

Bonjour,

J'ai le plaisir de vous convier à ma soutenance de thèse, intitulée :

"Étude hydrologique et hydrogéologique du bassin sédimentaire côtier de Kaluvelli-Pondichéry (Tamil Nadu, Inde)".

La présentation aura lieu le vendredi 7 avril 2007 à 14h, à l'Université Pierre et Marie Curie, Amphi Chouard, Tour 53, niveau Jussieu.

Vous trouverez ci-joint le résumé.

Aude Vincent

Étude hydrologique et hydrogéologique du bassin sédimentaire côtier de Kaluvelli-Pondichéry (Territoires de Pondichéry et État du Tamil Nadu, Inde)

Le bassin de Kaluvelli-Pondichéry est représentatif des systèmes sédimentaires côtiers qui longent la baie du Bengale, et des zones densément peuplées où des problèmes de réduction de la quantité et de forte minéralisation des eaux souterraines sont identifiés. Il fait partie du projet HELP (*Hydrology for Environment, Life and Policy*) de l'UNESCO.

Notre bassin est situé en zone semi-aride, et reçoit la majorité de ses pluies (66 %) pendant la mousson du nord-est (octobre à décembre). Ses ressources en eau souterraine sont sollicitées pour l'irrigation de façon exponentielle et incontrôlée depuis l'apparition massive des forages profonds (années 1970) et ce aux dépens des systèmes d'irrigation traditionnels (réseau de réservoirs de surface, *erys* ou *tanks*, se remplissant uniquement lors des événements de mousson). De ce fait, dans l'un de ses aquifères (Vanur), une forte minéralisation est enregistrée en parallèle d'une baisse drastique du niveau de la nappe supérieure à 40 m (voire 50 m) de rabattement depuis trente ans. L'origine de la minéralisation des eaux, dans cet aquifère dans la partie nord du bassin, a été identifiée grâce à une précédente étude géochimique et isotopique (d'Ozouville et al., 2006). Les auteures ont identifié trois sources de minéralisation : infiltration d'eau concentrée par évaporation et retour d'eau d'irrigation, arrivée d'eau saumâtre du marais de Kaluvelli et surtout venue d'eau minéralisée profonde par drainance ascendante verticale causée par le cône de dépression observé. Cependant, à l'échelle du bassin (1000 km²) la quantification des ressources en eau et de l'évolution de leur qualité restent des questions entières auxquelles ce travail se propose d'apporter une réponse à même d'aider par la suite les organismes en charge de la gestion des ressources en eaux.

Pour ce faire, une modélisation hydrogéologique 3D du système multi-couche est conduite à l'aide du modèle NEWSAM (ENSMP). Mais préalablement la question du bilan hydrologique et plus précisément, la quantification du terme « infiltration » a été regardé avec attention. À cette fin, nous avons étudié le fonctionnement hydrologique du sous-bassin versant d'Anpakkam ouest (26 km², cinq *erys*, trois lithologies) pendant les événements de mousson du nord-est de 2004 et 2005. Dû au climat semi-aride et à une topographie très plane, ce sous-bassin possède un réseau de chenaux divagants et non pérennes. Pour cette raison, nous avons mesuré manuellement le ruissellement journalier à une puis deux sections, à l'aide d'un micromoulinet. Les données climatologiques disponibles à une station, ainsi que les différents pluviomètres installés sur le bassin, couplées aux chroniques de débits à l'exutoire du sous-bassin versant et aux courbes de remplissage et de vidange des réservoirs, toutes acquises par nos soins, nous ont permis de conduire un exercice d'inter-comparaison de modèles hydrologiques destiné à affiner notre compréhension du fonctionnement hydrologique du système étudié et à quantifier les principaux termes du bilan hydrologique. L'infiltration ainsi calculée a pu ensuite être comparée aux estimations faites par d'autres auteurs à l'aide d'autres méthodes (traçage isotopique notamment).

Les modèles hydrologiques retenus sont : un modèle global GR4J (CEMAGREF), un autre modèle global prenant en compte le rôle hydrologique des réservoirs construit par nos soins à l'aide du logiciel VENSIM, et MODSUR, un modèle distribué à réservoir construit sur des bases physiques (ENSMP). Des modèles de type « Topmodel » bien qu'envisagés ont été écartés, car non adaptés aux topographies très planes et aux climats secs rencontrés sur notre domaine d'étude. Le modèle construit avec VENSIM n'est pas satisfaisant en validation, à l'inverse de GR4J, qui est donc choisi comme référence même s'il est plus délicat à interpréter. Le modèle MODSUR, du fait de sa discrétisation spatiale des processus hydrologiques (prise en compte de l'occupation du sol et des pratiques culturelles) fournit les résultats les plus satisfaisants.

Nos observations de terrain et les résultats d'inter-comparaison des modèles hydrologiques montrent que les *erys* ont un double impact : leur remplissage atténue le premier événements pluvieux après le début du ruissellement, et leurs fuites maintiennent un ruissellement de base pendant environ un mois après la fin des pluies.

Ensuite la modélisation hydrogéologique du système multi-aquifères côtier de Pondichéry-Kaluvelli a été conduite avec NEWSAM (ENSMP). Le modèle géologique 3D construit sous SIG est utilisé pour la géométrie. Le taux d'infiltration est celui calculé par les modèles de surface. L'extraction vient de la campagne de 2003 faite par AWH auprès des paysan-ne-s. Les paramètres hydrodynamiques des différentes formations sont dérivés de la littérature et des essais de pompage réalisés, puis calés avec le modèle. Le calage et la validation du modèle se font grâce aux données piézométriques historiques et actuelles disponibles.

La simulation en régime transitoire sur 1950-2006 (pas de temps mensuel) montre que :

- une drainance ascendante du Ramanathapuram vers le Vanur est présente, dont le volume augmente dans le temps, ce qui confirme sur ce point l'étude géochimique de d'Ozouville et al.
- dans le même temps les échanges de l'aquifère des alluvions vers ceux de Cuddalore et

de Vanur, ainsi que de l'aquifère de Cuddalore vers celui de Vanur, s'accroissent.

- une entrée d'eau au niveau de la côte dans l'aquifère de Vanur depuis 1990.

Une intrusion marine est donc suspectée par le modèle, alors qu'elle n'a pas été détectée par l'étude géochimique précédente. L'hypothèse d'une réserve d'eau douce "offshore" est avancée, et son estimation montre qu'elle a pu effectivement "protéger" l'aquifère de Vanur d'une intrusion marine pendant plusieurs années. Mais ce stock est estimé de façon grossière, nous ne pouvons pas dire jusqu'à quand la protection sera effective. Or une fois le biseau salé au niveau de la côte, l'intrusion marine se propagera très rapidement (en quelques mois).

Plutôt que se tourner vers des solutions techniques globales, qui sont susceptibles d'engendrer autant, voire plus de nouveaux problèmes qu'elles n'en résolvent, une approche "grassroots" semble plus intéressante. Une telle approche remet en valeur les systèmes traditionnels indigènes de collecte et de gestion de l'eau, et l'auto-organisation. Elle permet ainsi un fonctionnement à l'échelle humaine, à laquelle la maîtrise est beaucoup mieux gardée.