Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259)
a reçu un financement du programme LIFE de l'Union européenne.

Recueil de projets sur la thématique « eau et changement climatique »

Compendium of projects on water and climate change

Décembre 2021

Réalisé avec le soutien financier de l'Agence de la transition écologique (ADEME)

Auteurs

Audrey BORNANCIN PLANTIER et Lucie PARENT (OiEau)

INFORMATIONS SUR LE DOCUMENT

Code du projet	LIFE19 GIC/FR/001259
Acronyme du projet	LIFE Eau&Climat
Nom complet du projet	Supporting long-term local decision-making for climate-adapted Water Management
Action du Grant agreement	C4 : Renforcer les échanges entre gestionnaires et chercheurs
Sous-action	C4.2 : Vulgarisation des résultats de la recherche
Livrable	D21 : Compendium intermédiaire des résultats de recherche valorisés des 25 projets
Responsable de la tâche	Office International de l'eau
Auteurs	Audrey BORNANCIN PLANTIER (OiEau), Lucie PARENT (OiEau)
Contributeurs (projet LIFE Eau&Climat)	Jean-Philippe VIDAL (INRAE), Emilie DARNE (EPAGE Loire-Lignon), Oriane MARCHAL (HYDREOS), Clément SANNIER (HYDREOS), Romain SUCHON (HYDREOS), Anne-Paule METTOUX-PETCHIMOUTOU (OiEau)
Autres co-auteurs et contributeurs	Pierre-Alain AYRAL (Ecole des Mines d'Alès), Ana Estela BARBOSA (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), Jérémie BONNEAU (INRAE), Flora BRANGER (INRAE), Isabelle BRAUD (INRAE), Camille BUYCK (Alterre Bourgogne-Franche-Comté), Yvan CABALLERO (BRGM), Laurent CADILHAC (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse), Thibault DATRY (INRAE), Vincent DUBREUIL (Université Rennes 2), Ludivine FENART (CPIE des Pays de l'Aisne), Florence HABETS (ENS), Léo JAVELOT (Institution Adour), Marie-Dominique LEROUX (Météo-France), Blanca LINZ (Établissement Public Territorial du Bassin de la Meuse) Simos MALAMIS (National Technical University of Athens), Jean-Christophe MARECHAL (BRGM), Lauriane MOREL (Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône), Denis RUELLAND (CNRS), Laurent RUIZ (INRAE), Denis SALLE (INRAE), Anabel SANCHEZ (Centre for Ecological Research and Forestry Applications), Eric SAUQUET (INRAE), Guillaume THIREL (INRAE), Janet WIJNGAARD (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut)
Date de publication prévue	15/12/2022
Date de publication actuelle	08/12/2021
Droit de diffusion	Public

HISTORIQUE DU DOCUMENT

Version	Date	Partenaire	Révisions réalisées
V1	14/10/2021	Audrey BORNANCIN PLANTIER (OiEau)	1ère version complète envoyée au coordinateur de l'action C4
V1.1	15/11/2021	Audrey BORNANCIN PLANTIER (OiEau)	Version envoyée pour relecture aux partenaires
	2/12/2021	Emilie DARNE (EPAGE Loire-Lignon), Oriane MARCHAL (HYDREOS), Clément SANNIER (HYDREOS), Romain SUCHON (HYDREOS), Anne-Paule METTOUX-PETCHIMOUTOU (OiEau)	Relecture et contrôle qualité par des partenaires non impliqués dans la rédaction
V2	06/12/2021	Audrey BORNANCIN PLANTIER (OiEau)	Version après retour des relecteurs
	07/12/2021	Jean-Philippe VIDAL (INRAE)	Contrôle qualité final par le leader de l'action C4.
Vf	08/12/2021	Audrey BORNANCIN PLANTIER (OiEau)	Version finale (disponible sur gesteau.fr : https://www.gesteau.fr/document/recueil-de-projets-sur-la-thematique-eau-et-changement-climatique-version-2021)

SOMMAIRE

EXECUTIVE SUMMARY 4
SYNTHESE 5
ABREVIATIONS 7
1. Propos introductif 8
1.1 Contexte et objectifs 8
1.2 Méthode 8
2. Vue d'ensemble des 25 projets sélectionnés 10
3. Fiches de synthèse des projets 15
Adapt'eau 16
Adour 2050 18
AMICE 20
Aqui-FR 22
Arb'Eau Crau 24
ATCHA 26
BeWater 28
BINGO 30
BRIO 32
Classes « Eau et Climat » dans les départements de l'Aisne et l'Oise 34
ClimAWARE 36
Conscéquans 38
Dem'Eaux 40
DEMOCLIM 42
Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse 44
Explore 2070 46
HYCCARE 48
HydroPop et HydroPop 2 50
HYDROUSA 52
IMPREX 54
LEZ-GMU 56
MOSARH21 58
RADHY BUECH 60
REMedHE 62
SMIRES 64
ANNEXE - Aperçu de 25 projets complémentaires 65

EXECUTIVE SUMMARY

Adaptation to climate change is an important issue for water resources management. The LIFE Eau&Climat project aims at supporting local water managers by providing them tools, recent and accurate knowledge and also tips to involve all the stakeholders on this topic. Many researchers are working on issues related to climate change, and the action C4.2 of the LIFE Eau&Climat project focuses on knowledge brokering and dissemination of research results in order to strengthen exchanges between water managers and researchers. Giving water stakeholders access to the latest scientific results about climate changes and its impacts on water is crucial to support them in planning sustainable management and in taking informed decisions.

This document presents a **compilation of 25 projects dealing with water and climate change**, either research projects, operational projects or a combination of both. The aim of this compendium is to provide an overview of existing projects in France, in Europe and worldwide on this theme, being finished recently or still on-going. The LIFE Eau&Climat project partners, but also all the French water managers, can hence benefit from the conclusions, experience and knowledge created during the 25 projects showcased in this report. To ensure the widest distribution of this document, it will be published on Gest'Eau.fr, and promoted via partner's networks.

The first step was to identify all the potentially relevant projects through an exploratory search on the Internet and by contacting both the LIFE Eau&Climat project partners and the members of the institutional working group ("GTI", see action C5.1). In total, 79 projects have been found and indexed in an interpretation grid used to compile metadata on projects and to ease the process of selection. Of the 79 projects, 25 were selected for this compendium and 25 additional ones are briefly presented in annexe. Three selection criteria were used: timeline of the project, information availability and relevance of the topics covered. The LIFE Eau&Climat project partners were consulted to rank the 79 projects found and to choose the 25 most relevant ones. For each of the 25 selected projects, a summary card was elaborated with information about: main characteristics, context, objectives, actions and results. Coordinators or people currently responsible for each project were contacted and either write themselves the descriptive cards or at least reviewed and adapted the version drafted by OiEau.

Out of the 25 projects studied:

- 15 concern only France, 7 concern EU countries and 3 concern countries outside EU,
- 17 projects are dealing with climate projections, 20 with hydrological modelling or calculations, 17 are interested in the impacts of climate change on uses or environments, and 16 take into account adaptation to climate change (scenarios, recommendations, etc.). Each project concern one or more of these aspects.
- The actions listed are mainly related to modelling, studies and awareness raising and to a lesser extent to training, networking and seasonal forecasting.
- Most of projects concern both surface water and groundwater. Quantitative management is more present than qualitative management, particularly in relation to low water levels. The issue of water uses is raised in 75% of the projects.

An update of this compendium is planned for 2024, at the end of the project.

SYNTHESE

L'adaptation au changement climatique est un enjeu important dans la gestion des ressources en eau. Le projet LIFE Eau&Climat vise à aider les acteurs locaux à améliorer leurs connaissances et à les mobiliser sur cette question.

De nombreux chercheurs travaillent sur des problématiques liées au changement climatique, l'action C4.2 du projet LIFE Eau&Climat s'intéresse à la vulgarisation des résultats de la recherche afin de renforcer les échanges entre les gestionnaires et les chercheurs. Donner accès aux acteurs de la gestion de l'eau à des éléments issus de la recherche sur le changement climatique et ses impacts dans le domaine de l'eau, permet d'alimenter leurs réflexions et de les aider dans la prise de décisions.

Le présent document propose la compilation de 25 projets sur la thématique « eau et changement climatique », qu'ils soient des projets de recherche, des projets opérationnels ou mêlant les deux. Ce recueil a pour objectif de donner un aperçu des projets existant en France, mais aussi en Europe et à l'international, sur cette thématique.

Une première étape a consisté à identifier des projets pertinents à travers une recherche exploratoire sur internet et la sollicitation des partenaires du projet LIFE Eau&Climat ainsi que des membres du groupe de travail institutionnel. Une grille de collecte a été créée afin de renseigner les principales informations sur ces projets.

Parmi les 79 projets prospectés, 25 ont été sélectionnés pour constituer ce recueil, tandis que 25 autres projets complémentaires figurent en annexe. Les critères de choix ont reposé sur l'ancienneté du projet, la disponibilité des informations et les thèmes abordés, ainsi que sur une priorisation par les partenaires du projet LIFE Eau&Climat.

Chacun des 25 projets retenus fait l'objet d'une fiche synthétique contenant ses principales caractéristiques, le contexte, les objectifs, les actions et les résultats. Les coordinateurs ou les personnes actuellement référentes sur chaque projet ont été contactés. Certains ont rédigé directement la fiche et d'autres ont relu et adapté une première version envoyée par l'OiEau.

Sur les 25 projets étudiés :

- 15 ne concernent que la France, 7 portent sur des pays européens et 3 sur d'autres pays du monde.
- 17 projets traitent de projections climatiques, 20 de modélisations ou calculs hydrologiques, 17 s'intéressent aux impacts du changement climatique sur des usages ou les milieux, et 16 prennent en compte l'adaptation au changement climatique (scénarios, recommandations…). Chaque projet pouvant concerner un ou plusieurs de ces aspects.
- Les actions les plus représentées sont les modélisations, les études et la sensibilisation. Il y a peu de formations, de mise en réseau et de prévisions saisonnières.
- La majorité des projets portent à la fois sur les eaux superficielles et les eaux souterraines. La gestion quantitative des ressources en eau est davantage traitée que l'aspect qualitatif, en particulier en lien avec les étiages. La question des usages apparait dans les trois quarts des projets.

Une actualisation de ce recueil est prévue en 2024, en fin de projet.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

❖ Tableaux

TABLEAU 1 : PREMIER APERÇU DES PROJETS 12
TABLEAU 2 : ANGLE AVEC LEQUEL LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST PRIS EN COMPTE DANS CHAQUE PROJET 12
TABLEAU 3 : PRINCIPALES THEMATIQUES ABORDEES DANS CHAQUE PROJET 13
TABLEAU 4 : PRINCIPAUX TYPES D'ACTIONS REALISES DANS CHAQUE PROJET 14

ABREVIATIONS

AERMC Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse
AESN Agence de l'eau Seine-Normandie
AFD Agence française de développement
ANR Agence nationale de la recherche
BRGM Bureau de recherches géologiques et minières
CE Commission européenne
CEP&S Programme changements environnementaux planétaires et sociétés
CERFACS Centre européen de recherche et de formation avancée en calcul scientifique
CERTOP Centre d'étude et de recherche travail organisation pouvoir
CIRAD Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CMIP Coupled model intercomparison project
CNRS Centre national de la recherche scientifique
COI Commission Océan Indien
COST Coopération européenne en science et technologie
CPIE Centre permanent d'initiatives pour l'environnement
CREAF Centre for ecological research and forestry applications
Creseb Centre de ressources et d'expertise scientifique sur l'eau de Bretagne
DCE Directive cadre sur l'eau
DDT Direction départementale des territoires
DREAL Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EFE Environnement fluvio-estuarien
ENSAT École nationale supérieure agronomique de Toulouse
EPAMA Etablissement public d'aménagement de la Meuse et de ses affluents
EPTB Etablissement public territorial de bassin
ETP Evapotranspiration potentielle
FEADER Fonds européen agricole pour le développement rural
FEDER Fonds européen de développement régional
GCM General circulation model
GICC Gestion et impacts du changement climatique
GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GRAIE Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau
GREThA Groupe de recherche en économie théorique et appliquée
HMUC Hydrologie, milieux, usages, climat
IMT Institut Mines-Télécom
INRAE (IRSTEA) Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture)
Inria Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique
INSA Institut national des sciences appliquées
INSU Institut national des sciences de l'univers
IRD Institut de recherche pour le développement
IRES Rivières intermittentes et les ruisseaux éphémères
IWRM Integrated water resource management
KNMI Koninklijk Nederlands Meteorologish Instituut
LNEC Laboratório Nacional de Engenharia Civil
NTUA National Technical University of Athens
OFB (AFB/ONEMA) Office français de la biodiversité (Agence française de la biodiversité / Office national de l'eau et des milieux aquatiques)
OUGC Organisme unique de gestion collective
RCP Representative concentration pathway
SAGE Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SADGE Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SEMIDE Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'Eau
UMR Unité mixte de recherche
URCPIE Union régionale des centres permanents d'initiatives pour l'environnement
ZABR Zone Atelier Bassin du Rhône

1. PROPOS INTRODUCTIF

1.1 Contexte et objectifs

L'adaptation au changement climatique est un enjeu important dans la gestion des ressources en eau. Le projet LIFE Eau&Climat vise à aider les acteurs locaux à améliorer leurs connaissances et à les mobiliser sur cette question.

De nombreux chercheurs travaillent sur des problématiques liées au changement climatique, cependant la transmission des résultats de leurs travaux auprès des gestionnaires de l'eau n'est pas toujours effective. L'action C4.2 du projet LIFE Eau&Climat s'intéresse à la vulgarisation des résultats de la recherche afin de renforcer les échanges entre les gestionnaires et les chercheurs. Donner accès aux acteurs de la gestion de l'eau à des éléments issus de la recherche sur le changement climatique et ses impacts dans le domaine de l'eau permet d'alimenter leurs réflexions et de les aider dans la prise de décisions. En parallèle de l'aspect recherche, le partage d'expériences de projets plus opérationnels apporte une approche complémentaire.

Le présent document propose ainsi une compilation de 25 projets pertinents sur la thématique « eau et changement climatique », qu'ils soient des projets de recherche, des projets opérationnels ou mêlant les deux. Ce recueil a pour objectif de donner un aperçu des projets existant en France, mais aussi en Europe et à l'international, sur cette thématique. Il est à destination des acteurs de la gestion locale de l'eau, et plus particulièrement de ceux impliqués dans les SAGE (Schémas d'aménagement et de gestion des eaux).

1.2 Méthode

Les étapes ayant conduit à la constitution de ce recueil sont les suivantes :

1. Tour d'horizon des projets existants

Pour commencer, divers sites internet ont été prospectés (organismes de recherche, programmes européens, établissements publics de l'Etat – *dont le portail technique de l'Office française de la biodiversité* https://professionnels.ofb.fr/fr/node/43-, centres de ressources – *dont le centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique* https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/centre-ressources/projets-recherche-, structures de gestion de l'eau…). Puis les partenaires du projet LIFE Eau&Climat et les membres du groupe de travail institutionnel ont été sollicités afin d'enrichir la première liste de projets identifiés.

En parallèle, une **grille de collecte** des projets a été élaborée dans le but d'avoir une vue d'ensemble des projets repérés et de leurs principales caractéristiques : résumé, objectifs, type de projet, emprise géographique, période, coordinateur, partenaires, budget, thèmes abordés…

➡ **RÉSULTAT :** Au total **79** projets ont été renseignés dans la grille, lors de la phase de repérage de projets estimés pertinents pour figurer dans le recueil.

2. Sélection des projets

Une première sélection a été effectuée pour parvenir à une liste de **50** projets. Elle s'est basée sur trois critères :

- **La date :** les projets dont la date de fin était antérieure à 2010 n'ont pas été retenus car la connaissance sur le changement climatique a beaucoup évolué ces dernières années. Et au contraire, les projets les plus récents ne sont pas parfois assez avancés et seront reconsidérés dans la version finale du recueil.
- **La disponibilité des informations sur le projet :** pour faciliter la suite du travail, les projets pour lesquels les informations étaient accessibles directement sur internet ont été privilégiés.
- **L'obtention d'un échantillon varié :** afin de proposer un panorama diversifié de projets, le choix des projets s'est porté (dans la mesure du possible) sur des sujets et des types de projets (recherche/opérationnel) variés. Si la majorité des projets concerne la France, il nous a paru important de mettre en avant quelques projets européens et internationaux.

Les 50 projets sélectionnés ont été soumis aux partenaires du projet LIFE Eau&Climat, afin d'identifier les projets à retenir en priorité. En se basant sur leurs retours et les critères précédents, une liste de **25** projets a été déterminée.

➡ **RÉSULTAT : 25** projets ont été sélectionnés pour composer ce recueil et la liste des 25 projets complémentaires se trouve en annexe.

3. Réalisation des fiches de synthèse

Un modèle de fiche a été établi pour un rendu homogène, structuré en quatre parties : les caractéristiques du projet, le contexte et les objectifs, les actions et les principaux résultats.

Les coordinateurs ou les personnes actuellement référentes sur chaque projet ont été contactés. Certains ont rédigé directement la fiche et d'autres ont relu et adapté une première version envoyée par l'OiEau.

4. Pour la suite

Il est prévu une actualisation de ce recueil en 2024, la dernière année du projet LIFE Eau&Climat. Les fiches des projets actuellement en cours seront mises à jour, et de nouvelles fiches seront proposées.

Pour nous signaler un projet qui pourrait être intégré à la version finale du recueil, il suffit d'envoyer un message à life-eau-climat@oieau.fr.

2. VUE D'ENSEMBLE DES 25 PROJETS SELECTIONNES

Cette section a pour objectif d'aider le lecteur de ce document à repérer facilement les projets les plus susceptibles de l'intéresser. Elle permet également de disposer d'une vision générale du contenu du recueil. Les fiches projets sont directement accessibles en cliquant sur le nom du projet.

Afin d'établir une classification des projets, trois axes ont été définis :

- **L'angle avec lequel le changement climatique est pris en compte dans le projet (**Tableau 2**) :**
  - **Climat :** utilisation et/ou production de projections climatiques ;
  - **Hydrologie :** réalisation de modélisations/calculs hydrologiques ;
  - **Impact usages/milieux :** le projet traite des impacts du changement climatique sur un ou plusieurs usages et/ou sur les milieux ;
  - **Adaptation :** construction de scénarios, recommandations d'adaptation, expérimentation d'actions d'adaptation…
- **Les principales thématiques abordées dans le projet (**Tableau 3**) :** eaux superficielles, eaux souterraines, eaux côtières, eaux pluviales, milieux aquatiques/biodiversité, sécheresse, crues, qualité de l'eau, usages, aménagement.
- **Les principaux types d'actions réalisés dans le projet (**Tableau 4**) :**
  - **Modélisation** : création, utilisation de modèles ;
  - **Prévisions saisonnières :** calcul de prévisions saisonnières ;
  - **Projections climatiques** : calcul ou utilisation de projections climatiques ou hydrologiques ;
  - **Sensibilisation** : sensibilisation d'acteurs, communication, acculturation, guides… ;
  - **Sciences participatives :** implication de divers acteurs hors gestionnaires et chercheurs, notamment les citoyens ;
  - **Suivi/mesures :** mise en place de stations de mesures, collecte de données de terrain… ;
  - **Expérimentation** : mise en place de sites pilotes, mise en œuvre d'actions d'adaptation… ;
  - **Formation :** formation d'acteurs, transferts de connaissances… ;
  - **Concertation :** co-construction avec les acteurs concernés de méthodes, démarches, outils… ;
  - **Mise en réseau** : création et développement de réseaux d'acteurs.

Les types d'actions et thématiques affichés pour chaque projet ne sont pas forcément exhaustifs, ce sont ceux qui sont les plus représentatifs du projet.

Les **mots-clés** (Tableau 1) qui sont associés à chaque projet, ne correspondent pas à une nomenclature définie. Ils servent à apporter des informations complémentaires à celles fournies par les types d'actions et les thématiques.

Projet	Titre	Zone concernée	Précision sur la localisation	Dates	Coordinateur(s)	Mots-clés
Adapt'eau	Adaptation aux variations des régimes hydrologiques (crues-étiages) dans l'environnement fluvio-estuarien de la Garonne-Gironde. Potentialités, mise à l'épreuve et gouvernance d'options d'adaptation	France (Adour-Garonne)	Environnement fluvio-estuarien Garonne-Gironde	2011-2015	INRAE Nouvelle Aquitaine Bordeaux	adaptation, fleuve, estuaire, scénarios, socio-écosystèmes
Adour 2050	Etude prospective Adour 2050	France (Adour-Garonne)	Bassin de l'Adour et des côtiers basques	2016-2019	Institution Adour	scénarios d'évolution, adaptation, construction collective, disponibilité de la ressource en eau, socio-économie, prospective
AMICE	Adaptation of the Meuse to impacts of Climate Evolutions (Adaptation de la Meuse aux Impacts des Evolutions du Climat)	Europe	Bassin international de la Meuse (France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, Allemagne)	2009-2012	Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents (EPAMA-EPTB Meuse)	analyse d'impacts, gestion transfrontalière des risques, scénarios, aménagement de zones de rétention d'eaux
Aqui-FR	Plateforme de modélisation hydrogéologique nationale Aqui-FR	France	Basse Normandie, Loire, Marne Loing, Marne-Oise, Nord Pas de Calais, Poitou Charente, Plaine Sud d'Alsace, Seine, Seine-Eure, Seine-Oise, Somme, Tarn et Garonne, karsts : Fontaine du Vaucluse, la Loue, le Lison, les Gillardes, les sources du Doubs, les Cents Fonts	Depuis 2014	Ecole normale supérieure de Paris	modèle hydrogéologique, suivi temps réel, prévision saisonnière, plateforme, rétrospective
Arb'Eau Crau	Adaptation du plan de répartition de l'OUGC (Organisme Unique de Gestion Collective) nappe de Crau en cas de limitation de la ressource en eau en tenant compte de l'impact économique et physiologique sur la filière arboricole	France (Rhône-Méditerrannée)	Territoire de la Crau dans les Bouches-du-Rhône	2020-2022	Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône	pluviométrie, évapotranspiration, protocole, restriction, arboriculture, adaptation, anticipation, suivi agronomique, enquête et communication, socio-économie
ATCHA	Accompanying The adaptation of irrigated agriculture to climate CHAnge	Inde	Réseau de bassins expérimentaux (80km²) dans le sud de l'Inde	2017-2022	INRAE	agriculture, irrigation par pompage, adaptation, modélisation intégrée, co construction de scénarios, acteurs, instrumentation
BeWater	Society Adapting to Climate Change	International	Région Méditerranéenne (Chypre, Tunisie, Espagne, Slovénie)	2013-2017	Centre for Ecological Research and Forestry Applications (CREAF) (Espagne)	gestion des bassins versants, adaptation, co-production de connaissances, gouvernance, adaptation, gestion de l'eau, science et société, participation citoyenne, aide à la prise de décision
BINGO	Bringing INnovation to onGOing water management – A better future under climate change	Europe	Six sites de recherche au Portugal, en Espagne, à Chypre, aux Pays-Bas, en Allemagne et en Norvège	2015-2019	Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) (Portugal)	cycle de l'eau, outil, phénomène météorologique extrême, gestion des risques, socio-économie, prise de décision
BRIO	Building Resilience in the Indian Ocean	International	Bassin sud-ouest de l'Océan Indien jusqu'aux côtes africaines (Mozambique)	2018-2021	Météo-France (Direction Interrégionale de Météo-France pour l'Océan Indien), la Commission Océan Indien , l'Agence Française pour le Développement	régionalisation climatique, descente d'échelle, modèles d'impacts, vagues de chaleur, cyclones, indicateurs climatiques
Classes "Eau et Climat" dans les départements de l'Aisne et l'Oise	Comprendre, partager, agir pour trouver ensemble des stratégies d'adaptation au changement climatique : des Classes « Eau et Climat » à destination des élus et des agents de collectivités dans les départements de l'Aisne et de l'Oise	France (Seine-Normandie)	Départements de l'Aisne et de l'Oise	2018	CPIE des Pays de l'Aisne et CPIE des Pays de l'Oise	adaptation, élus, retours d'expériences, relais, pédagogie active, préservation de la qualité de l'eau, préservation de la biodiversité, réduction de la dépendance à l'eau
Climaware	Impacts of climate change on water resources management – regional strategies and European view	Europe	Seine-Normandie pour la France (bassin de la Seine, grands Lacs de Seine), rivière Eder en Allemagne, région des Pouilles en Italie	2010-2013	University of Kassel (Allemagne)	Directive Cadre sur l'Eau, disponibilité en eau, demande en eau, gestion des ressources en eau, développement durable, hydromorphologie, barrages, irrigation, socio-économie
Conséquans	Construction et analyse par modélisation de scénarios de gestion quantitative à différentes échelles et robustesse des ouvrages à la source face aux changements globaux	France (Rhône-Méditerrannée)	Bassin du Rhône, bassin versant périurbain (Ex : Yzeron)	2019-2021	INRAE (RiverLy) et INSA (DEEP)	bassin versant périurbain, urbanisation, observatoire, évapotranspiration, infiltration à la source, gestion des eaux pluviales, rivière, réseau d'assainissement, scénarios
Dem'Eaux	Caractérisation transdisciplinaire d'un aquifère côtier complexe, pour une exploitation maitrisée et durable de sa ressource en eau en contexte méditerranéen	France (Rhône-Méditerrannée)	Département Pyrénées Orientales - territoire de la Plaine du Roussillon (1 000 km²	2017-2021	BRGM	aquifère côtier, bassin méditerranéen, modèle hydrodynamique, synthèse de données, analyse statistique et historique, intrusion saline, co-construction, socio-économie
DEMOCLIM	Etude des impacts du changement climatique sur les ressources en eau bretonnes : Approche méthodologique pour aborder un diagnostic climatique territorial.	France (Loire-Bretagne)	Région Bretagne	2020-2021	Creseb	pluviométrie, évapotranspiration, indicateurs, guide, adaptation, étude HMUC (hydrologie, milieux, usages, climat), disponibilité en eau
Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse	Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse	France (Rhône-Méditerrannée-Corse)	Bassin Rhône-Méditerrannée-Corse	2016-2019	BRGM et Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse	recharge artificielle, volumes prélevables, stockage, cartographie, recommandations, alimentation en eau potable, gestion quantitative, faisabilité économique
Explore 2070	Explore 2070 – volet Hydrologie de Surface	France	Métropole et Outre-Mer	2010-2012	BRLi	cycle de l'eau, température de l'eau, débit, analyse statistique
HYCCARE	HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation, Ressource en Eau	France (Rhône-Méditerrannée, Seine Normandie - Loire-Bretagne)	Bourgogne	2012-2016	Alterre Bourgogne Franche-Comté	adaptation, connaissances, aide à la décision, socio-économie

