

Analyses expérimentale et numérique des performances énergétiques d'un puits canadien

Geoffroy CHARDOME ^(1*) & Veronique FELDHEIM ⁽²⁾

Introduction

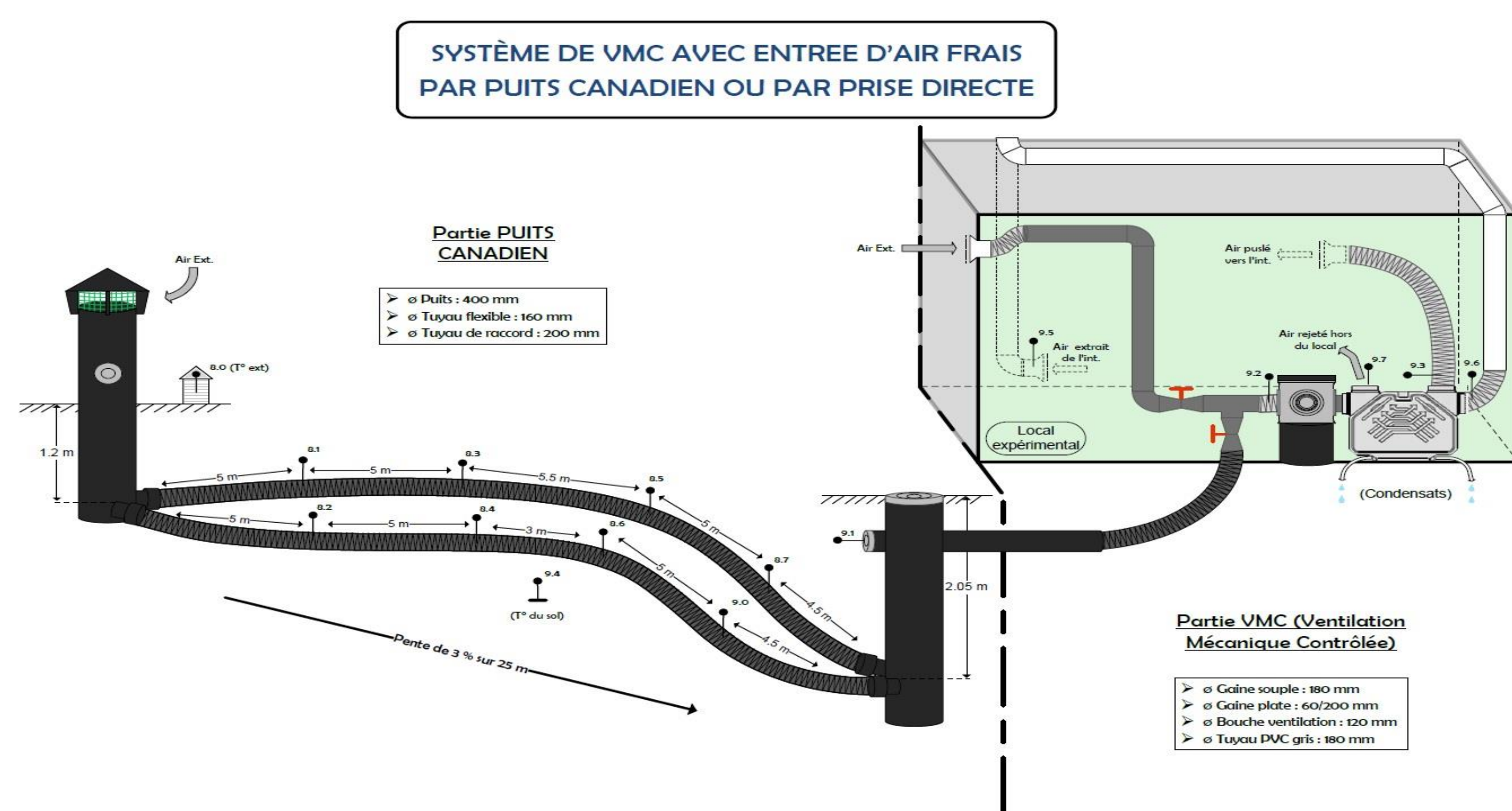
Le puits canadien ou EarthHeatExchanger (EHX) est une technique qui consiste à faire passer l'air nécessaire à la ventilation hygiénique d'un bâtiment au sein d'un ou plusieurs tuyaux enterrés dans le sol. Pour pouvoir analyser le potentiel de cette technique, différentes simulations numériques ont été réalisées et les résultats ont été comparés au monitoring d'une installation existante afin de valider les modèles. Pour limiter le temps de calcul dû à la configuration 3D instationnaire du problème, un modèle 2D a été utilisé afin de déterminer le champ de température et les flux échangés dans un plan normal à l'axe des tubes.

