

Introduction

- Contexte** : besoin d'apport d'information pour la calibration de modèles hydrologiques à base physique pour en améliorer les capacités prédictives.
- Cas d'étude** : campagne de mesures de Résonance Magnétique Protonique (RMP) pour le suivi d'un épisode de fonte de neige sur le bassin versant du Strengbach durant l'hiver 2021.
- Objectifs** : coupler un modèle d'écoulement 1D (Richards) et un modèle d'estimation de signaux RMP. Puis utiliser cette modélisation hydrogéophysique couplée pour calibrer le modèle d'écoulement en ajustant les mesures géophysiques.

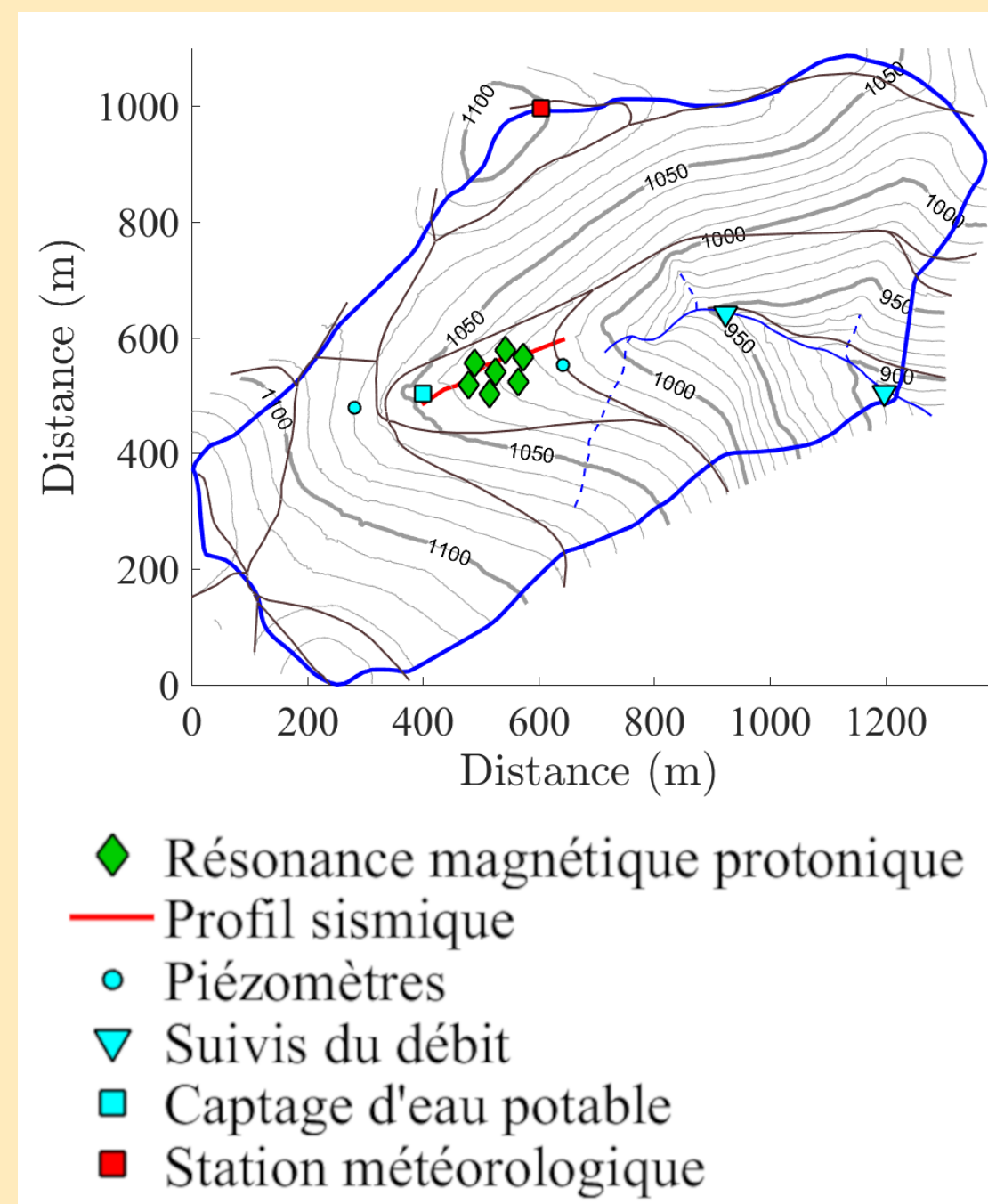


Fig. 1 : carte du bassin versant du Strengbach (OHGE¹), emplacement des différentes stations de mesures.

