

Simplifications hydrostratigraphiques pour la modélisation numérique de l'écoulement souterrain : exemple de l'aquifère granulaire Mistouk dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean



Par :

Etienne Hudon-Gagnon,
Étudiant à la maîtrise (UQAC)

Direction : Romain Chesnaux

Codirection : Pierre A.Cousineau

80^e Congrès de l'ACFAS

***Colloque 209 – Les connaissances sur les eaux souterraines régionales :
acquisition et transfert***

***Session 3 : Avancées dans les approches d'acquisition et de mise en valeur des
connaissances***

8 Mai 2012

Sommaire – Plan de présentation

- Problématique
 - Hétérogénéité des aquifères non-consolidés
 - Modélisation numérique
- Site d'étude
 - L'aquifère Mistouk au Saguenay-Lac-Saint-Jean, Québec
- Méthodologie
 - Étapes du projet
 - Illustrations
- Résultats
- Discussion et conclusion

Problématiques

- Aquifères dans les sédiments non-consolidés
 - Diversité environnements/facies
 - Hétérogénéité et anisotropie

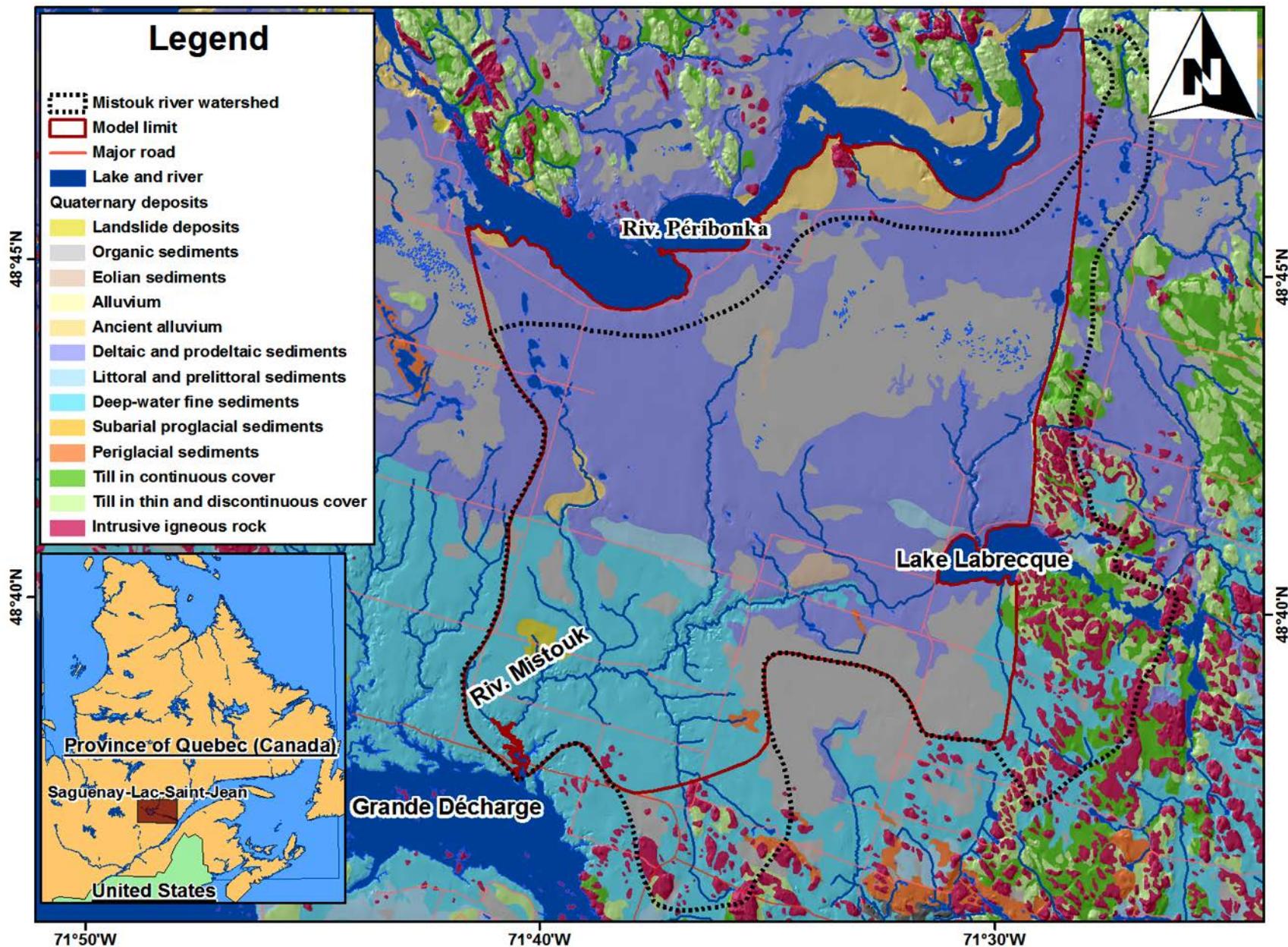
- Modélisation numérique
 - Efficacité
 - Simplifications inévitables