Etude

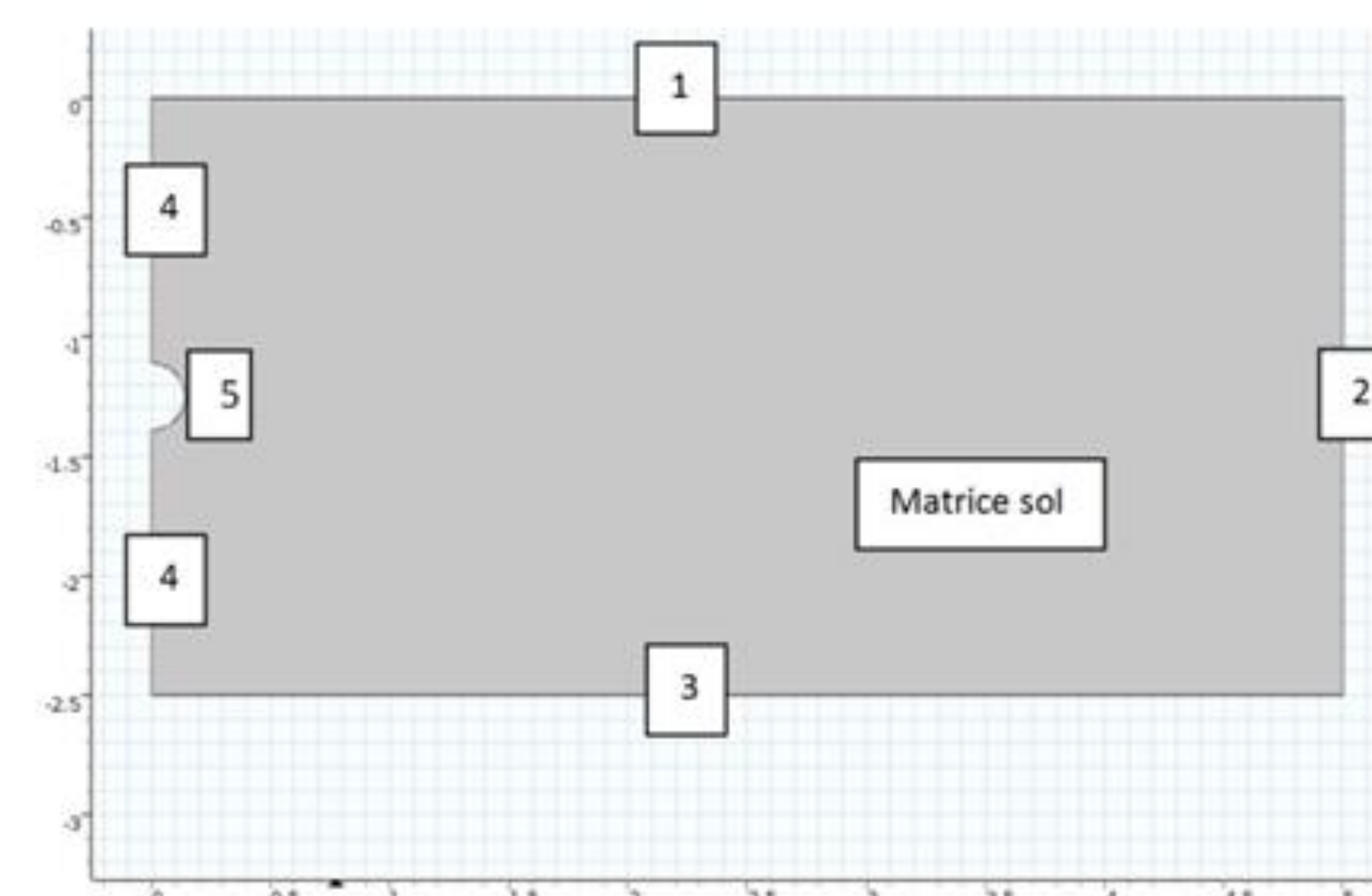
Dispositif expérimental

- Pas de temps : 15 minutes
- Mesures :
 - température extérieure ;
 - température du sol (profondeur de 2m) ;
 - températures dans chacun des tuyaux tous les 5m ;
 - température en sortie du puits.
- Caractéristiques physiques du sol – remblai sablo-caillouteux :

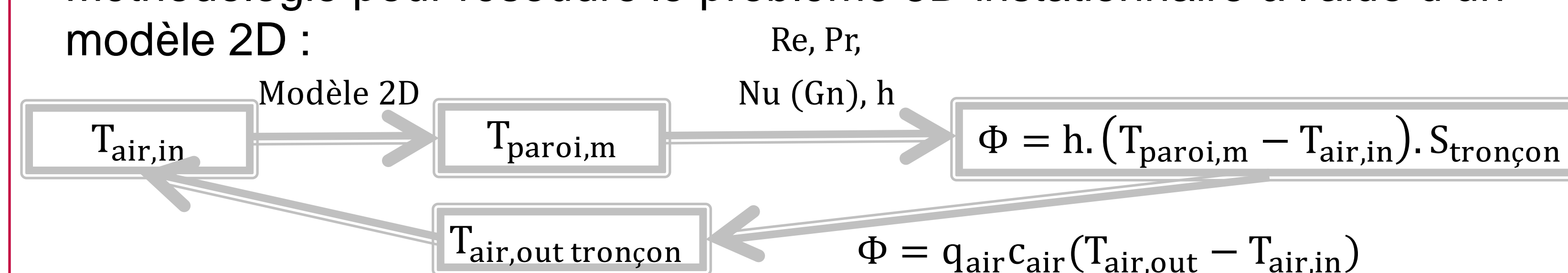
	c	ρ	λ	a	ε
	$J.kg^{-1}.K^{-1}$	$kg.m^{-3}$	$W.m^{-1}.K^{-1}$	$m^2.s^{-1}$	
Sol	1000	1800	0,58	$3,222.10^{-7}$	0,95



