partage d'information sur les savoir-faire en administration des données sur l'eau.

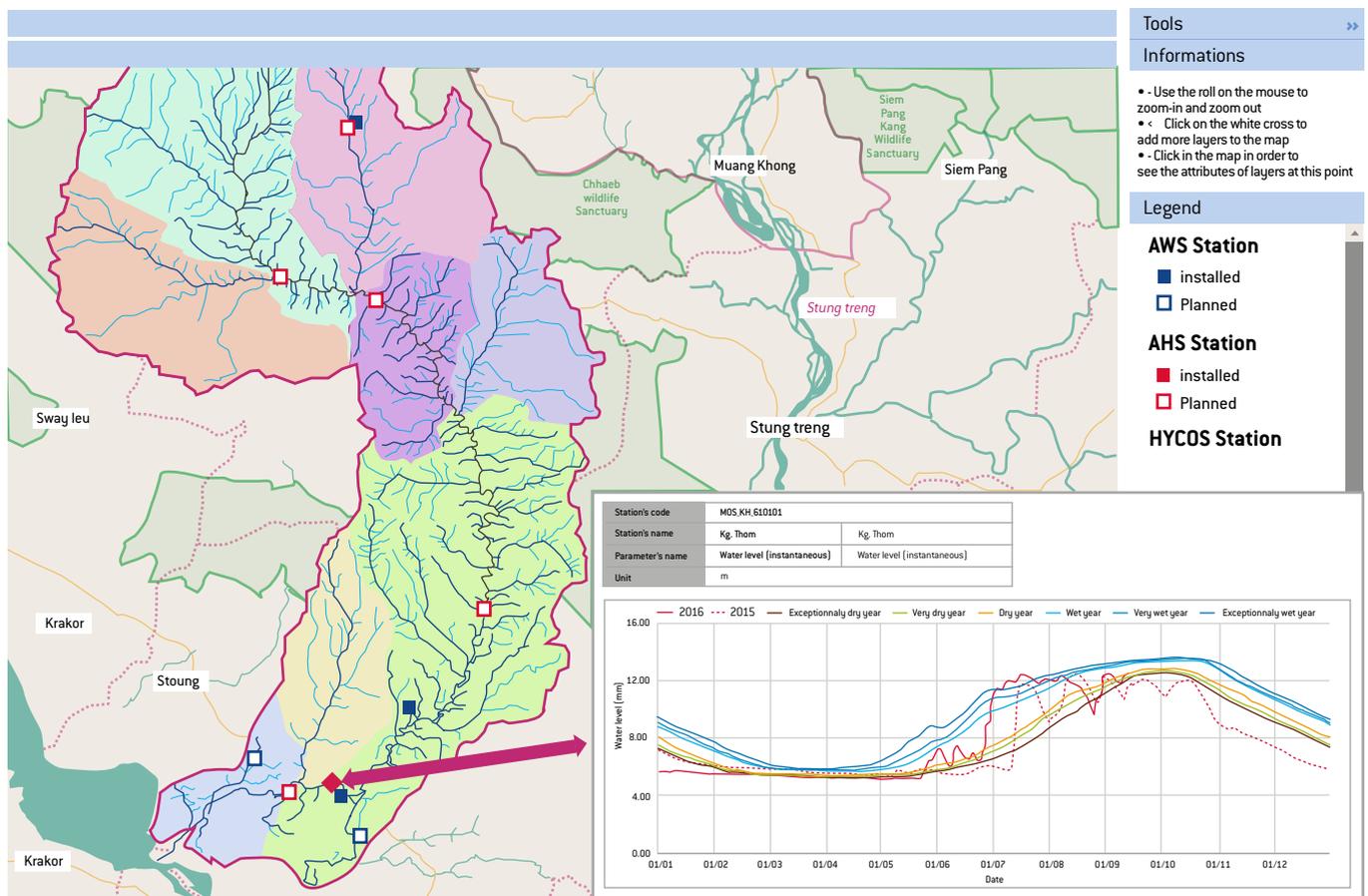
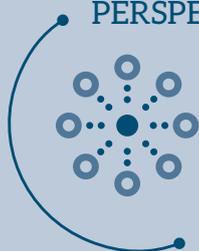