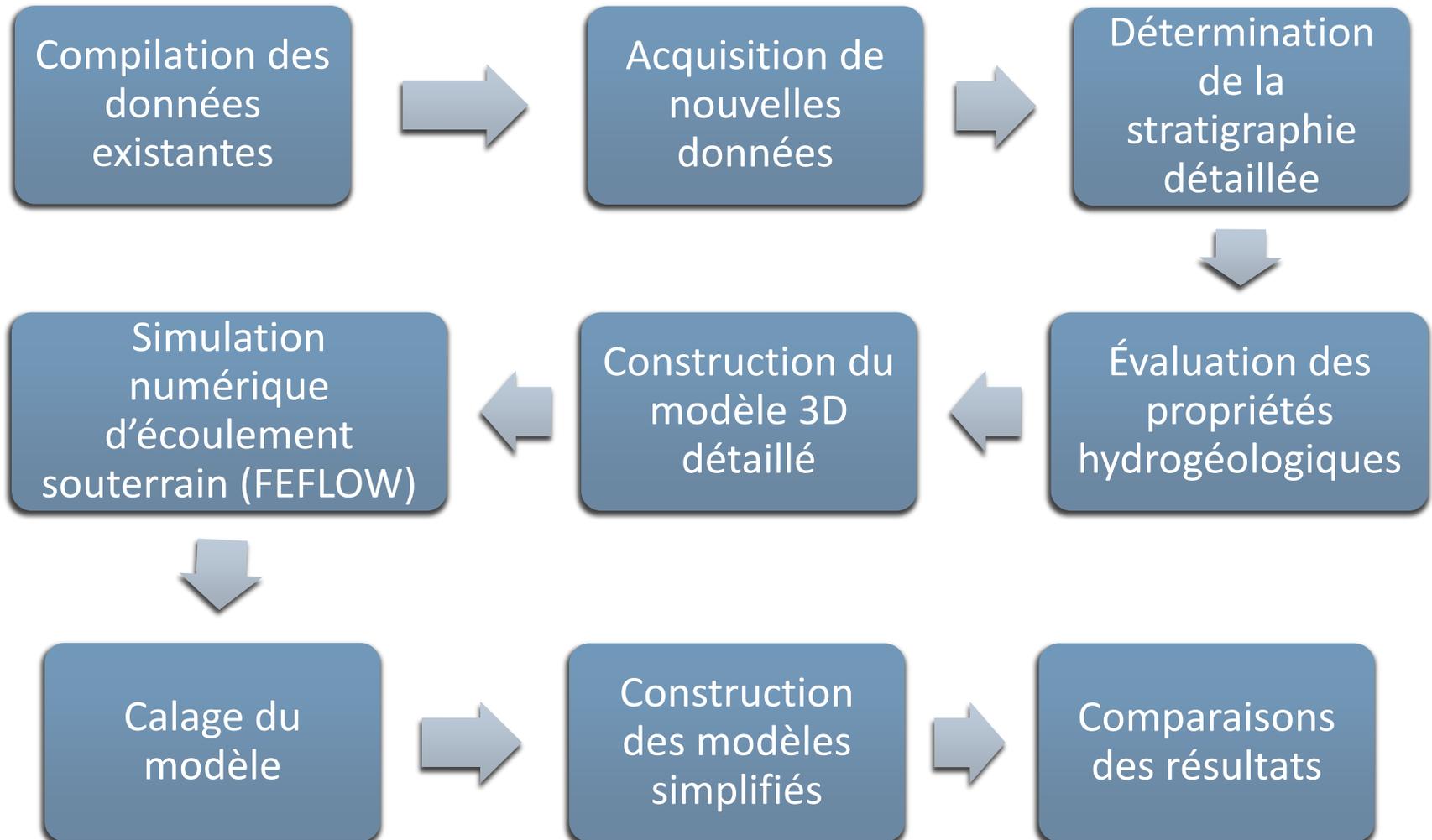
Objectifs de l'étude

- Analyser les **effets** de simplifications hydrostratigraphiques sur un modèle 3D dans la **précision** de simulations numériques d'écoulement de l'eau souterraine.
- Simplifications réalisés à partir d'un modèle détaillée en utilisant le concept de **conductivité hydraulique équivalente**.
- L'aquifère Mistouk au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