HydroPop	HydroPop2 - vers une hydrologie populaire et participative	France (Rhône-Méditerrannée)	Cévennes : amont des bassins versants des Gardons et de la Cèze	2017-2021	UMR ESPACE et IMT Mines Alès	étiage, basses eaux, démarche participative, gestion de crise, enquête, suivi hydrométrique, sciences humaines et sociales
HYDROUSA	Demonstration of water loops with innovative regenerative business models for the Mediterranean region	Europe	Région Méditerranéenne avec des sites de démonstration dans des îles grecques (Lesbos, Mykonos et Tinos)	2018-2022	National Technical University of Athens (NTUA) (Grèce)	économie circulaire, solutions basées sur la nature, eau de mer, vapeur d'eau, traitement et réutilisation des eaux usées, alimentation en eau potable, irrigation pour l'agriculture, sites de démonstration
IMPREX	IMproving PRedictions and management of hydrological Extremes	10 études de cas sur des bassins européens (Italie, Espagne, Grèce, Royaume Uni, Suède, France…)	Rhône-Méditerrannée pour la France (plusieurs sous-bassins du sud-est)	2015-2019	Koninklijk Nederlands Meteorologish Instituut (KNMI) (Pays-Bas)	étude de cas, outils, aide à la décision, hydroélectricité, agriculture, transport, eaux urbaines, économies d'eau, résilience
LEZ-GMU	Gestion multi-usages des aquifères karstiques méditerranéens – Le Lez, son bassin versant et son bassin d'alimentation	France (Rhône-Méditerrannée)	Bassin karstique méditerranéen du Lez	2009-2013	BRGM	hydrogéologie, karst, source karstique, alimentation en eau potable, pompage, gestion active, analyse de séries temporelles, demande en eau
MOSARH21	Evolutions des débits futurs sur le bassin du Rhin en contexte de changement climatique	France (Rhin-Meuse)	Partie française des affluents du Rhin	2015-2018	INRAE	débit, basses eaux, bassin versant, scénarios, incertitudes, dialogue transfrontalier
RADHY BUECH	Représentation intégrée des Adaptations individuelles et des Dynamiques HYdrologiques sur le bassin du Buëch	France (Rhône-Méditerranée)	Bassin versant du Buëch	2019-2020	INRAE	socio-hydrosytème, système intégré, prise de décision, gestion, modélisation à base d'agent
REMedHE	Identification et impacts du changement climatique sur la gestion intégrée des Ressources en Eau en Méditerranée : évaluation comparative Hérault-Ebre	Europe (France, Espagne)	Bassin de l'Hérault (2 500 km²) en France(Rhône-Méditerranée) et bassin de l'Ebre (85 000 km²) en Espagne	2012-2016	CNRS (UMR HydroSciences Montpellier)	impacts, intégration, vulnérabilité, adaptation, incertitudes, indicateurs, disponibilité de la ressource, demande en eau
SMIRES	Science And Management of Intermittent Rivers & Ephemeral Streams	Europe	-	2016-2020	INRAE (Lyon)	rivières, manque d'eau, débits écologique, directive cadre européenne, conservation, gestion, conférences, analyses, hydrologie, écologie

Tableau 1 : Premier aperçu des projets

Projet	Climat	Hydrologie	Impact usages/milieux	Adaptation
Adapt'eau			x	x
Adour 2050			x	x
AMICE	x	x		x
Aqui-FR	x	x		
Arb'Eau Crau			x	x
ATCHA		x	x	x
BeWater			x	x
BINGO	x	x	x	x
BRIO	x			
Classes "Eau et Climat" dans les départements de l'Aisne et l'Oise			x	x
Climaware		x	x	x
Conscéquans		x	x	x
Dem'Eaux		x	x	x
DEMOCLIM	x			
Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse		x	x	
Explore 2070	x	x		
HYCCARE	x	x	x	x
HydroPop		x	x	
HYDROUSA				x
IMPREX	x	x	x	x
LEZ-GMU	x	x		
MOSARH21	x	x		
RADHY BUECH		x	x	x
REMedHE	x	x	x	x
SMIRES		x	x	

Tableau 2 : Angle avec lequel le changement climatique est pris en compte dans chaque projet

Projet	Eaux superficielles	Eaux souterraines	Eux côtières	Sécheresse	Crues	Usages	Aménagement	Eaux pluviales	Qualité de l'eau	Milieux aquatiques /Biodiversité
Adapt'eau	x	x		x	x	x				x
Adour 2050	x	x	x	x	x	x	x		x	x
AMICE	x			x	x		x			
Aqui-FR	X	x		x		x				
Arb'Eau Crau		x		x		x (agriculture)				
ATCHA	x	x				x (agriculture)			x	
BeWater	x	x		x	x	x	x			
BINGO	x	x	x	x	x	x			x	
BRIO						x				
Classes "Eau et Climat" dans les départements de l'Aisne et l'Oise	x	x		x	x	x		x	x	x
Climaware	x	x		x	x	x	x			
Conscéquans	x			x	x		x	x		
Dem'Eaux	x	x	x	x		x (eau potable, agriculture)			x	
DEMOCLIM				x						
Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse		x		x		x			x	
Explore 2070	x	x		x	x					
HYCCARE	x	x		x		x				
HydroPop	x			x		x				
HYDROUSA	x	x	x			x (eau potable, agriculture)	x	x	x	x
IMPREX	x	x		x	x	x	x			
LEZ-GMU		x		x		x (eau potable)				
MOSARH21	x			x	x					
RADHY BUECH	x					x	x			
REMedHE	x	x		x		x	x			x
SMIRES	x			x					x	x

Tableau 3 : Principales thématiques abordées dans chaque projet

Projet	Modélisation	Prévisions saisonnières	Projections climatiques	Sensibilisation	Sciences participatives	Suivi/mesures	Expérimentation	Formation	Concertation	Mise en réseau
Adapt'eau			x						x	
Adour 2050	x			x					x	
AMICE	x		x	x			x		x	
Aqui-FR	x	x	x							
Arb'Eau Crau	x			x	x	x	x			
ATCHA	x		x		x	x	x		x	
BeWater				x	x				x	
BINGO	x		x	x					x	x
BRIO	x		x					x		
Classes "Eau et Climat" dans les départements de l'Aisne et l'Oise				x	x			x		
Climaware	x		x							
Conscéquans	x		x							
Dem'Eaux	x		x	x		x				
DEMOCLIM	x		x							
Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse	x			x		x	x			
Explore 2070	x		x							
HYCCARE	x		x	x						
HydroPop				x	x	x				
HYDROUSA				x	x		x			
IMPREX	x	x	x	x						
LEZ-GMU	x		x							
MOSARH21	x		x	x						
RADHY BUECH	x		x	x						
REMedHE	x		x	x						
SMIRES	x			x	x					x

Tableau 4 : Principaux types d'actions réalisés dans chaque projet

3. FICHES DE SYNTHESE DES PROJETS

Adapt'eau – p16

Adour 2050 – p18

AMICE – p20

Aqui-FR – p22

Arb'Eau Crau – p24

ATCHA – p26

BeWater – p28

BINGO – p30

BRIO – p32

Classes "Eau et Climat" dans les départements de l'Aisne et l'Oise – p34

ClimAWARE – p36

Conscéquans – p38

Dem'Eaux – p40

DEMOCLIM – p42

Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse – p44

Explore 2070 – p46

HYCCARE – p48

HydroPop et HydroPop 2 – p50

HYDROUSA – p52

IMPREX – p54

LEZ-GMU – p56

MOSARH21 – p58

RADHY BUECH – p60

REMedHE – p62

SMIRES – p64

Adapt'eau

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *Adapt'eau* - Adaptation aux variations des régimes hydrologiques (crues-étiages) dans l'environnement fluvio-estuarien de la Garonne-Gironde. Potentialités, mise à l'épreuve et gouvernance d'options d'adaptation.
- **Intitulé du programme** : Programme Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés (CEP&S) de l'Agence Nationale de Recherche (2011)
- **Coordinateur** : INRAE Nouvelle Aquitaine Bordeaux
- **Partenaires** : EABX INRAE Bordeaux, EcoLab INP-ENSAT (Université Toulouse 3), EPOC Inria (Université Bordeaux 1), CERTOP GEODE (Université Toulouse 2), GREThA (Université Bordeaux 4)
- **Début du projet** : 2011
- **Fin du projet** : 2015
- **Financement** : ANR CEP&S, Régions Aquitaine et Midi-Pyrénées
- **Zone concernée** : France (Garonne-Gironde)
- **Types d'actions :** projections climatiques, concertation
- **Thématiques** : eaux superficielles, eaux souterraines, sécheresse, crues, usages, milieux aquatiques/biodiversité
- **Mots clés** : adaptation, fleuve, estuaire, scénarios, socio-écosystèmes

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les environnements fluvio-estuariens (EFE) sont exposés aux impacts du changement climatique, comme c'est le cas pour l'EFE Garonne-Gironde qui subit des évènements de crues et d'étiages de plus en plus intenses et fréquents. Du fait de leurs fonctionnalités écologiques et socio-économiques, ces milieux sont particulièrement vulnérables à ces impacts du changement climatique.

Avec comme terrain d'étude l'EFE de la Garonne-Gironde, Adapt'eau a pour objectif de promouvoir l'émergence et la mise à l'épreuve d'options d'adaptation afin d'anticiper les risques liés aux évènements extrêmes d'inondations et de sécheresses. Le projet est basé sur une approche scientifique interdisciplinaire et une démarche collaborative associant chercheurs et acteurs locaux.

ACTIONS

- **Evaluer la vulnérabilité des socio-écosystèmes face aux impacts des étiages sévères et des crues** : les socio-écosystèmes sont des systèmes complexes impliquant les interactions entre les composantes biophysiques (écologie, hydrologie...) et des composantes sociétales (économie, politiques publiques, institutions...)
  - ➡ Analyses socio-économiques, biochimiques et écologiques
- **Identifier et expérimenter des options d'adaptation innovantes :**
  - ➡ Inventaire d'options d'adaptation au changement climatiques innovantes

- Renaturation et remise en eaux de sites

- **Elaboration de scénarios pour proposer des actions d'adaptation :**
  - *Etape 1 :* un diagnostic de l'adaptation sur le continuum Garonne-Gironde
  - *Etape 2 :* construction de scénarios afin de déterminer des trajectoires d'évolution. Ces scénarios prennent en compte quatre composantes : le changement climatique, le fonctionnement de l'écosystème, les dynamiques sociales et territoriales, la gouvernance de l'eau
  - *Etape 3 :* discussion autour des scénarios avec les acteurs du territoire afin de proposer les options d'adaptation les plus appropriées aux variations des régimes hydrologiques.

RÉSULTATS

- Construction de quatre scénarios Adapt'eau :
  - **« Tout bouge mais rien de change »,** sans mesures d'adaptation au changement climatique mises en place
  - **« Une adaptation par le développement de l'offre en eau »**, avec le développement de l'agro-industrie, l'accent mis sur la gestion quantitative de la ressource en eau…
  - **« Une adaptation par l'économie verte »**, avec une adaptation au changement climatique stratégique et organisée, des espaces naturels aménagés…
  - **« Une adaptation par les pratiques alternatives** »
- Publication d'un ouvrage présentant les résultats scientifiques, les scénarios détaillés, une analyse des discussions suscitées par ces scénarios et les options d'adaptation qui en découlent.
- Valorisation des résultats par la diffusion de la démarche Adapt'eau à travers des communications à des colloques nationaux et internationaux.

Perspectives

Ce sont les scénarios 1 et 2 (d'ajustement) qui sont largement privilégiés aujourd'hui dans les politiques de l'eau régionales et de bassin. La prédominance d'une vision extractive de l'eau et la force des groupes d'intérêts en place (notamment l'agriculture conventionnelle) limitent les possibilités d'émergence de scénarios de transformation qui seront nécessaires pour répondre à la situation hydro-climatique à venir dans le Sud-Ouest.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- Documents du colloque final : http://www.adapteau.fr/valorisations/copy_of_les-documents-du-colloque-final-adapteau
- LABBOUZ B., SALLES D., VALETTE P., (2017) « Les sociétés garonnaises face aux changements globaux : Quelles adaptations possibles en 2050 ? » in *Sud-Ouest Européen* Regards croisés sur les fleuves Ebre et Garonne). N° 44-2017 2017. Presses Universitaires du Mirail.
- SALLES D. LE TREUT H., (2017) Comment la région Nouvelle Aquitaine anticipe le changement climatique ? Comment la région Nouvelle Aquitaine anticipe le changement climatique ? Sciences Eaux & Territoires n° 22 – 2017 p14-17

CONTACT : http://www.adapteau.fr/contact-info

Merci à M. Denis Salle, directeur de recherche à INRAE au centre de Nouvelle Aquitaine Bordeaux dans l'unité « Environnement, Territoires et Infrastructures », pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

Adour 2050

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** Etude prospective Adour 2050
- **Coordinateur :** Institution Adour
- **Partenaires** : Comité de pilotage (comprenant des collectivités, services déconcentrés de l'Etat, commissions locales de l'eau et syndicats de bassins du territoire, l'Agence de l'eau Adour-Garonne, l'Observatoire de l'eau du Bassin de l'Adour) - Comité scientifique de la démarche (Université de Pau et des Pays de l'Adour, INRAE (IRSTEA), Climate Adaptation Consulting)
- **Début du projet** : 2016
- **Fin du projet** : 2019
- **Financement** : environ 300 000 € (hors frais d'animation) - Agence de l'eau Adour-Garonne, les départements du Gers, des Landes, des Pyrénées Atlantiques, des Hautes-Pyrénées, les régions Nouvelle-Aquitaine et Occitanie
- **Zone concernée** : France (bassins de l'Adour et des côtiers basques)
- **Types d'actions :** concertation, modélisation, sensibilisation
- **Thématiques** : eaux superficielles, eaux souterraines, eaux côtières, crues, sécheresse, usages, aménagement, qualité de l'eau, milieux aquatiques/biodiversité
- **Mots clés :** scénarios d'évolution, adaptation, construction collective, disponibilité de la ressource en eau, socio-économie, prospective

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Au cours du XX^{e} siècle, la température moyenne annuelle dans le Sud-Ouest a augmenté d'environ 1ºC et l'on estime que, d'ici 2050, cette augmentation pourrait atteindre 1,5 à 2,8°C selon les différents scénarios climatiques. Les changements climatiques, qui sont déjà à l'œuvre sur le territoire, auront une influence sur le régime des précipitations ou encore sur la fréquence des événements climatiques extrêmes. En parallèle, le territoire évolue, dans sa population, ses usages, ses activités... Tous ces facteurs auront ainsi un impact direct sur la ressource en eau : en termes de disponibilité, de qualité de l'eau et des milieux aquatiques, ou encore de crues.

Afin d'accompagner les décideurs et leur donner les moyens de comprendre et de s'adapter à ces changements, le projet Adour 2050 s'est construit autour de la réalisation d'un diagnostic prospectif partagé l'élaboration de différents scénarios d'évolution avec l'analyse de leurs impacts, et de la définition des pistes d'adaptation.

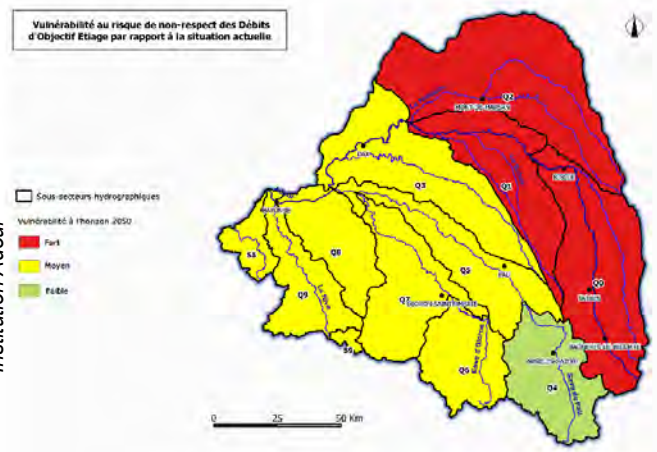
ACTIONS

- ***1ère phase :*** **construction d'un diagnostic prospectif partagé par tous les acteurs du territoire :**
  - sélection de variables décrivant le territoire d'étude, regroupées par thèmes climat, agriculture, industrie, population, gouvernance, ressource en eau et énergie, et tourisme ;
  - réalisation d'un état des lieux synthétique de chacun des sous-bassins versants ;
  - élaboration collective de micro-scénarios d'évolution (pour chaque thématique) qui permettent d'amener à la construction d'un **scénario tendanciel global ;**

- détermination des **impacts du scénario tendanciel** sur la ressource en eau, les milieux aquatiques, le risque inondation, mais aussi pour le développement socio-économique du territoire et pour les usagers de la ressource en eau.

- ***2e phase :*** **élaboration des scénarios d'évolution future du territoire :**
  - élaboration collective de scénarios alternatifs d'évolution du territoire ;
  - détermination des impacts des scénarios alternatifs ;
  - choix de deux scénarios souhaitables par les acteurs locaux.
- ***3e phase :*** **identification de pistes d'adaptation** à mettre en place dès aujourd'hui dans le but de tendre vers les deux scénarios retenus lors de la 2e phase.

RÉSULTATS



Carte de vulnérabilité au risque de non-respect des Débits d'Objectif d'Etiage par rapport à la situation actuelle - *Source : Institution Adour*

- Fiches des variables permettant de décrire le territoire et ses évolutions (pluviométrie, assainissement, gouvernance de l'eau, hydrologie, gestion des barrages…) ;
- Rapports scientifiques et synthèses pédagogiques pour chaque phase ;
- Production de cartes et d'indicateurs d'évaluation des différents scénarios ;
- Définition de deux scénarios considérés comme les plus souhaitables :
  - le scénario **« Prise en compte proactive des enjeux sociétaux et environnementaux par la puissance publique** » : les politiques publiques sont orientées vers la préservation des ressources, énergie en priorité, mais également en eau avec la mise en place de comportements sobres par tous (démarche volontaire, ou contrainte réglementaire) et investissements pour la préservation des ressources et gestion des risques ;
  - le scénario « **L'environnement au cœur du développement socio-économique du territoire** » : l'environnement est placé au centre du développement économique et de l'emploi du territoire. Les investissements répondent simultanément à des enjeux eau, biodiversité, sols, aménités pour les habitants.
- Identification de 7 orientations stratégiques prioritaires et complémentaires, regroupant de multiples actions d'adaptation, dont les intérêts sont décrits et le coût estimé.
- Création de vidéos de sensibilisation du public sur les impacts du changement climatique sur le territoire et sur les pistes d'adaptation à mettre en place collectivement – disponibles sur la chaîne YouTube de l'Institution Adour : https://www.youtube.com/channel/UCqx-zR7WnT8hYc961cSsatA

POUR EN SAVOIR PLUS :

https://www.institution-adour.fr/adour-2050/etude-prospective-adour-2050.html

CONTACT : Institution Adour secretariat@institution-adour.fr – 05 58 46 18 70

Merci à M. Léo Javelot, chargé de mission gestion intégrée, à l'Institution Adour, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

AMICE

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *AMICE* - Adaptation of the Meuse to impacts of Climate Evolutions (Adaptation de la Meuse aux Impacts des Evolutions du Climat)
- **Programme :** Interreg d'Europe du Nord-Ouest (ENO) - Programme Interreg IV B
- **Coordinateur :** Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents (EPAMA-EPTB Meuse)
- **Partenaires :** 17 partenaires (Allemagne, Belgique, France et Pays-Bas)
- **Début du projet :** 2009
- **Fin du projet :** 2012
- **Financement :** budget total de 8,9 millions €, dont 2,8 millions € attribués par FEDER
- **Zone concernée :** Europe (bassin international de la Meuse)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques, sensibilisation, expérimentation, concertation
- **Thématiques :** eaux superficielles, crues, sécheresse, aménagement
- **Mots clés :** analyse d'impacts, gestion transfrontalière des risques, scénarios, aménagement de zones de rétention d'eaux

CONTEXTE ET OBJECTIFS

La Meuse est un fleuve navigable transnational liant la France, la Belgique et les Pays-Bas. Des affluents du Luxembourg et de l'Allemagne alimentent également son bassin versant. La Meuse est l'un des plus anciens fleuves. Elle est principalement alimentée par les pluies, et son débit varie fortement selon les saisons. Le changement climatique peut ainsi impacter les nombreux enjeux (infrastructures, navigation, industrie, écologie, énergie…) de son bassin versant qui compte près de 9 millions d'habitants.

Le projet AMICE a été l'un des premiers projets autour du changement climatique dans le bassin de la Meuse. Les gestionnaires et experts de l'eau de quatre pays du bassin ont uni leurs forces dans ce projet co-financé par l'Union Européenne pour élaborer une stratégie d'adaptation innovante et durable. Avec AMICE, la collaboration dans le domaine de la gestion de l'eau dans le bassin international de la Meuse a fait un pas important vers une vision globale de l'adaptation du bassin de la Meuse aux impacts hydrologiques du changement climatique. AMICE a débuté en 2009 et la conférence finale, avec 200 participants de 7 pays, a eu lieu en mars 2013 en France.

ACTIONS

- **Etudier les tendances climatiques** et les effets directs et indirects de l'évolution de l'hydrologie sur le bassin de la Meuse.
- **Vérifier si les techniques actuelles de gestion de l'eau sont capables de faire face** au changement climatique et resteront efficaces dans les décennies à venir (CLIMATE-CHECK).
- **Aménager des zones pilotes de rétention naturelle de l'eau** dans des endroits différents du bassin versant de la Meuse.

- **Contrôle quantitatif de l'eau** en utilisant des protections structurelles contre les inondations et la mise en place d'actions compensatoires.
- **Améliorer la gestion de crise d'inondation** en combinant les méthodes disponibles pour les différents pays et réaliser un exercice de crise inondation commun.
- **Communiquer** tout au long du projet (conférences, visites de terrains, réunions internationales, site internet, documentations).

RÉSULTATS

L'un des principaux résultats du projet AMICE est le **développement de scénarios climatiques** qui ont été utilisés pour analyser les effets du changement climatique sur les questions liées à l'hydrologie.