Modèle hydrogéophysique couplé :

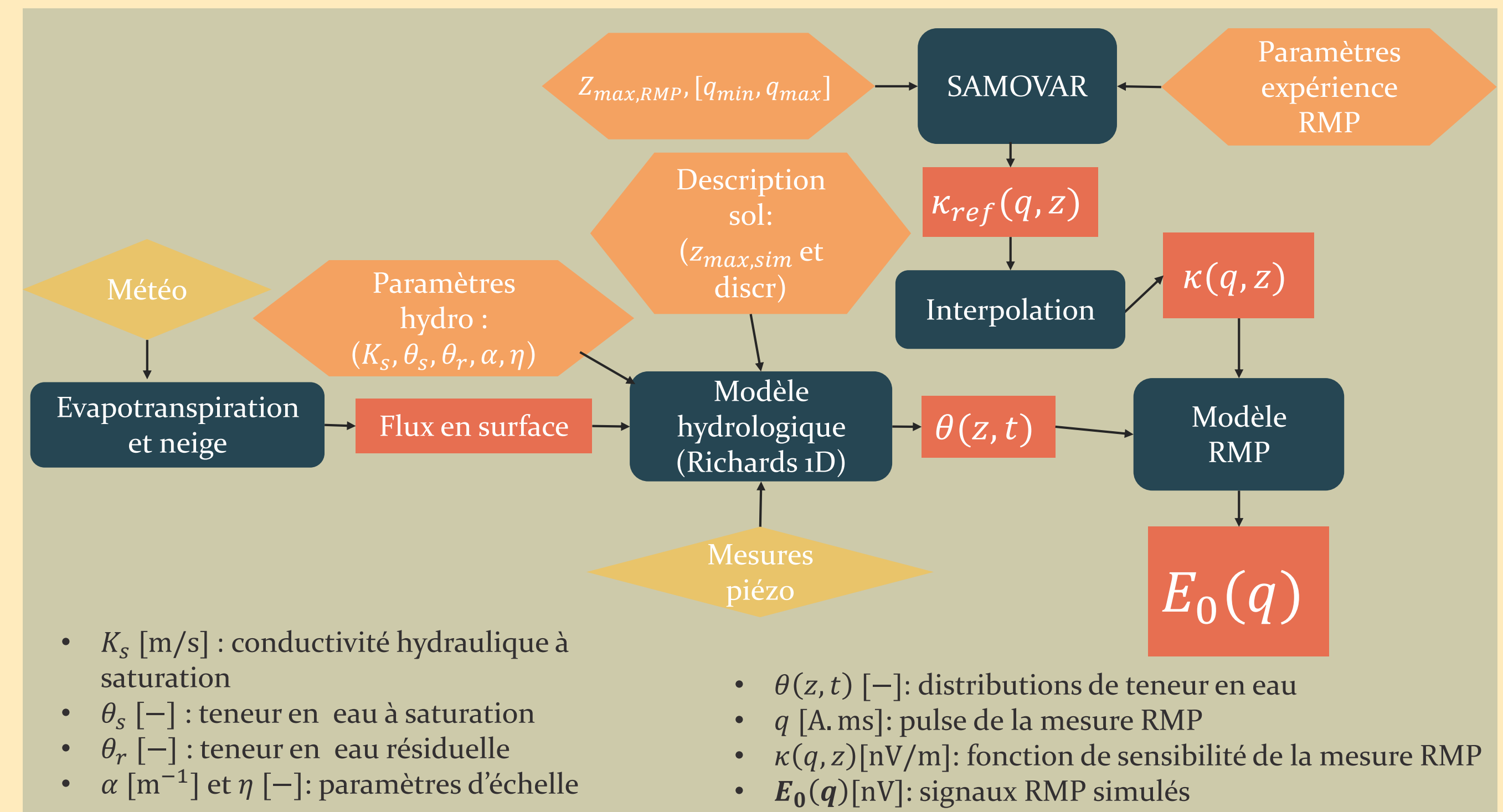


Fig. 2 : diagramme de fonctionnement du couplage des modèles hydrologique et géophysique

