

**PHC Maghreb 30254WL**  
**Projet scientifique à finalité pédagogique et appliquée**  
**Durée : 3 ans renouvelable 1 an (2013-2017)**  
**Domaine : Eau**

**Diagnostic des processus de recharge naturelle et artificielle des aquifères superficielles en vue d'une gestion optimisée des ressources en eau au Maghreb**

**Contexte**

Les analyses menées par le Plan Bleu pour l'environnement et le développement de la Méditerranée, sous l'égide du Programme des Nations unies pour l'environnement, indiquent que les régions méditerranéennes, et notamment le Maghreb, seront confrontées à l'horizon 2050 à une forte diminution et à une importante pollution de la ressource en eau (déjà observable depuis les années 90), liées à la fois au changement climatique (hot spot du changement climatique selon le 4ème rapport du GIEC) et à la pression anthropique (agriculture, industrialisation, urbanisation, tourisme...).

L'étude de l'évolution des ressources en eau superficielle et souterraine constitue donc un enjeu majeur pour les populations, la biodiversité et l'évolution des écosystèmes continentaux et aquatiques de ces régions.

Les eaux souterraines, principale ressource en eau potable, sont particulièrement touchées au Maghreb, avec une forte diminution piézométrique, qui peut atteindre dans certaines régions jusqu'à une baisse de 50 cm à 1 m par an, et une dégradation de la qualité des eaux par infiltration des rejets anthropiques depuis les eaux de surface et par salinisation des eaux liée à une intrusion marine dans les aquifères côtiers, comme dans les exemples des nappes du Haouz et du Sais au Maroc (région de Marrakech et de Fès) et du Cap Bon en Tunisie.

Il s'avère donc nécessaire de trouver des solutions alternatives pour préserver les nappes d'eau souterraines. Parmi ces solutions figure la recharge artificielle des nappes qui doit contribuer à une remontée des niveaux piézométriques et à une amélioration de la qualité par dilution des eaux. Plusieurs procédés existent, tels que la recharge par des eaux de lacs de barrages, des bassins d'alimentation, des puits...

Le projet s'inscrit dans cette thématique: il consiste à étudier l'efficacité de différents procédés de recharge artificielle (lacs de barrage, bassin d'alimentation) et naturelle (alimentation par les oueds, par les précipitations) sur 6 sites pilotes de recharges situés sur 6 bassins versants des 3 pays du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) touchés par la diminution et la dégradation de la ressource en eau.

**Objectif**

L'objectif de ce projet consiste à étudier et à diagnostiquer l'efficacité de différents procédés de recharge des nappes, naturelle par les précipitations et les eaux de surfaces des oueds, et artificielle par les lacs de barrage et bassin d'alimentation, en suivant et croisant les chroniques hydrométéorologiques (précipitations, piézométrie, débit, niveau des lacs de barrage et bassin d'alimentation) par différentes méthodes exposées ci-dessous. Ce travail consistera à comparer les processus de recharge artificielle à ceux naturels sur 6 sites pilotes de recharges situés sur 6 bassins versants.

L'ensemble des données et des résultats du projet sera compilé sous la forme d'une base de données numériques. Nous proposons ainsi l'élaboration d'une plate-forme numérique sur un site internet dédié au projet dans lequel seront accessibles les données numériques brutes et traitées pour les scientifiques du programme et les gestionnaires de l'eau des bassins concernés. Cette plate-forme constituera donc un outil d'aide à la décision aux administrations

pour une gestion optimisée et intégrée des bassins versants étudiés et de leurs ressources en eau.

Ce projet s'appuiera sur 7 thèses en co-encadrement et/ou en co-tutelle entre l'Université de Rouen et les Universités partenaires au Maghreb : 2 avec l'Université de Béjaia dont 1 en co-tutelle, 1 avec l'Université de Constantine, 1 avec l'Université de Marrakech (co-tutelle prévue), 1 avec l'Université de Fès, 1 avec l'INRGREF et 1 avec l'Université de Sfax.

De par son objectif général, ce projet s'inscrit dans le cadre de programmes internationaux sur la gestion intégrée des bassins versants et de leurs ressources en eau : changements environnementaux (impacts anthropiques, effet du changement climatique), diminution et dégradation des ressources en eau, préservation des réserves en eau, aménagement....

Il a également pour objectif de renforcer la recherche et la coopération scientifique Nord-Sud (entre la France et le Maghreb), mais également Sud-Sud, sur la question environnementale de l'évolution des ressources en eau, au travers notamment de co-productions scientifiques ; et de constituer à plus long terme un réseau France-Europe-Méditerranée (des contacts ont déjà été entrepris dans ce sens dans le cadre d'un montage d'un Master international Environnement et Eau et d'une École Doctorale Internationale intitulée «Aux Interfaces du Développement Durable» EDI I2D).