La réalisation d'un **exercice transnational commun de gestion de crise d'inondation** dans le bassin de la Meuse a été un autre point fort d'AMICE.

Mais finalement, la réalisation la plus significative est la façon dont toutes les actions d'AMICE fournissent ensemble une réponse au défi du changement climatique. Au-delà de la production et de l'échange des connaissances techniques et scientifiques, le projet AMICE a surtout permis d'enclencher un **partenariat de bassin** entre des universités, des gestionnaires de l'environnement et de l'eau, des collectivités locales et des associations. Les visites de sites ont renforcé le lien entre le milieu de la recherche et les acteurs de terrain.

Les échanges dans le cadre du projet ont aussi amené à une **optimisation des règles de fonctionnement des barrages réservoir** en Allemagne. Le débit minimum vers les Pays-Bas a ainsi été augmenté, ce qui a un impact positif sur la qualité de l'eau de la Meuse après la confluence avec le Rur.

Au cours du projet, l'adaptation au changement climatique a été concrètement réalisée à travers :

- Des études sur les impacts des futures inondations et étiages. (scénarios hydrologiques communs, modélisation hydraulique).
- L'échange international afin de concevoir une stratégie d'adaptation transnationale aux impacts de l'évolution du climat (roadmap for climate adaptation in the Meuse river basin).
- L'utilisation de la capacité de la nature à amortir les événements extrêmes par la rétention naturelle de l'eau (exemple des Ardennes).
- L'adaptation des infrastructures existantes sur la Meuse pour maîtriser la quantité d'eau.
- L'organisation d'un exercice de gestion transnationale des crises d'inondation à l'aide d'un logiciel de gestion des crises d'inondation (FLIWAS et OSIRIS).
- Le développement de la conscience du risque et le sentiment d'appartenance à un territoire commun à l'aide d'outils de communication (le site internet, la newsletter et les rencontres).

POUR EN SAVOIR PLUS : http://www.amice-project.eu

CONTACT : EPAMA-EPTB Meuse, secretariat@epama.fr

Merci à Mme Blanca Linz, chef de projet International à l'Établissement Public Territorial du Bassin de la Meuse, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

Aqui-FR

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *Aqui-FR* - Plateforme de modélisation hydrogéologique nationale Aqui-FR
- **Coordinateur :** Ecole normale supérieure de Paris
- **Partenaires :** Laboratoire de Géologie de l'Ecole normale supérieure de Paris, Bureau de recherches géologiques et minières, Centre National de Recherches Météorologiques, Centre de Géosciences MINES-Paristech, Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique, Géosciences Rennes, Laboratoire d'HYdrologie et de GEochimie de Strasbourg, Météo-France
- **Début du projet :** 2014
- **Fin du projet :** pas prévue
- **Financement :** ONEMA/AFB/OFB et convention service climatique
- **Zone concernée :** France
- **Types d'actions :** modélisation, prévisions saisonnières, projections climatiques
- **Thématiques :** eaux souterraines, eaux superficielles, usages, sécheresse
- **Mots clés :** modèle hydrogéologique, suivi temps réel, prévision saisonnière, plateforme, rétrospective

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Aqui-FR est une plateforme de modélisation hydrogéologique visant à améliorer les connaissances sur l'évolution passée, présente et future des eaux souterraines en France. Aqui-FR réalise un suivi mensuel des prévisions saisonnières, à 6 mois d'échéances, de la ressource en eau souterraine, ainsi que des études d'impacts du changement climatique. Aqui-FR se base sur les modélisations hydrogéologiques régionales existantes utilisées par les gestionnaires de l'eau. La résolution spatiale de ces applications varie de 8km à 100m de côté. Les applications sont généralement multicouches, prenant en compte des systèmes de plusieurs nappes. Un des aspects importants est l'intégration de la dynamique des prélèvements, en nappe et en rivière si besoin.

ACTIONS

La première phase du projet a été de montrer la faisabilité et l'intérêt d'une telle plateforme modélisant les niveaux piézométriques, avec le développement de la structure Open-Palm qui rassemble les différentes modèles et applications hydrogéologiques. Pour s'assurer de son intérêt de nombreux échanges ont eu lieu avec les DREAL et DDT des domaines couverts. La plateforme Aqui-FR a ensuite connu plusieurs développements afin d'enrichir ses fonctionnalités.

Une ré-analyse longue durée a été effectuée de 1958 à nos jours. Elle est d'autant plus intéressante que les données ne sont parfois disponibles que depuis la décennie 1990. Cette ré-analyse constitue une référence stable pour situer ensuite chaque prévision ou suivi temps réel par rapport au passé. Des hypothèses sont cependant requises pour reconstruire les prélèvements à ces horizons.

Des modélisations de différents types d'aquifères ont été développées : aquifères de socle pour quelques bassins bretons et aquifères karstiques.

Le déploiement des prévisions saisonnières d'ensemble a nécessité un effort important pour intégrer l'ensemble de 51 membres et le développement de pré-traitements et post-traitements adaptés, ainsi que le calcul de scores spécifiques. Les derniers travaux ont porté sur la vérification des prévisions établies en temps réel depuis janvier 2020.

RÉSULTATS

Aqui-FR simule le niveau des nappes, les échanges entre nappes, les échanges entre nappes et rivières, dans quatre types d'applications :

- **Ré-analyse longue durée** depuis 1958 sur les territoires considérés par Aqui-FR : la situation la plus sèche est obtenue au printemps 1973 et la plus humide au printemps 2001.
- **Suivi en temps réel de la ressource en eau souterraine**, mis à disposition depuis janvier 2019.
- **Prévisions saisonnières :**
  - Elles ont été évaluées sur la période 1993-2016 par comparaison à la ré-analyse. Les résultats sont bons pour des prévisions débutant de mars à juin, avec donc des échéances couvrant l'été et l'automne, mais sont moins fiables pour les prévisions débutant à l'automne et couvrant la période de recharge hivernale. L'anticipation des périodes sèches ayant une période de retour de 5 ou 10 ans est robuste.
  - Depuis 2020, les prévisions saisonnières sont réalisées en temps réel, et mises à jour tous les mois sur le site accessible aux gestionnaires de l'eau. La vérification de ces prévisions temps réel, par comparaison directe aux observations a montré également de meilleurs résultats pour les prévisions couvrant les périodes de basses eaux que les périodes de hautes eaux.
- **Projections climatiques :** sur les bassins étudiés le niveau des nappes et les débits des cours d'eau ont été calculés en utilisant des projections climatiques régionalisées (CMIP5) basées sur quatre différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre. Ces projections ont permis d'estimer que la durée des sécheresses en nappe et en rivière allait augmenter en moyenne de 20 à 30 % sur le domaine modélisé. Et ce de façon encore plus forte dans les zones où les volumes prélevés en nappe, aujourd'hui considérés comme constants dans le futur, ne seront plus compatibles avec la ressource en eau disponible.

Perspectives

Les travaux vont porter sur l'assimilation des données pour corriger l'état initial des nappes, l'évaluation de la prévision des débits d'étiage, et l'évolution de la modélisation hydrologique pour améliorer l'estimation des échanges nappes-rivières.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- Rapport de fin de phase 1 2014-2016 : http://www.geosciences.ens.fr/wp-content/uploads/2019/07/Rapport_fin_phase1_Aqui-FR_VF.pdf
- Rapport d'étape 2018 : http://www.geosciences.ens.fr/wp-content/uploads/2019/07/rapport_d_etape_AquiFR_Juil_2018.pdf
- Besson, F., Etchevers, P., Habets, F., Le Moigne, P., Rousset-Regimbeau, F., Soubeyroux, J. M. & Vincendon, B. (2020). Suivi en temps réel des sécheresses: de l'analyse à la prévision saisonnière. La Houille Blanche, 4, 82-92
- J. P. Vergnes *et al.*, "The AquiFR hydrometeorological modelling platform as a tool for improving groundwater resource monitoring over France: Evaluation over a 60-year period," *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, vol. 24, no. 2, pp. 633–654, 2020. https://hess.copernicus.org/preprints/hess-2019-166/hess-2019-166.pdf
- Site internet : http://www.geosciences.ens.fr/recherche/projets/aqui-fr#presentation

CONTACT : Florence HABETS, Florence.Habets@ens.fr

Merci à Mme Florence Habets, directrice de recherches au CNRS et professeure rattachée à l'Ecole normale supérieure de Paris, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

Arb'Eau Crau

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *Arb'Eau Crau* - Adaptation du plan de répartition de l'OUGC (Organisme Unique de Gestion Collective) nappe de Crau en cas de limitation de la ressource en eau en tenant compte de l'impact économique et physiologique sur la filière arboricole
- **Coordinateur :** Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône
- **Partenaires :** INRAE, Sudexpe[1], et Agroressources[2]
- **Début du projet :** 1er janvier 2020
- **Fin du projet :** fin 2022
- **Financement :** FEADER PACA (mesure 16.5 « Investir dans l'irrigation »), Région Sud et Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
- **Zone concernée :** France (territoire de la Crau dans les Bouches-du-Rhône)
- **Types d'actions :** modélisation, sensibilisation, suivi/mesures, expérimentation, sciences participatives
- **Thématiques :** eaux souterraines, sécheresse, usages
- **Mots clés :** pluviométrie, évapotranspiration, protocole, restriction, arboriculture, adaptation, anticipation, suivi agronomique, enquête et communication, socio-économie

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans les Bouches-du-Rhône, les effets du changement climatique sont déjà observés (augmentation des températures et des épisodes pluviométriques intenses, diminution de l'eau dans les cours d'eau et dans les nappes) et ses conséquences sur l'agriculture dans un avenir proche interrogent la profession agricole. En effet, l'arboriculture fruitière est une filière économique majeure sur ce territoire et elle est particulièrement concernée par l'utilisation de la nappe.

Face à ces constats, la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône et ses partenaires (INRAE, Sudexpe, Agroressources) ont lancé, en collaboration avec deux arboriculteurs, une expérimentation innovante afin d'anticiper les conséquences d'une restriction d'eau d'irrigation : le projet Arb'Eau Crau. Ainsi, la finalité du projet Arb'Eau Crau est de mesurer quelles seraient les conséquences agronomiques et économiques d'une diminution de l'irrigation sur les pêches et les abricots, sur différentes variétés et en différents points du territoire, en évaluant l'impact d'une restriction d'eau sur le tonnage, le calibre ou encore la couleur du fruit.

Plus précisément, 4 objectifs sont au cœur du projet Arb'Eau Crau :

- **Étudier l'impact d'une restriction en eau maitrisée** pour prévenir une gestion de crise.
- **Anticiper les impacts économiques, sociaux et environnementaux** d'une restriction en eau à l'échelle du territoire de la Crau.
- **Disposer de données validées sur les incidences d'une restriction en eau** pour assurer une bonne répartition concertée de la ressource en eau entre les adhérents de l'OUGC nappe de Crau.

[1] Station expérimentale de recherches en arboriculture.
[2] Bureau d'étude spécialisé dans le pilotage de l'irrigation.

- **Proposer un plan de répartition** de l'OUGC nappe de Crau en cas de crise, adapté selon des zones de vulnérabilité définies et des différents taux de restriction.

ACTIONS

Le projet s'articule autour de 3 actions :

- Conséquences économiques engendrées par les différents niveaux de réduction d'eau dans les vergers de pêches et d'abricots, modélisation de la qualité du fruit et suivi de l'état hydrique des plantes : **elle consiste à appliquer différents niveaux de restriction en eau par rapport à une pratique référente.**
- Solidarité entre les filières en période de restriction d'irrigation en tenant compte de la diversité des productions : **il s'agit de confirmer que les impacts des réductions d'apport d'irrigation pour le territoire de la Crau dans son ensemble varient selon les productions touchées, les moments de survenance et l'intensité des crises (résultats de l'action 1).**
- **Valorisation et communication** des résultats du projet.

RÉSULTATS

- **4 parcelles expérimentales :**

La restriction est conduite sur 3 rangs consécutifs, sur une vingtaine d'arbres, la suite des rangs est conduite avec une irrigation témoin. Pour les témoins, le projet Arb'Eau Crau a fait le choix de se baser sur les pratiques des arboriculteurs et non sur les besoins d'eau théoriques des arbres.

Des appareils de mesure ont été installés sur les parcelles étudiées : tensiomètres (pour mesurer l'état hydrique des sols), dendromètres (pour surveiller le diamètre des branches et évaluer un éventuel manque d'eau si celui-ci diminue), une station météo, des programmateurs reliés à des électrovannes et des compteurs connectés (pour mesure les volumes d'eau distribués).

C'est sur le rang central que sont installés les appareils de mesure et que sont pratiquées les observations et mesures agronomiques (branches, feuilles, fruits). Lors de la récolte, le calibre et le taux de sucre des fruits sont mesurés, ainsi que leur capacité de conservation.

- **Les premiers résultats :**

Sur les parcelles interprétables (notamment pêchers précoces et pêchers de saison), les premiers résultats semblent montrer que les restrictions d'irrigation n'ont pas eu d'incidence sur la croissance des arbres ou sur le rendement et la qualité des fruits en 2020, par rapport à la culture témoin.

L'expérimentation se terminera en 2022.

POUR EN SAVOIR PLUS :

Des fiches de présentation des résultats sont publiées au fur et à mesure du projet sur le site https://paca.chambres-agriculture.fr/.

CONTACT : Lauriane MOREL, l.morel@bouches-du-rhone.chambagri.fr

Merci à Mme Lauriane Morel, chargée de mission eau – irrigation à la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

ATCHA

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *ATCHA* - Accompanying The adaptation of irrigated agriculture to climate CHAnge
- **Programme :** ANR référence ANR-16-CE03-0006
- **Coordinateur :** INRAE
- **Partenaires :** UMR Sol, Agro et hydrosystème, Spatialisation, UMR Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique (Rennes), UMR Agroécologie-Innovation-Territoires, UMR Géosciences Environnement Toulouse, UMR Centre d'Etudes Spatiales de la BIOsphère, UMR LA, UR Mathématiques et Informatique Appliquées de Toulouse RECORD, UMR Toulouse School of Economics – Research (Toulouse), UMR Laboratoire d'Etude des Interactions entre Sol-Agrosystème-Hydrosystème, UMR Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux (Montpellier), UMR Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes (Avignon), UR AgroClim (Avignon), UR AgroImpact (Laon), Institut français de Pondichéry (Inde), Indian Institute of Science (Bangalore, Inde)
- **Début du projet :** 1er janvier 2017
- **Fin du projet :** 31 juillet 2022
- **Financement :** 750 000€, ANR
- **Zone concernée :** International (Inde : bassin versant expérimental 80km²)
- **Types d'actions :** suivi/mesures, expérimentation, modélisation, concertation, projections climatiques, sciences participatives
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, usages, qualité de l'eau
- **Mots clés :** agriculture, irrigation par pompage, adaptation, modélisation intégrée, co-construction de scénarios, acteurs, instrumentation

CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'agriculture repose de plus en plus sur l'irrigation par les eaux souterraines. L'Inde est un cas extrême : la « révolution des eaux souterraines » commencée il y a trois décennies et qui a induit une «crise de l'eau souterraine » avec des impacts majeurs sur les ressources en eau et les écosystèmes est menée par des millions de très petits agriculteurs possédant des forages individuels, avec une grande diversité de pratiques et de stratégies. L'épuisement des nappes devrait s'aggraver avec le changement climatique. Il est donc crucial de développer des méthodes fiables pour évaluer la durabilité des systèmes agricoles face au changement climatique. L'objectif du projet ATCHA est de combiner un modèle intégré et une approche participative pour accompagner l'adaptation agricole au changement climatique dans un réseau de bassins versants expérimentaux dans le sud de l'Inde.

Le projet ATCHA est basé sur :

- **Un partenariat de 15 ans** initié à travers la Cellule Franco-Indienne de Recherche en Science de l'Eau (LMI CEFIRSE, structure de collaboration permanente basée à l'Indian Institute of Science, Bangalore).
- **Un Observatoire de recherche en Environnement** (ORE BVET soutenu par l'INSU, L'IRD et l'Université de Toulouse) qui acquiert une base de données hydro-géochimiques dans le bassin versant expérimental de Berambadi.
- **Une première version d'un modèle intégré couplant des modèles hydrologique** (AMBHAS), agronomique (STICS), économique et de décision (NAMASTE) qui a été développé pour Berambadi lors d'un précédent projet.

Grâce à une approche transdisciplinaire, associant hydrologues, géochimistes, pédologues, agronomes, géographes, économistes et sociologues et avec la participation de scientifiques et acteurs du développement agricole indiens, le projet vise à démontrer la capacité des scientifiques et acteurs à partager leurs savoirs pour co-construire et évaluer des scénarios de développement durable.

ACTIONS

Le projet ATCHA est composé de trois parties impliquant chacune des défis scientifiques :

- **Le développement de nouvelles méthodes** pour obtenir des informations sur les sols et l'usage des terres à hautes résolutions spatiales et temporelles en associant mesures de terrain et données satellitaires.
- **L'amélioration du réalisme du modèle** par la calibration d'un grand nombre de cultures tropicales et l'analyse du cycle des nutriments dans les agrosystèmes irrigués tropicaux.
- **Le développement d'une approche participative** pour co-construire et évaluer des scénarios d'adaptation au changement climatique.

Les deux premières parties produisent des informations qui alimentent la construction des scénarios de la troisième. L'évaluation intégrée des scénarios guide en retour les recherches menées dans ces deux premières parties, dans un processus itératif.

RÉSULTATS

Le projet a permis :

- **De développer de nouvelles méthodes** pour caractériser les agrosystèmes tropicaux semi-arides : méthodes satellitaires pour cartographier les propriétés des sols, les types de cultures, et enfin certaines pratiques agricoles (irrigation, épandages de sédiments).
- **De paramétrer le modèle de culture** Stics pour de nouvelles cultures tropicales importantes dans la région (curcuma, éleusine, banane, canne à sucre).
- **De caractériser et modéliser les variations spatiales des impacts de l'agriculture** sur la qualité des eaux de nappes (nitrate, salinité).
- **De développer des outils de diagnostic de l'état hydrologique des bassins versants** et des outils d'aide à la décision pour les irrigants.
- **De reconstituer les trajectoires des exploitations agricoles** sur plusieurs décennies et estimer les performances économiques des différents types d'exploitations actuelles.
- **De co-construire avec différents acteurs** (gouvernement du Karnataka, conseillers agricoles, ONG, fermiers) **des scénarios d'adaptation au changement climatique** et de les évaluer avec le modèle NAMASTE.

Le projet n'étant pas terminé, la liste complète des livrables n'est pas encore disponible.

POUR EN SAVOIR PLUS : https://www6.inrae.fr/atcha/Presentation

CONTACT : Laurent RUIZ, INRAE, UMR SAS, Rennes. Indo-French Cell for Water Sciences, IISc, Bangalore.

Merci à M. Laurent RUIZ, à INRAE, UMR Sol Agro et hydrosystèmes Spatialisation, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

BeWater

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *BeWater* - Society Adapting to Climate Change
- **Programme :** 7e programme-cadre de l'Union Européenne pour la Recherche, le Développement, la Technologie et l'Innovation
- **Coordinateur :** Centre for Ecological Research and Forestry Applications (CREAF) (Espagne)
- **Partenaires :** 13 partenaires de 9 pays (Italie, Espagne, Belgique, Allemagne, Royaume-Uni, Grèce, Slovénie, Tunisie, Chypre)
- **Début du projet :** 1er octobre 2013
- **Fin du projet :** 31 mars 2017
- **Financement :** 2 934 724 € financés par l'Union Européenne
- **Zone concernée :** International (Région Méditerranéenne : Chypre, Tunisie, Espagne, Slovénie)
- **Types d'actions :** sensibilisation, sciences participatives, concertation
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, usages, aménagement, sécheresse, crues
- **Mots clés :** gestion des bassins versants, adaptation, co-production de connaissances, gouvernance, adaptation, gestion de l'eau, science et société, participation citoyenne, aide à la prise de décision

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le projet BeWater avait pour objectif d'encourager le dialogue et la collaboration entre la science et la société pour une meilleure gestion durable de l'eau et adaptation aux impacts du changement global en Méditerranée. En s'engageant activement auprès des communautés locales, BeWater a impliqué la société dans des discussions sur les utilisations actuelles de l'eau et les problèmes qui y sont liés, tout en sensibilisant le public à l'importance de la gestion durable de l'eau, avec un intérêt particulier pour les impacts attendus du changement climatique à l'échelle des bassins versants.

BeWater veut démontrer que les politiques pourraient être développées à travers un processus continu et itératif d'interactions entre la société civile, les scientifiques et les administrations publiques, y compris les décideurs et les gestionnaires, l'administration institutionnelle et les gouvernements locaux. De cette manière, les stratégies d'adaptation refléteraient les besoins de la société et favoriseraient une plus grande responsabilité, une plus grande transparence et une participation active des citoyens. Ce qui renforcerait également la qualité et la légitimité des politiques qui en découlent.

ACTIONS

BeWater a utilisé une approche d'apprentissage itératif et mutuel, des techniques participatives et une approche dite « ascendante » pour s'assurer que les parties prenantes jouent un rôle actif dans la détermination de stratégies appropriées pour la gestion des bassins versants.

A travers quatre études de cas sur des bassins versants méditerranéens (Chypre, Tunisie, Espagne et Slovénie), de nouvelles méthodes intégrant les processus physiques, écologiques, sociaux et de gestion, sont utilisées pour élaborer différentes options de gestion de l'eau. En particulier, après une analyse des impacts, des vulnérabilités et de l'adaptation de l'eau dans les bassins versants étudiés, la société civile a été impliquée dans l'identification des défis, des problèmes, des besoins et des contraintes au niveau local. Grace à ces informations, plusieurs options de gestion future de l'eau ont été formulées. Elles ont été discutées avec les communautés locales et ont fait l'objet d'une évaluation environnementale et socio-économique. Des plans d'adaptation pertinents au niveau local ont ainsi était co-produits et peuvent être étendus pour élaborer des lignes directrices d'intérêt national et international.

RÉSULTATS

Principaux livrables du projet, réalisés à partir de l'étude de quatre bassins versants :

- **Réalisation d'un guide pour aider à l'élaboration de plans d'adaptation participative pour les bassins versants** : ce guide permet de faciliter la réplicabilité et la mise en œuvre par d'autres bassins qui souhaitent élaborer un plan d'adaptation participatif pour accroître leur résilience. La méthode commence par le processus de dialogue et de participation des parties prenantes, puis le développement et l'analyse des options de gestion de l'eau et se termine par les approches de mise en œuvre permettant la création des plans d'adaptation des bassins versants. https://zenodo.org/record/803919#.YQf0w44zaUk
- **Identification des défis** de la gestion de l'eau face aux impacts du changement climatique. http://www.bewaterproject.eu/final-results/challenges
- **Proposition d'options de gestion de l'eau** pour relever les défis spécifiés par les parties prenantes dans un processus de collaboration avec des experts et des décideurs. http://www.bewaterproject.eu/final-results/options
- **Développement des plans d'adaptation**, grâce à cette nouvelle approche. http://www.bewaterproject.eu/final-results/adaptation-plans
- **Formulation de recommandations** visant à renforcer les politiques et les cadres institutionnels pour faire face aux impacts du changement climatique dans la gestion de l'eau et la planification de l'adaptation. Les notes d'orientation de BeWater s'adressent aux décideurs, du niveau local au niveau européen. http://www.bewaterproject.eu/final-results/policy-briefs
- **Partage des données** afin qu'elles soient accessibles à tous les partenaires du projet. La base de données stocke les contacts, les connaissances et les informations acquises au cours du projet.
- **Organisation d'une campagne de sensibilisation** afin d'impliquer la société dans le processus. Divers événements ont été organisés pour le grand public, les écoles locales et les organes administratifs locaux. Des supports de communication ont été produits en collaboration avec les responsables des études de cas : une brochure, des vidéos, une publication dans le magazine IMPACT et des publications scientifiques. http://www.bewaterproject.eu/results

CONTACT : Anabel SANCHEZ, coordinatrice du projet anabel@creaf.uab.es et Annelies BROEKMAN TORDERA, responsable des études de cas et soutien technique : a.broekman@creaf.uab.cat

Merci à Mme Anabel Sánchez, chargée de recherche en biologie au Centre for Ecological Research and Forestry Applications (Espagne), pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

BINGO

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *BINGO* - Bringing INnovation to onGOing water management – A better future under climate change
- **Programme :** Horizon 2020, programme de l'Union Européenne pour la recherche et l'innovation
- **Coordinateur :** Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC, Lisbonne, Portugal)
- **Partenaires :** 20 partenaires européens
- **Début du projet :** 1er juillet 2015
- **Fin du projet :** 30 septembre 2019
- **Financement :** 7 822 422 €, financé par l'Union Européenne
- **Zone concernée :** Europe (Six sites de recherche au Portugal, en Espagne, à Chypre, aux Pays-Bas, en Allemagne et en Norvège)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques, sensibilisation, concertation, mise en réseaux
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, eaux côtières, sécheresse, crues, usages, qualité de l'eau
- **Mots clés :** cycle de l'eau, outil, phénomène météorologique extrême, gestion des risques, socio-économie, prise de décision

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Un langage commun et des approches telles qu'un engagement collaboratif sont des facteurs-clés de succès pour l'adaptation de la société aux défis du changement climatique. Le projet BINGO a porté sur l'amélioration de la compréhension des impacts du changement climatique sur le cycle de l'eau à travers six sites de recherche différents, l'évaluation des risques pour les activités socio-économiques, et la co-construction de solutions d'adaptation pour les acteurs.