Données météorologiques et hydrologiques

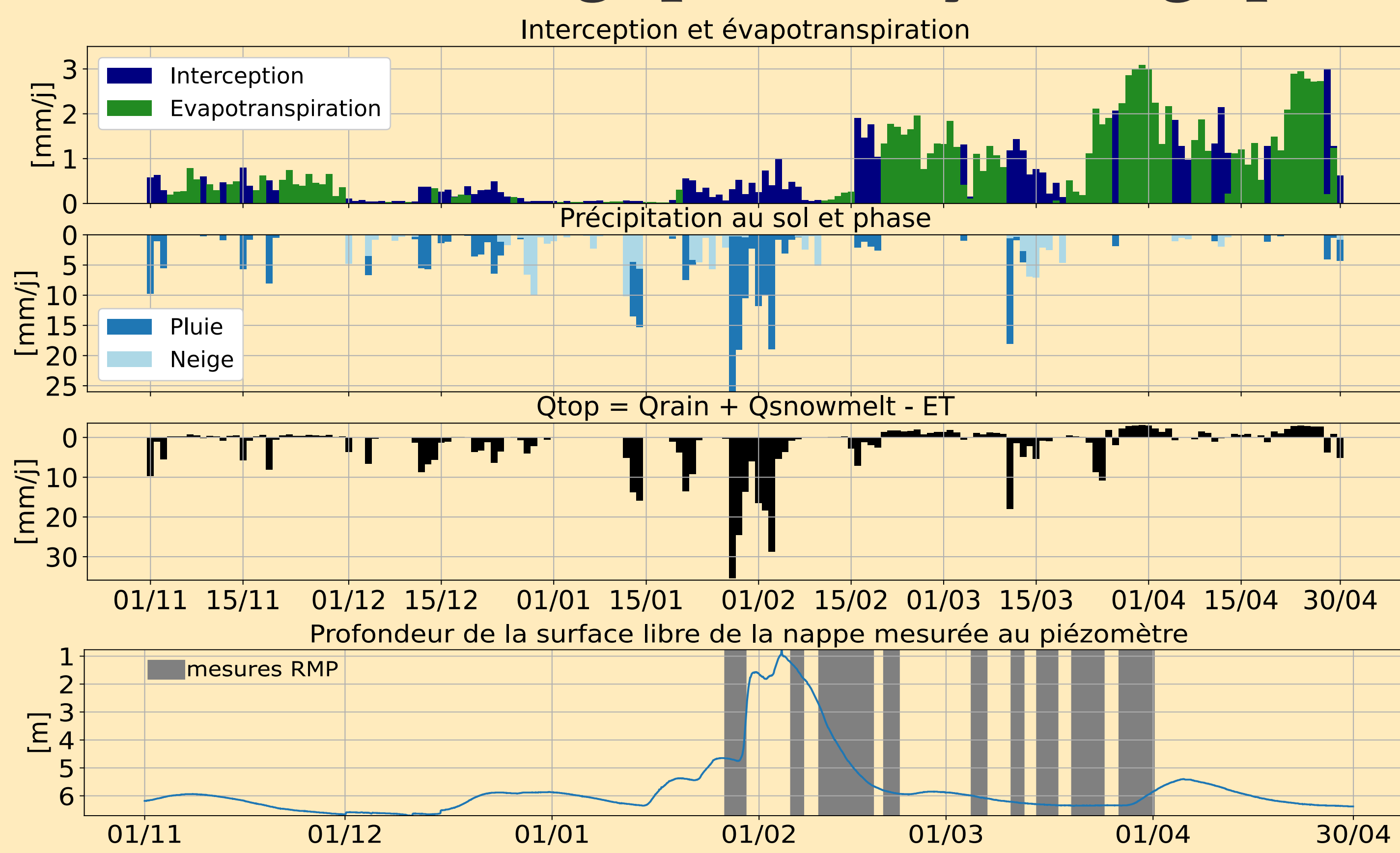


Fig. 3 : données météorologiques et hydrologiques utilisées pour imposer les conditions aux limites des simulations

Problème inverse

- Mesure de la distance entre signaux simulés et mesurés^[2] :

$$\chi^2(\mathbf{y}, \mathbf{d}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(y_i - d_i)^2}{\epsilon_i^2}$$

\mathbf{y} : signaux simulés, \mathbf{d} : signaux mesurés, ϵ : bruit EM.