Modèle numérique

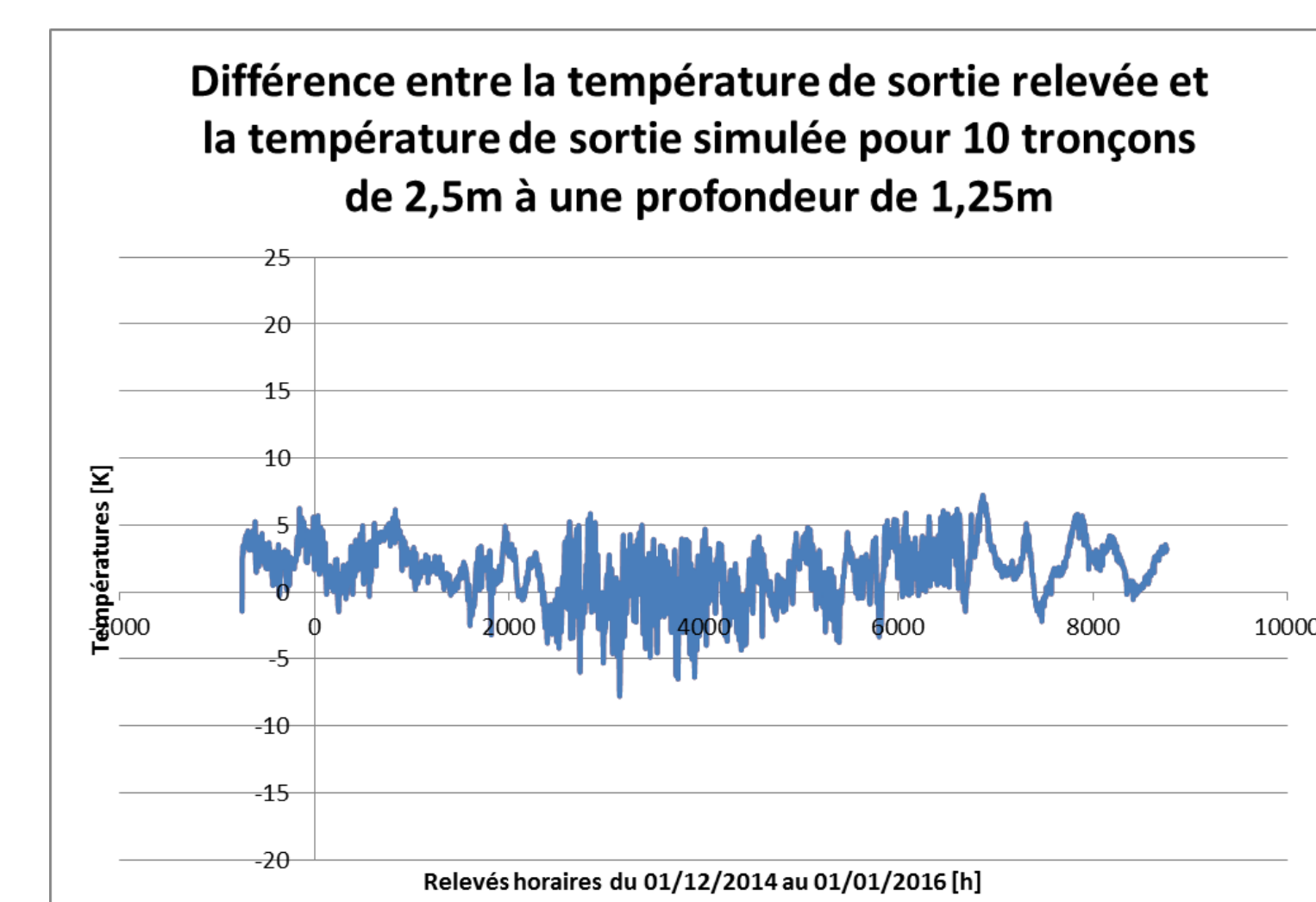