Le projet a fourni des connaissances et des outils pratiques aux gestionnaires de l'eau, aux décideurs et aux responsables politiques concernés par le changement climatique pour leur permettre de mieux faire face aux projections climatiques, en particulier concernant les sécheresses et les inondations. Le projet a étudié les impacts du changement climatique sur le cycle de l'eau à travers six sites de recherche en Europe (au Portugal, en Espagne, à Chypre, aux Pays-Bas, en Allemagne et en Norvège). Ces sites représentent des défis différents en termes d'options et d'approches de gestion de l'eau, couvrant un éventail représentatif de conditions comme la vulnérabilité aux inondations et sécheresses, les enjeux de qualité de l'eau et de satisfaction des demandes en eau pour les divers usages (agriculture, centres urbains, tourisme…), ainsi que la nécessité d'assurer la sécurité de l'eau.

ACTIONS

- **Projections climatiques décennales et descente d'échelle pour les conditions météorologiques extrêmes** : des projections climatiques décennales axées sur les événements extrêmes (sécheresses et inondations) ont été élaborées et utilisées pour modéliser l'impact des changements climatiques sur le cycle de l'eau et la demande en eau.
- **Analyse intégrée du cycle de l'eau pour les 6 sites de recherche**, sur la base des données issues des projections climatiques. L'analyse a utilisé différents modèles hydrologiques, hydrodynamiques et de qualité de l'eau, suivant les besoins spécifiques de chaque site.

- **Evaluation des impacts des événements climatiques extrêmes** sur les activités socio-économiques liées à l'eau, sur la base de la procédure d'évaluation des risques de la norme ISO 31000. Elle a établi des indicateurs destinés à identifier les scénarios nécessitant des mesures de gestion stratégique, en se concentrant sur les impacts sur l'agriculture, la gestion de l'eau, les prélèvements d'eau pour la consommation humaine, les inondations urbaines et la qualité des eaux côtières.
- **Développement de stratégie de gestion des risques et d'adaptation aux événements météorologiques extrêmes** à destination des décideurs de toute l'Europe, à partir d'une analyse scientifique et grâce à la coopération des parties prenantes.
- **Veiller des résultats de recherche exploitables**, en améliorant la communication entre les chercheurs et les autres acteurs. BINGO a établi une feuille de route avec des ateliers auxquels ont participé les différents acteurs. Cela a permis de les sensibiliser et de montrer qu'un travail collaboratif est possible.

RÉSULTATS

Le projet a développé des **méthodes innovantes** et fourni des **ressources transférables et utilisables par de nombreux acteurs :**

- **Descente d'échelle dynamique à l'échelle de 1 km :** les données climatiques produites dans BINGO ont été diffusées via un outil en ligne « Extraction et conversion de données » (DECO) sur le portail Freva de la Freie Universität Berlin. https://freva.met.fu-berlin.de/
- **Application de modèles hydrologiques sur les 6 sites de recherches :** analyses et mise à disposition de notes d'orientations pour chacun des sites.
- **Réalisation de trois étapes d'évaluation des risques :** identification, analyse et évaluation des risques, avec rédaction d'un guide, présentant les lignes directrices d'une évaluation des risques.
- **Mise en ligne d'un portfolio des pratiques de gestion et des stratégies d'adaptation** ayant un potentiel de transfert dans l'Union Européenne. http://beta.tools.watershare.eu/bingo/$/
- **Participation effective des différents utilisateurs, gestionnaires de l'eau et décideurs** : création de communautés de pratiques transversales permettant l'apprentissage mutuel sur chaque site de recherche.
- **Conception de plusieurs guides sur la gestion collaborative de l'adaptation au changement climatique**, la réalisation d'une descente d'échelle dynamique, l'application de modèles, la priorisation entre les mesures d'adaptation et pour améliorer les collaborations « gagnant-gagnant » entre les chercheurs et les parties prenantes. http://www.projectbingo.eu/output/guidelines
- **Création d'un e-book** qui compile, dans un format facile à lire, tous les résultats produits par BINGO. Il s'adresse aux acteurs impliqués dans les activités liées à l'eau, des chercheurs aux décideurs, et les incite à réfléchir à leur approche du changement climatique, de l'eau, des mesures d'adaptation et de la collaboration. http://www.projectbingo.eu/resources/ebook
- **Publication d'articles scientifiques et de fiches de synthèses.** http://www.projectbingo.eu/content/publications et http://www.projectbingo.eu/content/policy-briefs
- **Elaboration de jeux de rôles**, jeu de bingo sur le projet BINGO. http://www.projectbingo.eu/resources/fun-and-games
- **Réalisation de vidéos et de témoignages** d'acteurs. http://www.projectbingo.eu/content/videos

POUR EN SAVOIR PLUS : http://www.projectbingo.eu/

CONTACT : Ana Estela BARBOSA, aestela@lnec.pt

Merci à Mme Ana Estela Barbosa, chargé de recherche au Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Portugal) pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

BRIO

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *BRIO* - Building Resilience in the Indian Ocean
- **Coordinateurs :** Météo-France (DIROI, Direction Interrégionale de Météo-France pour l'Océan Indien), la Commission Océan Indien (COI, Département Changement Climatique et Environnement Durable), l'Agence Française pour le Développement (AFD, Département changement climatique et environnement durable).
- **Partenaires :** Le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM) de Météo-France, et les universités et centres de météorologie nationaux des pays de la COI.
- **Début du projet :** 2018
- **Fin du projet :** 2021
- **Financement :** financé par la facilité Adapt'Action de l'AFD, elle-même soutenue par le Fonds Vert Climat
- **Zone concernée :** International (bassin sud-ouest de l'Océan Indien jusqu'aux côtes africaines (Mozambique))
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques, formation
- **Thématique :** usages
- **Mots clés :** régionalisation climatique, descente d'échelle, modèles d'impacts, vagues de chaleur, cyclones, indicateurs climatiques

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le bassin sud-ouest de l'océan Indien est régulièrement impacté par des cyclones. Cette région est caractérisée par de nombreuses îles de petite taille au relief très escarpé et qui sont très peuplées. Elle se situe au 3e rang mondial des régions les plus affectées par les évènements climatiques extrêmes. Le besoin en services climatiques apparaît de fait crucial.

Quels seront l'ampleur et la fréquence des aléas climatiques dans le cadre du changement climatique au cours du XXIe siècle ? Comment les petits (Maurice, Agalega, St Brandon, Rodrigues, Seychelles, Comores, Mayotte, La Réunion) et grands (Madagascar) territoires insulaires de la zone peuvent ils s'y préparer ? Les Etats mais aussi les secteurs d'activité climato-sensibles attendent des données climatiques régionalisées et avec une résolution suffisamment fine pour leur permettre d'appréhender les implications du changement climatique sur la santé humaine et animale, la sécurité alimentaire, les réserves en eau, l'érosion des sols, les risques naturels, et la biodiversité.

Le projet BRIO pour "Building Resilience in the Indian Ocean" vise ainsi à développer des projections climatiques haute résolution qui décriront le climat de la région jusqu'à l'horizon 2100. Les modèles climatiques utilisés permettront de dégager des tendances à long terme sur la température, la pluviométrie et l'activité cyclonique dans la région.

ACTIONS

Le projet se base sur des simulations climatiques régionales haute résolution (modèle climatique régional ALADIN-v6 à 12 km de résolution couplé à un modèle global de CMIP6) couvrant

l'ensemble des territoires suivants : Mascareignes, Madagascar, Seychelles, Comores, Mozambique, Tanzanie. Elles portent sur la période historique 1981-2014 ainsi que sur la période future 2015-2100 pour trois scénarios d'émission de gaz à effet de serre.

Les informations issues de ces simulations régionales à très haute résolution sont croisées avec celles issues d'autres simulations globales (CMIP6) avec des résolutions de l'ordre de la centaine de kilomètres ayant subi les traitements statistiques adéquats. Cela permet de disposer de projections climatiques plus robustes (approche multiscénarios) à l'échelle des territoires insulaires avec des applications directes pour les décideurs et les secteurs d'activités impactés par les changements climatiques. L'ensemble des données climatiques seront mises à disposition sur un géoportail.

RÉSULTATS

- **La production d'un ensemble de jeux de données du climat futur** à partir des simulations climatiques globales et/ou régionales disponibles, permettant une meilleure estimation des impacts attendus sur les secteurs d'activités climato-sensibles du sud-ouest de l'Océan Indien. Ces jeux de données incluent les tendances attendues pour chaque scénario en terme de précipitations, températures, sécheresses, inondations, vagues de chaleur et autres indicateurs climatiques sur chaque territoire, mais aussi les futures tendances de fréquence et d'intensité cyclonique sur l'ensemble du bassin. Ils pourront être utilisés dans des modèles d'impact comme cela a été fait en 2021 pour la culture de la canne à sucre (CIRAD, Tereos) et pour l'évolution de la dengue (Université de La Réunion, CIRAD).
- **Une montée en compétence de la région sur le changement climatique** *via* la formation sur 2 ans d'experts nationaux dans les différents pays partenaires (Madagascar, Comores, Maurice et Seychelles) pour l'exploitation des jeux de données climatiques et la production de services climatiques dédiés aux divers usagers.
- **La mise à disposition de l'ensemble des données issues du projet sur un portail en libre accès** (portail régional changement climatique de l'océan Indien) qui verra le jour d'ici avril 2022. Les données seront disponibles au téléchargement sous forme d'informations brutes mais également visualisables à travers le géoportail interactif.
- **L'organisation de forum utilisateurs** pour permettre aux usagers d'exploiter les résultats pour des applications agricoles, sanitaires, énergétiques, hydrologiques, environnementale... et ce, selon les priorités de chaque pays en fonction de leurs principales vulnérabilités au changement climatique.

Un questionnaire destiné aux professionnels exerçant dans les pays membres de la COI a été diffusé en ligne afin de mieux comprendre les besoins en données climatiques : https://docs.google.com/forms/d/1B022IqwS-v3p4vVm817ozmsbmllob2UEp7ZlyzLg3Gc/viewform?ts=5ba8d2dd&edit_requested=true

POUR EN SAVOIR PLUS :

- https://www.commissionoceanindien.org/portfolio-items/brio/?portfolioCats=27
- https://presentations.copernicus.org/EGU21/EGU21-7029_presentation.pdf

CONTACT : Marie-Dominique LEROUX (Météo-France)

Merci à Mme Marie-Dominique Leroux, responsable adjointe division études et climatologie à la Direction Interrégionale de Météo-France pour l'Océan Indien, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

Classes « Eau et Climat » dans les départements de l'Aisne et l'Oise

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** Comprendre, partager, agir pour trouver ensemble des stratégies d'adaptation au changement climatique : des Classes « Eau et Climat » à destination des élus et des agents de collectivités dans les départements de l'Aisne et de l'Oise
- **Coordinateurs** : CPIE des Pays de l'Aisne et CPIE des Pays de l'Oise
- **Partenaires :** Agence de l'eau Seine-Normandie et tous les intervenants
- **Début du projet :** Février 2018
- **Fin du projet :** Décembre 2018
- **Financement :** Agence de l'eau Seine-Normandie
- **Zone concernée :** France (unités hydrographiques dans l'Oise (SAGE de la Nonette) et dans l'Aisne (Communauté de communes du Val de l'Oise))
- **Types d'actions :** formation, sensibilisation, sciences participatives
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, sécheresse, crues, eaux pluviales, qualité de l'eau, milieux aquatiques/biodiversité, usages
- **Mots clés :** adaptation, élus, retours d'expériences, relais, pédagogie active, préservation de la qualité de l'eau, préservation de la biodiversité, réduction de la dépendance à l'eau

CONTEXTE ET OBJECTIFS

À l'échelle du bassin Seine-Normandie, les projections du changement climatique laissent entrevoir divers impacts sur le cycle hydrologique entrainant de nombreuses conséquences. En réponse, l'Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN) a développé en 2016 une stratégie d'adaptation au changement climatique identifiant 5 grands enjeux : réduire la dépendance à l'eau et assurer un développement humain moins consommateur en eau, préserver la qualité de l'eau, protéger la biodiversité et les services éco-systémiques, prévenir les risques d'inondations et de coulées de boue et anticiper les conséquences de l'élévation du niveau de la mer.

C'est dans le cadre de l'initiative 2017 « Education au changement climatique » de l'AESN que l'URCPIE (Union régionale des centres permanents d'initiatives pour l'environnement) de Picardie (désormais URCPIE Hauts-de-France) a déposé un dossier pour l'organisation et la réalisation de Classes « Eau et Climat » à destination des élus et agents de collectivités. Le développement d'actions d'éducation et de formation constitue un bon moyen de faire évoluer les pratiques aussi bien individuelles que collectives.

Il s'agit de sessions de 5 jours, chacune en lien direct avec les enjeux de la stratégie d'adaptation au changement climatique de l'AESN, et articulées autour de rencontres, de visites de site, d'ateliers et autres travaux collectifs.

Ces Classes répondent à plusieurs objectifs qui sont de faire connaître les différents scénarios du changement climatique, les causes et les conséquences globales et locales sur la gestion de la ressource en eau, le cycle de l'eau… Mais aussi identifier les freins et lever les inquiétudes face aux changements, aux adaptations et aux actions à mettre en place pour être résilients face au changement climatique, donner des clés de compréhension quant aux enjeux actuels et locaux, orienter les élus vers une meilleure prise en compte de ces enjeux dans le cadre de leurs activités quotidiennes, inciter aux changements de pratiques par l'intermédiaire d'exemples concrets,

apporter des solutions aux questions des élus sur les thématiques climat et eau et créer un réseau pour fédérer les participants autour de ce thème.

L'objectif final étant de former des personnes motivées pour devenir des relais d'actions en faveur du climat dans l'Aisne et dans l'Oise.

ACTIONS

- **Organisation d'un comité de pilotage** pour mieux connaître les attentes, définir les thèmes, s'accorder sur une méthode de travail concertée et préciser les objectifs à atteindre.
- **Prise de contact avec les territoires, les intervenants, définition des contenus et des méthodes** de pédagogie active employées, communication et gestion des inscriptions.
- **Réalisation des journées** autour de rencontres, témoignages, retours d'expériences, visites de terrain, ateliers et débats. L'animation des différentes journées a systématiquement été pensée autour de la pédagogie active intégrant des conditions d'apprentissage interactives.
- **Evaluation** globale du projet.
- **Envoi d'une newsletter** spécifique pour les informer des dernières actualités tout en conservant un lien avec les connaissances acquises lors de la Classe « Eau et Climat ».

RÉSULTATS

5 journées de la Classe « Eau et Climat » ont été réalisées de septembre à décembre 2018. Au cours des 5 journées, plusieurs documents ont été donnés aux participants. Environ une semaine après chaque journée, un mail était systématiquement transmis aux participants et rassemblait les interventions de la journée, les contacts des intervenants, les sites internet et autres documents évoqués au cours de la journée. Enfin, un livret de bord sous la forme d'une clé USB contenant tous les documents et toutes les photos a été envoyé à chaque participant à la fin de la Classe « Eau et Climat ».

Ces journées ont réuni 19 participants, 21 intervenants provenant de 14 structures différentes et ont proposé 6 visites de sites. Retour de l'un des participants à la Classe « *Je crois que nous sommes les gardiens de l'eau et nous avons le devoir d'aller jusqu'au bout de ce que nous a apporté cette classe* ».

Perspectives

Les participants sont ressortis motivés et, pour la plupart, « *prêts à passer à l'action* » que ce soit en poursuivant simplement certaines actions, en mettant en place de nouveaux projets, en communiquant autour d'eux ou encore, à un niveau plus personnel, en adoptant des éco-gestes. L'aspect communication est également très présent. Une grande majorité souhaitait davantage sensibiliser et informer tous les acteurs de leur territoire pour « *informer localement la population afin de leur donner les moyens d'agir* ».

POUR EN SAVOIR PLUS :

Pour se faire une idée plus précise de l'état d'esprit et des acquis de cette Classe « Eau et Climat », une vidéo reprenant les moments forts de ce dispositif a été réalisée en co-construction avec les participants : https://www.youtube.com/watch?v=MyzM7P_lgXI

CONTACT : Ludivine FENART, l.fenart@cpie-aisne.com

Merci à Mme Ludivine Fenart, chargée de mission au CPIE des Pays de l'Aisne, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

ClimAWARE

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *ClimAWARE* - Impacts of climate change on water resources management – regional strategies and European view
- **Programme :** programme de recherche IWRM-NET
- **Coordinateur :** University of Kassel (Allemagne)
- **Partenaires :** INRAE (Irstea) Antony & Montpellier, EPTB Seine Grands Lacs, Centre International de Haute Études Agronomique Méditerranéennes (Italie), Center for Environmental Systems Research (Allemagne)
- **Début du projet :** Septembre 2010
- **Fin du projet :** Décembre 2013
- **Financement :** programme de recherche IWRM-NET (Integrated Water Resources Management Network), budget total 242 500 €
- **Zone concernée :** Europe (études de cas en France, Allemagne et Italie)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, inondation, sécheresse, usages, aménagement
- **Mots clés :** directive cadre sur l'eau, disponibilité en eau, demande en eau, gestion des ressources en eau, développement durable, hydromorphologie, barrages, irrigation, socio-économie

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les projections climatiques produites par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) dans son cinquième rapport d'évaluation en 2013 indiquent que des changements dans les précipitations et les températures devraient se produire dans toute l'Europe au cours du XXI^{e} siècle, avec une diminution probable de la disponibilité en eau dans de nombreuses régions. Couplée aux changements socio-économiques et démographiques, la demande en eau devrait donc augmenter et des stratégies d'adaptation seront nécessaires pour faire face à ces évolutions.

Dans ce contexte, l'objectif principal du projet ClimAware était d'analyser les impacts du changement climatique sur les ressources en eau, à l'échelle continentale et régionale, afin d'identifier des stratégies d'adaptation efficaces pour améliorer la gestion de l'eau dans différents secteurs socio-économiques. Cela contribue à soutenir les gestionnaires de la ressource en eau, mais également à une mise en œuvre plus efficace de la directive-cadre sur l'eau (DCE).

ACTIONS

- **Sélection de scénarios climatiques et modélisation des ressources en eau actuelles et futures à l'échelle de l'Europe :**

Sélectionner des données appropriées sur le changement climatique et réaliser la modélisation à l'échelle de l'Europe afin de fournir une vue d'ensemble des ressources en eau continentales dans des conditions climatiques et socio-économiques changeantes. La combinaison de modèles climatiques et de scénarios sélectionnés permet de créer des projections quantitatives à long terme

des débits des rivières et de cinq secteurs différents d'utilisation de l'eau, ce qui permet de réaliser une évaluation globale.

- **Etudes de cas** concernant des problèmes de gestion de l'eau dans trois régions différentes :
  - La rivière Eder en Allemagne pour examiner si l'objectif environnemental de la DCE peut être rempli dans une section typique de la rivière en considérant le changement climatique.
  - Le bassin de la Seine en France pour évaluer les effets du changement climatique sur la gestion des grands lacs de Seine permettant le soutien des étiages et l'atténuation des crues.
  - La région des Pouilles en Italie pour voir l'impact du changement climatique sur l'utilisation de l'eau pour l'agriculture.

- **Combinaison et analyse des résultats** de la modélisation à l'échelle européenne et à ceux des études de cas afin de fournir une vision intégrée des ressources en eau actuelles et futures.

RÉSULTATS

- **Points clés :**
  - Les scénarios sélectionnés sont **deux scénarios différents et opposés liés à l'eau**, appelés *Economy First* (EcF) et *Sustainability Eventually* (SuE) : en appliquant ces deux scénarios socio-économiques différents, un large éventail de futurs possibles de la ressource en eau a pu être envisagé dans le cadre du projet ClimAware.
  - **Des modélisations européennes à l'horizon 2050** pour la disponibilité en eau, l'évolution des débits, les prélèvements d'eau et le stress hydrique, ont été réalisées avec trois modèles de circulation générale (GCM).

- **Exemple de l'étude de cas sur la Seine :**
  - Tendances hydrologiques en conditions naturelles : les trois quarts des simulations indiquent une **baisse comprise entre 15 % et 30 % du débit moyen annuel** dans le futur (2046-2065). Les résultats indiquent une **augmentation de la sévérité et de la longueur des étiages**, mais annoncent également des hautes eaux et des fortes crues très incertaines.
  - Malgré une gestion plus adaptée, les indicateurs de performance montrent **l'impact du changement climatique sur l'étiage**. On peut s'attendre à ce que le seuil d'alerte en étiage (le premier seuil impliquant des restrictions d'usage de l'eau) soit atteint 5 % du temps dans le futur, alors qu'il ne concerne que 1 à 2 % du temps actuellement.
  - **Conclusion au regard de la DCE :** cette baisse de débits à l'étiage pourrait remettre en cause le « bon état » des eaux (ex : concentrations des pollutions diverses dans l'eau plus importantes).

Pour les trois études de cas, des rencontres entre les partenaires impliqués ont été réalisées afin de discuter des résultats et des stratégies d'adaptations pour la gestion des ressources en eau.

POUR EN SAVOIR PLUS :

L'ensemble des résultats de la modélisation à l'échelle européenne et des études de cas sont disponible dans le rapport final : http://www.iwrm-net.eu/sites/default/files/Climaware%20Final%20Report_web.pdf

CONTACT : Guillaume THIREL, guillaume.thirel@inrae.fr

Merci à M. Guillaume Thirel, chargé de recherche changements climatiques et modélisation hydrologique à INRAE, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

Conscéquans

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *Conscéquans* - Construction et analyse par modélisation de scénarios de gestion quantitative à différentes échelles et robustesse des ouvrages à la source face aux changements globaux
- **Programme :** Accord-cadre de coopération Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR) et Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
- **Coordinateurs :** INRAE (RiverLy) et INSA (DEEP)
- **Début du projet :** 2019
- **Fin du projet :** 2021
- **Financement :** Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
- **Zone concernée :** France (bassin du Rhône)

- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques
- **Thématiques :** eaux superficielles, aménagement, eaux pluviales, sécheresse, crues
- **Mots clés :** bassin versant périurbain, urbanisation, observatoire, évapotranspiration, infiltration à la source, gestion des eaux pluviales, rivière, réseau d'assainissement, scénarios

CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'infiltration à la source est maintenant une pratique de gestion des eaux pluviales mise en place par les collectivités urbaines. Il s'agit d'installer dans le paysage urbain des ouvrages d'infiltration de type noue, parking infiltrant, puits d'infiltration, chaussée réservoir, tranchée, toiture végétalisée... permettant d'infiltrer, de retenir et/ou de retarder les eaux de pluie afin d'éviter la saturation des réseaux d'assainissement et les rejets dans les milieux récepteurs. Cependant, l'état des connaissances est encore limité sur l'impact de la généralisation de ces pratiques à l'échelle d'un bassin versant, leur robustesse sur le long terme dans un contexte de changement climatique, et la quantification de l'effort à consentir pour une désimperméabilisation réussie.

Le projet Conscéquans a pour objectif de quantifier l'impact des techniques d'infiltration à la source sur les différentes composantes du cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant urbanisé et sur le long terme, dans un contexte de changement global (climat et occupation du sol). Il s'appuie sur des outils de simulation numérique et les données expérimentales acquises sur les sites de l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine (OTHU).