- Fonctionnelle coût :

$$J(\mathbf{p}) = |\chi^2(\mathcal{F}(\mathbf{p}), \mathbf{E}_0^*) - 1|$$

\mathbf{p} : paramètres hydrodynamiques, \mathcal{F} : opérateur solution du problème direct, \mathbf{E}_0^* : signaux RMP mesurés.

- Problème :

$$\text{Trouver } \mathbf{p}^* = \text{argmin}_{\mathbf{p}} J(\mathbf{p})$$

Résultats et discussion

- Deux algorithmes d'optimisation : méthode de la section dorée et algorithme à évolution différentielle (ED)

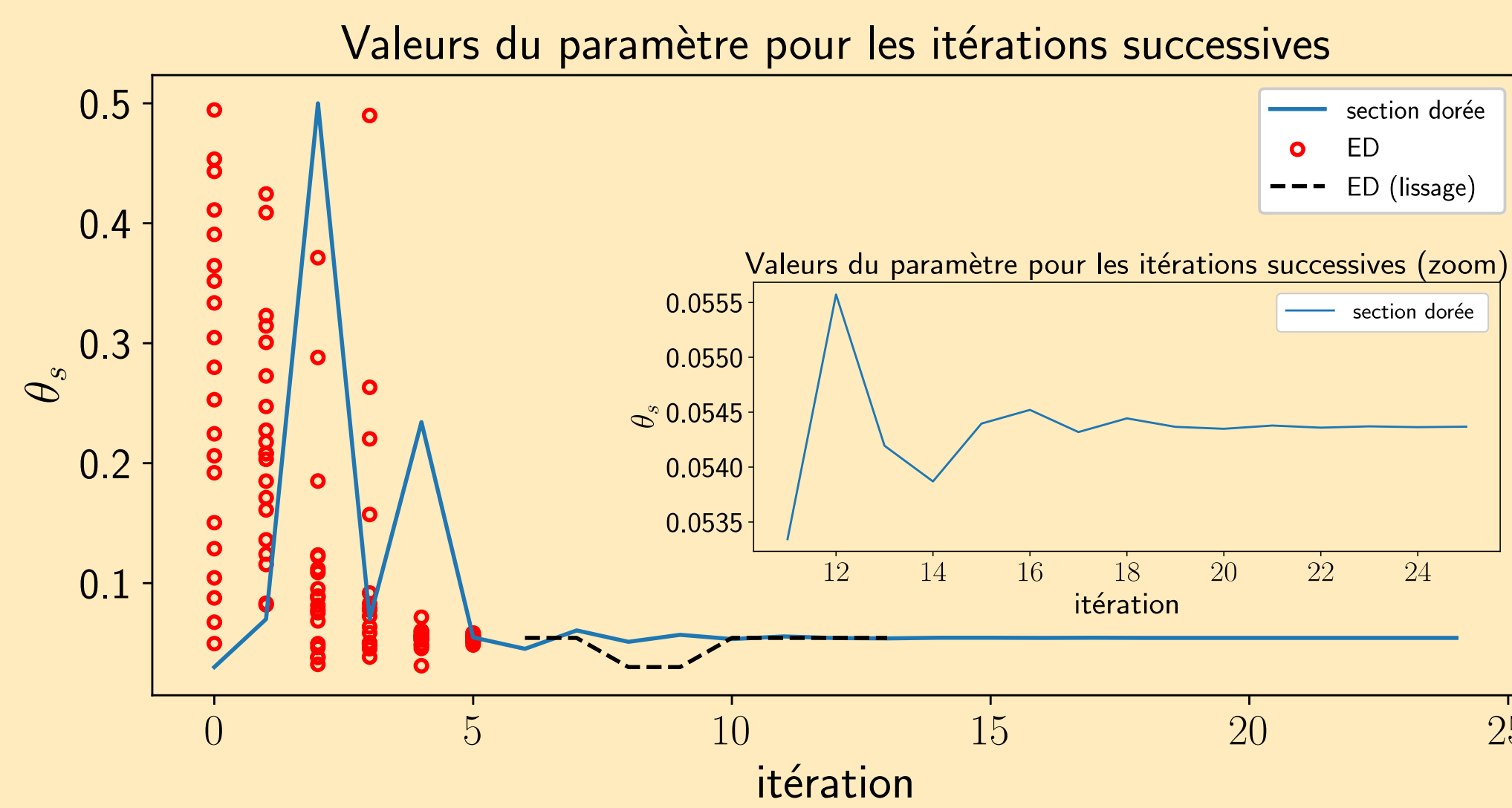


Fig. 6 : valeurs du paramètre θ_s pour chaque itération des algorithmes.