Figure 2 - Cartographie dynamique du bassin du Stung Sen (Cambodge) avec accès aux données hydrologiques (projet mis en œuvre par l'Office International de l'Eau sur financement de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse)

La courbe indique l'évolution du niveau d'eau mesurée par la station hydrométrique HYCOS (indiquée sur la carte), par rapport à des années de référence. Il est possible de suivre cette évolutions en temps réel :

<http://37.187.128.205/cambodia/index.php/mos-kh-610101>

PERSPECTIVES



RENFORCER LA COHÉRENCE ET AMPLIFIER LA PORTÉE DES SYSTÈMES D'INFORMATION SUR L'EAU

Les évolutions dans le monde des systèmes d'information ont été particulièrement importantes au cours de ces dernières années (cloud computing, architectures orientés services, services Web, open data, interopérabilité, big data, visualisation 3D, ...) et Internet est désormais potentiellement accessible par le plus grand nombre sur ordinateurs, tablettes et smartphones dans tous les pays et jusque dans les endroits les plus reculés.

Les solutions techniques sont donc désormais disponibles pour mettre en place des Systèmes d'Information sur l'Eau efficaces, mais dans de nombreux cas, que ce soit au niveau transfrontalier, au niveau national ou au niveau des bassins locaux, des efforts importants restent à faire notamment pour :

- 1 Développer les partenariats et accords de gestion partagée des données définissant le rôle de chacun des acteurs sur la base d'une vision commune,
- 2 Organiser le financement durable du développement des SIE bassin, nationaux et régionaux tels que WISE (Système d'Information sur l'Eau pour l'Europe), SADIEau (Système Africain de Documentation et d'Information sur l'Eau) et SEMIDE (Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'Eau),
- 3 Renforcer les capacités des principaux producteurs de données à gérer efficacement leurs propres données et à les mettre à disposition des partenaires en temps réel lorsque nécessaire,
- 4 Développer/adopter les référentiels communs nécessaires à l'échange de données comparables et les protocoles d'interopérabilité entre les Systèmes d'Information existants,
- 5 Développer les capacités d'intégration de données disponibles (y compris celles offertes par les technologies d'observation spatiales et par le crowdsourcing) et de transformation des données en information utiles,
- 6 Développer et mettre à disposition des outils faciles d'utilisation pour la visualisation des données et indicateurs (notamment sous forme de cartes 2D et 3D) et leur intégration avec les terminaux et applications des utilisateurs finaux.

La modélisation hydrologique : comprendre et analyser le fonctionnement des hydrosystèmes face au changement climatique

LA DEFINITION DE L'EXPERT



Qu'est-ce qu'un modèle hydro-climatique ?

Les modèles hydro-climatiques sont construits à partir de modèles conceptuels du fonctionnement des hydrosystèmes et de la caractérisation des impacts des changements climatiques, afin de simuler le fonctionnement des hydrosystèmes. Ils doivent être suffisamment détaillés pour être capable de restituer non seulement le fonctionnement normal, mais également leur réponse à des perturbations climatiques ou liées à la société.

