

Le temps de résidence des eaux souterraines dans la région de Chaudière-Appalaches : boucler la boucle entre l'écoulement et la géochimie régionale

Présenté par

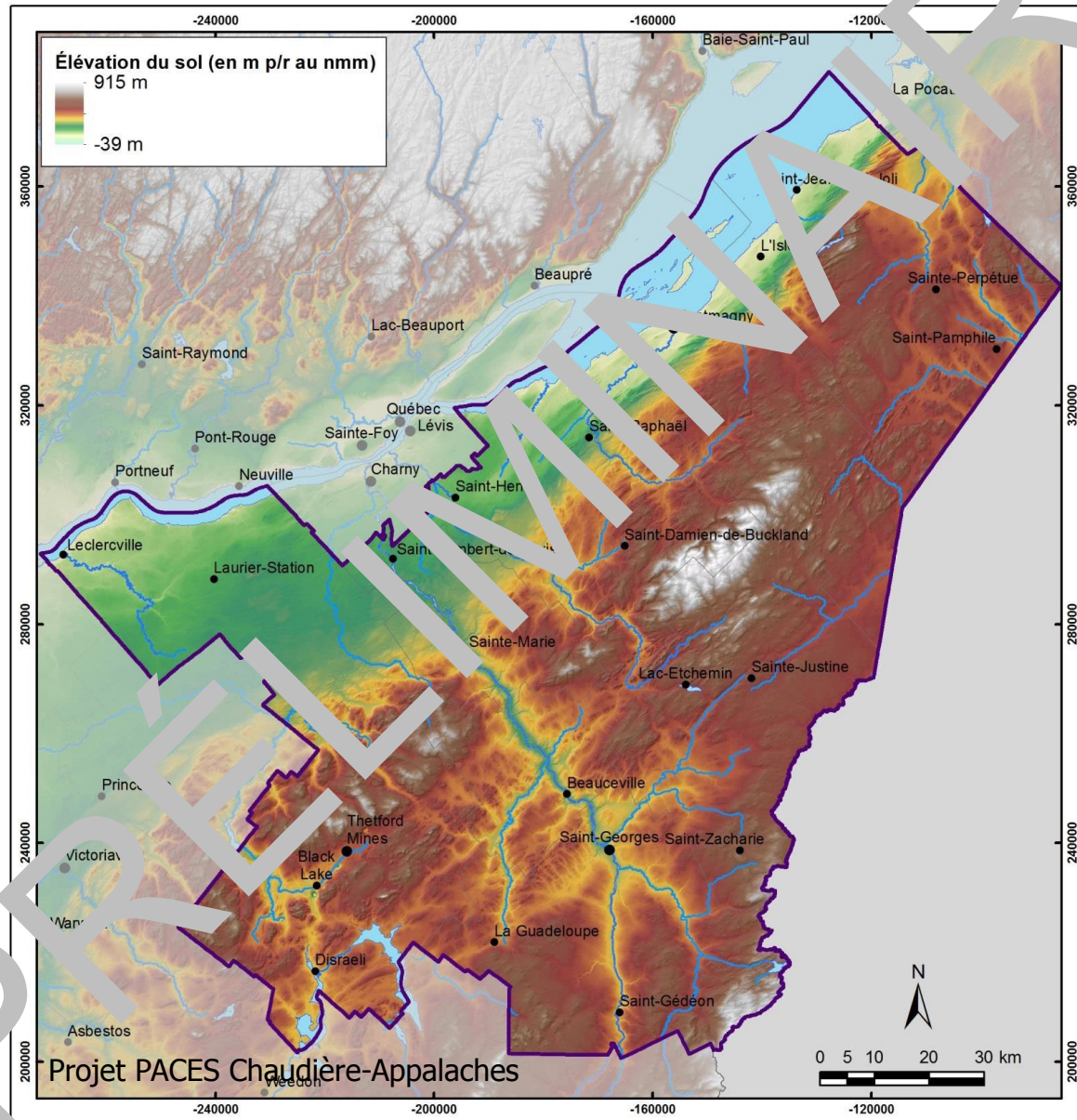
Debora JANOS
Université Laval

Collaboration avec
John MOLSON
Université Laval
et