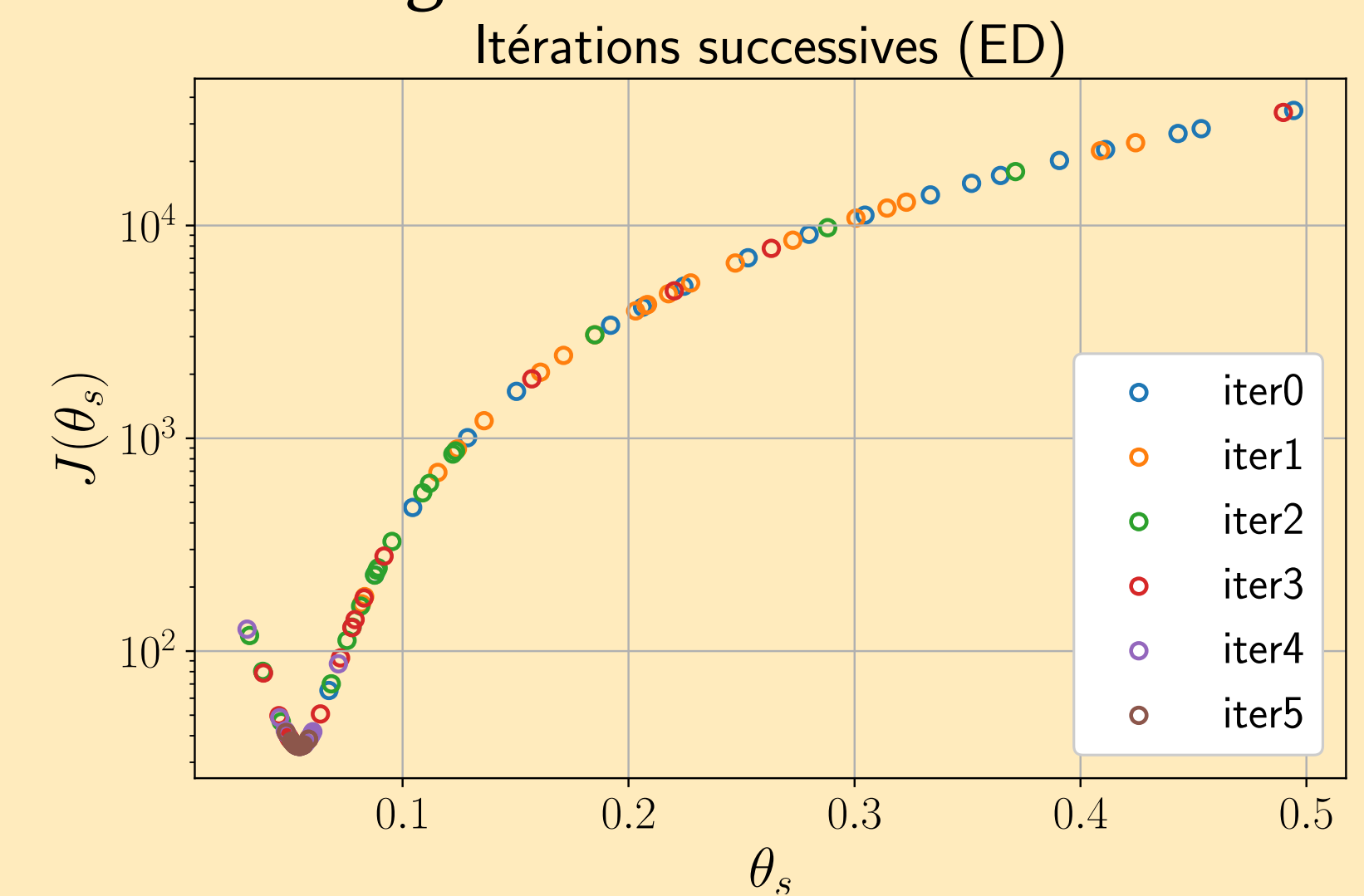


Fig. 7 : valeurs de J en fonction de θ_s lors des itérations de l'algorithme à évolution différentielle

- θ_s estimé à 0.054 dans la couche zone simulée homogène, $J(0.054) = 35.66$.