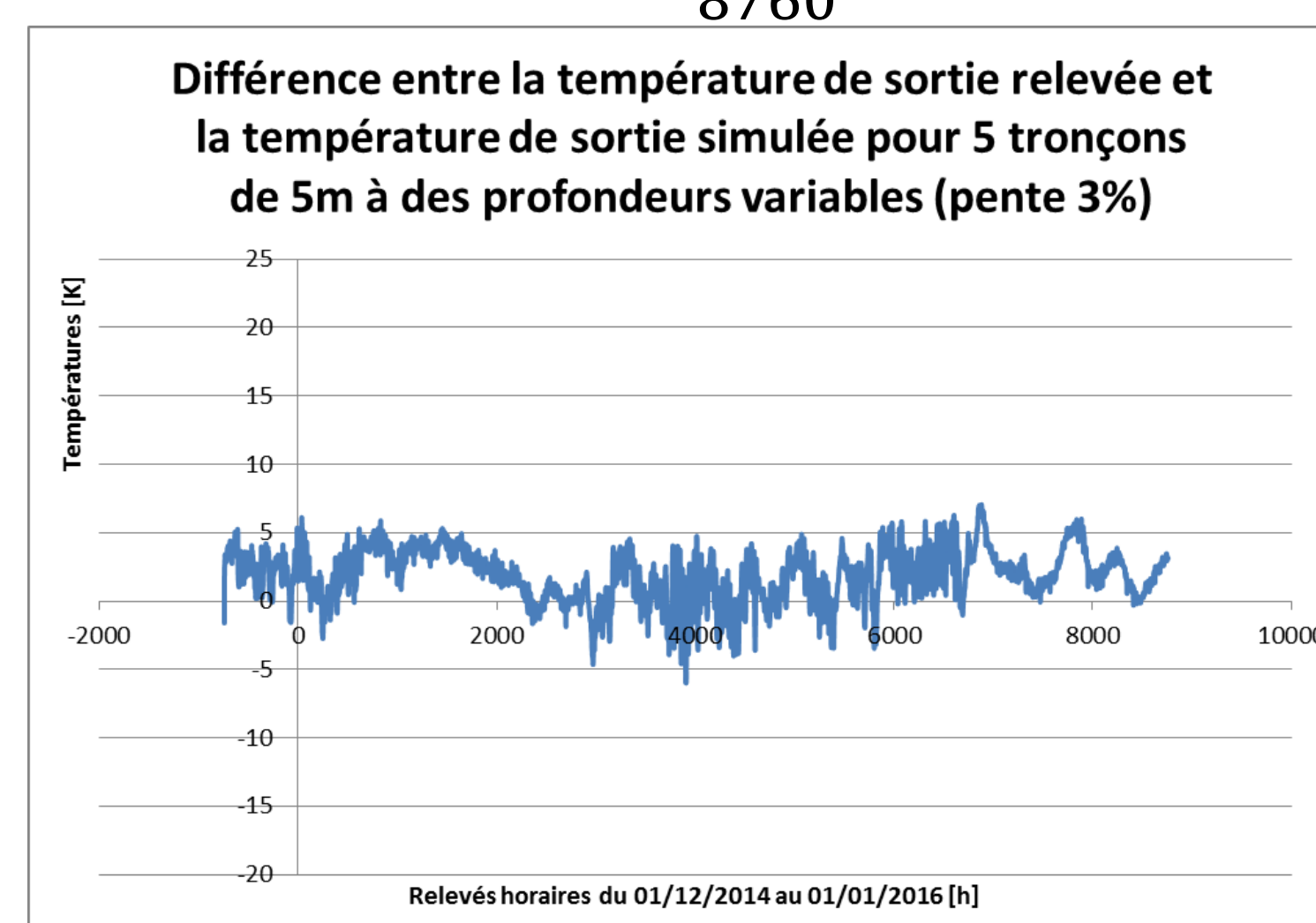
