

Caractérisation et suivi des intrusions salines dans les aquifères côtiers du Roussillon

(PEPR Maths-Vives – Axe Environnement – Projet HYDRAUMATH)

Delphine Roubinet^a (delphine.roubinet@umontpellier.fr), Laurent Brun^a, Celina Medjahed^a,
Yohann Cousquer^b, Gérard Lods^a, Erwan Le Ber^a, Gilles Henry^a, Teddy Widemann^a, Yvan
Caballero^c, Johanna Lofi^a, Philippe Pezard^a

^a Géosciences Montpellier, CNRS-Montpellier University, ^b Hydrosiences Montpellier, ^c BRGM

Contexte

La nappe côtière de la plaine du Roussillon constitue un aquifère clastique multicouche dont la ressource en eau est principalement utilisée pour l'eau potable et l'irrigation. Depuis plusieurs dizaines d'années, cet aquifère est menacé par une intrusion d'eau de mer notamment à cause d'une demande dépassant la recharge (peu de précipitations, réchauffement climatique).

L'objectif de ces travaux est d'utiliser les données géophysiques acquises en forage pour caractériser cette intrusion et paramétrer des modèles numériques permettant de simuler l'intrusion. A long terme, l'objectif est de fournir des scénarios futurs d'intrusion en fonction des conditions climatiques et de l'exploitation de la ressource.

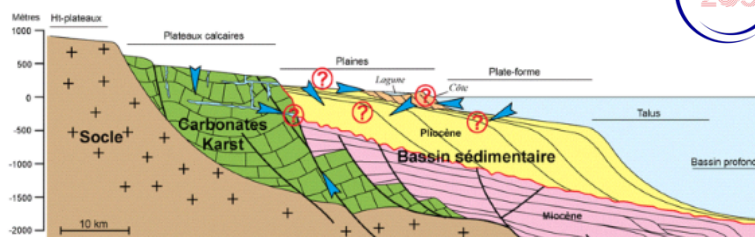


Schéma conceptuel de l'aquifère sédimentaire côtier de la plaine du Roussillon (Duvail et Aunay, 2005).

Méthodologie

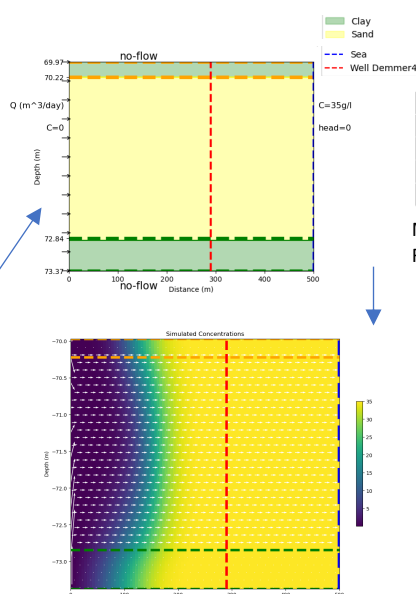
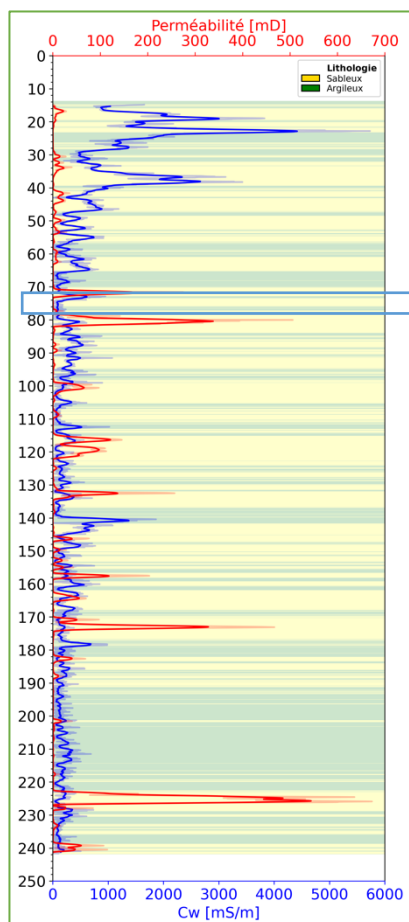
Données. Mesures pétrophysiques sur carottes et profils géophysiques en forage dont (i) des mesures de gamma ray pour estimer la lithologie (alternance sable/argile) ; (ii) des mesures de la porosité par RMN (Résonance Magnétique Nucléaire), ϕ_{RMN} , utilisées pour obtenir la perméabilité k_{RMN} et la conductivité électrique du fluide poral $C_{w,RMN}$

