

**PROPOSITION DE THESE ALLOCATION**  
**Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne**  
**Juin 2010**

**Intitulé : Approche spatio-temporelle pour la caractérisation et la modélisation de la dynamique des échanges nappe/rivière - Application au Rhône**

Intitulé du sujet de thèse	Approche spatio-temporelle pour la caractérisation et la modélisation de la dynamique des échanges nappe/rivière – Application au Rhône
Laboratoire d'accueil	UR SEPIT (Sciences de l'Environnement pour les Processus Industriels et territoriaux)
Directeur de thèse	Direction : Didier Graillot ENSM-SE UR SEPIT Co-direction : Mireille Batton-Hubert Maître de conférences ENSM-SE, UR LSTI (équipe CROCUS)
Laboratoire de rattachement	Centre SITE ENSM-SE
Autres membres de l'encadrement	F. Paran, Y. Travy , P. Marmonier, G. Bornette, L. Cadilhac
Nomenclature ministérielle <a href="http://dr.education.fr/SIREDO/DS_RSD_SD">http://dr.education.fr/SIREDO/DS_RSD_SD</a>	DS3

### **1. Contexte/objectif**

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) impose à l'horizon 2015 de prendre en compte les masses d'eaux souterraines pour la durabilité et la disponibilité des ressources en eau sur le territoire.

Actuellement une réflexion doit être engagée sur la façon de caractériser la dynamique des échanges nappes/rivière pour des systèmes aquifères alluviaux superficiels à grande échelle connectés à un système hydrographique principal et secondaire. Lorsque sur ce type d'aquifère, des modélisations hydrogéologiques locales existent déjà : doit-on utiliser les modèles existants et trouver le moyen de les lier entre eux, ou au contraire doit-on mettre en œuvre une modélisation à échelle plus globale voire simplifiée validée par des modélisations plus fines sur des secteurs clefs ? Afin de répondre à cette problématique, il devient stratégique de se focaliser sur les relations hydrodynamiques aux interfaces eaux superficielles/eaux souterraines.

### **2. Démarche**

La première démarche initiée dans les travaux précédents consiste à utiliser les fonctionnalités SIG d'analyse spatiale pour calculer automatiquement les gradients hydrauliques de nappes correspondant aux différentes configurations d'échange. Elle est fondée sur une analyse géométrique des niveaux piézométriques.

Mais cette approche ne prend pas en compte la variation temporelle à plusieurs échelles (journalières à saisonnières) ni la résolution spatiale à laquelle doivent être analysés ces échanges hydrauliques pour une compréhension plus fine des écoulements. La notion de régime transitoire en matière d'échanges nappes/ rivières est l'un des deux axes principaux de ce sujet de thèse.

La répercussion des variations journalières ou hebdomadaires ou saisonnières du niveau des fleuves sur les régimes d'étiage ou de hautes eaux (nappe/fleuve) pourrait être traitée à partir de séries chronologiques de niveau dans le fleuve et de hauteurs piézométriques en nappe. Leur traitement par analyse corrélative ou spectrale pourra être envisagé.

La prise en compte de l'échelle spatiale pourrait être en partie être appréhendée par des techniques de modélisation à différentes échelles. A grande échelle, une méthode de modélisation fondée sur une méthode par éléments analytiques permettant de définir les conditions limites géométriques et hydrauliques sans discrétiser en mailles fines l'ensemble de la zone sera testée. Cette méthode est fondée sur la théorie du potentiel complexe et le principe de superposition des écoulements. Les valeurs de potentiel calculées seront comparées aux résultats obtenus par modélisation locale (éléments finis ou différences finies) compte-tenu des paramètres de calage et des données introduites dans les modèles au moment de leur élaboration ou de leur dernière utilisation. Cette stratégie calée à l'échelle locale pour certains tronçons à déterminer (accessibilité des données de l'hydrosystème) sera comparée au calcul de gradients.