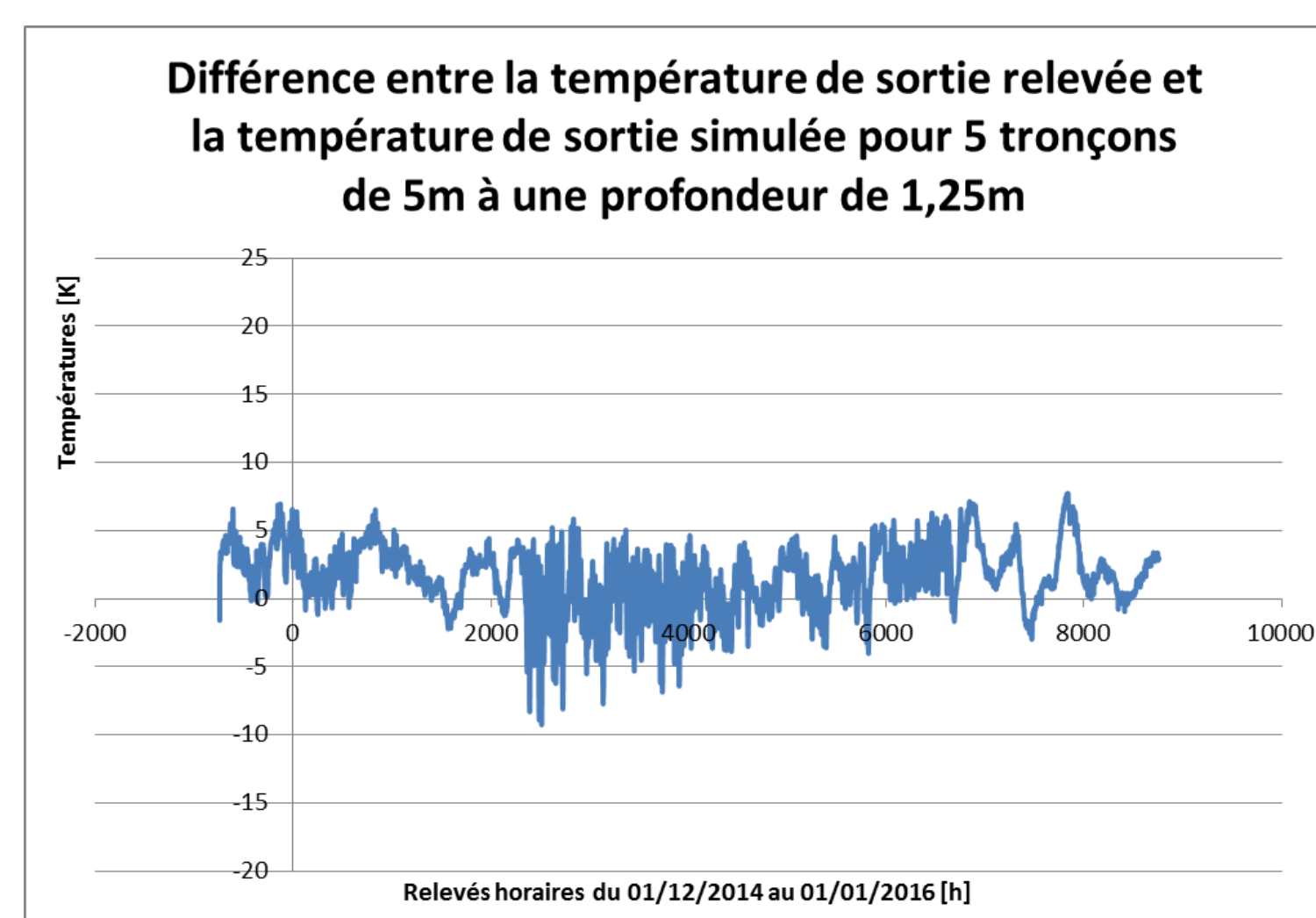