ACTIONS

Les principales étapes du projet :

- **Construction et validation d'un modèle générique** de fonctionnement hydrologique local d'un ouvrage d'infiltration à la source.
- **Intégration de ce modèle en tant que composante du modèle hydrologique distribué périurbain** J2000P, appliqué et validé sur un sous-bassin du bassin versant de l'Yzeron (22 km^2), pour la période présente (1997-2019).

- **Construction de scénarios croisés de changement global** (climat/ urbanisation/ gestion des eaux pluviales).
- **Réalisation de 640 simulations continues** à l'aide de J2000P en croisant ces scénarios. Les résultats sont analysés en termes d'indicateurs hydrologiques à l'échelle du bassin versant (débit dans le cours d'eau, dans le réseau, recharge de la nappe…).

RÉSULTATS

- **A l'issue du projet trois livrables sont produits :**
  - un rapport scientifique complet, qui présente l'ensemble des résultats (à venir) ;
  - un résumé opérationnel de quatre pages reprenant les principaux résultats, co-rédigé avec les acteurs opérationnels faisant partie du comité de suivi du projet (Métropole de Lyon, SAGYRC, SIAHVY) (à venir) ;
  - un article scientifique en cours de rédaction.
- **Résultats en climat présent (urbanisation / déconnexion) :**

L'urbanisation, de par l'imperméabilisation, diminue les débits en rivière (en bloquant l'infiltration de la pluie), de l'ordre de -5% à -10%, et augmente les pics de ruissellement, particulièrement en été. Les débits en réseau d'assainissement sont très impactés, avec une forte augmentation de la fréquence et des volumes rejetés au milieu par les déversoirs d'orages (allant jusqu'à +200%), dans le cas d'une gestion traditionnelle « tout tuyau ». La mise en place de l'infiltration des eaux pluviales à la source permet de compenser les effets de l'imperméabilisation. Une politique de déconnexion ambitieuse (un tiers des surfaces imperméables existantes) permet de ramener le volume et la fréquence des rejets sous la situation actuelle, malgré l'urbanisation nouvelle.

- **Résultats en climat futur :**

Le changement climatique (réchauffement et modification de la pluviométrie) impacte très fortement le régime d'écoulement du ruisseau : diminution des débits en juillet-aout (-20%, -50% en moyenne), fluctuations autour de la situation actuelle ou légère baisse selon des scénarios de décembre à mai (quelques %), et augmentations prononcées des débits en juin et septembre (+20%, +25% en moyenne). Les rejets du réseau vers le milieu, en gestion tout tuyau, augmentent dans tous les scénarios climatiques testés (jusqu'à +50% dans le pire des cas). L'infiltration à la source permet de compenser les effets du changement climatique en réseau : la déconnexion d'un tiers de l'existant permet de ramener la fréquence et les volumes rejetés sous leurs niveaux actuels. En revanche, les effets du climat sur le débit en rivière ne peuvent être compensés par la seule gestion du ruissellement urbain, car sa part dans le bilan total du bassin versant est trop faible.

- **Conclusion :**

Les ouvrages d'infiltration à la source des eaux pluviales sont à développer le plus possible et permettront de rendre résilients les réseaux d'assainissement face aux changements futurs globaux, urbanisation et changement climatique cumulés. En revanche, on ne peut s'attendre à une compensation des effets du changement climatique sur le régime d'écoulement de la rivière par les ouvrages de gestion à la source.

CONTACT : Flora BRANGER - flora.branger@inrae.fr , Jérémie BONNEAU - jeremie.bonneau@inrae.fr

---

Merci à Mme Flora Branger, hydrologiste à INRAE, et M. Jérémie Bonneau, post-doctorant à INRAE, pour leur collaboration à la rédaction de cette fiche.

Dem'Eaux

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *Dem'Eaux* - Caractérisation transdisciplinaire d'un aquifère côtier complexe, pour une exploitation maitrisée et durable de sa ressource en eau en contexte méditerranéen
- **Coordinateur :** BRGM
- **Partenaires :** 4 établissements de recherche (BRGM, Université de Perpignan Via Domitia, INRAE (UMR GEAU), Université de Montpellier) ; 4 entreprises (BRL Ingénierie, Fugro GEOTER, Yellow Scan, Synapse Informatique) ; 2 organismes de gestion (Syndicat Mixte des Nappes de la Plaine du Roussillon et Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Têt)
- **Début du projet :** 1er janvier 2017
- **Fin du projet :** 31 décembre 2021
- **Financement :** 5,8 millions d'euros, financés à 20% par l'Etat et la Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée, à 15% par le fonds européen FEDER et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, à 5% par Perpignan Méditerranée Métropole et à 3% par le Conseil Départemental des Pyrénées Orientales. Le reste du financement du projet (57%) est apporté grâce à la participation financière de la plupart des partenaires.
- **Zone concernée :** France (Département Pyrénées Orientales - territoire de la Plaine du Roussillon (1 000 km²))
- **Types d'actions :** modélisation, suivi/mesures, projections climatiques, sensibilisation
- **Thématiques :** eaux souterraines, eaux côtières, usages, qualité de l'eau
- **Mots clés :** aquifère côtier, bassin méditerranéen, modèle hydrodynamique, synthèse de données, analyse statistique et historique, intrusion saline, co-construction, socio-économie

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Plus de 80 millions de m^3 d'eau souterraine sont prélevés chaque année dans les nappes de la plaine du Roussillon (850 km²). Cette ressource est d'abord destinée à l'alimentation en eau potable, dont la demande a connu une forte augmentation depuis les années 1950 avec le doublement de la population. A cela s'ajoute un tourisme estival qui s'est développé et les 13 000 hectares de terres qui sont irriguées sur cette zone, principalement à partir de ressources de surface mais aussi à partir de cette ressource souterraine.

L'aquifère Plio-Quaternaire du Roussillon est un aquifère multicouche, sur une épaisseur pouvant atteindre 300 m. Le projet Dem'Eaux Roussillon a réuni de nombreux experts afin de décrire cet aquifère et son exploitation, à terre et en mer, et comprendre ses interactions avec le climat, les eaux de surface et la mer.

ACTIONS

- **Production d'un modèle géologique de l'aquifère** à partir d'une étude sur le terrain.
- **Réalisation de campagnes de mesures de terrain**, de bilans des flux dans les cours d'eau et les canaux et de modélisation de la réaction des aquifères aux pompages, afin de comprendre la nature des échanges entre les eaux souterraines et les eaux de surface, et entre les différentes formations aquifères.
- **Installation de deux observatoires hydro-géophysiques**, l'un en bord de mer (Dem'Mer) et l'autre dans les terres (Dem'Ter), pour observer les liens entre processus d'échanges entre nappes superposées, de salinisation des aquifères, de recharge et pollutions anthropiques.
- **Mise en place d'un dispositif de suivi granulométrique du transport solide** couplé à l'observation de la dynamique hydraulique (marée, vagues, courants) et sédimentaire (suivi du

trait de côte) afin d'observer les interactions entre eaux de surface et mer en période de tempête. Et d'explorer l'influence de la dynamique littorale sur les processus d'intrusion saline.

- **Réalisation d'une synthèse des données historiques** (1960 à nos jours) sur l'évolution de l'état quantitatif et qualitatif des eaux souterraines, qui a abouti à la production de nombreuses cartes afin de mieux comprendre les mécanismes au sein de l'aquifère et notamment l'impact des pompages.
- **Caractérisation détaillée des usages de l'eau pour l'agriculture et l'alimentation des populations** afin de documenter au mieux l'influence des prélèvements sur le comportement des nappes de l'aquifère. Des analyses économiques exploratoires sur l'abaissement du niveau des nappes en l'absence d'irrigation par les canaux ont permis d'obtenir des ordres de grandeurs monétaires des services rendus par ces derniers. **Des modèles probabilistes d'estimation des besoins en eau domestique et touristiques** basés sur des données démographiques, urbanistiques, de consommation et de comportement des populations ont permis de quantifier cet usage à l'échelle de l'ensemble de l'aquifère. Enfin **une tentative de modélisation hydro-économique** a été lancée pour intégrer et spatialiser les demandes en eau domestique et leur évolution temporelle et les confronter aux ressources en eau disponibles, avec une prise en compte des infrastructures permettant de les capter et les distribuer. Ce type de modélisation vise à déterminer dans quelles conditions l'on pourra envisager de satisfaire les demandes en eau potable dans le futur et à quel coût. Il permet par exemple de mettre en évidence les secteurs qui seraient potentiellement sous-tension.
- **L'ensemble des données, outils et scénarios sont co-construits et partagés** avec les gestionnaires et les organismes de distribution de l'eau du territoire.

RÉSULTATS

L'ensemble des données et connaissances acquises ont permis de proposer un **modèle conceptuel du comportement des eaux souterraines de l'aquifère** Plio-Quaternaire de la Plaine du Roussillon. Ce modèle conceptuel sert de **guide pour la construction d'un modèle hydrodynamique** qui permettra de simuler le comportement des niveaux piézométriques, d'évaluer la ressource disponible, d'estimer l'importance du risque d'intrusions salines sur l'exploitation de l'aquifère et d'explorer l'évolution future de son exploitation en contexte de changement global (changement climatique et évolution des usages).

Un portail numérique de concentration, visualisation et mise à disposition des données disponibles, acquises et des outils et modèles produits dans le cadre du projet a été réalisé. De nombreuses données et résultats sont visualisables et exportables. Ce portail représente donc un outil de connaissance et de diagnostic de la situation hydrologique du territoire de la plaine du Roussillon, qu'il sera tenté de pérenniser dans la durée, à la fin du projet.

Perspectives

Les perspectives pour les travaux réalisés sont de poursuivre et d'améliorer la construction du modèle hydrodynamique, notamment par l'intégration d'une modélisation spécifiquement dédiée aux intrusions salines et de travailler au couplage du modèle résultant dans l'outil d'optimisation hydro-économique mis en place pour pouvoir étudier l'intérêt de mettre en œuvre des scénarios d'adaptation au climat et aux usages de l'eau futurs.

POUR EN SAVOIR PLUS :

L'ensemble des livrables du projet (rapports, outils, livret-guide) seront proposés d'ici la fin du projet (31/12/2021) et accessibles en téléchargement libre sur le site : https://www.brgm.fr/fr/projet-cours/dem-eaux-roussillon

CONTACT : Yvan CABALLERO, y.caballero@brgm.fr

Merci à M. Yvan Caballero, hydrogéologue dans l'UMR GEAU, BRGM (DEPA/NRE), pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

DEMOCLIM

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *DEMOCLIM* - Etude des impacts du changement climatique sur les ressources en eau bretonnes : Approche méthodologique pour aborder un diagnostic climatique territorial.
- **Coordinateur :** Creseb
- **Partenaires :** Université de Rennes 2 (LETG), Météo-France
- **Début du projet :** 2020
- **Fin du projet :** 2021
- **Financement :** financé par la Région Bretagne
- **Zone concernée :** France (Bretagne)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques
- **Thématique :** sécheresse
- **Mots clés :** pluviométrie, évapotranspiration, indicateurs, guide, adaptation, étude HMUC (hydrologie, milieux, usages, climat), disponibilité en eau

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Face aux effets du changement climatique, la question de la gestion quantitative de l'eau vis-à-vis de l'évolution de la disponibilité de la ressource émerge de plus en plus. La compréhension des processus, des différents scénarios et des modèles climatiques étant complexe, les acteurs-décideurs en matière de gestion de l'eau, d'aménagement ou développement territorial sont en attente d'éclairages pour élaborer leurs stratégies d'adaptation.

Le projet DEMOCLIM traite de la disponibilité en eau face à l'évolution des évènements climatiques impactant l'évapotranspiration et le bilan hydrique (c'est-à-dire la différence entre la quantité d'eau fournie à une plante et celle qui lui est nécessaire), à des horizons de 25 à 100 ans sur la région Bretagne.

L'objectif du projet est **d'analyser les données passées du climat**, ainsi que de **modéliser l'évolution future de la ressource en eau** pour **proposer des indicateurs climatiques** pertinents aux gestionnaires. Ces indicateurs permettront d'**évaluer les effets du changement climatique** au niveau de leurs bassins versants et de les aider à mettre en place une **stratégie d'adaptation.**

ACTIONS

DEMOCLIM s'est déroulé en deux phases :

- La proposition d'une méthode d'analyse des données de pluviométrie et des indicateurs pertinents, à partir d'une **approche exploratoire** sur quatre bassins versants de la région Bretagne (l'Odet, le Blavet, la Rance et la Seiche).
- La réalisation d'un **guide méthodologique** afin d'aider les gestionnaires de l'eau à réaliser des études intégratrices de la dimension climatique, telles que les études HMUC.

RÉSULTATS

- **Résultats de l'approche exploratoire :**

Ce premier travail a permis de montrer les impacts du changement climatique sur la pluviométrie en Bretagne, avec une comparaison des données de quatre bassins versants. Il montre l'intérêt de mener une étude climatique afin d'acquérir des informations supplémentaires sur le climat breton

actuel et son évolution, mais aussi toute la difficulté et les incertitudes qui demeurent, notamment concernant l'impact des futurs épisodes de sécheresse et de crue sur la gestion de l'eau.

Points et chiffres clés :

- **Une diversité de la répartition des pluies en Bretagne :**
  - Cumuls de pluie généralement deux fois plus élevés sur l'ouest du Massif armoricain que sur le bassin rennais.
- **Evolution des cumuls de précipitation en comparant les périodes 1961-1990 et 1991-2019 :**
  - évolution des cumuls de précipitation annuels à la **hausse**, globalement de **+8% ;**
  - **intensification des pluies estivales ;**
  - Tendance à l'augmentation des cumuls en saison de recharge (octobre à mars) et à la stabilité en saison d'étiage.
- **Risque de sécheresse accru :**
  - Hausse des besoins en eau du sol, à travers **l'ETP : l'évapotranspiration a augmenté de plus de 10 %,** principalement sur les mois d'été, dû à l'augmentation globale de la température ;
  - Tendance à l'augmentation **du risque de sécheresse** principalement à l'Est Bretagne, masqué par les évolutions du cumul observées.

Pour plus d'informations : https://www.creseb.fr/voy_content/uploads/2021/05/DEMOCLIM-maj_LAmiot_20210602.pdf

- **Guide méthodologique pour la mise en place d'un diagnostic climatique territorial**

Un **guide méthodologique** a été réalisé pour que les gestionnaires en charge de diagnostics climatiques à l'échelle de leur territoire puissent mener des études fines, cohérentes et qui prennent en compte les incertitudes. Le volet « Climat » de ces études nécessite de réaliser un **diagnostic climatique territorial** afin de mieux caractériser la disponibilité future de la ressource en eau sur ces territoires. https://www.creseb.fr/voy_content/uploads/2021/07/LAmiot_Diagnostic-climatique-territorial_Guide-methodologique_072021.pdf

Ce guide méthodologique présente en détail la trame à respecter pour la mise en place des différentes étapes d'un **diagnostic climatique territorial** : acquisition des données, étude des séries historiques et étude des données futures obtenues par simulation.

19 fiches méthodologiques sont associées au guide afin de préciser certaines notions climatiques ainsi que certains indicateurs : répondre aux questionnements autour de la série de données, aider à l'utilisation des indicateurs climatiques, prendre en compte les risques climatiques et étudier les tendances climatiques.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- https://www.creseb.fr/projet-democlim/
- Vidéo dans le cadre du projet : « Approche méthodologique pour aborder un diagnostic climatique territorial sous la dimension « ressource en eau » : https://www.youtube.com/watch?v=5YyLHK2tLbA

CONTACT : creseb@bretagne.bzh, Louis AMIOT - louis.amiot@univ-rennes2.fr, Vincent DUBREUIL - vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr

Merci à M. Vincent Dubreuil, enseignant chercheur à l'Université Rennes 2, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** Étude de la faisabilité de la recharge artificielle sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse
- **Programme :** convention de recherche et développement entre le BRGM et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse (RMC)
- **Coordinateurs :** BRGM, Agence de l'eau RMC
- **Début du projet :** 2016
- **Fin du projet :** 2019
- **Financement :** Agence de l'eau RMC, BRGM
- **Zone concernée :** France (bassin Rhône Méditerranée Corse)
- **Types d'actions :** sensibilisation, modélisation, suivi/mesures, expérimentation
- **Thématiques :** eaux souterraines, sécheresse, usages, qualité de l'eau
- **Mots clés :** recharge artificielle, volumes prélevables, stockage, cartographie, recommandations, alimentation en eau potable, gestion quantitative, faisabilité économique

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les eaux souterraines constituent une ressource essentielle pour l'économie des territoires du bassin Rhône-Méditerranée-Corse (RMC), et sont utilisées pour satisfaire de nombreux usages, pouvant engendrer des situations de déséquilibres structurelles sur certaines masses d'eau. Pour y faire face, les gestionnaires définissent des volumes maximum prélevables, et en fonction organisent les économies d'eau nécessaires ou mettent en place des ressources de substitution (création de retenues collinaires, transfert de ressources depuis un bassin non déficitaire). Pour contribuer à atteindre l'objectif de « bon équilibre quantitatif » sur les masses d'eau en conciliant les besoins des usages et des milieux aquatiques « en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir » prévu par le SDAGE Rhône-Méditerranée (2016-2021), une solution complémentaire, encore peu explorée en France, pourrait être lorsque la situation s'y prête, d'avoir recours à **la recharge artificielle d'aquifère (RA)**. Cette technique consiste à « introduire de manière volontaire et maitrisée de l'eau dans une nappe pour augmenter sa recharge naturelle, en vue d'une utilisation ultérieure »[3]. Les objectifs de la recharge artificielle sont d'assurer un stockage supplémentaire ainsi que de restaurer ou de maintenir le bon état quantitatif et qualitatif d'une nappe. La recharge artificielle représente donc une solution à étudier lors de l'élaboration des plans d'adaptation au changement climatique, ce dernier entraînant une baisse significative de la recharge naturelle des nappes.

Le projet a suscité des réflexions sur la mise en place de la recharge artificielle des aquifères dans les territoires en déficit quantitatif et à vérifier les possibilités de recours à ces solutions dans le bassin RMC.

[3] http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-67534-FR.pdf

ACTIONS

Ce projet est divisé en deux phases :

- *1ère phase :*
  - ➡ Analyse d'expériences choisies en France et à l'international afin de mettre en évidence l'intérêt de la recharge artificielle.
  - ➡ Cartographie des zones potentiellement favorables à la recharge artificielle d'un point de vue purement technique à l'échelle du bassin RMC.
- *2e phase* : évaluation de la faisabilité technique et économique d'un dispositif de recharges artificielles sur plusieurs territoires locaux test, pour en tirer des conclusions et recommandations suffisamment généralisables.

Le projet s'est conclu par un séminaire organisé à l'Agence de l'eau RMC le 29 janvier 2019, réunissant bureaux d'étude, collectivités territoriales, syndicats de bassin, instituts de recherche, sociétés fermières et autres acteurs de la gestion de la ressource en eau.

RÉSULTATS

- **Réalisation de cartes de faisabilité** (critères physiques et critères de contraintes d'occupation du sol) de la recharge artificielle (directe, de type forages d'injection et indirecte, de type bassin d'infiltration) des aquifères à l'échelle du bassin RMC.
- **Sélection et analyse de quatre territoires tests** afin d'évaluer la faisabilité technique, économique et institutionnelle de projets de recharge artificielle. Ces territoires ont été considérés comme favorables à la recharge artificielle. La disponibilité, les caractéristiques et l'objectif de volume annuel de recharge de la ressource en eau de surface ont été définis afin d'aborder la mise en place de dispositifs de recharge en termes de superficie et de transfert de l'eau, en fonction du volume de recharge.
- **Une méthode de cartographie des coûts unitaires d'infiltration** (€/m3) a été développée et appliquée en chaque point des territoires tests ont également été réalisées.
- **Mise à disposition d'un rapport de recommandations pour l'analyse de la préfaisabilité de la recharge de nappe au moyen d'eau de surface** : ce guide méthodologique présente les méthodes pour installer au mieux un dispositif de recharge artificielle indirecte.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Analyse de la faisabilité technique et économique de la recharge artificielle : illustration sur des territoires test du bassin RMC – rapport final : http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-68551-FR.pdf
- « Mapping Economic Feasibility of Managed Aquifer Recharge » Jean-Christophe Maréchal, Madjid Bouzit, Jean-Daniel Rinaudo, Fanny Moiroux, Jean-François Desprats, Yvan Caballero https://www.mdpi.com/2073-4441/12/3/680
- Recommandations pour l'analyse de la préfaisabilité de la recharge de nappe au moyen d'eau de surface : application au bassin RMC – rapport final : http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-68662-FR.pdf

CONTACT : Jean-Christophe MARECHAL, BRGM, jc.marechal@brgm.fr

Merci à M. Jean-Christophe Maréchal, responsable de l'unité Nouvelles ressources en eau et économie au BRGM, et à M. Laurent Cadilhac, expert eaux souterraines à l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, pour leur collaboration à la rédaction de cette fiche.

Explore 2070

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *Explore 2070* – volet Hydrologie de Surface
- **Coordinateur :** BRLi
- **Partenaires :** BRLi, INRAE (Irstea), Météo-France
- **Début du projet :** juin 2010
- **Fin du projet :** octobre 2012
- **Financement :** financé par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du ministère en charge de l'écologie
- **Zone concernée :** France (métropole et Outre-Mer)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, sécheresse, crues
- **Mots clés :** cycle de l'eau, température de l'eau, débit, analyse statistique

CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'objectif est de réaliser une évaluation de l'impact possible du changement climatique sur le débit des cours d'eau et la température de l'eau à l'horizon 2046-2065 en France métropolitaine et 2040-2070 sur les départements d'Outre-mer, par rapport à un état de référence (1961-1990). L'évaluation a été réalisée sur la base d'un scénario du GIEC sur les émissions de gaz à effet de serre (scénario médian A1B) et d'un ensemble de modèles climatiques et hydrologiques.

ACTIONS

Une chaîne de modélisation a été mise en place afin de produire des simulations de débits journaliers en temps présent (1962-1991) et en temps futur (2046-2065) au droit de 1522 points de calcul sur le réseau hydrographique de la métropole.

Sept modèles climatiques globaux (représentations numériques de la planète et des interactions entre ses différents réservoirs qui modulent le climat : l'atmosphère, l'océan et les surfaces continentales), forcés par le scénario d'émission de gaz à effet de serre A1B (médian en termes d'évolution de la température de l'atmosphère), ont été utilisés pour **simuler le climat présent et le climat futur** au droit des points de calcul, sous la forme de **séries de précipitation, température et évapotranspiration potentielle** (ETP). Afin d'obtenir des valeurs locales sur des mailles de 8 km x 8 km, une méthode de descente d'échelle statistique a été appliquée aux résultats.

Ces sorties des modèles climatiques ont été utilisées en entrée de deux modèles hydrologiques (un modèle de type conceptuel : GR4J et un modèle à base physique : Isba-Modcou) afin de simuler les débits présents et futurs possibles aux exutoires des bassins, et donc d'appréhender les changements hydrologiques possibles en ces points. Pour chacun des 1522 points de calcul, **une fiche synthétisant les résultats obtenus** en termes d'évolutions climatiques et hydrologiques, caractérisées par une vingtaine d'indicateurs statistiques, a été produite.

L'utilisation de plusieurs modèles a eu pour but de cerner une part de l'**incertitude** inhérente à ce type d'approche.

Selon les points de calcul, de 7 à 14 projections hydrologiques ont pu être établies, permettant de qualifier la dispersion des projections et leur fiabilité associée. Comme toute approche prospective, cette démarche de modélisation repose sur un certain nombre d'hypothèses fortes, qu'il convient de rappeler lors de l'exploitation des résultats pour mieux en évaluer les limites.

Une démarche similaire a été mise en œuvre sur un ensemble de bassins de la Réunion, la Martinique, la Guadeloupe et la Guyane. Cependant, la connaissance hydroclimatique limitée de ces régions en temps présent et futur et les difficultés de modélisation associées limitent la portée de ces travaux.

Les travaux sur la **température de l'eau** en métropole ont été conduits par l'utilisation de modèles statistiques liant températures de l'air, débits et températures de l'eau.