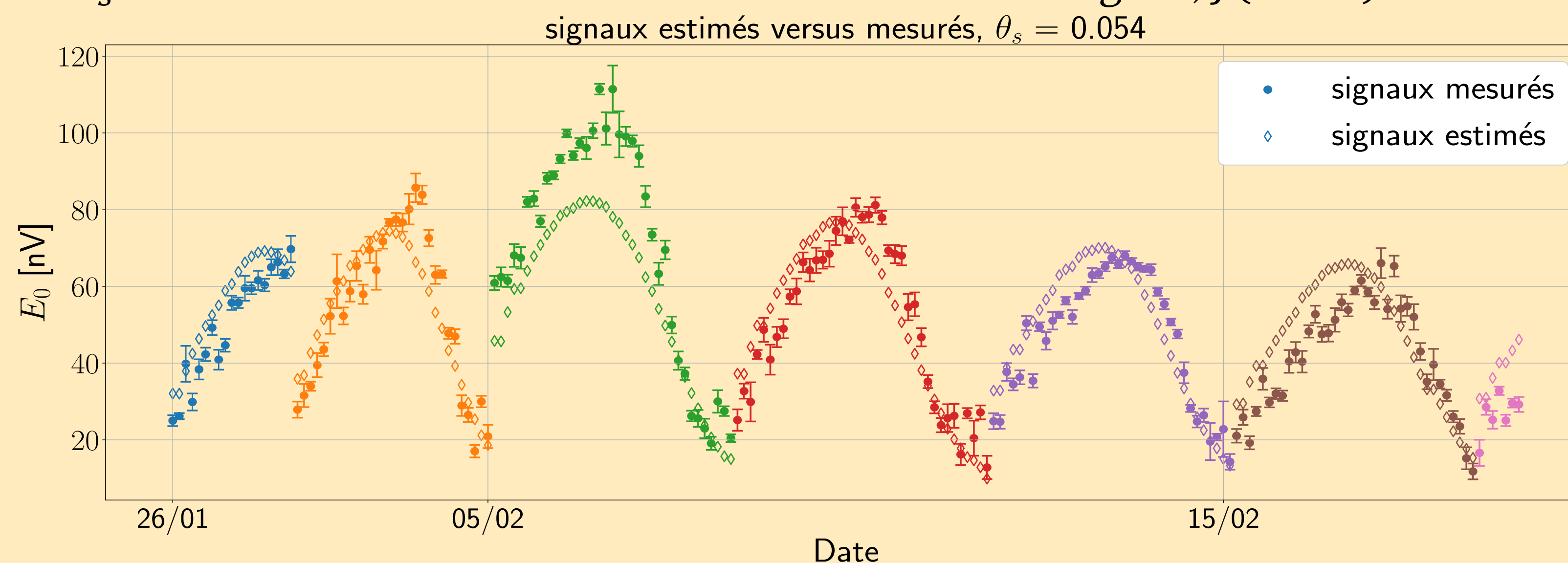


Fig. 8 : comparaison des signaux mesurés et des signaux estimés par le modèle hydrogéophysique.

Fig. 5 : Schéma de la description du sol. Description homogène pour la zone simulée.

- Pour atteindre un meilleur ajustement des données expérimentales : introduction d'une description du sol plus complexe nécessaire (hétérogène, estimation de K_s , α , η).

Perspectives

- Introduction de descriptions du sol plus complexes.
- Quantification de l'incertitude sur les paramètres estimés.

Remerciements

Nous remercions Rohianuu Moua et Alain Hernandez pour leur participation à la mise en place de l'expérience. L'expérience de terrain a bénéficié d'un financement de l'EQUIPEX CRITEX. Le programme IDEX-UNISTRA W16RPD19 a financé l'appareil d'acquisition. Nous remercions l'Institut Terre et Environnement de Strasbourg pour le financement de ce stage dont les résultats sont présentés ici.

Références

- Pierret, M.C., et al. "The Strengbach catchment: A multidisciplinary environmental sentry for 30 years." *Vadose Zone Journal* 17.1 (2018): 1-17.
- Costabel, S., & Günther, T. (2014). Noninvasive estimation of water retention parameters by observing the capillary fringe with magnetic resonance sounding. *Vadose Zone Journal*, 13(6).