René LEFEBVRE
INRS-ETE

Déroulement

1. Mise en contexte
2. Modèle conceptuel
3. Modélisation
4. Résultats
5. Conclusions préliminaires
6. Travaux à venir

1. Mise en contexte: localisation

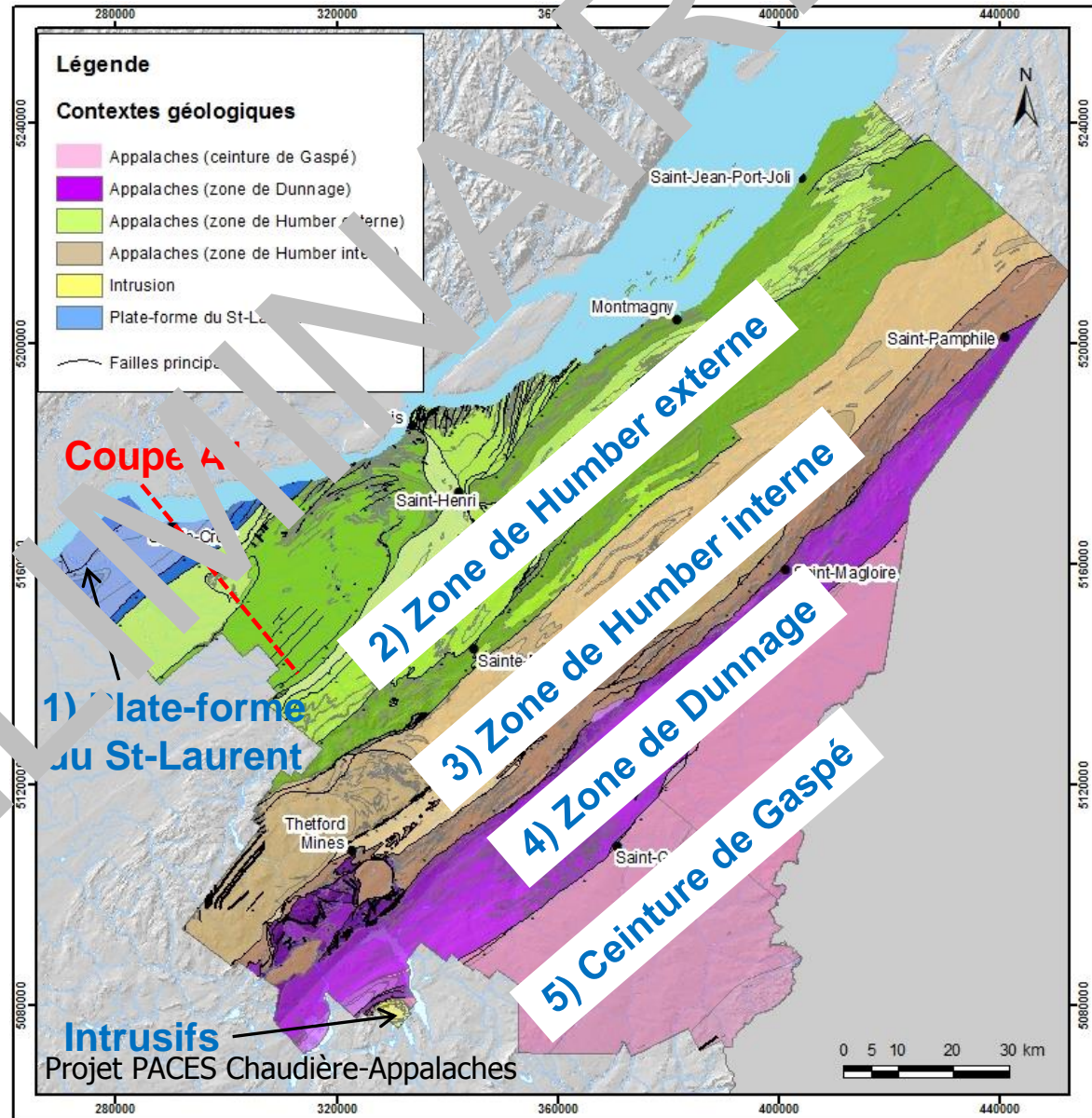


14 600km²

1. Mise en contexte: géologie

Contextes géologiques:

- **1:** roches sédimentaires peu déformées
- **2 et 3:** roches sédimentaires et métamorphiques peu à fortement déformées
- **4:** roches sédimentaires et volcaniques (amiante)
- **5:** roches sédimentaires et métamorphiques peu déformées
- Intrusifs traversant les autres unités géologiques



1. Mise en contexte: dépôts meubles

Basses-terres du St-Laurent:

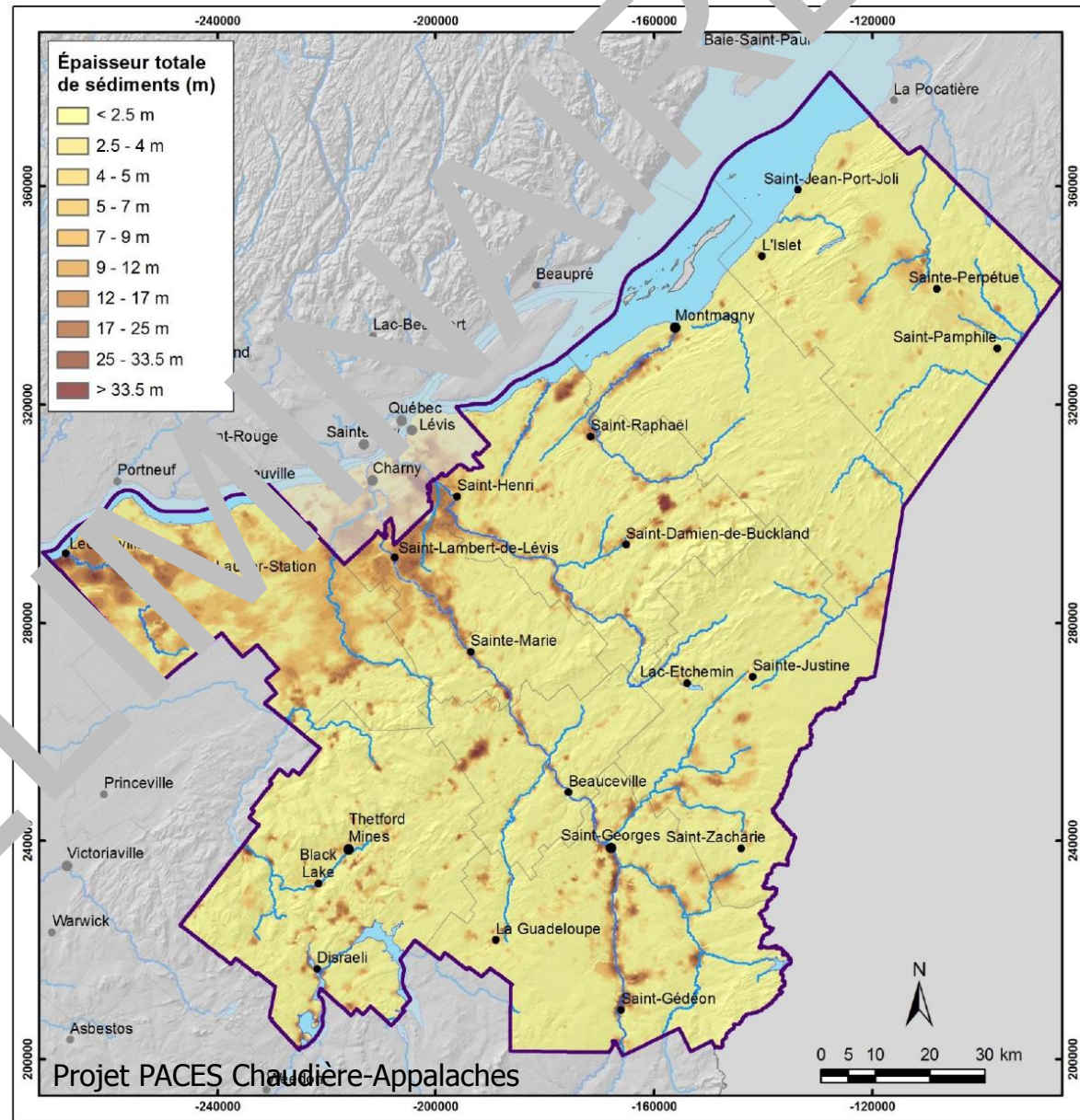
- Environ 0 à 30 m; surtout dans partie nord-ouest (moyenne de 4.7 m)