RÉSULTATS

Sur la métropole, les résultats obtenus indiquent :

- **Une augmentation possible des températures moyennes de l'air** de l'ordre de +1.4°C à + 3°C selon les simulations sur l'ensemble de la métropole.
- **Une évolution incertaine des précipitations**, la plupart des modèles s'accordant cependant sur une tendance à la baisse des précipitations en été sur l'ensemble de la métropole, en moyenne de l'ordre de -16% à -23%.
- **Une diminution significative globale des débits moyens annuels** à l'échelle du territoire, de l'ordre de 10% à 40% selon les simulations, particulièrement prononcée sur les bassins Seine-Normandie et Adour-Garonne.
- Pour une grande majorité des cours d'eau, **une diminution des débits d'étiage** encore plus prononcée que la diminution à l'échelle annuelle.
- **Des évolutions plus hétérogènes** et globalement moins importantes sur **les crues**.

Perspectives

Les résultats du projet Explore 2070 sur les projections hydro-climatiques et la stratégie d'adaptation, ont suscité le désir d'aller plus loin avec le nouveau projet **Explore2** (démarrage en juillet 2021). Outre refonder les calculs sur la **base de données du GIEC plus récentes** (CMIP5, dont les premiers résultats ont été communiqués en 2013), le projet Explore2 ambitionne **une plus forte concertation** avec les utilisateurs des résultats (comités de bassin, agences de l'eau, collectivités, bureaux d'étude, etc.). Explore2 prévoit également de **multiplier les points de calcul des débits** (limité à 1522 dans Explore 2070) le long du réseau hydrographique et de fournir ainsi des résultats sur des petits bassins versants non jaugés.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- Site internet Explore 2070 : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/44
- Site internet Explore2 : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244

CONTACT : Eric SAUQUET - eric.sauquet@inrae.fr (volet scientifique Explore2), Sonia SIAUVE - s.siauve@oieau.fr (volet accompagnement Explore2)

Merci à M. Eric Sauquet, chef de département adjoint AQUA- RiverLy, à INRAE au centre de centre Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

HYCCARE

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre du projet :** *HYCCARE*- HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation, Ressource en Eau
- **Programme :** Gestion et impacts du changement climatique (GICC)
- **Coordinateur :** Alterre Bourgogne Franche-Comté
- **Partenaires :** Université de Bourgogne, CNRS, INRA, AgroSup Dijon, BRGM, Université François Rabelais de Tours, Université Pierre et Marie Curie de Paris
- **Début du projet :** Octobre 2012
- **Fin du projet :** Avril 2016
- **Financement :** Financé par le Ministère de la transition écologique, les agences de l'eau Loire-Bretagne, Seine-Normandie et Rhône Méditerranée Corse, ainsi que l'ADEME Bourgogne
- **Zone concernée :** France (Bourgogne)
- **Types d'actions :** modélisation, sensibilisation, projections climatiques
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, usages, sécheresse
- **Mots clés :** adaptation, connaissances, aide à la décision, socio-économie

CONTEXTE ET OBJECTIFS

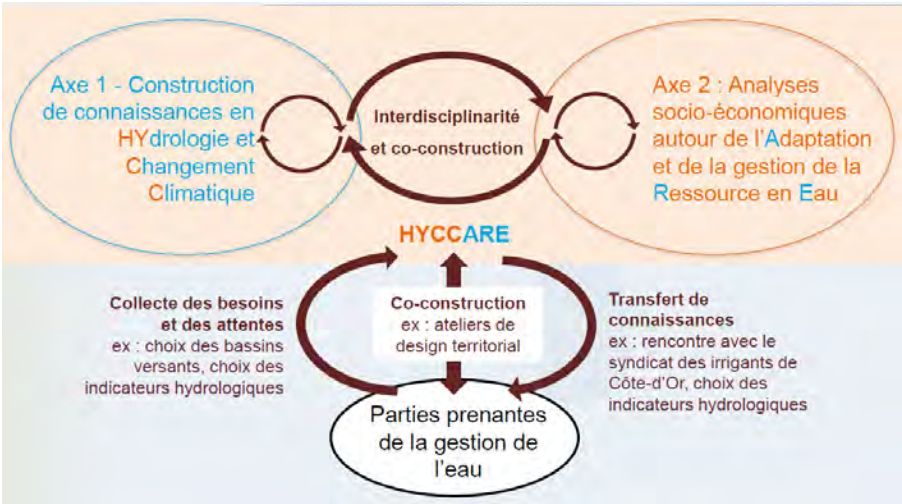
Face aux impacts du changement climatique, les connaissances ont besoin d'être précisées à des échelles plus locales que celles déjà construites aux échelles internationales et nationales, puisque c'est au niveau des territoires que les impacts se font le plus ressentir.

Le projet HYCCARE Bourgogne a pour objectif de mettre à disposition des outils permettant de mieux prendre en compte le changement climatique dans la gestion de l'eau, à destination des décideurs locaux. C'est un projet de recherche-action, partenarial et pluridisciplinaire.

ACTIONS

Le projet HYCCARE Bourgogne a été construit autour de deux axes :

- La **construction de connaissances** relatives au changement climatique et à ses impacts sur la ressource en eau en Bourgogne (débits et réserve en eau des sols) :
  - **Analyse des observations des années passées**, en continu et à une échelle locale.
  - **Construction d'une chaîne de modélisation hydro-climatique** pour réaliser des simulations en continu jusqu'à l'horizon 2100, à une échelle fine pour correspondre à la gestion de l'eau territoriale. Cette modélisation a été testée sur 13 bassins versants pour les débits et sur trois bassins versants pour la réserve utile des sols en eau.



Projet HYCCARE – Source : Alterre Bourgogne -Franche-Comté

Finalité : *avoir des données sur le climat et ses impacts sur la ressource en eau, en continu, à une échelle locale.*

- L'**analyse socio-économique** des territoires face au changement climatique et à ses impacts sur la ressource en eau :
  - Analyse des impacts sur les activités, à travers des études de cas.
  - Étude des perceptions et des dynamiques locales autour du changement climatique, sur trois territoires de SAGE (Schéma d'aménagement et de gestion des eaux), à travers des ateliers de design territorial.
  - Intégration du changement climatique dans les politiques de l'eau en région et sur cinq territoires d'études.

Finalité : *identifier les freins et les leviers de l'adaptation pour la gestion de l'eau.*

RÉSULTATS

- **Points clés :**
  - La température connaît une hausse brutale lors d'une rupture climatique en 1987-1988. Les débits moyens des cours d'eau sont en baisse par rapport à ceux mesurés avant la rupture, pour des précipitations qui restent inchangées. L'évapotranspiration des plantes a augmenté avec la hausse des températures, ce qui nécessite une augmentation de l'eau nécessaire aux plantes et a ainsi pour conséquence une diminution de l'eau qui s'infiltre dans les nappes et alimente les cours d'eau. Sur les 20 cours d'eau bourguignons étudiés, la diminution des débits est en moyenne de 11 % avec un pic allant jusqu'à 40 % en juillet.
  - Des simulations, réalisées dans le cadre d'HYCCARE Bourgogne avec le scénario du GIEC le plus « pessimiste » en termes d'émissions de gaz à effet de serre, montrent que le réchauffement pourrait se poursuivre par ruptures et paliers, avec une accélération dans la seconde moitié du siècle et pourrait atteindre 4°C à l'horizon 2071-2100, entrainant probablement une baisse du débit des cours d'eau encore plus importante.
- **Plusieurs ressources ont été produites afin de diffuser la connaissance :** rapport final du projet, vidéos, rapports scientifiques, publication Repères et fiches de synthèse sur les effets du changement climatique en Bourgogne. Les connaissances sont accessibles en ligne (sur le site d'Alterre, la plateforme AGORA, le Centre de Ressources pour l'adaptation au changement climatique…)
- **Plusieurs rencontres et ateliers ont été réalisés**, permettant d'échanger les points de vue entre chercheurs et acteurs de la gestion de l'eau. Ils ont permis notamment de prendre en compte les attentes et besoins réels des acteurs de terrain, d'aider à la compréhension du sujet et de décloisonner les approches.
- **Des « Ateliers du climat » ont été mis au point à la suite d'HYCCARE**. Il s'agit d'un outil de diagnostic partagé et de mobilisation des acteurs pour inscrire l'adaptation au changement climatique dans un projet de territoire.
  https://www.alterrebourgognefranchecomte.org/f/mediatheque/11201/fiche/

POUR EN SAVOIR PLUS

- https://www.alterrebourgognefranchecomte.org/r/127/projet-de-recherche-hyccare/
- Rapport final :
  https://www.alterrebourgognefranchecomte.org/_depot_alterrebourgogne/_depot_arko/basesdoc/4/208063/rapport-final-d-hyccare.pdf
- Repères "Impacts climatiques : quelle eau pour demain ?"
  https://www.alterrebourgognefranchecomte.org/f/mediatheque/10513/impacts-climatiques-quelle-eau-pour-demain-/

CONTACT : Camille BUYCK, c.buyck@alterrebfc.org

Merci à Mme Camille Buyck, chargée de mission Adaptation au changement climatique, Alterre Bourgogne-Franche-Comté, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

HydroPop et HydroPop 2

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *HydroPop2* - vers une hydrologie populaire et participative
- **Programme :** Convention cadre Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse et Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR)
- **Coordinateurs :** UMR ESPACE et IMT Mines Alès
- **Partenaires :** UMR G-EAU, Université de Nîmes, Université d'Aix-Marseille, Université Grenoble Alpes, Université d'Avignon
- **Début du projet :** Février 2017
- **Fin du projet :** Février 2021
- **Financement :** Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
- **Zone concernée :** France (Bassin Rhône-Méditerranée - Cévennes : amont des bassins versants des Gardons et de la Cèze)
- **Types d'actions :** sciences participatives, sensibilisation, suivi/mesures
- **Thématiques :** eaux superficielles, sécheresse, usages
- **Mots clés :** étiage, basses eaux, démarche participative, gestion de crise, enquête, suivi hydrométrique, sciences humaines et sociales

CONTEXTE ET OBJECTIFS

HydroPop-1 (2017-2018) et HydroPop-2 (2019-2020) sont deux programmes de recherche consécutifs en sciences humaines et sociales financés par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse dans le cadre d'un partenariat avec la Zone Atelier du Bassin du Rhône (ZABR).

Le changement climatique en cours, la croissance de la population ainsi que les évolutions dans les modes de vie, observés depuis une cinquantaine d'années, tout comme la nécessité de conserver un bon état écologique aux cours d'eau, conduisent à un questionnement de plus en plus prégnant sur les ressources en eau disponibles, lors des mois habituellement secs, sous climat méditerranéen, dans le sud de la France.

Cette ressource, en particulier en été, dans des vallées aux cours d'eau non équipés de station de mesure est mal connue. C'est le cas des Cévennes. À la demande des syndicats de bassins sur les Gardons (EPTB Gardons) et de la Cèze (AB Cèze), l'UMR ESPACE a donc entrepris, dès l'été 2015 pour les Gardons, de procéder à des mesures sur la base d'un réseau temporaire de 15 stations d'étiage, qui évaluent les débits de basses eaux, de la fin du printemps au début de l'automne.

Si la connaissance de cette ressource est un *a priori* pour une gestion plus informée des ressources, elle n'est pas suffisante pour engager une gestion concertée, populaire, intégrant la population des aires concernées qui définit la demande en eau. Il a ainsi semblé indispensable de prendre en compte ces populations dans la démarche. **Le programme HydroPop vise à valoriser, en temps réel, sur un plan sociétal, les informations hydrologiques collectées.**

ACTIONS

A partir d'un **réseau dense de stations hydrométriques dédiées au suivi des étiages**, voici les principales actions menées :

- **Information des acteurs** du territoire et le grand-public des débits journaliers en période estivale avec une fréquence hebdomadaire.
- Mise en œuvre d'un **dispositif permettant de visualiser sur plusieurs sites un niveau de gravité sécheresse** (échelles GRAVISEC).
- Réalisation d'une **enquête sur les perceptions** de la population (permanente ou touristique) concernant la ressource en eau.
- **Mobilisation de la population** au travers d'une démarche participative visant à recueillir des données sur les basses eaux.
- **Communication** autour du projet (média, bulletin radio hebdomadaire, conférences…) pour susciter la participation et informer de la situation hydrologique estivale.
- **Etude de la faisabilité de la mise en œuvre d'un scénario de gestion de crise sécheresse** pour sensibiliser les gestionnaires du territoire à la gestion de ce type de phénomène.

Ces différentes actions ont été réalisées lors des étés 2017, 2018, 2019 et 2020, sur les parties cévenoles des bassins versants des Gardons et de la Cèze.

RÉSULTATS

Ce programme de recherche a tout d'abord permis d'**améliorer les connaissances sur les étiages des cours d'eau cévenols** tout en assurant **une information hebdomadaire des gestionnaires et du grand public sur la criticité des basses eaux**. L'enquête menée en 2017 a contribué à mobiliser autour du projet, notamment pour recruter des observateurs pour alimenter la démarche participative engagée.

Une plateforme cartographique a été développée en 2017 pour servir de support à cette démarche participative. Avec trois années de fonctionnement plusieurs **recommandations** ont pu être proposées à partir des trois profils de volontaires testés.

Lors de la deuxième partie du programme (2019-2020), **un scénario de gestion de crise sécheresse** a été développé et testé avec succès lors de deux journées de simulation. Un film a été réalisé lors d'une de ces journées. La crise sanitaire de la COVID-19 a limité le nombre de sessions possibles, mais il s'agit de poursuivre la diffusion de ce jeu sérieux dans les prochains mois.

Perspectives

Le rapport de la seconde partie du programme sera prochainement disponible sur le site du GRAIE avec celui du premier volet. Des échanges sont en cours avec les syndicats de bassins pour transférer les connaissances acquises dans le cadre du projet et c'est déjà le cas pour le syndicat de bassin du Gardon qui a repris une partie du réseau de suivi des étiages.

POUR EN SAVOIR PLUS

- https://hydropop.mines-ales.fr/
- Martin et al. 2020 : http://jistee.org/wp-content/uploads/2020/12/Martin-Philippe-pp28-48.pdf
- Ayral P-A, et al. 2019 : http://www.geoecotrop.be/index.php?page=numero-43
- Rapport HydroPop-1 : http://www.graie.org/zabr/zabrdoc/AccordCadre-fiches/2016/Rapport_A50_2016.pdf
- Film simulation de gestion de crise sécheresse : https://www.youtube.com/watch?v=FS5Y21K9jp0

CONTACT : Philippe MARTIN - philippe.martin@univ-avignon.fr,
Pierre-Alain AYRAL - pierre-alain.ayral@mines-ales.fr

Merci à M. Pierre-Alain Ayral, enseignant chercheur à l'école des Mines Alès, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

HYDROUSA

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *HYDROUSA* - Demonstration of water loops with innovative regenerative business models for the Mediterranean region
- **Programme :** Horizon 2020 pour la recherche et l'innovation
- **Coordinateur :** National Technical University of Athens (NTUA) (Grèce)
- **Partenaires :** 28 partenaires (européens et égyptiens), dont le SEMIDE (Système Euro-Méditerranéen d'Information sur les savoir-faire dans le Domaine de l'Eau) pour la France
- **Début du projet :** 2018
- **Fin du projet :** 2022
- **Financement :** 12 015 448 € dont 9 958 706€ de contribution de l'Union Européenne
- **Zone concernée :** Europe (Méditerranée, sites de démonstration en Grèce)
- **Types d'actions :** expérimentation, sensibilisation, sciences participatives
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, eaux côtières, eaux pluviales, usages, aménagement, qualité de l'eau, milieux aquatiques/biodiversité
- **Mots clés :** économie circulaire, solutions basées sur la nature, eau de mer, vapeur d'eau, traitement et réutilisation des eaux usées, alimentation en eau potable, irrigation pour l'agriculture, sites de démonstration

CONTEXTE ET OBJECTIFS

La gestion de l'eau en Méditerranée est confrontée à des défis importants compte tenu de la croissance démographique, des changements climatiques ou encore des activités touristiques. Pour relever ces défis, le projet HYDROUSA a été lancé afin de **contribuer à une économie résiliente à l'eau, d'atténuer le changement climatique et réformer le système agroalimentaire**.

L'ambition principale d'HYDROUSA est ainsi de développer un nouveau modèle d'économie circulaire, qui conviendra principalement aux régions méditerranéennes et autres régions pauvres en eau en Europe et dans le monde. HYDROUSA a pour objectif d'aller au-delà des pratiques actuelles de gestion de l'eau et des eaux usées en adoptant des solutions de gestion de l'eau innovantes, basées sur la nature pour différents types d'eau (eaux usées, les eaux de pluie, l'eau de mer, les eaux souterraines et la vapeur d'eau) caractérisés par une faible empreinte énergétique.

ACTIONS

Des nouvelles solutions ont été mises en œuvre sur **six sites de démonstration à grande échelle** dans trois îles grecques (Lesbos, Mykonos et Tinos) :

- **Un système de traitement des eaux usées**, qui combine des processus anaérobies avec des zones humides artificielles et de la désinfection afin de traiter les eaux usées domestiques comme une solution complètement circulaire où l'eau, les nutriments et les boues produites sont réutilisés.

-> Pas de rejet d'eaux usées en mer par temps sec, production d'eau moins coûteuse, augmentation de l'approvisionnement en eau, recyclage des nutriments.

- **Un système agroforestier** de 1ha irrigué par de l'eau récupérée, riche en nutriments.

-> Les eaux usées peuvent être utilisées pour l'irrigation, pas d'importation d'engrais, diversité des produits, création d'écosystèmes résilients, soutien à la biodiversité.

- Un système innovant de **récupération d'eau de pluie en sous-sol**, mis en œuvre dans une **zone reculée de Mykonos**, où il n'est pas possible d'utiliser les toits des maisons.

-> Approvisionnement en eau bon marché dans les régions éloignées sans autre approvisionnement en eau, étude de cas de rentabilisation avec peu d'intrants pour produire des huiles essentielles.

- **Récupération d'eau de pluie résidentielle** pour recharger l'aquifère, permettant de réduire l'intrusion d'eau salée. Une filtration lente sur sable est utilisée pour traiter l'eau de pluie.

-> Solution pour augmenter l'approvisionnement en eau, production d'eau potable, recharge de l'aquifère pour réduire l'intrusion d'eau salée.

- **Un système de dessalement** à faible coût, inspiré des principes de l'évaporation et de la condensation. L'eau de mer est traitée dans une « serre de mangrove » pour produire de l'eau douce, du sel comestible et des fruits tropicaux.

-> Produire de l'eau douce à partir d'eau salée, diminution des importations de fruits tropicaux, production simultanée de sel.

- **Des systèmes de récupération d'eau de pluie, d'eaux usées et de vapeur d'eau** sont installés dans une station écotouristique, afin de produire de l'eau potable à partir de la vapeur d'eau et de recycler pour l'agriculture locale les eaux usées et l'eau de pluie collectée.

-> Des installations écotouristiques autosuffisantes en eau, en énergie et en production alimentaire.

RÉSULTATS

Les solutions développées et implémentées par HYDROUSA visent à changer la façon dont la société interagit avec l'eau, la nourriture et l'énergie.

La transférabilité des solutions HYDROUSA a été démontrée par des déploiements techniques et financiers détaillés reproduits sur 25 autres sites dans le monde.

HYDROUSA est un projet encore en cours, tous les résultats ne sont donc pas encore réalisés. Ils seront disponibles sur le lien suivant : https://www.hydrousa.org/results/

Les principaux livrables publics actuellement disponibles sont :

- Rapports présentant la méthode à suivre pour la **conception de zones humides artificielles**, la **conception de réacteur anaérobie** utilisé pour le traitement des eaux usées (UASB) et la valorisation du biogaz
- Rapport développant une **planification pour impliquer la communauté** à travers un modèle participatif (à partir des résultats de trois ateliers publics)
- Rapport présentant les résultats d'une enquête et des discussions sur les **besoins des utilisateurs**
- Plan de gestion des données et plan de gestion des risques

POUR EN SAVOIR PLUS : https://www.hydrousa.org/

CONTACT : Simos MALAMIS, malamis.simos@gmail.com

Merci à M. Simos Malamis, professeur associé à l'Université polytechnique nationale d'Athènes (National Technical University of Athens), pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

IMPREX

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *IMPREX* - IMproving PRedictions and management of hydrological EXtremes
- **Programme :** Programme-cadre Horizon 2020 de l'Union européenne
- **Coordinateur :** Koninklijk Nederlands Meteorologish Instituut (KNMI) (Pays-Bas)
- **Partenaires :** 22 partenaires essentiellement des organismes de recherche ou des bureaux d'études des Pays Bas, Allemagne, Belgique, Espagne, Italie, Royaume Uni, Suède, Grèce, et INRAE (IRSTEA) pour la France https://www.imprex.eu/about/meet-the-team
- **Début du projet :** 1er octobre 2015
- **Fin du projet :** 30 septembre 2019
- **Financement :** 7 996 848 € entièrement financé par l'Union européenne
- **Zone concernée :** Europe (10 études de cas sur des bassins européens en Italie, Espagne, Grèce, Royaume-Uni, Suède, France…)
- **Types d'actions :** modélisation, prévisions saisonnières, projections climatiques, sensibilisation
- **Thématiques :** eaux superficielles, eaux souterraines, sécheresse, crues, usages, aménagement
- **Mots clés :** étude de cas, outils, aide à la décision, hydroélectricité, agriculture, transport, eaux urbaines, économies d'eau, résilience

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Aujourd'hui, la gestion de l'eau dans de nombreux secteurs doit être capable de faire face à des conditions hydrologiques extrêmes (inondations, sécheresses ...). Les effets du réchauffement climatique sur les ressources en eau sont devenus un sujet de préoccupation majeur pour les gestionnaires des ressources en eau et les décideurs. La limite des prévisions de ces événements entraîne une vulnérabilité sociale considérable, compte tenu également de l'augmentation de la fréquence et de la gravité des événements extrêmes à l'avenir.

Le projet IMPREX visait à améliorer la capacité de la société à anticiper et à répondre aux futurs événements hydrologiques extrêmes en Europe, grâce à une meilleure compréhension de leur intensité et de leur fréquence. L'amélioration de notre capacité de prévision de ces événements permet d'augmenter la résilience tout en réduisant les coûts pour les secteurs et régions stratégiques.

ACTIONS

"Apprendre d'aujourd'hui pour anticiper l'avenir" a été le principe directeur tout au long de la phase de préparation et d'exécution du projet. Les développements scientifiques ont porté sur la compréhension des processus, le développement de modèles avancés, la mise au point et l'évaluation d'outils et de pratiques existants, ainsi que l'évaluation des risques et des implications politiques.

IMPREX s'est intéressé aux 6 thématiques suivantes : l'évaluation des risques inondations, l'hydroélectricité, l'agriculture et la sécheresse, le transport, les eaux urbaines et l'économie d'eau, à travers 10 études de cas sur des bassins sur différentes zones géographiques européennes.

RÉSULTATS

- **Développement de nouveaux concepts, de méthodes et d'outils pour améliorer la prévision des extrêmes météorologiques et hydrologiques et de leurs impacts :**
  - **Développement de quatre nouveaux concepts liés à l'évaluation des risques hydrométéorologiques** https://www.imprex.eu/index.php/innovation/novel-concepts
    - Variabilité climatique et risques d'inondation/sécheresse : améliorer la connaissance sur les relations entre les indices de variabilité climatique à grande échelle (oscillation australe El Niño, oscillation nord-atlantique...) et leurs impacts sur la société, pour une meilleure prévention, atténuation et préparation aux catastrophes.
    - Evénements météorologiques futurs et composés : prendre en compte les évènements composés (c'est-à-dire des évènements à l'occurrence conjointe, comme des précipitations extrêmes et une onde de tempête en même temps) pour avoir des simulations plus réalistes.
    - Méthodes d'aide à la gestion des risques de sécheresse : développer des instruments de gestion du risque de sécheresse multi-aléas, qui combinent la probabilité d'occurrence des sécheresses avec l'effet de cette sécheresse sur les différentes utilisations du sol, dont l'agriculture.
    - Évaluation d'impact probabiliste : améliorer la description des processus dommageables et fournir des informations sur les incertitudes.