L'aquifère Mistouk



Méthodologie-Étapes du projet



Méthodologie-Données

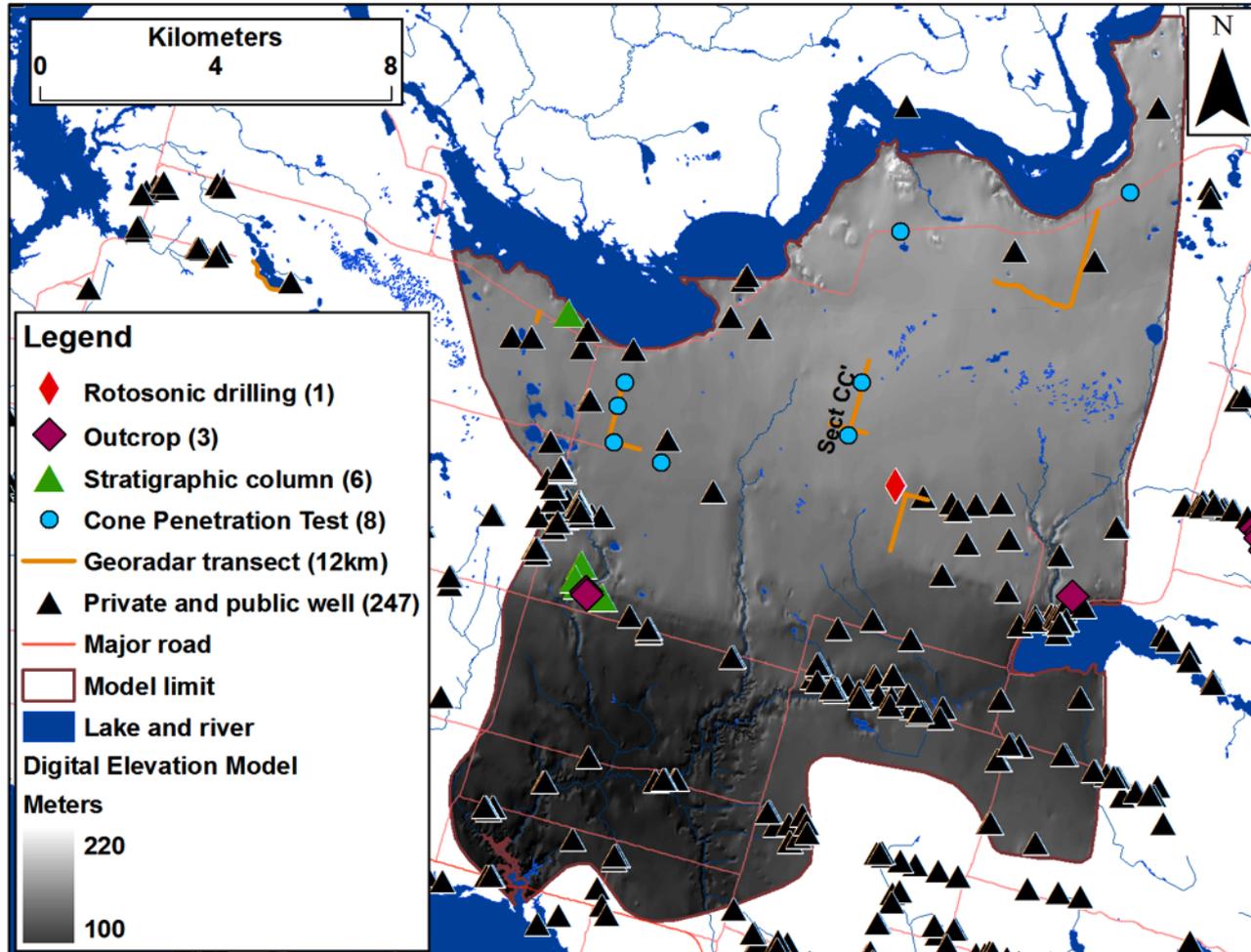
Données existantes (BD-PACES-SLSJ)

- Forages de puits (SIH, consultants et gouvernement)
- Géologie du Quaternaire
- Niveaux d'eau
- Tests de pompage et granulométries
- Modèle Numérique de Terrain (MNT)

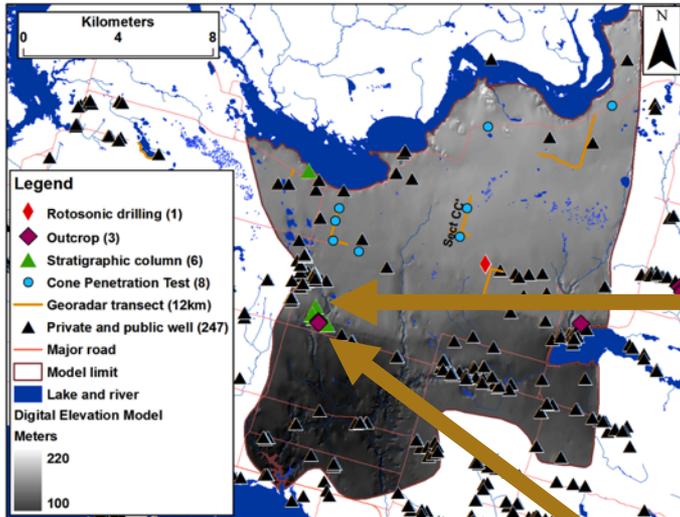
Nouvelles données

- Sections stratigraphiques
- Piézocônes
- Géoradar
- Forage rotosonic
- Analyses granulométriques