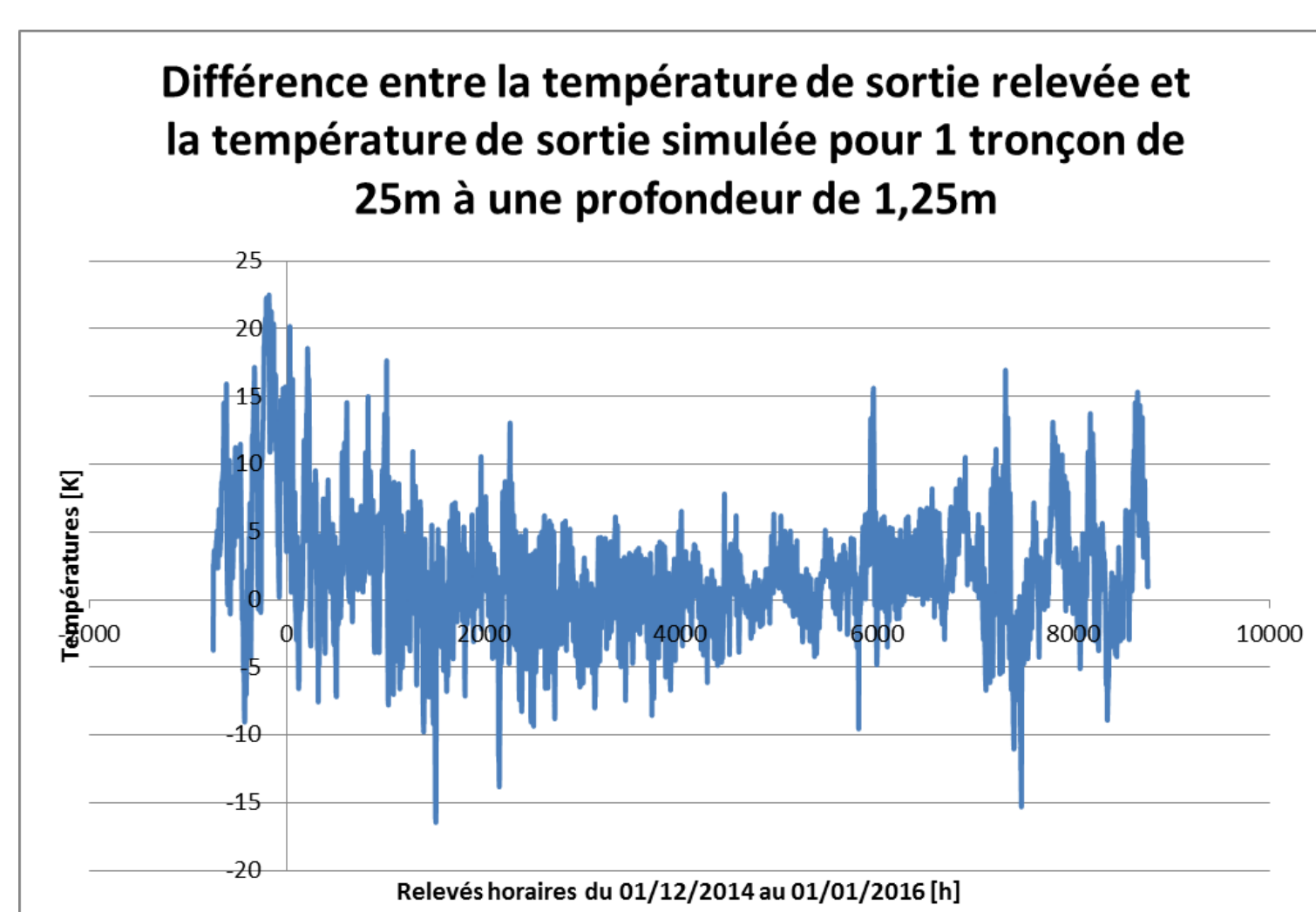