ENJEUX



MODÉLISER LES INCIDENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR ANTICIPER LA PRISE DE DÉCISION

Les ressources en eau sont étroitement liées aux variations du climat qui influencent directement les conditions d'écoulement et de recharge. Les modifications de régime et de répartitions des précipitations, ainsi que de la température et de l'évapotranspiration gouvernent la disponibilité de l'eau dans les sols utilisés pour l'agriculture, la recharge des systèmes aquifères et le débit des rivières. L'impact du changement climatique sur les ressources en eau concerne en premier lieu les acteurs locaux, que ce soit au niveau des agences de bassin, des organisations agricoles, des aménageurs du territoire et nécessite une mise à disposition de résultats, d'outils pour un travail collaboratif entre scientifiques, décideurs et citoyens. Des scénarios de mobilisation de la ressource, d'extension de l'irrigation et d'évolution des systèmes agricoles (transition agro-écologique), de réduction des surfaces imperméables, en passant par des modalités de gestion et de gouvernance ne peuvent être élaborés que si des modèles hydro-climatiques fournissent des résultats sur les incidences du changement climatique sur les ressources en eau à différentes échelles (suprarégionales, régionales, locales) et pour différents usages. De plus, les enjeux globaux associés à la croissance démographique et au développement des sociétés sont également à prendre en considération dans les modèles hydro-climatiques. Ces enjeux peuvent parfois primer sur les enjeux climatiques pour la gestion des ressources en eau.

Progressivement, les modèles se perfectionnent pour intégrer toutes les composantes des hydrosystèmes : évolution de l'eau dans le sol superficiel, rivières, eau souterraine et échanges avec la surface, occupation du sol, conséquences hydrologiques des choix de développement. Ils doivent être alimentés par des données climatiques (passées ou scénarios futurs) et des données d'usages (cartographie, utilisation des terres, pratiques, données économiques).

SAVOIR-FAIRE



LA RECHERCHE FRANÇAISE AU SERVICE DES ACTEURS DU TERRITOIRE

La communauté scientifique française, rassemblée au sein de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement – AllEnvi, qui fédère, programme et coordonne la recherche environnementale française pour relever les grands défis sociétaux de l'alimentation, de l'eau, du climat et des territoires, comprend des organismes scientifiques qui possèdent des compétences reconnues au niveau national et international en matière de modélisation hydro-climatique des ressources en eau (BRGM, CNES, CNRS, INRA, IRD, Météo France etc.). La place des scientifiques français au sein des travaux du GIEC en atteste. La recherche menée par ces organismes est conduite sur des bassins versants ou groupes de bassins versants en France et à l'étranger (Afrique, Asie notamment).

Le changement climatique et les ressources en eau sont au cœur des préoccupations des acteurs français, que ce soit au niveau de l'Etat, des établissements publics (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, Agences de l'eau au niveau des 6 grands bassins hydrographiques et Offices de l'eau dans les territoires d'outre-mer, ONEMA) ou des collectivités territoriales. Ils développent des programmes spécifiques nécessitant la mise en œuvre de modélisation hydrologique des ressources en eau pour différents scénarios de changement climatique et d'adaptation à différentes échelles.

Les entreprises françaises, notamment des bureaux d'ingénierie, des grands groupes et des PME, développent un savoir-faire en utilisant les résultats des modèles climatiques et hydrologiques pour élaborer des diagnostics et schémas d'adaptation au changement climatique, en lien avec les différentes composantes du cycle de l'eau et à différentes échelles.