Modèles. Equations pour les écoulements d'eaux souterraines à densité variable et le transport de solutés

$$\nabla \cdot \left[\rho \frac{\mu_0}{\mu} \mathbf{K}_0 \left(\nabla h_0 + \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} \nabla z \right) \right] = \rho S_{s,0} \frac{\partial h_0}{\partial t} + \theta \frac{\partial \rho}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial t} - \rho S_s q'_s \quad \left(1 + \frac{\rho_b K_d^k}{\theta} \right) \frac{\partial (\theta C^k)}{\partial t} = \nabla \cdot (\theta \mathbf{D} \cdot \nabla C^k) - \nabla \cdot (\mathbf{q} C^k) - q'_s C_s^k$$

ρ_0, μ_0 : densité et viscosité dynamique du fluide (eau douce) à la concentration et température de référence ; $\mathbf{K}_0$: tenseur de conductivité hydraulique du matériel saturé avec le fluide de référence ; h_0 : charge hydraulique du fluide de référence à une concentration et température spécifiée ; $S_{s,0}$: stockage spécifique ; t : temps ; θ : porosité ; C : concentration en sel ; q'_s : terme source du fluide de densité ρ_s ; ρ_b : masse volumique apparente ; K_d^k : coefficient de distribution de l'espèce k ; C^k : concentration de l'espèce k ; $\mathbf{D}$: tenseur des coefficients de diffusion et dispersion hydrodynamique ; $\mathbf{q}$: vitesse ; C_s^k : terme source de la concentration de l'espèce k

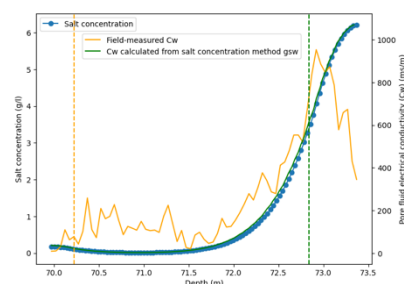
Résultats



	Clay	Sand	Clay
k_{SDR} [mD]	0,250116	274,48	0,172009
k_{SDR} [m²]	$2,46 \times 10^{-16}$	$2,71 \times 10^{-13}$	$1,70 \times 10^{-16}$
K [m/s]	$2,42 \times 10^{-9}$	$2,66 \times 10^{-6}$	$1,67 \times 10^{-9}$
K [m/day]	$2,09 \times 10^{-4}$	$2,03 \times 10^{-1}$	$1,44 \times 10^{-4}$

Modélisation d'une zone sélectionnée avec les perméabilités RMN par couche

Distribution de la concentration de sel pour $Q=100$ m³/day et $c=35$ g/L (BC gauche-droite).



Comparaison entre la conductivité électrique déduite des mesures et de la modélisation.

ϕ_{RMN} , k_{RMN} et $C_{w,RMN}$ (courbes verte, rouge et jaune) dans le puits demmer4 avec alternance sable/argile (bandes jaune/vert). (Medjahed, 2024)

Perspectives

(i) Etude du paramétrage de la perméabilité RMN; (ii) Analyse des données RMN 2024 dans les autres puits ; (iii) Approfondissement de la modélisation. Stage M1 de l'ANR AQUIMER (2025) et stage M2 du master AWARE-Earth (2026).

Références : Duvail, C. et Aunay, B., Séminaire Syscolag n°3 du 05 déc. 2005, Agropolis, Montpellier. Medjahed C. (2024), Characterization and monitoring of saline intrusions in the coastal aquifers of Roussillon, Master report, Montpellier University.
Financement : Dans le cadre du projet SwimClas financé par le centre UNESCO-ICEWARD, ces travaux ont bénéficié d'une aide de l'Etat au titre du Programme d'Excellence I-SITE de l'Université de Montpellier, dans le cadre du Plan d'Investissement France 2030.