- Conditions initiales : température du sol à 1m de profondeur le 01/12/2014
- Conditions limites du modèle 2D :
 - Frontière 1 : $\vec{n} \cdot (\lambda \cdot \vec{\nabla} T) = \varphi_0 + h \cdot (T_{ext} - T) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{amb}^4 - T^4)$;
 - Frontière 2 : adiabatique – pas d'échange ;
 - Frontière 3 : condition de Dirichlet – T nappe phréatique ;
 - Frontière 4 : symétrie – pas d'échange ;
 - Frontière 5 : condition de Fourier – $\vec{n} \cdot (\lambda \cdot \vec{\nabla} T) = h \cdot (T_{air} - T_{paroi})$.
- Méthodologie pour résoudre le problème 3D instationnaire à l'aide d'un modèle 2D :



Résultats et interprétation

- Simulations réalisées :
 - Discrétisation du puits en différentes longueurs ;
 - Modification de la profondeur du puits pour tenir compte de la pente de 3% .
- Comparaison de la précision des simulations par calcul de la différence de température entre les valeurs mesurées et les valeurs simulées pour l'ensemble de l'année 2015 ramenée à une moyenne des erreurs absolues suivant la formule : $\epsilon_a = \frac{\sum_{i=1}^{8760} |T_{mesurée} - T_{simulée}|}{8760}$.



- La discrétisation en des tronçons de petites longueurs augmente la précision ;
- La prise en compte de la pente de 3% permet de limiter les écarts maximum entre les valeurs simulées et les valeurs mesurées.

Conclusion

Bien que les simulations donnent des résultats intéressants, plusieurs améliorations sont envisagées comme affiner le modèle pour se rapprocher des valeurs mesurées et développer une routine pour informatiser le processus de modélisation en 2D. L'étude d'indépendance du maillage doit également être complétée pour les autres discrétisations longitudinales.

Il serait également intéressant de réaliser une modélisation 3D du puits canadien pour vérifier que les valeurs obtenues sont proches de celles mesurées et ainsi cautionner les hypothèses de modélisation choisies comme la nature du sol, l'abstraction de certains transferts de chaleur au sein de la matrice sol ou à l'interface avec l'environnement extérieur.