Modéliser à l'échelle du territoire français

EXPLORE 2070

Le projet Explore 2070 a conduit une analyse approfondie des données et modélisations à l'échelle de la France à un horizon d'une cinquantaine d'années. Il s'agissait de connaître les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau pour élaborer les stratégies d'adaptation les plus appropriées dans le domaine de l'eau. Le projet a été porté par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du Ministère de l'Eau, de l'Environnement et de la Mer (MEEM) avec la participation de l'ONEMA, du Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (CETMEF), des Agences de l'eau, des DREAL et de différentes Directions du MEEM. Il a rassemblé une centaine d'experts venant d'établissements de recherche et de bureaux d'études spécialisés. Au niveau des rivières les résultats ont été obtenus à partir d'une combinaison de sept scénarios climatiques et deux modèles hydrologiques, ce qui a permis, pour la première fois à cette échelle, de quantifier l'incertitude des résultats (Figure 3). Pour une majorité de stations, la baisse du débit moyen annuel en 2050 serait de 10 à 40 % par rapport à la période 1961-1990. Le bassin de la Garonne est particulièrement touché, (avec une baisse allant jusqu'à 50 %), ainsi que le bassin de la Seine, en raison d'une augmentation de l'évapotranspiration combinée à une baisse relative des précipitations. Le sud-est de la France ne subit pas de fortes baisses en pourcentage, ce qui ne veut pas dire que l'impact réel soit faible, compte tenu de la rareté de la ressource en eau dans cette région. Avec une baisse de 20 à 30% de la recharge (jusqu'à 50% dans le sud-ouest de la France), la dynamique des aquifères serait fortement touchée. Le niveau moyen des nappes baisserait de manière limitée près des cours d'eau, mais la baisse pourrait atteindre une dizaine de mètres sur les plateaux ou contreforts des bassins sédimentaires.

D'autres projets régionaux peuvent également être mentionnés : dans le bassin de la Garonne, les projets Imagine 2030, Garonne 2050 et REGARD ; dans le bassin Rhône-Méditerranée les projets ANR VULCAIN et R2D² etc.

POUR PLUS D'INFORMATION :
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Evaluation-des-strategies-d.html>

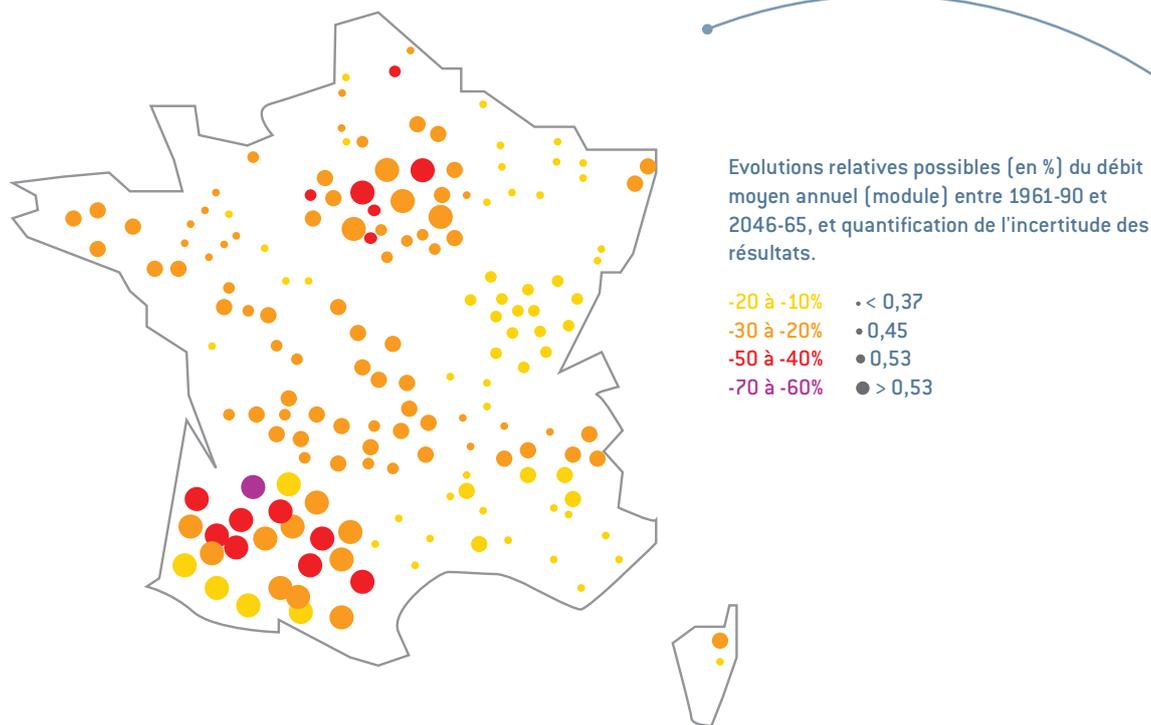


Figure 3 - Un des résultats obtenus dans le cadre du programme Explore 2070



Analyser la réponse du cycle de l'eau aux fluctuations climatiques et aux changements environnementaux en Afrique