  - Publication d'un **E-Guide IMPREX** : il présente des approches, des outils et des méthodes d'aide à la décision dans les secteurs de l'eau à partir des prévisions à court terme, les prévisions saisonnières et les prévisions à l'échelle du climat. Le guide mentionne aussi des outils d'évaluation des risques, gestion des risques et de gestion de l'eau. https://www.imprex.arctik.tech/e-modelling/
  - Elaboration de l'**outil IMPREX RISK OUTLOOK**, qui facilite l'utilisation des prévisions saisonnières des risques hydrologiques, quel que soit le niveau d'expertise en hydrologie de l'utilisateur. https://www.imprex.arctik.tech/risk-outlook/
    - Création d'un **jeu IMPREX** qui apprend à utiliser les prévisions pour prévenir des inondations
    - Mise à disposition d'archives des données hydrologiques européennes utilisant les prévisions saisonnières

- **Démonstration de la valeur des informations sur les impacts hydrologiques pour les parties prenantes concernées à l'échelle régionale et européenne, à travers 10 études de cas.** Ces exemples illustrent comment la prévision saisonnière est déjà utilisée dans de nombreux secteurs pour améliorer la planification. Pour chaque étude de cas, une présentation du bassin, des résultats, des outils et modèles ainsi que des implications futures, est réalisée.
- **Diffusion des connaissances** à travers :
  - **De nombreuses publications scientifiques, des vidéos explicatives**, 62 rapports pour les livrables (rapports des études de cas, rapports sur les modèles hydrologiques, livre blanc sur les nouveaux concepts, rapports scientifiques, cartographie, rapport technique final…).
  - **La brochure IMPREX**, qui présente des fiches d'information sur les nouveaux modèles météorologiques, les techniques de prévision hydrologique, les approches de gestion et les concepts innovants, développés et appliqués dans le cadre du projet IMPREX. Elle comprend également des fiches d'information par secteur et des recommandations politiques.
  - **Les témoignages des utilisateurs d'IMPREX :** les connaissances développées par les partenaires du projet soutiennent la gestion des risques et la planification de l'adaptation, non seulement au niveau régional mais aussi au niveau national et européen**.**

ⓘ **POUR EN SAVOIR PLUS :** https://www.imprex.eu/

↳ **CONTACT :** https://www.imprex.eu/contact-0

Merci à Mme Janet Wijngaard, chargée de projet au Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (Pays-Bas), pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

LEZ-GMU

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *Lez-GMU* - Gestion multi-usages des aquifères karstiques méditerranéens – Le Lez, son bassin versant et son bassin d'alimentation
- **Coordinateur :** BRGM
- **Partenaires :** UMR Hydrosciences Montpellier, UMR Territoires, environnement, télédétection et information spatiale, UMR Gestion de l'eau, BIOTOPE et CERFACS
- **Début du projet :** mai 2009
- **Fin du projet :** décembre 2013
- **Financement :** 1,2 millions € financés par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Montpellier Métropole, le Conseil Départemental de l'Hérault et le BRGM
- **Zone concernée :** France (bassin karstique méditerranéen du Lez)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques
- **Thématiques :** eaux souterraines, sécheresse, usages
- **Mots clés :** hydrogéologie, karst, source karstique, alimentation en eau potable, pompage, gestion active, analyse de séries temporelles, demande en eau

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les aquifères karstiques constituent des réservoirs d'eau souterraine importants pour faire face à une hausse croissante des besoins en eau, notamment du fait de l'augmentation démographique dans les régions méditerranéennes. Une « gestion active » permet d'exploiter de manière optimale la ressource en eau de ces systèmes. Il s'agit de pomper, en saison sèche, à un débit supérieur au débit d'étiage, afin de solliciter les réserves de l'aquifère. Celles-ci se reconstituent lors de la saison des pluies suivante avec pour conséquence une diminution de l'intensité des crues au début de l'automne. Par ailleurs, la préservation du milieu écologique des fleuves côtiers revêt un enjeu important en période d'étiage, durant laquelle un soutien par une partie des eaux pompées permet le maintien d'un débit réservé. Cette **gestion multi-usages** répond donc de manière intégrée à ces problématiques en apparence antagonistes : besoins supplémentaires pour l'alimentation en eau potable, réduction des risques d'inondation et préservation des milieux aquatiques.

Principale source d'approvisionnement en eau potable de Montpellier Métropole, l'aquifère karstique du Lez constitue une ressource de qualité qui a permis le développement économique de cette métropole. Les observations à la source du Lez indiquent qu'après la baisse du niveau d'eau durant l'été, celui-ci remonte chaque automne au niveau du seuil de la vasque qui déborde. **Le taux d'exploitation actuel de l'aquifère est donc inférieur ou en équilibre avec la ressource renouvelable. Mais qu'en sera-t-il dans le futur ? Le changement climatique ou l'augmentation des prélèvements sont-ils susceptibles de modifier le cycle hydrologique de cet aquifère ? Dans quelles proportions ?** Pour déterminer ces impacts, une modélisation numérique a été mise en œuvre au moyen de scénarios de forçage climatique et de prélèvements (pompages).

ACTIONS

La **modélisation** repose sur des modèles de fonctionnement hydrogéologique, au pas de temps journalier.

La **construction de projections climatiques sur le futur** (2045-2065) pour alimenter des modèles d'impact à l'échelle régionale requiert les résultats de modèles de simulation du climat dont les résultats ne sont pas disponibles à des échelles spatiale et temporelle suffisamment fines. Le Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique (CERFACS) a donc développé une méthode qui fournit des projections climatiques fines sur la France. Neuf de ces projections climatiques ont été utilisées.

Les besoins futurs en eau sont estimés en formulant deux hypothèses de consommation : une hypothèse haute correspondant au maintien des consommations et ratios actuellement observés et une hypothèse basse, basée sur une baisse de 10% des consommations actuelles et l'application d'un ratio de consommation dit « maîtrisé » pour les consommations « nouvelles ». Deux hypothèses de périmètre sont prises en compte : l'agglomération actuelle ou un périmètre élargi à quelques communes au Sud.

Pour chaque projection climatique, pour le présent et le futur, ont été calculés le niveau piézométrique et le débit de débordement à la vasque (Qr). La comparaison des valeurs futures aux valeurs présentes permet de caractériser les impacts des changements des conditions climatiques et de prélèvements sur la ressource en eau souterraine du système karstique du Lez. En plus des valeurs moyennes mensuelles, des indicateurs de fréquence ont été définis à partir de certains seuils. Les niveaux d'eau souterraine de 45 m et 35 m au-dessus du niveau de la mer (NGF) sont importants pour le gestionnaire de la ressource : le premier déclenche la réduction du débit de pompage (compensée par l'utilisation d'une ressource en eau de surface) et le second correspond à la limite d'exploitation fixée par déclaration d'utilité publique (DUP). Et pour le débit de débordement, ont été considérés le nombre de jours moyen annuel où il est inférieur au débit réservé (160 l/s) et le nombre de jours moyen annuel où il n'y a pas de débordement.

RÉSULTATS

- Les pluies efficaces simulées devraient diminuer pour tous les mois de l'année, en dehors de l'été (juin, juillet et août) où leur cumul est déjà nul sur la période de référence. **La recharge de l'aquifère serait donc significativement diminuée dans le futur, avec une baisse de -30% du cumul annuel moyen**. Les deux saisons les plus touchées seraient le printemps et l'automne. La diminution des pluies efficaces est plus importante que celle des précipitations, ce qui montre l'importance de l'effet de l'augmentation des températures sur l'évapotranspiration.
- **Les niveaux piézométriques simulés pour la période future subiraient une baisse par rapport à la période de référence**, avec une diminution du niveau moyen mensuel inférieure à 1 m par rapport au scénario de référence. Pour les autres mois de l'année, les niveaux simulés sont inférieurs à ceux de la période de référence (2 à 4 m). Cette diminution se traduirait aussi par un avancement de la date à partir de laquelle les niveaux passent sous les 65 m NGF au printemps. Toutefois, le niveau piézométrique retrouverait le niveau de débordement chaque année pour toutes les projections considérées. Par ailleurs, le niveau piézométrique descendrait plus fréquemment en dessous des seuils de 45 m et de 35 m NGF.
- En cohérence avec la diminution projetée de la pluie efficace future**, les débits de débordement simulés baisseraient par rapport au présent**. Le débit moyen mensuel diminuerait d'environ 350 l/s pour les mois d'automne, d'hiver et du printemps (jusqu'à mai inclus). La durée des assecs de la source augmenterait (183 jours contre 146 jours). Le nombre de jours moyen annuel où le débit de débordement serait inférieur au débit réservé passerait de 168 à 197 jours.

CONTACT : Jean-Christophe MARECHAL (BRGM) – jc.marechal@brgm.fr

Merci à M. Jean-Christophe Maréchal, directeur de l'unité Nouvelles ressources et économie au BRGM, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

MOSARH21

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre du projet :** *MOSARH21* - Evolutions des débits futurs sur le bassin du Rhin en contexte de changement climatique
- **Coordinateur :** INRAE (Irstea)
- **Partenaires :** INRAE Antony & Lyon, LOTERR Université de Lorraine, HYDRON et DREAL Grand Est
- **Début du projet :** 2015
- **Fin du projet :** 2018
- **Financement :** co-financé par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, budget total 160 000 €
- **Zone concernée :** France (partie française des affluents du Rhin)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques, sensibilisation
- **Thématiques :** eaux superficielles, sécheresse, crues
- **Mots clés :** débit, basses eaux, bassin versant, scénarios, incertitudes, dialogue transfrontalier

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le bassin versant du Rhin s'étend sur près de 200 000 km² et joue un rôle primordial à l'échelle européenne en termes de ressources en eau et de navigation, puisque c'est un bassin transfrontalier qui traverse neuf pays. Malgré les efforts des pays riverains dans le domaine de la prévention des inondations et de la restauration de l'écosystème, ce bassin est impacté par les évènements extrêmes, notamment des inondations ayant de forts enjeux socio-économiques.

Le changement climatique influençant à la fois les températures et les précipitations, ces facteurs peuvent modifier la disponibilité de la ressource en eau ou encore le régime des rivières avec les aléas de crues et d'étiages. La prise en compte de ce constat à l'échelle locale est délicate du fait des fortes incertitudes et de la difficulté de connaitre l'évolution précise des variables climatiques. De plus, les études qui ont déjà été réalisées à ce jour pour les cours d'eau de la partie française du bassin du Rhin utilisent des outils de modélisation et se basent sur des hypothèses différentes de celles réalisées en Allemagne et même des études françaises antérieures. Les résultats sont ainsi difficiles à comparer.

L'objectif de ce projet était de réaliser une évaluation des impacts futurs des changements climatiques sur les débits de la partie française des affluents du Rhin (**MO**selle-**SA**rre-**RH**in), en utilisant les simulations climatiques du 5^{e} rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

ACTIONS

- **Sélection des données (climatiques et de débit) et des indicateurs hydrologiques**.
- **Utilisation de deux modèles hydrologiques :** un modèle de simulation pluie-débit (GRSD) et un modèle de bilan hydrologique (LARSIM). Ces deux modèles sont des modèles conceptuels, c'est-à-dire que les processus complexes du système naturel sont reproduits par des modèles simplifiés.

- **Projections climatiques** sur la zone d'étude à partir de différents scénarios de concentration de gaz à effet de serre (les scénarios SRES du 4e rapport du GIEC, incluant les projections d'Explore 2070 et les scénarios RCP du 5e rapport du GIEC)
- **Projections hydrologiques**, qui ont été analysées à l'aide d'indicateurs caractérisant les débits moyens, les crues et les étiages
- **Quantification des incertitudes** associées à la modélisation
- **Comparaison aux études précédentes** afin de fournir une base de connaissances actualisée par rapport à des études antérieures menées sur le même sujet.

RÉSULTATS

- **Points clés :**
  - **Les évolutions des débits annuels moyens indiquent une légère augmentation**, qui pourrait même devenir importante pour le scénario le plus pessimiste en termes de réchauffement climatique (RCP 8.5).
  - **L'aléa de crue pourrait s'intensifier à l'horizon 2021-2050**. En revanche, dans un futur plus lointain (2071-2100), l'évolution des indicateurs de crue est incertaine, les projections climatiques, et donc hydrologiques, étant divergentes.
  - **Les débits d'étiages seraient à la baisse dans le futur proche.** Leur évolution dans un futur lointain est plus incertaine, allant de la baisse drastique à une augmentation sensible selon le scénario choisi.
- **Rapport final du projet**, reprenant en détails l'ensemble de l'étude et ses résultats : https://webgr.inrae.fr/wp-content/uploads/2018/04/Rapport_final_MOSARH21_v2_1.pdf
- **Fiches synthétiques** créées afin d'aider les gestionnaires de l'eau à s'approprier les résultats. Pour chaque station hydrométrique du projet, une fiche pour le climat, les crues et les étiages a été réalisée. https://webgr.inrae.fr/projets/projets-acheves/mosarh21/
- **Contribution au dialogue international**, notamment franco-allemand, en vue d'une meilleure stratégie de gestion coordonnée du Rhin et de ses affluents.

CONTACT : Guillaume THIREL, guillaume.thirel@inrae.fr

Merci à M. Guillaume Thirel, chargé de recherche en changements climatiques et modélisation hydrologique à INRAE, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

RADHY BUECH

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *RADHY Buëch* - Représentation intégrée des Adaptations individuelles et des Dynamiques HYdrologiques sur le bassin du Buëch
- **Programme :** Projet de recherche ZABR (Zone Atelier Bassin du Rhône)
- **Coordinateurs :** INRAE (G-EAU et RiverLy), UMR ESPACE
- **Partenaires :** Université de JENA (Allemagne), EPTB Durance (SMAVD), Syndicat mixte du Buech (SMIGIBA), Chambre d'agriculture et DDT des Hautes-Alpes, OFB, EdF-LNHE
- **Début du projet :** 1er janvier 2019
- **Fin du projet :** 31 décembre 2021
- **Financement :** Montant global alloué par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corses sur l'accord cadre accord cadre ZABR de 65 000€
- **Zone concernée :** France (bassin versant du Buëch)
- **Type d'actions :** modélisation, projections climatiques, sensibilisation
- **Thématiques :** eaux superficielles, usages, sécheresse, aménagement
- **Mots clés :** socio-hydrosytème, système intégré, prise de décision, gestion, modélisation à base d'agent

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le bassin versant du Buëch traverse trois départements français (Drôme, Hautes-Alpes et Alpes-de-Haute Provence) sur 1 100 km^2. Il est concerné par de multiples enjeux qui peuvent être parfois contradictoires en termes de gestion de la ressource en eau, et soumis à des pressions fortes qui risquent de s'intensifier à cause du changement climatique.

Le projet a pour objectif d'aboutir à une nouvelle méthode de liaison informatique entre un modèle hydrologique et un modèle de prise de décision d'acteurs. Cette méthode générique (transférable à d'autres bassins) de modélisation vise ainsi à améliorer la compréhension du comportement du système intégré "usages" / "hydrologie" en représentant les changements d'usages causés par les changements hydrologiques. Cette approche est réalisée sur le cas du bassin versant de Buëch.

ACTIONS

- **Connaissance des modes de gestion, de prise de décision des acteurs locaux et des leviers d'adaptation qu'ils maîtrisent :**

L'objectif de cette action est d'avoir une meilleure compréhension de la prise de décision des acteurs de la gestion de l'eau face à la pénurie d'eau pour différents usages (hydro-électricité, agriculture, milieux et eau potable). Pour ce faire, les acteurs ont été identifiés par l'analyse des résultats d'autres projets et leur comportement a été analysé par la réalisation d'entretiens semi-directifs, de questionnaires et d'ateliers.

- **Modélisation couplée du socio-hydrosystème sur le du bassin versant de Buëch :**

L'objectif de cette action est de construire, mettre en œuvre et évaluer un outil de modélisation couplée du socio-hydrosystème. Un socio-hydrosystème correspond aux interactions entre le cycle de l'eau et la société (individu ou groupe).

Une plateforme de modélisation (développée par le partenaire Université de Jena en Allemagne) sert de base aux développements. Seuls les résultats de la première action, concernant la prise de décision sur l'irrigation ont été intégrés à une modélisation dite « à base d'agent », qui permet de simuler le comportement des irrigants (simule les effets de stratégies individuelles ou collectives). Ce modèle agent a été couplé avec le modèle hydrologique, sur la partie amont de la zone d'étude. L'impact de la prise en compte des interactions entre dynamiques sociales et hydrométéorologiques est analysé sur un ensemble d'indicateurs liés aux basses eaux, ainsi qu'aux différents usages modélisés.

- **Explication des résultats des simulations et proposition de stratégies d'adaptation à plusieurs échelles**

L'objectif de cette action est d'utiliser un simulateur pour étudier les interactions complexes entre le système social et le système hydrologique. Des outils de visualisation des résultats de simulations, basés sur la géo-prospective (imaginer et concevoir des territoires durables), ont été développés afin d'améliorer la compréhension de ces résultats. Des questionnaires en ligne ou téléphoniques ont été réalisés afin d'identifier les leviers d'adaptation aux différentes échelles et les indicateurs pour juger de la «performance» de la gestion. Des séminaires de restitution et d'échanges avec les acteurs et des travaux en atelier sur les scénarios futurs sont également mis en place.

RÉSULTATS

- **Enrichissement des représentations des systèmes hydrologiques** avec la prise en compte des impacts des décisions des acteurs sur leur fonctionnement.
- **Création d'un modèle couplé hydrologie – modélisation à base d'agents** et évaluation des résultats de simulation par rapport aux données.
- **Proposition d'un outil de suivi** pour une meilleure gestion de la ressource en eau
- **Appropriation du modèle par les acteurs** pour prendre en compte à la fois les aspects quantitatifs locaux liés à la gestion de l'eau, les enjeux et les marges de manœuvre pour les différents usages.
  - ➡ Mise à disposition d'une **liste d'indicateurs** pouvant être utilisés par les acteurs dans leur prise de décision sur la ressource en eau.
  - ➡ Une **description des règles de décision des acteurs** et des échelles de temps.

ⓘ **POUR EN SAVOIR PLUS :** http://www.graie.org/zabr/zabrdoc/AccordCadre-fiches/2019/FT_A67.pdf

↳ **CONTACT :** Bruno BONTE, bruno.bonte@inrae.fr

Merci à Mme Isabelle Braud, directrice de recherche en hydrologie spatialisée et processus hydrologiques à INRAE, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

REMedHE

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre :** *REMedHE* - Identification et impacts du changement climatique sur la gestion intégrée des **R**essources en **E**au en **Méd**iterranée : évaluation comparative **H**érault-**E**bre
- **Programme :** Programme de gestion et impacts du changement climatique (GICC)
- **Coordinateur :** CNRS (UMR HydroSciences Montpellier)
- **Partenaires :** UMR Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Syndicat Mixte du Bassin du Fleuve Hérault, Confederación Hidrográfica del Ebro (Espagne)
- **Début du projet** : 2012
- **Fin du projet** : 2016
- **Financement** : 221 689 € financé par le Ministère français en charge de l'écologie
- **Zone concernée** : Europe (région méditerranéenne : bassin de l'Hérault en France et bassin de l'Ebre en Espagne)
- **Types d'actions :** modélisation, projections climatiques, sensibilisation
- **Thématiques** : eaux superficielles, eaux souterraines, sécheresse, usages, milieux aquatiques/biodiversité, aménagement
- **Mots clés** : impacts, intégration, vulnérabilité, adaptation, incertitudes, indicateurs, disponibilité de la ressource, demande en eau

CONTEXTE ET OBJECTIFS

La région méditerranéenne est une région très vulnérable aux changements climatiques et pressions humaines, notamment concernant la pénurie d'eau. Les changements de température, de précipitations et la croissance démographique impactent la disponibilité des ressources en eau.

Le projet REMedHE a pour objectif d'évaluer les impacts d'évolutions climatiques et anthropiques à l'horizon 2050, sur la variation des débits des cours d'eau et de la demande en eau dans deux bassins méditerranéens aux caractéristiques différentes : celui de l'Hérault (2 500 km²) en France et celui de l'Ebre (85 000 km²) en Espagne. A partir de scénarios climatiques et de scénarios des usages de l'eau, le projet vise à comparer la disponibilité en eau par rapport à la demande et de tester des stratégies d'adaptation. Ce projet a associé des scientifiques et des gestionnaires de bassin.

ACTIONS

Sur chaque bassin, **une modélisation prenant en compte les dynamiques climatiques, anthropiques et les interactions entre ressources et demandes**, a été développée afin de :

- **Représenter le fonctionnement des systèmes hydrologiques et leur évolution** sur les 50 dernières années.
- **Proposer des scénarios hydrologiques** sous contrainte de changement climatique et d'évolution des usages de l'eau à court (2025) et moyen (2050) termes.

- **Evaluer le niveau d'adéquation entre la disponibilité de la ressource et les demandes futures.**
- **Tester des stratégies d'adaptation** par une construction de scénarios avec les gestionnaires de bassin.

La modélisation a comporté trois principales étapes :

- **La représentation dynamique des usages** (municipaux, irrigation, industriels et énergétiques) et des demandes en eau qui sont liées.
- **La simulation des écoulements naturels et de leur perturbation** par les principaux ouvrages hydrauliques et prélèvements.
- **L'évaluation des équilibres entre les usages et la ressource en eau** grâce à des indicateurs présentant la fréquence et l'intensité des restrictions sur les prélèvements.

Afin d'évaluer le potentiel d'adaptation aux changements climatiques, une **analyse de sensibilité des indicateurs** aux principaux facteurs d'évolution de la demande a été mis en place. Un **scénario d'adaptation** combinant différentes mesures a ensuite été testé. Ce scénario pourrait réduire le stress hydrique, cependant sa robustesse vis-à-vis des incertitudes climatiques ne sera peut-être pas suffisante.

RÉSULTATS

- **Les bassins seraient soumis à des conditions climatiques plus déficitaires** (augmentation des températures associée à une diminution des précipitations printanières et estivales) et des pressions anthropiques croissantes (augmentation de la population et des surfaces irriguées).
- **La combinaison de ces conditions devrait entraîner une diminution sensible de la ressource en eau disponible**, ainsi qu'une augmentation des demandes pour la ville et pour l'irrigation sur ces deux bassins. Cela pourrait remettre en question les allocations et débits environnementaux envisagés pour les décennies à venir.
- **Les restrictions de prélèvements pourraient devenir plus fréquentes**, et la pression anthropique sur les milieux aquatiques pourrait s'intensifier.
- **Les principales productions sont :**
  - Le rapport de fin de projet, avec une partie comprenant un rapport scientifique : http://www.gip-ecofor.org/gicc/wp-content/uploads/2021/04/REMedHE_rapport_final.pdf
  - De nombreuses publications (articles à comité de lecture, communications dans des conférences ou séminaires internationaux, mémoires, articles de vulgarisation...).
  - Des séminaires d'échanges avec les acteurs du bassin de l'Hérault.

CONTACT : Denis RUELLAND – CNRS, UMR HydroSciences Montpellier

Merci à M. Denis Ruelland, ingénieur de recherche au CNRS, UMR HydroSciences Montpellier, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

SMIRES

FICHE D'IDENTITÉ

- **Titre du :** *SMIRES* - Science And Management of Intermittent Rivers & Ephemeral Streams
- **Programme :** COST (programme de Coopération Européenne en Science et Technologie pour financer les activités de mise en réseau)
- **Coordinateur :** INRAE (Lyon)
- **Partenaires :** 29 partenaires européens (dont INRAE (Irstea), l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, l'Université Toulouse Capitole et l'OFB pour la France)
- **Début du projet :** Mars 2016
- **Fin du projet :** Mars 2020
- **Financement :** 600 000 €, financé par le programme COST
- **Zone concernée :** Europe
- **Types d'actions :** mise en réseau, modélisation, sensibilisation, sciences participatives
- **Thématiques :** eaux superficielles, milieux aquatiques/biodiversité, sécheresse, qualité de l'eau
- **Mots clés :** rivières, manque d'eau, débits écologique, directive cadre européenne, conservation, gestion, conférences, analyses, hydrologie, écologie

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les systèmes traditionnels de mesure du débit ont largement sous-estimé le nombre de rivières et de ruisseaux coulant par intermittence. Au cours du siècle prochain, le nombre et la durée des rivières intermittentes et les ruisseaux éphémères (IRES) augmenteront encore en raison du changement climatique, de l'occupation des sols, et de l'augmentation des prélèvements d'eau pour l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation et d'autres usages économiques. Or les IRES soutiennent une biodiversité élevée et unique, des processus écosystémiques importants et fournissent des biens et services précieux.

Le défi de SMIRES est de concentrer et d'affiner les connaissances actuellement éparses et fragmentées sur l'IRES dans le but de soutenir leur incorporation dans les plans actuels de gestion et de conservation des ressources en eau et de la biodiversité en Europe. L'action facilitera le partage de données et d'expériences, rassemblera des chercheurs de nombreuses disciplines et parties prenantes, et créera des synergies grâce à la mise en réseau.