Dans les travaux antérieurs, les échanges nappe/rivière ont été confrontés à d'autres paramètres ou métriques biologiques (invertébrés souterrains et macrophytes). Les métriques biologiques (invertébrés souterrains et macrophytes) seront utilisées, là où les données existent, en tant que critère de validation supplémentaire et en particulier en cas de divergence des résultats (intensité relative et direction des échanges).

Les résultats du modèle global et de l'analyse locale, feront l'objet d'une comparaison complémentaire avec des données géochimiques et isotopiques ( $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ , traceurs de solutés ou radioactifs) le long du réseau hydrographique et dans les systèmes aquifères. Il s'agira de vérifier les mécanismes d'échange entre les nappes et le fleuve (débits contributifs, vitesses d'écoulement, gradients, temps de séjours, localisation des zones de recharge).

Il s'agira de mettre en applications ces méthodes pour évaluer les débits d'échange et leur effet sur la qualité des eaux de surface et souterraines second axe de ce sujet de thèse. On entend par qualité les paramètres de physico-chimie, biologiques, les métaux, les HAP, les PCB et les micropolluants (pesticides).

Les corrélations entre les concentrations en polluants mesurées dans le fleuve et celles relevées dans les piézomètres seront établies par analyse multivariée selon la nature des données (indices, classes, valeurs continues de concentrations). La sensibilité des invertébrés souterrains et de la végétation aquatique à ces variations de qualité ou à ces pollutions permettra de statuer sur leur rôle de détection. Il s'agira également de savoir si cela ne perturbe pas leur pouvoir indicateur sur l'intensité des échanges.

### **3. Partenariat**

Partenaires scientifiques : ZABR , UMR 5023 Ecologie des hydro systèmes fluviaux (EHF)

- Acteurs territoriaux : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, ONEMA

#### **4. Coordination avec les sujets de recherche de l'Institut Fayol**

Cette thèse se situe dans la continuité des travaux menés sur la modélisation spatiale et temporelle des phénomènes continus dans le domaine de l'eau et s'insère dans le projet Echanges nappes/ Rhône de l'accord cadre entre la ZABR et l'agence de l'eau Rhône Méditerranée- Corse. Elle s'inscrit dans la thématique 2 (maîtrise des ressources pour l'aménagement du territoire) de l'UR SEPIT (Sciences de l'Environnement pour les Processus Industriels et Territoriaux) et dans le thème « incertitudes et fusion d'information » de l'équipe CROCUS / LSTI. Ce sujet s'inscrit également dans le programme gestion des ressources territoriales de l'Institut Fayol.

#### **5. Profil du candidat**

- Titulaire d'un Master recherche en Sciences de l'environnement : Hydrogéologie et géochimie, hydrologie, modélisation des écoulements souterrains (méthodes numériques discrètes, méthodes analytiques) et de surface , SIG, Mécanique des fluides et Mathématiques appliquées,

**Inscription** : à l'ENSM-SE dans le cadre de l'Ecole Doctorale de Saint-Etienne (formation doctorale Sciences et génie de l'Environnement

#### **Déroulement :**

La thèse se fera au sein de l'équipe IDEE du centre SITE de l'ENSM.SE

<http://www.emse.fr/fr/transfert/site/index.html>

- Inscription aura lieu à l'ENSM.SE dans le cadre de l'Ecole Doctorale de Saint-Etienne  
Rentrée octobre 2010

- Financement : le financement est assurée par l'ENSM.SE pour 3 ans à hauteur de 1410,33 euros brut mensuel (1745,73 euros brut si monitorat).

#### **Pour candidater :**

Envoyez un CV complet, une lettre de motivation, vos relevés de notes et les adresses de trois personnes susceptibles de vous recommander pour ce poste par email à Christiane Retrus : [retrus@emse.fr](mailto:retrus@emse.fr)

Date limite de dépôt de candidature : **4 juillet 2010**