PROGRAMME INTERNATIONAL AMMA CATCH

La sécheresse généralisée qui a affecté l'Afrique occidentale au cours des décennies 1970 et 1980 constitue un des événements climatiques à l'échelle régionale les plus significatifs du 20^{ème} siècle. Les conséquences de cette sécheresse touchant une zone densément peuplée ont été importantes en raison de son étendue et de sa durée. Au cours des dernières décennies (depuis 1990) un retour à des conditions plus humides a été observé dans la majorité de l'Afrique occidentale, sauf dans la région du Sahel où celui-ci a été plus tardif. Le possible rôle du changement des conditions de surface (occupation des sols, réduction des surfaces boisées par exemple) dans le régime des précipitations a été abordé dans de nombreuses études, dont le programme international AMMA CATCH⁶ (African Monsoon Multidisciplinary Analyses, composante CATCH Couplage de l'Atmosphère Tropicale et du Cycle Hydrologique), soutenu par de nombreuses agences de recherche européennes, américaines et africaines. Plusieurs sites répartis sur la zone sahélienne ont fait l'objet d'études de la réponse du cycle de l'eau aux fluctuations climatiques et aux changements environnementaux. La teneur en eau dans les sols a été mesurée, les bilans hydrologiques établis et modélisés en prenant en considération dans certains cas les eaux souterraines. Il a été prouvé que les modifications de l'occupation des sols conduisent à des modifications de la recharge : des dizaines de milliers de m³ d'eau s'infiltrent sur des bassins versants < 1 km². Le ruissellement diminue jusqu'à 50% dans les zones sableuses. Les niveaux piézométriques augmentent modifiant les composantes des eaux de surface et des eaux souterraines du cycle de l'eau, et conduisant à de nouvelles modalités de gestion de la ressource.

POUR PLUS D'INFORMATION :
<http://www.amma-catch.org/>

⁶ Lebel, T., Cappelaere, B., Galle, S., Hanan, N., Kergoat, L., Levis, S., Vieux, B., Descroix, L., Mougin, E., Peugeot, C., Séguis, L., 2009. AMMA-CATCH studies in the Sahelian region of West-Africa: an overview. Journal of Hydrology 375 (1-2), 3-13. AMMA-CATCH Special Issue.



Développer une approche interdisciplinaire en Méditerranée

PROJET ANR AMETHYST

Le projet AMETHYST⁷ (2013-2017 - Assessment of changes in MEdiTerranean HYdro-resources in the South: river basin Trajectories) est un projet interdisciplinaire centré sur deux bassins versants largement anthropisés : Tensift (Maroc) et Merguellil (Tunisie). Sur ces deux bassins, la mobilisation des ressources en eau approche, voire dépasse 100%. La demande sociale pour l'étude de scénarios d'évolutions futures est forte. Le projet met en perspective les évolutions en cours en analysant les décennies passées et futures. Pour le futur, les bassins seront soumis à une augmentation de température de 1 à 1.3°C à l'horizon 2030 (par rapport à la période 1986-2005) et de 1.5 à 2.3°C à l'horizon 2050. Même si l'évolution des précipitations est incertaine, l'impact sur le développement des cultures est très important. Concernant le suivi récent des cultures, le projet se base sur le couplage entre données satellitaires, qui permettent de suivre les états de surface avec des modèles de suivi des cultures ou de gestion opérationnelle. Le projet analyse les facteurs environnementaux et socio-économiques en lien avec la dynamique spatio-temporelle des ressources en eau, afin d'évaluer leur évolution conjointe. Ainsi des enquêtes de terrains sont conduites pour recueillir des informations sur la situation des périmètres publics d'irrigation, leur gouvernance et les difficultés éventuelles de gestion. Ces travaux de terrain sont essentiels pour identifier les scénarios futurs et les leviers d'action possibles pour améliorer la gestion durable de l'eau dans le futur.