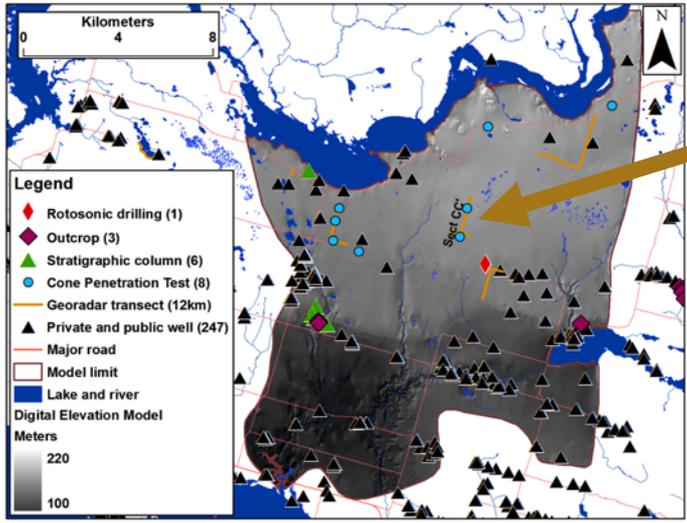
Distribution des données



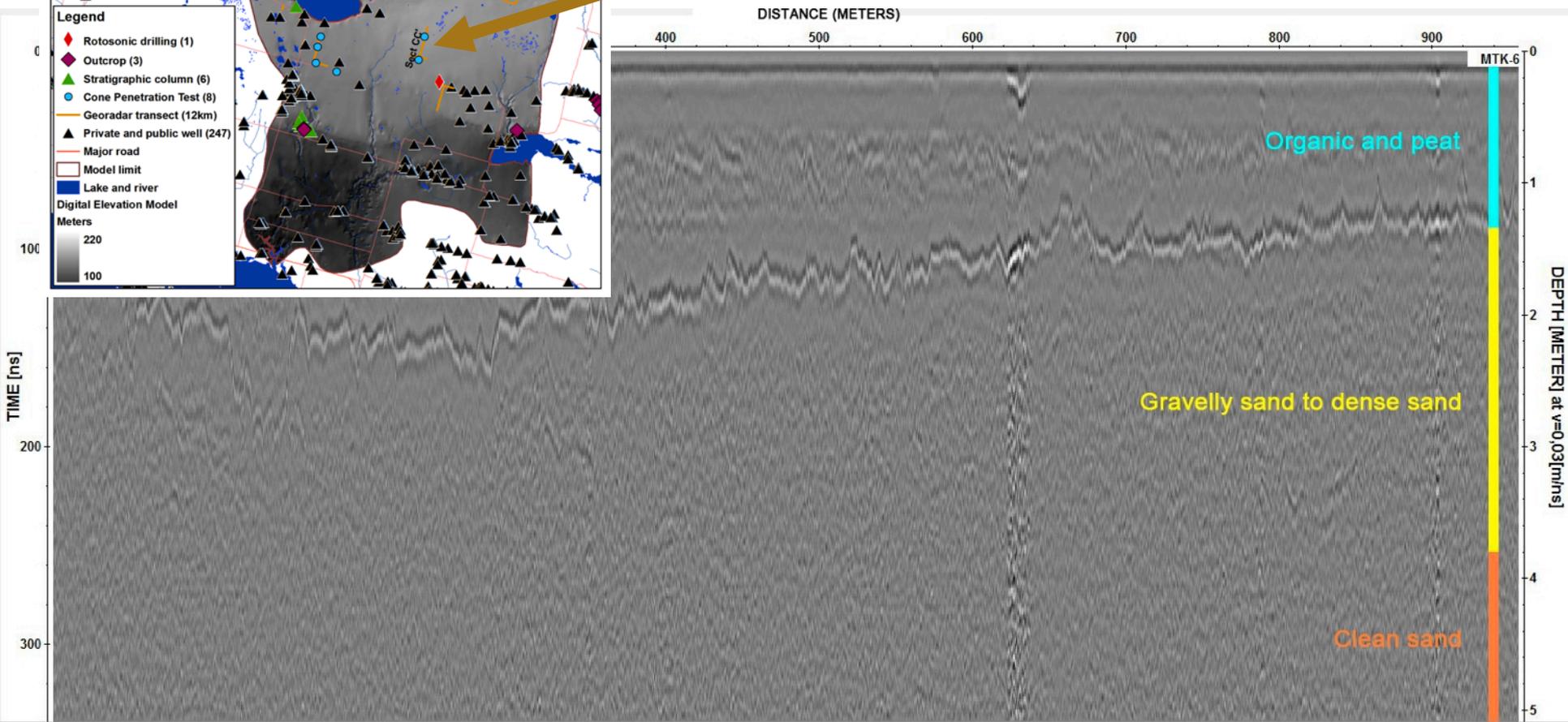
Sections stratigraphiques



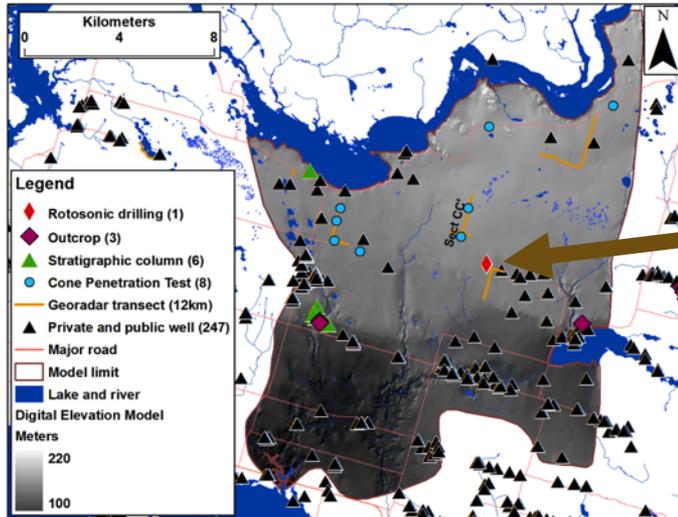
Piézocône/Géoradar



Section C-C'



Forage rotosonic



(0 à 8,5 m)



(24,15 à 32,3 m)

