

Programme de la thèse de :

Abdourahman Houmed Gaba Maki

Titre de la thèse :

Modélisation d'un aquifère volcanique fissuré et côtier sous climat aride en vue de la gestion durable des ressources en eau (aquifère basaltique de Djibouti).

Problématique.

La ville de Djibouti tire la totalité de ses besoins en eau de la nappe côtière dite « nappe de Djibouti ». C'est une nappe d'eau abritée dans les formations basaltiques fissurées (basaltes du golfe et basaltes somalis). Une trentaine de forages exploite cet aquifère à hauteur de 16 M³/an pour assurer l'alimentation en eau de la ville de Djibouti.

La méconnaissance de l'hydrogéologie de ces réservoirs volcaniques fissurés a créé cependant de nombreux problèmes de surexploitation et d'absence de gestion des ressources en souterraine. Sur la nappe de Djibouti, certains forages montrent une diminution inquiétante du niveau piézométrique ou une salinisation progressive de l'eau.

L'objectif général du travail de thèse vise à comprendre le fonctionnement de cet aquifère fissuré et élaborer un modèle numérique de fonctionnement du système de façon à pouvoir proposer une gestion optimale et durable de ses ressources en eau.

Objectifs, moyens et résultats recherchés

Les objectifs spécifiques sont décrits ci-dessous :

- améliorer les connaissances hydrogéologiques sur les milieux fissurés volcaniques
- comprendre les processus de recharge en contexte aride à semi-aride ;
- caractériser l'hydrodynamique de ces milieux ;
- étudier le degré d'hétérogénéité compte tenu de la fissuration et de l'altération ;
- identifier les propriétés hydrodispersives de ces milieux en liaison avec les caractéristiques lithologiques et géométriques de l'aquifère ;
- étudier la chimie des eaux souterraines ;
- localiser l'interface eau douce-eau marine ;
- concevoir et élaborer un modèle mathématique numérique en 3D qui intègre les spécificités hydrogéologiques de cet aquifère complexe ainsi que l'interface eau douce-eau salée ;
- étudier sur ce modèle des scénarios d'exploitation de ce système, de façon à proposer une gestion durable des ressources en eau.

Pour atteindre ces objectifs, il est prévu de mettre en place *un site expérimental*, équipé de forages et de piézomètres, dans l'aquifère basaltique dans le secteur de l'oued Atar. Ce site permettra de constituer une base de données indispensables sur ce type d'aquifère et portant notamment sur :

- la définition précise de la géométrie de l'aquifère (localisation et géométrie des fissures, localisation des couches basaltiques et des niveaux altérés, ...);
- la réalisation de séries de tests hydrauliques (essais par pompage, chocs hydrauliques, essais de perméabilité en surface, ...);
- la réalisation de tests de propagation de traceurs (pour analyser l'éventualité d'une pollution de la nappe);
- le suivi en continu des fluctuations piézométriques de la nappe;
- l'enregistrement de divers paramètres hydriques (pluie, température, ...).

Le résultat attendu de ce travail de thèse se situe à plusieurs niveaux :

- sur le plan de la formation, cette thèse servira à former un jeune chercheur djiboutien aux méthodes les plus modernes en hydrogéologie;
- sur le plan scientifique, la thèse porte sur un thème de recherche avancée en hydrogéologie : les milieux fissurés fortement hétérogènes. De ce fait, les résultats de la thèse feront l'objet de publications dans des revues scientifiques de haut niveau;
- sur le plan pratique, le travail de thèse permettra de mettre à disposition des gestionnaires de la nappe de Djibouti, un outil d'exploitation prévisionnelle et durable de cette ressource cruciale pour le pays.

Méthodologie

Synthèse des données existantes

- Une étude bibliographique sera conduite sur l'hydrogéologie des milieux fissurés volcaniques.
- Une synthèse critique sera effectuée sur les travaux réalisés sur la nappe de Djibouti.

Supervision des forages du site expérimental

- Suivi des forages pendant la réalisation et pompage d'essai à la fin de l'ouvrage.
- Réalisation des profils de température, de conductivité et de pH.

Réseau hydro-climatologique et hydrogéologique

- Un réseau d'instruments climatologiques et hydrologiques complètera les installations déjà existantes dans la région. Des équipements de suivi hydrogéologique seront installés sur certains forages du site.

Hydrologie

- Calcul du bilan hydrologique du bassin versant de l'oued Atar.
- Étude de la relation pluie/débit de l'aquifère de Djibouti.

Étude de la recharge

- Les mécanismes de recharge de l'aquifère seront mieux caractérisés en utilisant les données des limnigraphes couplées aux enregistrements des suivis piézométriques.
- Une estimation du volume d'eau infiltré à travers les alluvions du lit de l'oued Atar sera faite par comparaison entre les enregistrements de deux limnigraphes sur l'oued.

Propriétés hydrodispersives des basaltes

- En utilisant des traceurs non polluants, et facilement détectables, des tests de dispersivité seront menés sur le site expérimental.

Étude hydrodynamique

- La variabilité des caractéristiques hydrodynamiques et les hétérogénéités seront étudiées. On établira une interpolation du champ de transmissivité à l'ensemble de l'aquifère en utilisant notamment les outils géostatistiques.

Modélisation

- Sur la base d'un modèle conceptuel de la structure et du fonctionnement de l'aquifère en tenant compte de l'interface eau douce-eau de mer, un modèle hydrodynamique sera construit. Il sera enrichi, au fur et à mesure de l'acquisition des données nouvelles, en parallèle avec l'évolution de la connaissance du système aquifère.

Agenda des activités

Avril 2005 - septembre 2005	Synthèse des données existantes; bibliographie sur les milieux fissurés volcaniques.
<i>Octobre 2005</i>	<i>Rapport d'avancement.</i>
Octobre 2005 - mars 2006	Réalisation des forages et équipement du site.
<i>Mars 2006</i>	<i>Rapport d'avancement.</i>
A compter d'avril 2006	Recueil des données.
Avril 2006 - juin 2006	Réalisation d'une batterie de test sur le site expérimental (pompage, traçage,...).
Juillet 2006	Analyse et interprétation des premières données.
Juillet 2006 - septembre 2006	Interprétations des essais et des tests.
<i>Octobre 2006</i>	<i>Rapport d'avancement.</i>
Novembre 2006 - mars 2007	Analyse et interprétation des données d'un cycle complet. Démarrage du travail de modélisation.
<i>Avril 2007</i>	<i>Rapport d'avancement.</i>
Mai 2007 - juillet 2007	Réalisation d'une deuxième batterie de test sur le site.
Juillet 2007 - septembre 2007	Interprétation des résultats des tests.
<i>Octobre 2007</i>	<i>Rapport d'avancement.</i>
Novembre 2007 - avril 2008	Analyse et interprétation des données (suite avec 2 cycles de données) ; Modélisation (suite).
<i>Mai 2008</i>	<i>Rapport final</i>

Fait à Poitiers, le 22 juin 2005

PR Moumtaz RAZACK
Directeur de thèse