POUR PLUS D'INFORMATION :
<http://anr-amethyst.net/>

⁷ AMETHYST ANR : Boukhari K., Fakir Y., Stigter T., Hajhouji Y., Boulet G. 2015. Origin of recharge and salinity and their role on management issues for a large alluvial aquifer system in the semi-arid Haouz plain, Morocco. *Environmental Earth Sciences*. 73 (10): 6195-6212.

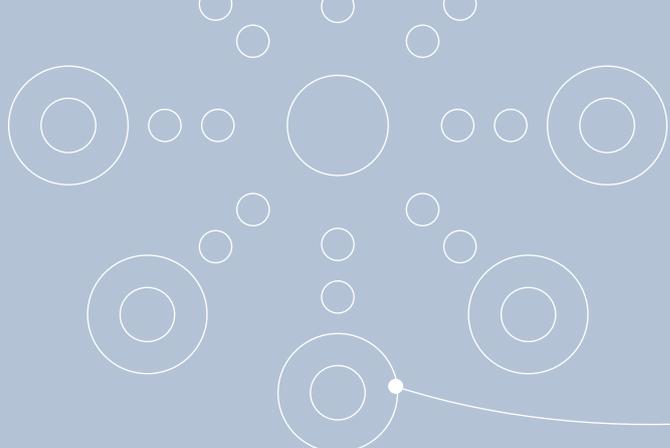


Etudier la vulnérabilité des irrigants en Inde du Sud

PROJET ANR SHIVA

L'impact du changement global sur la ressource en eau et ses usages est aujourd'hui particulièrement marqué dans le sud rural de l'Inde. L'agriculture vivrière (riz et légumes) en Inde du Sud repose principalement sur les ressources en eau souterraine pour l'irrigation. Depuis la révolution verte et en particulier les années 1990, les surfaces irriguées ont fortement augmenté occasionnant une chute importante des niveaux piézométriques dans les aquifères. Les aquifères sont rechargés au cours des moussons ; leur amplitude influence la recharge et la disponibilité de l'eau. Les gouvernements successifs ont favorisé des mesures de création de ressources (réservoirs, transfert d'eau, recharge artificielle) pour satisfaire la demande. Une succession d'années sèches contraint les agriculteurs à réduire de façon importante leurs surfaces irriguées. Dans ce cadre, le projet ANR SHIVA s'est donc attaché à caractériser la vulnérabilité économique des utilisateurs de la ressource en eau souterraine du sud de l'Inde, en contexte de changement global, sur la base de scénarios climatiques (2040-2060) et socio-économiques (2020-2040) appliqués à des modèles hydrologiques, pour simuler la disponibilité en eau souterraine pour l'irrigation. Les résultats ont été croisés avec des enquêtes de terrain auprès des fermiers pour en déduire leur vulnérabilité et leur capacité d'adaptation. Des méthodes de changement d'échelle ont ensuite été explorées pour traduire cette vulnérabilité à l'échelle du sud de l'Inde. Les projections du GIEC prédisent pour cette région une augmentation moyenne des précipitations ainsi qu'une augmentation de la variabilité climatique qui se traduit par une augmentation de l'occurrence des conditions hydrologiques extrêmes (moussons fortes ou faibles). Les résultats des modélisations indiquent que l'augmentation moyenne des précipitations entraînera une augmentation de la ressource en eau. Néanmoins, du fait de l'augmentation des conditions hydrologiques extrêmes, cette augmentation de la ressource en eau sera spatialement hétérogène : certaines zones du bassin testé, avec une densité de pompage important, une faible densité de réservoirs ou une plus faible capacité de stockage souterrain, connaîtront une augmentation de la durée des périodes de pénuries en eau.