Vallées appalachiennes:

- Épaisseurs variables; localement > 15 m (moyenne de 3.0 m)

Hautes-terres appalachiennes:

- Épaisseur généralement inférieure à 5 m (moyenne de 1.9 m)



1. Mise en contexte: dépôts meubles

Basses-terres du St-Laurent:

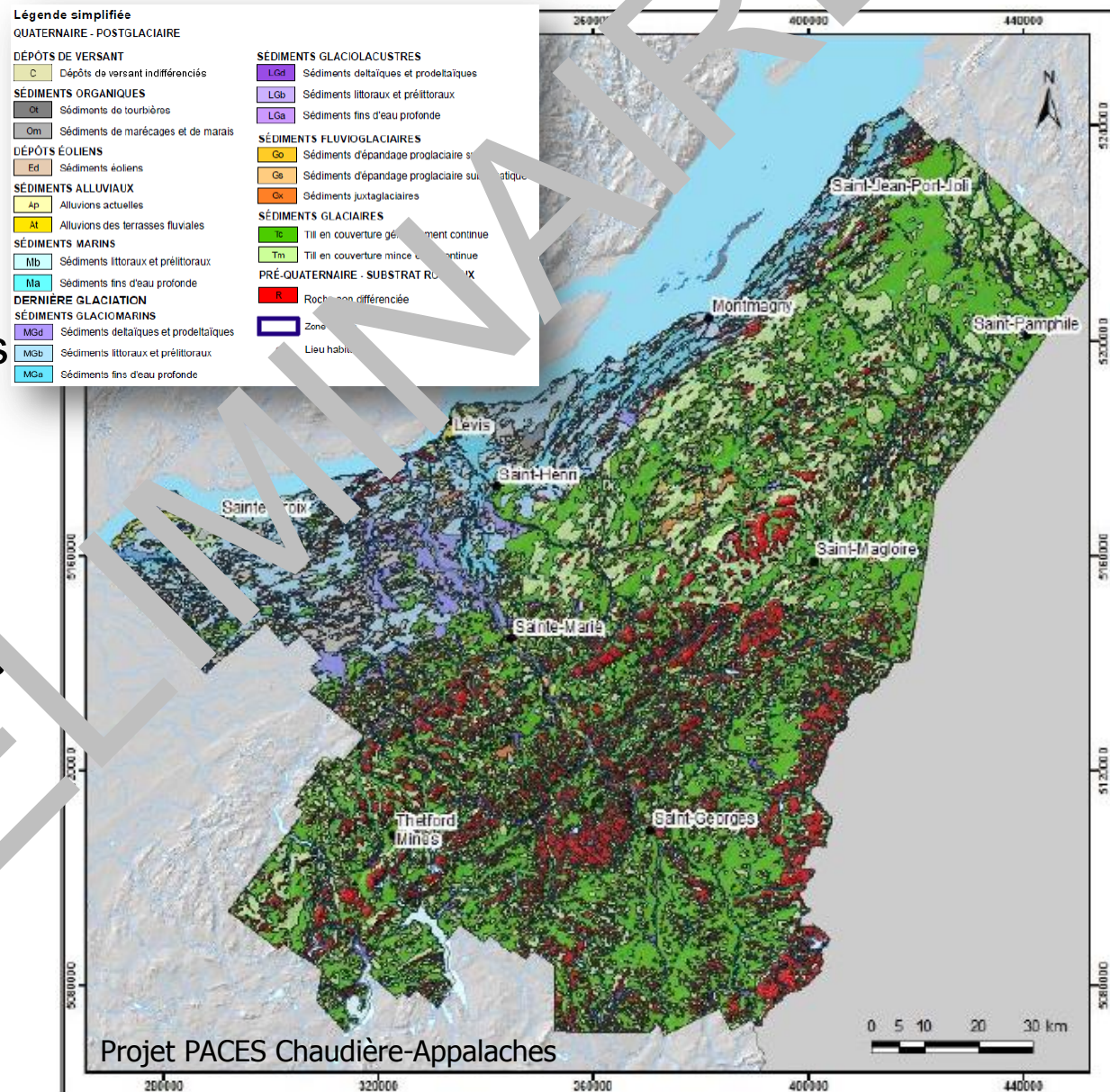
- Sédiments marins fins épais (10-25 m); sables littoraux et deltaïques près de la limite marine