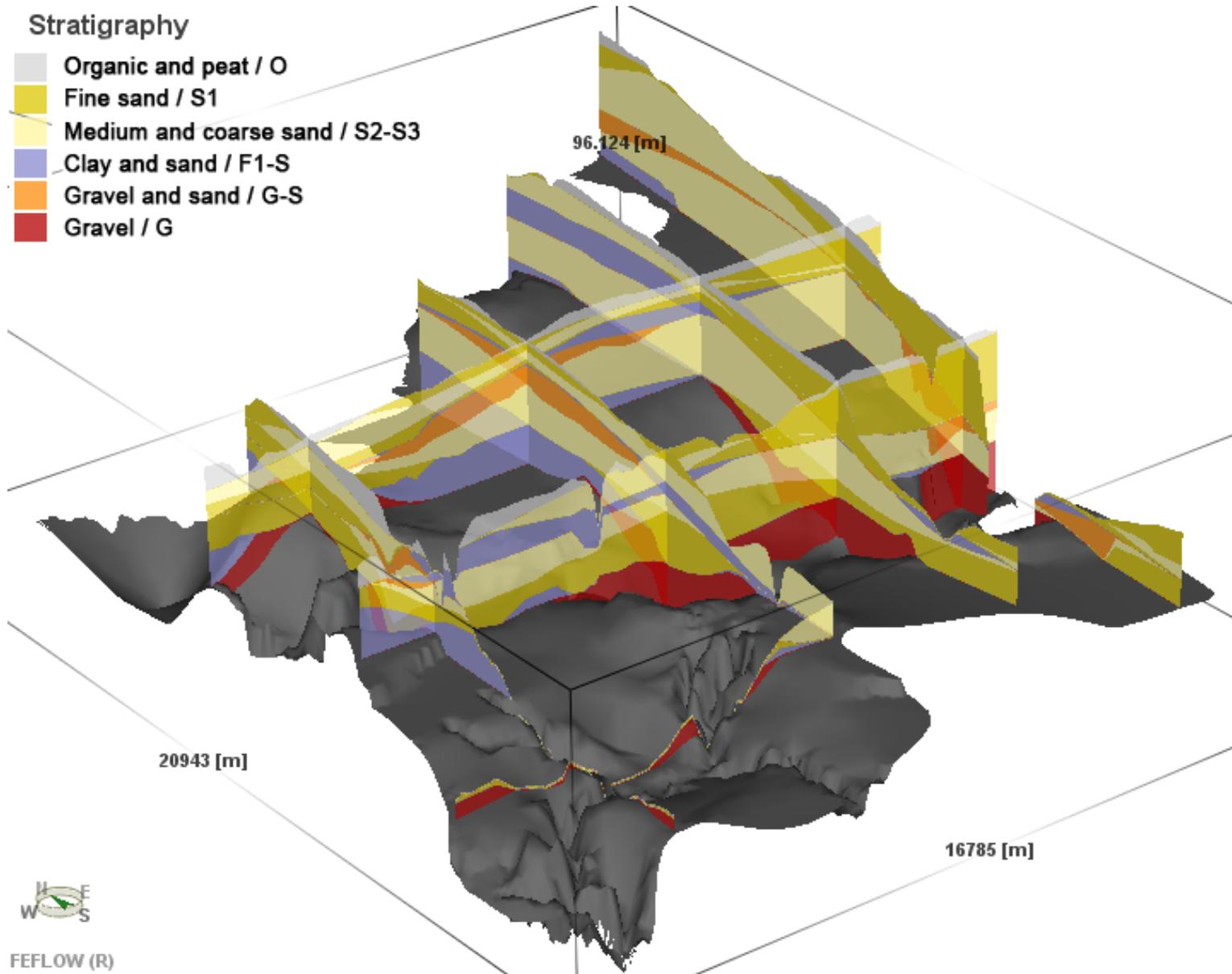


Depth (m)	Facies	Interpretation	
0	Organic (O)	Peat in delta plain	Unconfined aquifer
	Fine sand (S1)	Recent alluvial	
4	Medium/coarse sand (S2-S3)	Topset of deltaic sequence 1	
	Fine sand (S1)	Foreset of deltaic sequence 1	
	Clay and sand (F1-S)	Bottomset of deltaic sequence 1	
8	Gravel and sand (G-S)	Topset of deltaic sequence 2	
	Medium/coarse sand (S2-S3)	Topset of deltaic sequence 2	
12			
16	Fine sand (S1)	Foreset of deltaic sequence 2	
	Clay and sand (F1-S)	Bottomset of deltaic sequence 2	
20	Gravel (G)	Catastrophic event (Ice break?)	Aquitard
24			
28	Clay (F1)	Glaciomarine sediments from Laflamme Sea	
32			Confined aquifer
36	Gravel and boulder (G-B)	Glaciafluvial sediments	
40	Diamicton (D)	Glacial sediments	
44	Bedrock (R)	Precambrian igneous rock	