POUR PLUS D'INFORMATION :
www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/documents/2015/posters/poster_SHIVA.pdf



PERSPECTIVES



FAVORISER L'ÉMERGENCE DE MODÈLES PLUS COMPLETS POUR AMÉLIORER LA PRISE DE DÉCISION

Au-delà du développement d'applications nouvelles reprenant les acquis des projets passés, trois axes prioritaires se dégagent pour rendre ces modèles plus utiles pour la décision : la prise en compte de manière détaillée du comportement des usagers et de leur influence sur la ressource, l'apport des données satellitaires pour le suivi de la ressource et l'amélioration de l'interaction surface/souterrain dans les modèles.



La concertation opérationnelle multi-niveau (du citoyen au décideur) est une composante indispensable à la gestion des ressources en eau. L'ingénierie de la concertation permet d'une part de fournir des scénarios pour les modèles hydro-climatiques, d'autre part d'exploiter et de traduire les résultats des modèles hydro-climatiques afin de pouvoir évaluer les actions à mettre en place. Ce type d'interaction peut être modélisé de manière plus ou moins détaillée. Par exemple, la plateforme multi-agents MAELIA⁸ permet de représenter de manière très fine les interactions entre les activités agricoles, les prélèvements d'eau pour les différents usages, y compris pour des tests de scénarios.



Pour les bassins versants peu instrumentés ou pour une gestion des ressources en eau sur de très grandes surfaces (à l'échelle continentale), l'utilisation de données satellitaires pour le suivi de la surface en général, de l'humidité de surface (SMOS – Soil Moisture and Ocean Salinity), du contenu en eau total (GRACE – Gravity Recovery and Climate Experiment), et bientôt du niveau des cours d'eau et lacs à fine résolution (SWOT – Surface Water Ocean Topography) sont indispensables. Les méthodes permettant de les intégrer à différents niveaux dans les modèles doivent être développées à toutes les échelles. Finalement, l'amélioration des couplages eaux de surface/eaux souterraines dans les modèles hydro-climatiques est nécessaire pour de nombreuses applications.

⁸ <http://maelia-platform.inra.fr/>

Annexe

Liste des organismes français proposant une offre d'expertise dans les domaines cités identifiés par le Partenariat Français pour l'Eau

THÈMES D'INTERVENTIONS SUR LE DÉVELOPPEMENT ET L'ADMINISTRATION DE SYSTÈMES D'INFORMATION	ORGANISMES (LISTE NON EXHAUSTIVE)
Météorologique	MFI
Hydrologique	IRD, IRSTEA, CNR, BRLi, Geo-hyd, Tenevia, CACG, SCP
Qualité de l'eau	Asconit, CNR, CACG, Geo-hyd, OIEau
Eaux souterraines	BRGM, Geo-hyd, imaGeau
Eaux marines	IFREMER
Usages/prélèvements	CNR, BRL, Geo-hyd
Irrigation	SCP, CACG, IRSTEA, BRGM
Services Urbains AEP	SEM, SIAAP, Veolia, Degremont, Saur, OIEau, Suez
Gestion intégrée ressource en eau	OIEau, CACG, BRL, Geo-hyd, Steria, BRGM, IRSTEA
Lutte contre les risques inondation	IRSTEA, Geo-hyd, BRGM, Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI –e.g. Vigicrue), ISL Ingénierie, Predict service
SIG	BRL, SCP, G2C, Geo-hyd, BRGM
Standardisation méthodologiques (mesure, prélèvement, analyse, fiabilisation et comparabilité des données)	OIEau et Aquaref (BRGM, IFREMER, INERIS, Irstea, LNE)

Une base de données accessible sur le site internet du Partenariat Français pour l'Eau répertorie des exemples de projets complémentaires qui n'ont pas pu être présentés dans cette plaquette.