Vallées appalachiennes:

- Accumulations (> 15 m) importantes par endroits mais surtout de sédiments fins; roc altéré localement

Hautes-terres appalachiennes:

- Dominé par tuf mince et affleurements rocheux; proglaciaire localement



1. Mise en contexte: conditions de confinement

Basses-terres du St-Laurent:

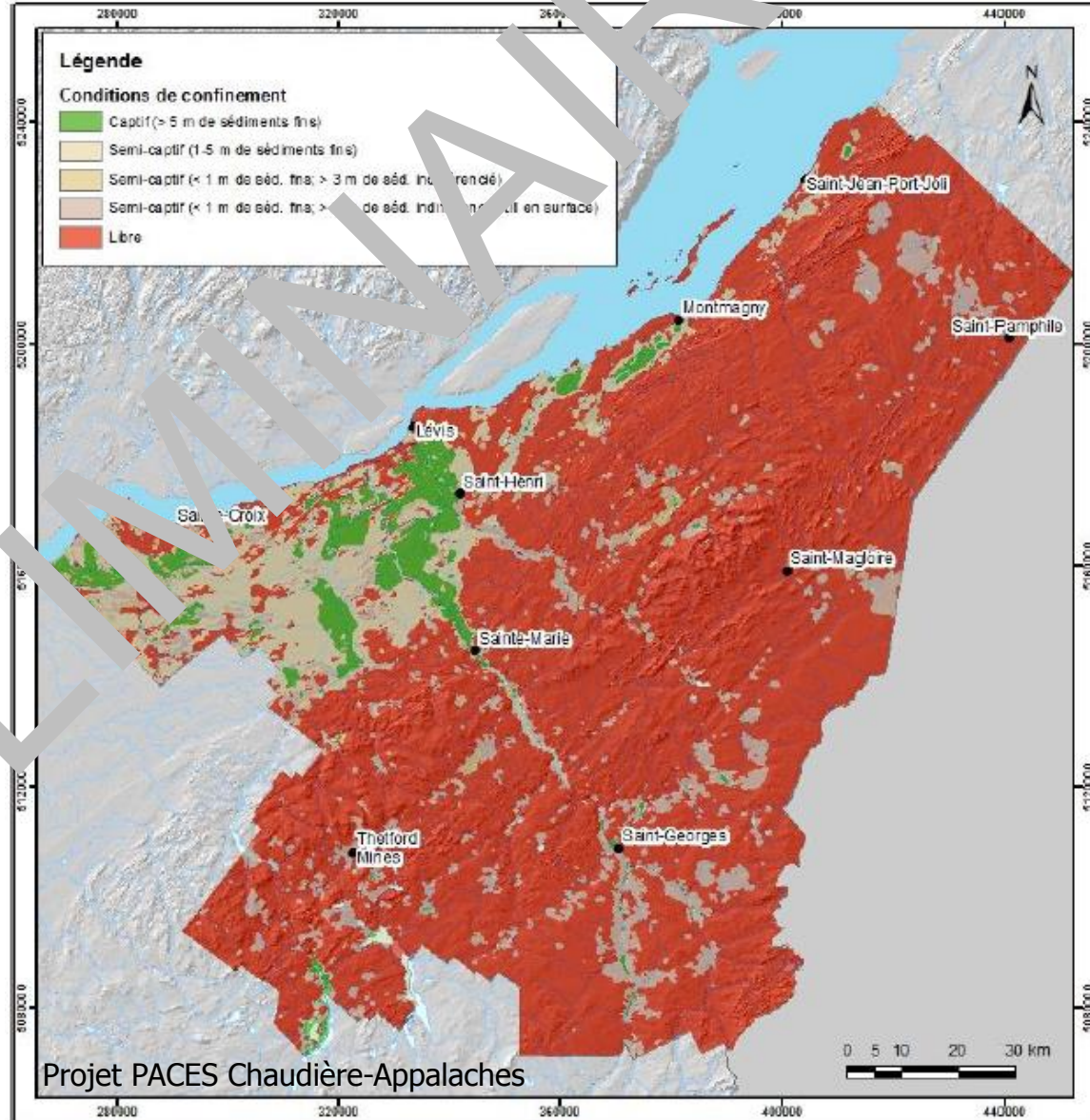
- Généralement confiné ou semi-confiné; localement libre