Stratigraphie détaillée

- 6 hydrofaciès
- 10 couches
- Moyenne de 24m de dépôts sur l'argile

Architecture 3D détaillée



Conductivités hydrauliques

Facies

sable

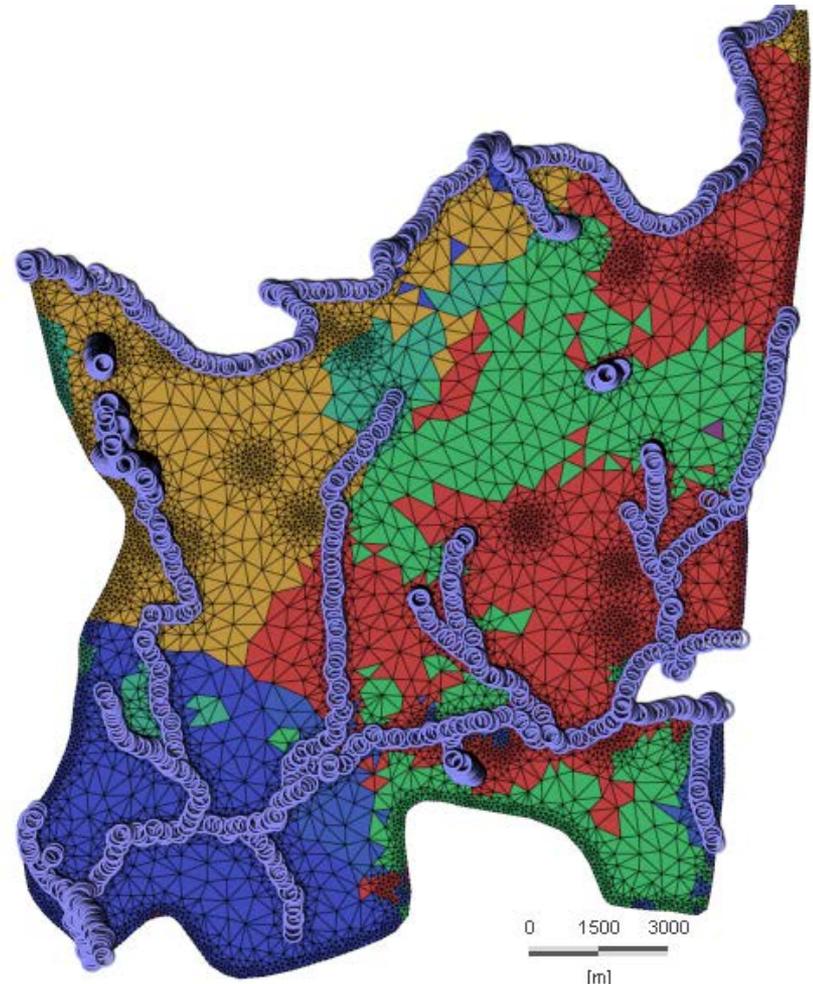
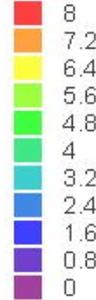
$1,4 \times 10^{-4}$

Modèle numérique d'écoulement FEFLOW

- Maillage : 25 439 éléments triangulaires et 13 297 noeuds
- Frontières
 - Riv. Péribonka(172m)
 - Lac Labrecque(132m)
 - Grande Décharge(102m)
 - Limites imperméables
- Recharge
 - Pourcentage de recharge par groupe de sol
- Calage

In/outflow on top/bottom

[10⁻⁴m/d]



Conductivité hydraulique équivalente Leonards (1962)

Écoulement vertical



Kx_1, Ky_1, Kz_1, b_1

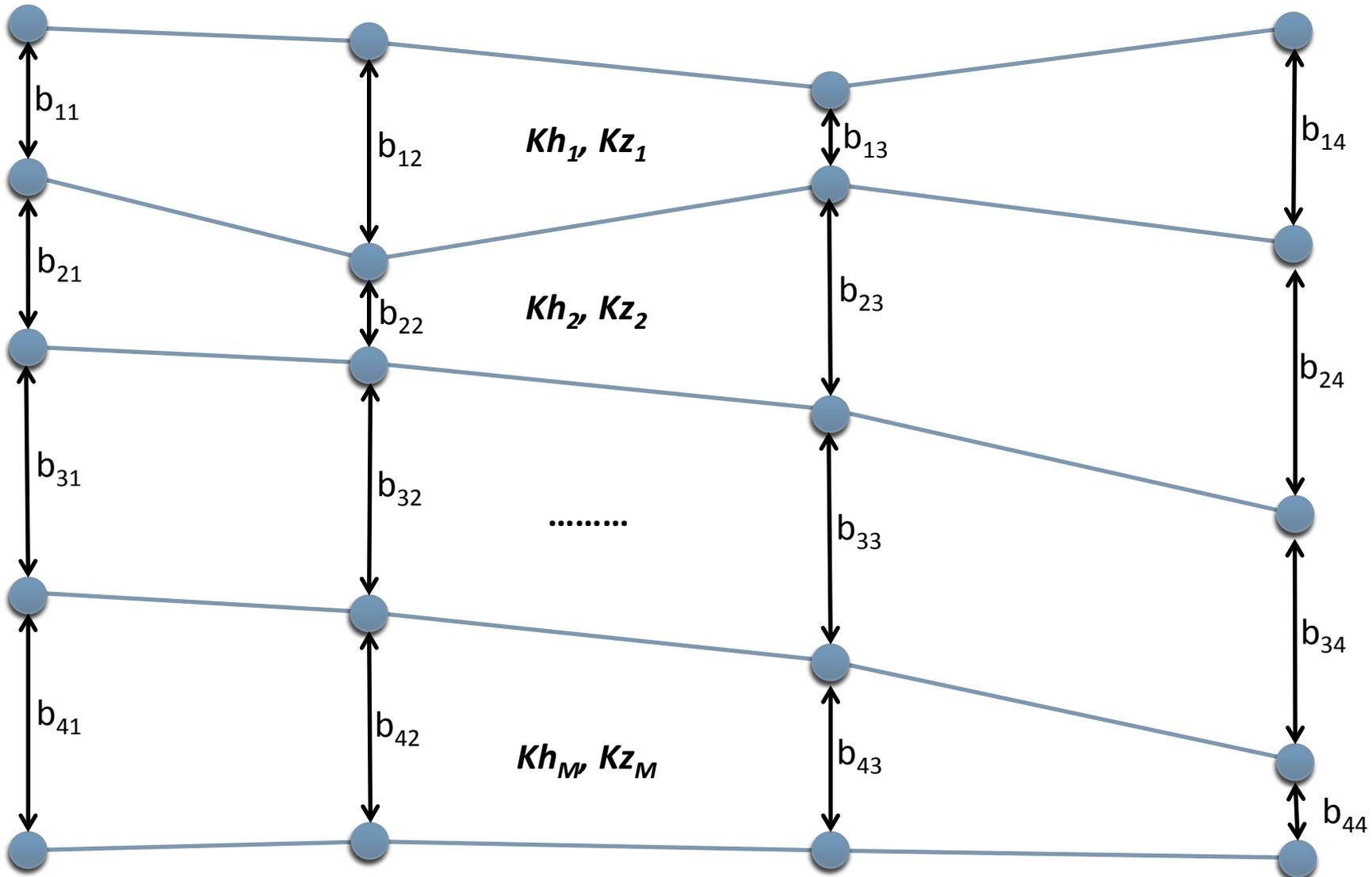
$$Kx_{eq} = Ky_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^M b_i (Kx_i, Ky_i)}{\sum_{i=1}^M b_i}$$