Glossaire

- ABN : Autorité du Bassin du Niger
- ABV : Autorité du Bassin des Volta
- AFD : Agence Française de Développement
- ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et Madagascar
- BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
- BRL : Groupe BRL ex Compagnie d'aménagement du Bas-Rhône-Languedoc
- CACG : Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne
- CNES : Centre National d'Etudes Spatiales
- CNR : Compagnie Nationale du Rhône
- CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
- CSA : Canadian Space Agency
- DREAL : Direction Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- FAE : Facilité Africaine pour l'Eau
- FFEM : Fonds Français pour l'Environnement Mondial
- GIEC : Groupe d'Experts Environnemental sur l'Evolution du Climat
- GRACE: Gravity Recovery and Climate Experiment
- HSM : Laboratoire Hydrosociétés Montpellier
- INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
- IRD : Institut de Recherche pour le Développement
- IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
- ISL : ISL Ingénierie
- MAEDI : Ministère des Affaires Etrangères et du Développement International
- MEEM : Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer
- MFI : Météo France International
- ODD : Objectifs de Développement Durable
- OIEau : Office International de l'Eau
- OMM : Organisation Météorologique Mondiale
- ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
- RIOB : Réseau International des Organismes de Bassin
- RNDE : Réseau National de Données sur l'Eau
- SCHAPI : Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations
- SCP : Société du Canal de Provence
- SHAPI : Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondation
- SHN : Services Hydrologiques Nationaux
- SIAAP : Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne
- SIEREM : Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eau et leur Modélisation
- SIG : Système d'Information Géographique
- SMN : Services Météorologiques Nationaux
- SMOS : Soil Moisture and Ocean Salinity
- SOMEI : filiale informatique du groupe des Eaux de Marseille
- SWOT : Surface Water and Ocean Topography
- WHYCOS : World Hydrological Cycle Observing System

Trop souvent mal connues, mal gérées et peu protégées, les ressources en eau subissent des pressions de plus en plus fortes sous l'effet de facteurs nombreux et variés : changement climatique, croissance démographique, impératifs de sécurité alimentaire, urbanisation, pressions économiques, etc. Dans ce contexte, la connaissance et la compréhension de l'ensemble des enjeux liés aux ressources en eau et aux pressions sont essentielles pour gérer l'eau efficacement.

Les acteurs français publics et privés du domaine de l'eau ont une longue expérience reconnue internationalement dans ce domaine, qu'il s'agisse de l'acquisition de données hydrologiques et météorologiques, de la mise en place de Systèmes d'Information sur l'Eau fonctionnels ou du développement de modèles hydro-climatiques qui nous aideront à mieux faire face aux enjeux à venir.

Ce premier numéro de la collection « expertise du PFE » permet de mettre en lumière les enjeux liés à la connaissance, les expertises développées pour répondre à ces enjeux en France et à l'international et rappelle l'urgente nécessité d'agir.

Le Partenariat Français pour l'Eau est la plateforme française d'échanges et de réflexion qui fait la promotion au plan international d'une approche multi-acteurs des questions liées à l'eau, valorise de façon collective les savoir-faire français et contribue à mettre l'eau à l'ordre du jour de l'agenda politique mondial.

Il regroupe une centaine de membres publics et privés issus de 6 collèges représentatifs du paysage de l'eau français (Etat et établissements publics ; ONG, associations et fondations ; collectivités territoriales et parlementaires ; acteurs économiques ; institutions de recherche et de formation ; personnes physiques françaises et étrangères)



En collaboration avec :



Ils soutiennent le PFE :



51 rue Salvador Allende
92027 Nanterre / France

+33 (0) 1 41 20 19 49
+33 (0) 1 41 20 16 09

www.french-water-partnership.fr
www.partenariat-francais-eau.fr

COMMITTED TO WATER FOR THE WORLD

ENGAGÉS POUR L'EAU DU MONDE