### **Zones concernées par le projet**

La Soummam (9125 km<sup>2</sup>, région de Béjaia, Algérie) et le Kébir-Rhumel (8815 km<sup>2</sup>, région de Constantine, **Algérie**) ; au **Maroc**, le Tensift (24 800 km<sup>2</sup>, région de Marrakech) et le Sebou (40 000 km<sup>2</sup>, région de Fès) ; en **Tunisie**, un bassin côtier du Cap-Bon (environ 500 km<sup>2</sup>) et le complexe Ain Bidha/seuil El Houareb/plaine de Kairouan.

Les 6 bassins versants ont comme caractéristiques communes, une forte pression anthropique et un fort impact du changement climatique au travers de sécheresses très marquées depuis les années 90 qu'ils soient en contexte climatique purement méditerranéen ou semi-aride, répondant ainsi à la problématique générale du projet. Ces bassins ont, cependant, des spécificités propres (contextes géomorphologiques, géologiques et pression anthropique de nature variée, à dominante agricole et/ou urbaine et/ou industriel selon les bassins) permettant de les considérer comme représentatifs des bassins de cette région méditerranéenne.

Ces 6 bassins, du fait de leurs tailles et de leurs caractéristiques variées peuvent être considérés comme représentatifs de la majorité des bassins versants situés dans la zone sud-ouest méditerranéenne, au Maghreb.

### **Méthodologie**

L'étude sera effectuée à deux échelles temporelles (long et court terme)

- Traitement des séries chronologiques hydrométéorologiques existantes de plusieurs décennies à des pas de temps au mieux journaliers, mais le plus souvent mensuel à saisonnier ;
- Traitement des chroniques hydrométéorologiques acquises sur 3 années hydrologiques pendant la durée du projet à des pas de temps hebdomadaire, journalier à infra-journalier en fonction du matériel de mesure existant ou qui sera nouvellement installé sur les sites pilotes.

### **Liste des Universités et Laboratoires impliqués**

#### **Universités de Rouen et Caen**

- UMR CNRS 6143 M2C (Morphodynamique Continentale et Côtière),

Universités de Rouen et Caen, Coordinateur équipe et projet : Benoit Laignel

- UMR CNRS 6228 IDEES (Identité et Différenciation de l'Espace, de l'Environnement et des Sociétés), Université de Rouen, Coordinateur équipe : Zeineddine Nouaceur

### **Université Cadi Ayyad de Marrakech**

- Laboratoire GEOHYD (Géostructures, géomatériaux et ressources hydriques),
- CREMAS (Centre de Recherche sur l'Eau en Milieu Aride et Semi aride), Jeune équipe associé à l'IRD. Coordinateur pour les 2 laboratoires : Noureddine Laftouhi

### **Université de Fès : USMBA**

Laboratoire Géoressources et Environnement

Coordinateur équipe, Lahcen Benaabidate

### **Université A. Mira de Bejaia**

- Laboratoire Biochimie Biophysique Biomathématiques et de Scientométrie (3BS) ; Equipe : Génie de l'Environnement, Coordinateur équipe : Khodir Madani

### **Université Mentouri de Constantine**

- LASTERNE (Laboratoire des Sciences du Territoire , Ressources Naturelles et Environnement). LGE (Laboratoire de Géologie et Environnement), Coordinateur pour les 2 laboratoires, A.zeddine Mebarki

### **INRGREF, Université 7 novembre de Tunis**

- I.N.R.G.R.E.F, Sciences et Techniques de l'Eau. Coordinateur équipe : Nour Eddine Gaaloul

### **Université de Gabès**

Unité Hydrosociétés Appliquées ISSTEG, Gabès. Coordinateur, Abida Habib

### **Compétences des différentes équipes**

- **3BS, Béjaia (Algérie)** : instrumentation, expérimentation, qualité de l'eau, pollution et traitement,
- **LASTERNE (Algérie)** : Constantine : hydrologie de surface, fuites de lacs de barrage en zone karstique, géodynamique et aménagement des bassins hydrographiques
- **GEOHYD, Marrakech (Maroc)** : Interactions eaux de surface/eaux souterraines, mesures et évaluation in situ de l'infiltration et de la recharge de la nappe (expérimentation in situ), cartographie numérique
- **Géoressources et Environnement, Fès (Maroc)** : Interactions eaux de surface/eaux souterraines, étude de la qualité des eaux de surface et souterraines, modélisation hydrologique et hydrogéologique
- **INRGREF, Tunis (Tunisie)**: interactions eaux de mer/eaux souterraines, salinisation des eaux, modélisation hydrologique et hydrogéologique
- **ISSTEG, Gabès (Tunisie)**: analyse climatique (précipitations, température), interactions eaux de barrage, eaux de surface/eaux de nappe, modélisation hydrologique
- **UMR M2C, Rouen (France)**: évolution quantitative de la ressource en eau, étude de la variabilité hydrologique et de ses relations avec les fluctuations climatiques et l'impact anthropique à partir des méthodes statistiques et de traitement du signal
- **UMR IDEES, Rouen (France)**: analyse climatique (variabilité des pluies et des températures), cartographie numérique SIG, dynamique des bassins versants et de leurs paysages