Écoulement horizontal

$$Kz_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^M b_i}{\sum_{i=1}^M b_i / Kz_i}$$

Kx_1, Ky_1, Kz_M, b_M

Conductivité hydraulique équivalente



Les 5 modèles comparés

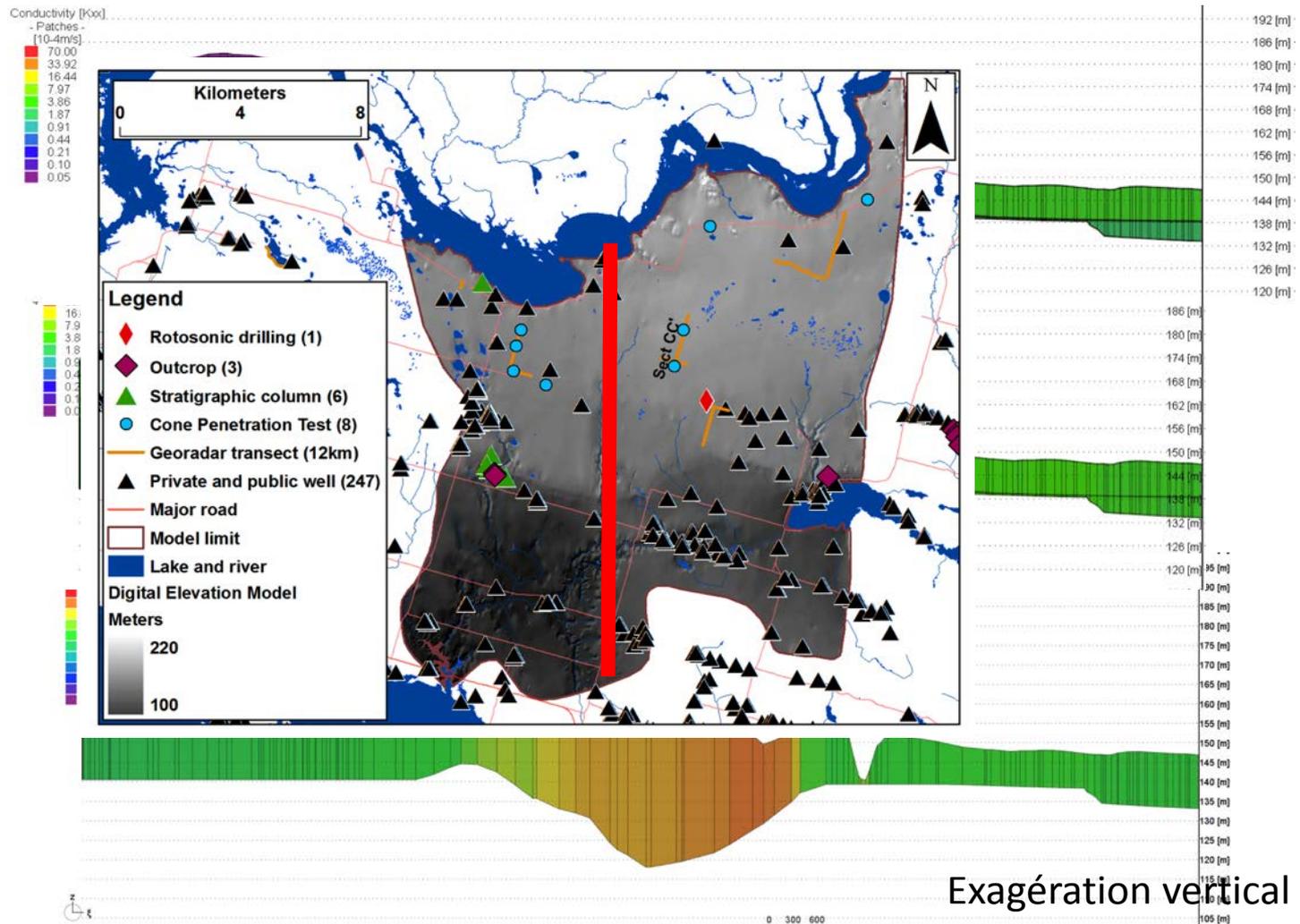
Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5	
Organic	K_1	Layer 1	$K1_{eq}$	Layer 1	K_1	Layer 1	$K1_{eq}$	Layer 1	$K1_{eq}$
Fine sand	K_2			Layer 2	$K2_{eq}$				
Medium/coarse sand	K_3	Layer 2	$K2_{eq}$						
Fine sand	K_4	Layer 2	$K2_{eq}$						
Clay and sand	K_5	Layer 3	$K3_{eq}$	Layer 3	$K3_{eq}$	Layer 2	$K2_{eq}$		
Gravel and sand	K_6			Layer 3	$K3_{eq}$				
Medium/coarse sand	K_7	Layer 4	$K4_{eq}$	Layer 4	$K4_{eq}$	Layer 2	$K2_{eq}$		
Fine sand	K_8			Layer 4	$K4_{eq}$				
Clay and sand	K_9	Layer 5	$K5_{eq}$	Layer 4	$K4_{eq}$	Layer 2	$K2_{eq}$		
Gravel	K_{10}			Layer 5	$K5_{eq}$				