ACTIONS

SMIRES a développé un réseau multidisciplinaire de scientifiques et de parties prenantes experts des IRES de 32 pays. Ce afin de consolider et élargir la compréhension actuelle des IRES et la traduire en une gestion scientifique et durable des ressources et de la biodiversité :

- **Créer un vaste réseau de recherche entre les chercheurs de plusieurs disciplines** liées à l'eau afin de promouvoir le partage de données et d'expériences et la mise en place d'expériences communes et créer des synergies à l'échelle européenne.
- **Associer les chercheurs et les acteurs dont les gestionnaires** pour traduire les connaissances actuelles sur les IRES en outils et directives solides et tangibles pour l'amélioration des pratiques et des règles de gestion et de conservation, et pour développer des liens à l'échelle européenne.
- **Sensibiliser la société** aux valeurs des IRES.

- **Former une nouvelle génération de chercheurs,** leur fournir une plateforme de réseau importante, créer un forum des jeunes chercheurs et soutenir des visites dans les institutions de recherche participantes.
- **Soutenir le partage de données et la création de deux bases de métadonnées** contenant : les détails de tous les efforts de recherche passés et en cours sur les IRES et les détails des stations de mesures à débit nul au niveau européen.

RÉSULTATS

Une trentaine de livrables et publications ont été produits :

- **Création d'une méta-base des données hydrologiques** disponibles des stations de jaugeage avec des événements à débit nul dans les pays participants.
- **Mise en place de cartes des IRES** à l'échelle européenne et identification de zones sentinelles en Europe pour suivre l'évolution de l'assèchement des cours d'eau.
- **Génération d'un cadre éco-hydrologique conceptuel** pour la science et la gestion des IRES.
- **Compilation des connaissances existantes** sur le fonctionnement des IRES et l'influence du régime hydrologique en tant que facteur de contrôle.
- **Identifier les services écosystémiques critiques** fournis par les IRES et évaluer leur valeur économique.
- **Modélisation de la dynamique du carbone et des nutriments** dans les IRES à l'échelle du bassin versant et meilleure compréhension de l'influence respective des processus biogéochimiques aquatiques et terrestres sur la qualité de l'eau.
- **Adaptation des outils liés aux indicateurs biologiques** pour l'évaluation de l'état écologique des IRES et la prospection de nouveaux indicateurs.
- **Etat de l'art de l'écologie et de la gestion des IRES** et analyse des lacunes dans les connaissances.
- **Manuel électronique à l'intention des gestionnaires** de chaque pays participant pour gérer les IRES.
- **Organisation de sessions thématiques** spéciales sur les IRES lors de quatre conférences internationales sur l'eau, de deux ateliers dédiés avec les gestionnaires des ressources en eau et les décideurs politiques sur la gestion des IRES en Europe, de trois sessions de formations, de 10 missions scientifiques consacrées l'analyse et l'interprétation des données.
- **Développer la base d'un réseau européen de science citoyenne** pour surveiller l'état d'écoulement des rivières en Europe.

Perspectives

Une partie du consortium est impliqué dans un projet Européen H20202 DRYvER : Securing Biodiversity, Ecological INtegrity and Ecosystem Services in Drying River Networks : www.dryver.eu

Une application smartphone intitulée DRYrivERS pour surveiller l'état d'écoulement des rivières intermittentes a vu le jour : https://www.dryver.eu/citizen-science/introduction

Un papier quantifiant l'importance des IRES dans le monde a été publié dans *Nature* en juin 2021 : https://www.nature.com/articles/s41586-021-03565-5

D'autres projets au niveau européen sont en cours de montage (Ex : Biodiversa).

POUR EN SAVOIR PLUS : https://www.smires.eu/outputs/

CONTACT : Thibault DATRY, thibault.datry@inrae.fr

Merci à M. Thibault DATRY, chargé de recherche écologie des eaux douces à INRAE Lyon, pour sa collaboration à la rédaction de cette fiche.

ANNEXE - Aperçu de 25 projets complémentaires

CIPRHES

CHIMERE 21

RIWER 2030

R²D²2050

VULNAR

Charente 2050

Evaluation de l'évaporation des lacs-réservoirs dans les conditions actuelles et sous l'effet du changement climatique

GEPET-Eau

Méthode de caractérisation des vulnérabilités territoriales

CLARAC

La Fresque du Climat

Eau et climat 3.0 : préparons l'avenir

ECOD'O

Finistère eau potable 2050

WASSERMED

SWATCH

LIFE WATERCOOL

LIFE IP ARTISAN

LIFE EBRO-ADMICLIM

PREPARED "ENABLING CHANGE"

Plan d'adaptation du secteur de l'eau au changement climatique en Arménie

Eco Cuencas

Modélisation hydroclimatique dans trois bassins versants d'Israel, Jordanie et Palestine en contexte de changement climatique

Still on the Map !

Sustain-COAST

Projet	Intitulé complet	Coordinateur(s)	Ressources en ligne	Résumé
CIPRHES	Chaine intégrée pour la prévision hydrométéorologique des étiages et des sécheresses	INRAE	https://www6.inrae.fr/ciprhes/Page-d-accueil/CIPRHES#:~:text=une%20cha%C3%AEne%20hydrom%C3%A9t%C3%A9orologique%20int%C3%A9gr%C3%A9e%20multi,%C3%A0%20haute%20r%C3%A9solution%20spatio%2Dtemporelle%2C&text=un%20d%C3%A9monstrateur%20en%20temps%20r%C3%A9el,les%20gestionnaires%20de%20l'eau.	Les sécheresses sont une préoccupation croissante pour les gestionnaires de l'eau, avec la perspective d'événements plus sévères et plus fréquents dus au changement climatique. Une façon d'atténuer les conséquences des pénuries d'eau est d'utiliser des **systèmes de prévision.** Le projet CIPRHES vise à faire un pas en avant par rapport aux approches existantes, en construisant **une chaîne intégrée pour la prévision des étiages** basée sur une approche multi-modèle originale, en **développant des prévisions météorologiques « sans coutures »** (d'un jour à plusieurs mois), **une modélisation hydrologique intégrée** et **des méthodes de quantification des incertitudes.**
CHIMERE 21	CHIers – Meuse : Evolution du RégimE hydrologique au 21e siècle	INRAE	https://webgr.inrae.fr/projets/projets-en-cours/chimere-21/	Evaluation des impacts futurs des changements climatiques sur les débits de la partie française de la Meuse, en utilisant les dernières simulations climatiques produites dans le cadre du 5e rapport du GIEC.
RIWER 2030	Climats régionaux et incertitudes. Ressources en eau et énergétiques associés. De 1960 à 2030	CNRS	https://anr.fr/Projet-ANR-08-VULN-0014	Le projet RIWER2030 a pour objectif de proposer un **cadre méthodologique** ainsi que les **outils et modèles** permettant de traiter les différentes questions associées aux exigences : 1) de disposer, à l'échelle des hydrosystèmes, de scénarios hydrologiques correspondant aux différents scénarios climatiques futurs possibles, 2) de pouvoir considérer et caractériser les incertitudes importantes associées à ces scénarios et 3) de pouvoir caractériser la sensibilité et la vulnérabilité des hydrosystèmes aux changements prévus.
R²D²2050	Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050	INRAE	http://www.gip-ecofor.org/gicc/?p=449	Une **vision prospective de la gestion de l'eau du bassin de la Durance et des territoires alimentés par ses eaux à l'horizon 2050** a été élaborée, appuyée par une chaine de modèles. Cette chaine inclut des représentations : du climat, de la ressource naturelle, des demandes en eau pour l'agriculture et l'alimentation en eau potable, et du fonctionnement des grands ouvrages hydrauliques (barrages de Serre-Ponçon, de Castillon et de Sainte-Croix), sous contraintes de respect des débits réservés, de cotes touristiques dans les retenues et de restitution d'eau stockée pour des usages en aval.
VULNAR	Vulnérabilité de la nappe du Rhin	Centre de Géosciences, MINES ParisTech	https://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article278	Le projet consiste à **modéliser l'hydrodynamique** en **couplant un modèle hydro-météorologique à un modèle hydrogéologique.** Le modèle hydrogéologique s'appuiera sur un modèle existant. Le couplage devra permettre d'une part une validation croisée des deux modèles et une amélioration de la description des processus impliqués dans ce couplage. Les modèles couplés seront ensuite utilisés pour simuler des scenarios de changement climatique.
Charente 2050	/	EPTB Charente	https://www.fleuve-charente.net/domaines/charente-2050/projet	Dans un contexte marqué par les changements climatiques et par les évolutions démographiques et socio-économiques du territoire, l'EPTB Charente s'est engagé dans une **démarche prospective** à l'échelle du bassin versant de la Charente et **à l'horizon 2050 visant à comprendre et anticiper les changements globaux et à proposer un plan d'adaptation et d'atténuation partagé par tous les acteurs du bassin de la Charente.** La démarche doit aboutir à un **plan d'actions** le plus concrètes possibles et adaptées aux spécificités des différents territoires composant le bassin de la Charente.
Evaluation de l'évaporation des lacs-réservoirs dans les conditions actuelles et sous l'effet du changement climatique	/	Météo France	https://www.adaptation-changement-climatique.fr/initiatives/evaluation-levaporation-des-lacs-reservoirs-dans-les-conditions-actuelles-et-sous	Un projet de recherche de modélisation de l'effet du changement climatique sur le bassin de la Seine et sur la gestion des lacs-réservoirs a été mené précédemment par l'IRSTEA. Ce projet ayant montré une certaine robustesse des règles de gestion actuelle et proposé des pistes d'adaptation de cette gestion, un complément sur le poids de l'évaporation, dans le climat d'aujourd'hui et dans le climat futur, a été jugé nécessaire par l'EPTB Seine Grands Lacs. Une étude est réalisée pour permettre de **quantifier l'évaporation en l'état actuel et sous l'effet du changement climatique sur les quatre lacs-réservoirs dont il gère l'entretien, l'aménagement et l'exploitation.**
GEPET-Eau	Gestion Efficiente Prédictive ET adaptative de la ressource en Eau des voies navigables dans un contexte de changement climatique	URIA, Centre commun Armines	http://www.gip-ecofor.org/gicc/?p=439	Le projet GEPET-Eau contribue à répondre aux objectifs du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, par la **proposition de stratégies de gestion prédictives et adaptatives des Voies Navigables**, et plus généralement de la ressource en eau au sein de différents bassins versants. Ces stratégies ont pour but, d'une part, de **garantir les conditions de navigabilité** permettant un accroissement de l'utilisation des réseaux de navigation fluviale comme alternative au transport terrestre, et d'autre part, d'**améliorer l'efficience de la gestion de la ressource en eau.** Les retombées économiques et de service pour VNF, ainsi que socio-économiques pour les collectivités territoriales, seront attendues à l'issue de ce projet. Le principal objectif du projet GEPET-Eau est de **proposer une architecture de conduite intégrant des stratégies de gestion prédictives et adaptatives pour la gestion du bief Cuinchy-Fontinette (BCF), dans un contexte de changement climatique.**
Méthode de caractérisation des vulnérabilités territoriales	/	Agence de l'eau Rhone Méditerranée Corse	https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr_35758/fr/l-adaptation-au-changement-climatique?cid=vmr_35721&portal=cbl_7386	Pour aborder la question du changement climatique sur un territoire, l'Agence de l'eau RMC invite à établir un diagnostic pour **identifier les différents secteurs, ouvrages, milieux naturels qui seraient particulièrement sensibles aux phénomènes induits par le changement climatique.** Un tel diagnostic vise à relativiser les vulnérabilités, circonscrire la problématique et dégager des priorités qui puissent assez directement faire écho à des solutions techniques.
CLARAC	Caribbean local authorities resilience and adaptation to climate change	ADEME	https://www.guadeloupe.ademe.fr/lademe-en-region/partenariats-et-reseaux/reseaux-et-observatoires	Ce projet consiste à **mutualiser les stratégies et les techniques d'adaptation ainsi que les enseignements déjà acquis.** L'objectif global du projet est d'améliorer la résilience des territoires à travers : 1. Le renforcement des écosystèmes stratégiques, à travers des actions pilotes de restauration et de préservation des systèmes (rétention d'eau pluviale grâce aux mares, restauration de mangroves, permaculture…) 2. Le renforcement de la capacité d'action des collectivités locales en agissantsur : a. Le capital institutionnel. Mise en réseau des acteurs, création d'une plateforme d'échange. b. Le capital économique. Comment mobiliser efficacement des fonds financiers au service des objectifs des collectivités. c. Le capital humain. Mobilisation des ressources humaines, formation des techniciens et des élus. d. Le capital physique. Réfléchir à la mise en place d'un système de récompense pour les territoires qui préservent leur patrimoine environnemental, parfois au détriment de recettes économiques à court terme.
La Fresque du Climat	/	Association Fresque du Climat	https://fresqueduclimat.org/ateliers/	Sensibiliser le public au changement climatique.

Eau et climat 3.0 : préparons l'avenir	/	BRL Ingénierie - SAS Hydrofis - Direction de l'Eau et Valorisation du Patrimoine (DEPVN)	http://www.gard.fr/toute-lactu-du-departement-du-gard/eau-gerer-linevitable-eviter-lingerable.html	**Etudier la vulnérabilité de la ressource en eau** du Gard et **proposer toutes les solutions pour prévenir d'éventuelles pénuries**. Cette démarche concerne l'ensemble des usages de la ressource en eau : les consommations humaines et industrielles en complément des besoins agricoles.
ECOD'O	/	CCI du Morbihan	https://www.eaudubassinrennais-collectivite.fr/votre-eau/comment-economiser-eau/ecodo-un-programme-local-deconomies-deau/	Programme d'actions et de solutions dont l'objectif du programme est alors d'**économiser l'eau potable à toutes les étapes du cycle de l'eau** : la production, la distribution ou encore la consommation, avec les différents acteurs du territoire concernés, pour faire face à la limitation des ressources en eau en saison sèche et une population en forte hausse.
Finistère eau potable 2050	/	Conseil Départemental 29	file:///C:/Users/l.parent/Downloads/Flyer_FEP2050.pdf	Un projet pour impliquer l'ensemble des acteurs de l'eau potable en Finistère. Finistère eau potable 2050 s'articule autour des objectifs suivants : - évaluer les besoins en eau et les ressources futurs ; - protéger, optimiser et économiser la ressource ; - innover et assurer les travaux de sécurisation nécessaires ; - organiser les conditions d'une solidarité départementale.
WASSERMED	Disponibilité et sécurité de l'eau dans le sud de l'Europe et la Méditerranée	Fondazione Centro Euro-Méditerraneosui Cambiamenti Climatici (Italie)	http://wassermed.cmcc.it/wassermed.cmcc.it/index/index.html	WASSERMed a **analysé les impacts du changement climatique actuels et futurs dans les budgets hydrologiques et les extrêmes en Europe du Sud, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient dans le cadre des menaces à la sécurité nationale et humaine.** En partant de l'évaluation des changements des écoulements, des fréquences et amplitudes des précipitations extrêmes, du ruissellement, des débits des cours d'eau et des bilans des nappes phréatiques, **le projet s'est étendu vers les facteurs économique et sociaux qui affectaient les menaces futures pour la sécurité en eau et augmentaient la vulnérabilité des systèmes hydrologiques.**
SWATCH	Effet du changement climatique sur les stratégies d'amélioration de l'utilisation en eau des bassin versants et des systèmes agrosylvopastoraux Méditerranéens	Università di Cagliari	https://anr.fr/Projet-ANR-18-PRIM-0006	L'objectif principal de ce projet de recherche est de **développer et d'appliquer des méthodologies innovantes afin augmenter l'efficacité socio-écologique de l'utilisation et de la gestion de l'eau des écosystèmes du pourtour méditerranéen.** Il se centre sur un ensemble varié d'écosystèmes méditerranéens subissant des sécheresses récurrentes et couvrant donc de larges différences de précipitations annuelles (de 35 à 935 mm / an). Des études de cas couvriront ces régions d'ouest en est et du nord au sud, offrant une opportunité exceptionnelle de **développer, identifier et comparer des stratégies de gestion et de planification des ressources en eau** pour des conditions climatiques contrastées dans la région méditerranéenne,
LIFE WATERCOOL	/	EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DEAGUAS DE SEVILLA, SA	http://www.lifewatercool.com/descripcion-del-proyecto/	Le projet WATERCOOL vise à **développer et tester des solutions** innovantes pour faire face aux températures élevées, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, et aux ruissellements d'eau temporairement élevés ainsi qu'aux situations de sécheresse dans un environnement urbain soumis au changement climatique. **Le réseau d'eau urbain servira de structure de base** pour le développement de solutions vertes urbaines et de mesures de refroidissement pour s'adapter aux effets du changement climatique, en maximisant la durabilité de la ville et le bien-être des citoyens.
LIFE IP ARTISAN	Accroître la Résilience des Territoires au changement climatique par l'Incitation aux Solutions d'adaptation Fondées sur la Nature.	OFB	https://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=7406	L'ambition globale du projet LIFE IP ARTISAN est d'**augmenter la résilience du pays au changement climatique**, en renforçant l'adaptation nationale française aux impacts du changement climatique. Il participe à la **mise en oeuvre du Plan national d'adaptation au changement climatique** (PNACC) et du **Plan Biodiversité de la France**. Le projet ARTISAN se consacre ainsi à : - démontrer et valoriser le potentiel des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature ; - sensibiliser et faire monter en compétences les acteurs sur cette thématique ; - accompagner et amplifier les projets de SAFN sur tout le territoire national (dont l'Outre-mer).
LIFE EBRO-ADMICLIM	Mesures d'adaptation et d'atténuation au changement climatique dans le delta de l'Èbre	IRTA - Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentries (Espagne)	http://www.lifeebroadmiclim.eu/	Le projet LIFE EBRO-ADMICLIM prévoyait de mener un certain nombre d'**actions pilotes d'adaptation et d'atténuation du changement climatique dans le delta de l'Èbre**, une zone vulnérable à l'élévation et à l'affaissement du niveau de la mer. Il visait à mettre en œuvre une **approche intégrée de la gestion de l'eau, des sédiments et des habitats** (rizières et zones humides), avec des objectifs d'optimisation de l'élévation du sol (grâce à des apports de sédiments inorganiques et de matière organique), de réduction de l'érosion côtière, d'augmentation de l'accumulation (séquestration) de carbone dans le sol, réduisant les émissions de gaz à effet de serre et améliorant la qualité de l'eau.
PREPARED "ENABLING CHANGE"	/	KWR WATER BV (Pays Bas)	https://cordis.europa.eu/project/id/244232/fr	Les scénarios de changement climatique du GIEC ont une perspective mondiale et doivent être **réduits au niveau local**, où les décideurs doivent équilibrer les risques et les coûts d'investissement. PREPARED est axé sur l'industrie, 12 services publics de la ville sont impliqués dans le projet et le RDT réalisé est basé sur **les impacts du changement climatique que l'industrie de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement a identifié comme un défi pour les années à venir**. Les objectifs sont : - **infrastructure** de gestion des eaux usées, de l'eau potable et des eaux pluviales, afin de mieux faire face aux nouveaux scénarios de changement climatique gestion optimale. - meilleurs **systèmes de surveillance et de capteurs** complexes - **implication de la communauté locale** dans l'identification des problèmes et dans la recherche conjointe de solutions systèmes acceptables - **combinaison des connaissances** européennes avec les connaissances précieuses de l'Australie et des États-Unis, pour permettre aux partenaires industriels d'exporter les produits développés en PREPARED vers d'autres régions du monde, contribuant ainsi aux objectifs de Lisbonne mais aussi aux OMD.
Plan d'adaptation du secteur de l'eau au changement climatique en Arménie	/	OiEau	/	L'eau est l'un des six secteurs les plus vulnérables au changement climatique en Arménie selon le Plan national d'adaptation (PAN) élaboré dans le cadre du Fonds Vert Climat du PNUD. Le PAN est une étape clé pour atteindre les objectifs d'adaptation des contributions déterminées au niveau national (CDN) fixées en 2015 par la République d'Arménie dans le cadre de la convention des Nations Unies sur le changement climatique **L'Arménie est tenue par plusieurs conventions / traités internationaux de prendre les mesures appropriées pour s'adapter au changement climatique et pour moderniser son secteur de l'eau.** Le plan d'adaptation du secteur de l'eau 2021-2025 fait partie du processus du PAN. Son objectif est d'**aider le gouvernement arménien à atteindre ses objectifs d'adaptation pour le secteur de l'eau.** C'est un document destiné aux décideurs. **Il doit identifier les mesures spécifiques et priorisées nécessaires pour renforcer la résilience climatique du secteur de l'eau.**

Eco Cuencas	Des mécanismes économiques pour faciliter l'adaptation au changement climatique	OiEau	https://www.oieau.fr/actualites/oieau/la-flot-du-projet-eco-cuencas-est-en-ligne	Le projet Eco Cuencas a été mis en œuvre ans trois bassins pilotes d'Amérique latine : -le bassin transfrontalier du Rio Chira-Catamayo, partagé entre Equateur et Pérou ; -le bassin du barrage Rio Grande II en Colombie, qui alimente la ville de Medellín ; -les bassins Piracicaba, Capivarí et Jundiaí (PCJ), qui approvisionnent en eau la ville de Sao Paulo au Brésil, Le projet a permis de **développer les fondements théoriques relatifs à une large gamme d'instruments économiques et de mécanismes financiers pour la Gestion Intégré des Ressources en Eau** (GIRE) qui illustrent la diversité des cas rencontrés sur le continent. Des actions pilotes ont aussi rendu possible la mise en œuvre concrète de ces outils (redevances pour usages et rejets, paiements pour services environnementaux en particuliers) à plusieurs échelles, en favorisant l'articulation avec les instruments de la GIRE par bassin versant (planification et participation notamment), en recherchant les moyens de mieux financer les mesures d'adaptation au changement climatique dans les bassins concernés.
Modélisation hydroclimatique dans trois bassins versants d'Israel, Jordanie et Palestine en contexte de changement climatique	/	TEC Conseil	https://webgr.inrae.fr/projets/projets-acheves/pnud/	**Mise en place d'un portail de visualisation des données** en ligne (Service Climatique) et alimentation de la **production de plans d'adaptation des ressources en eau** des 3 pays.
Still on the Map !	/	Pacte Grenoble	https://stillmap.hypotheses.org/	Prend pour cadre d'étude le delta du Mississippi quinze années après le passage de l'ouragan Katrina et environ cinq ans après la mise en service des principales nouvelles infrastructures de protection contre le risque d'inondation « centennale ». Ce projet de recherche ambitionne de décrire les liens et « attachements » (LATOUR, 2017) que différentes communautés du delta entretiennent avec leur milieu géographique en situation de forte bascule écologique, intégrant dans la définition des écosystèmes les infrastructures naturelles et artificielles du bassin hydrographique comme autant d'acteurs socio-politiques à part entière, dans un contexte où le sol du delta s'enfonce peu à peu dans la mer.
Sustain-COAST	Gestion durable des eaux souterraines côtières et réduction de la pollution par une gouvernance innovante dans un climat changeant	Université technique de Crète (TUC)	https://www.sustain-coast.tuc.gr/en/the-project/partners	Sustain-COAST a été conçu pour explorer des a**pproches innovantes de gouvernance des aquifères côtiers parmi de multiples utilisateurs et bénéficiaires de l'eau**, dans le cadre des incertitudes posées par l'**évolution conditions climatiques**, dans quatre pays méditerranéens. Sustain-COAST a l'intention de **développer un système d'aide à la décision** (SAD) multicritères calibré et une plate-forme Web de système d'information géographique **accessible aux acteurs de l'eau et aux décideurs politiques.** Les objectifs généraux de Sustain-COAST sont les suivants : **-** Concevoir et tester des approches innovantes de gouvernance des ressources en eau du littoral méditerranéen - Améliorer la gestion des ressources en eau - Atténuer la pollution des ressources en eau - Application des principes de bonne gouvernance : équité, légitimité, efficacité, transparence et responsabilité - Décentralisation

Le projet LIFE Eau&Climat (LIFE19 GIC/FR/001259)
a reçu un financement du programme LIFE de l'Union

Contact projet : Dr Sonia SIAUVE
(Office International de l'Eau)
s.siauve@oieau.fr

Office International de l'Eau

gesteau.fr/life-eau-climat

@gesteau