Comparaison des modèles - K

Modèle détaillé

Modèle 2
5 couches

Modèle 5
1 couche



Résultats - Comparaison

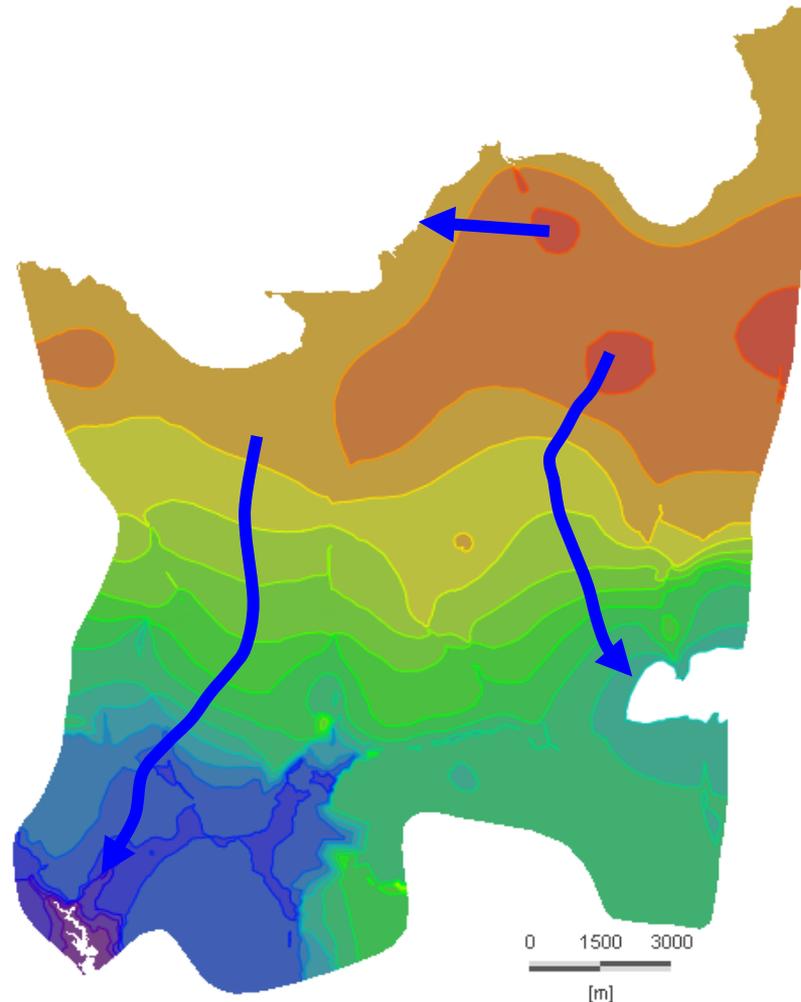
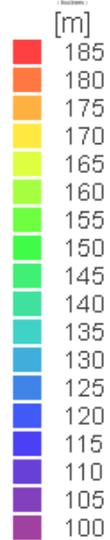
Modèle

ouches

4,81

Résultats-Écoulement régional

Hydraulic head



Discussion des résultats/Conclusion

- Simplifications vs Précision
- Conductivité hydraulique équivalente
- Les conditions frontières
- Quantité de données (coût) vs attentes quant à l'exactitude

Remerciements

- Cynthia Vigneault
- Emmanuelle B.Gagné
- Pierre-Luc Dallaire

Questions ?

*Développement durable,
Environnement
et Parcs*

Québec 

*Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies*

Québec 

LA FONDATION DE
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À
CHICOUTIMI