Vallées appalachiennes:

- Généralement semi-confiné; localement confiné

Hautes-terres appalachiennes:

- Généralement libre; localement semi-confiné



1. Mise en contexte: géochimie

Basses-terres du St-Laurent:

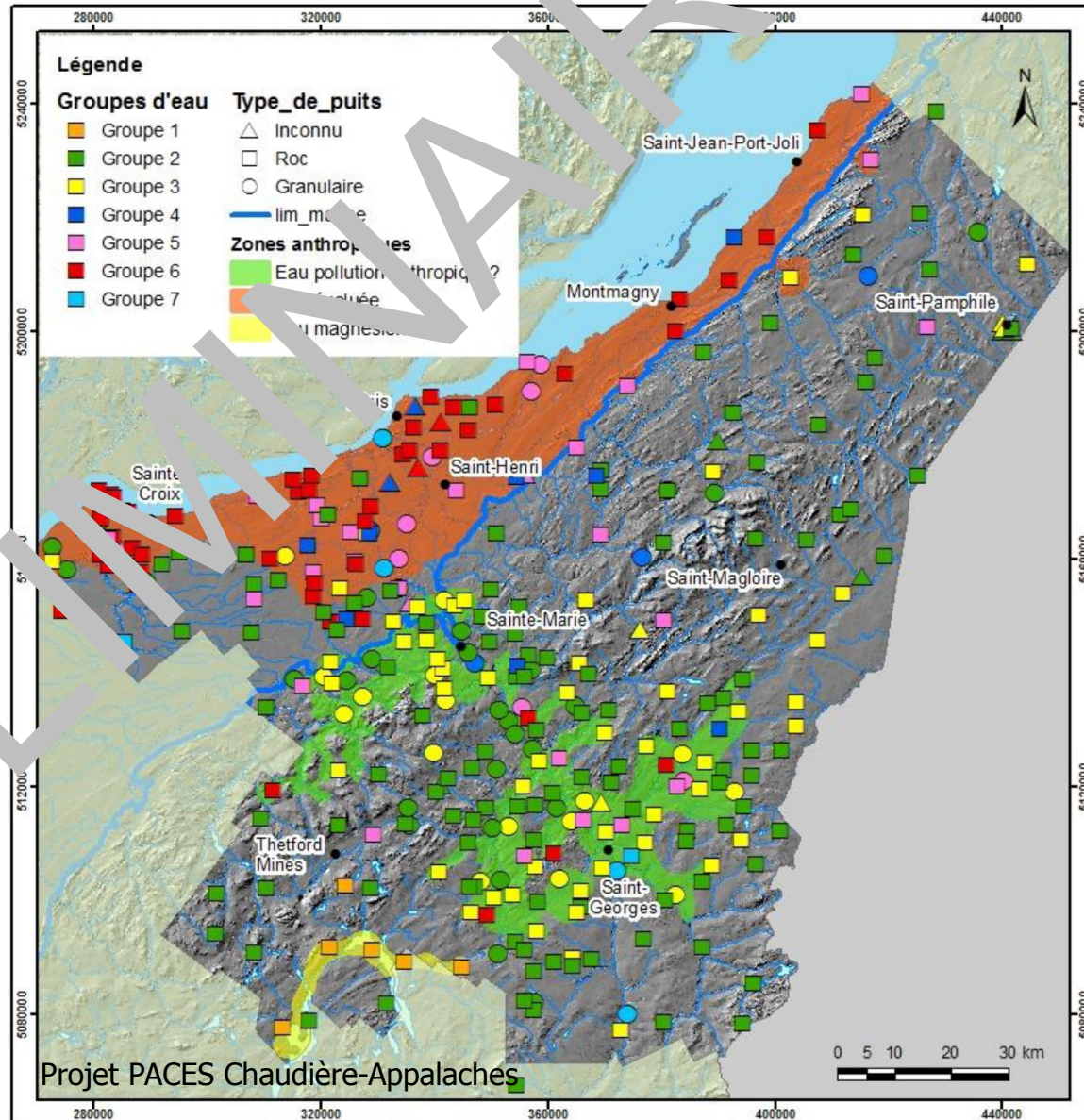
- Zone d'eaux évoluées

Vallées appalachiennes:

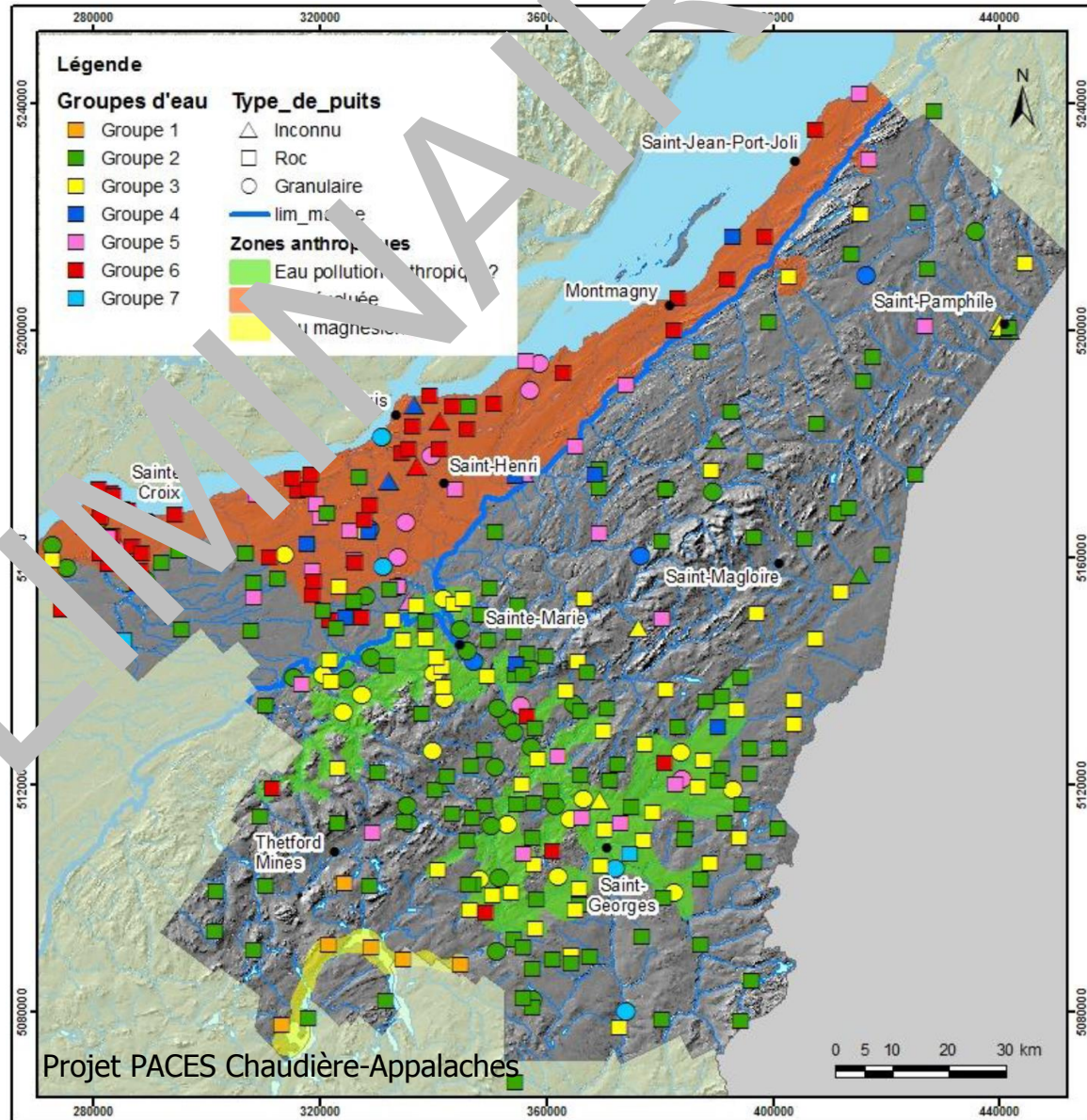
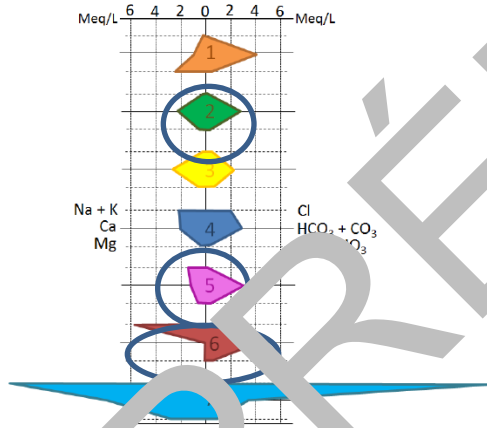
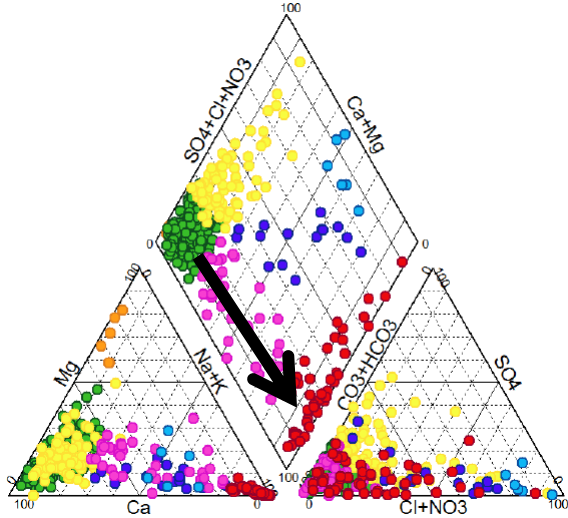
- Zone d'eau avec des effets anthropiques pour la Chaudière et ses affluents
- Zone d'eau magnésienne au sud de Thetford Mines

Hautes-terres appalachiennes:

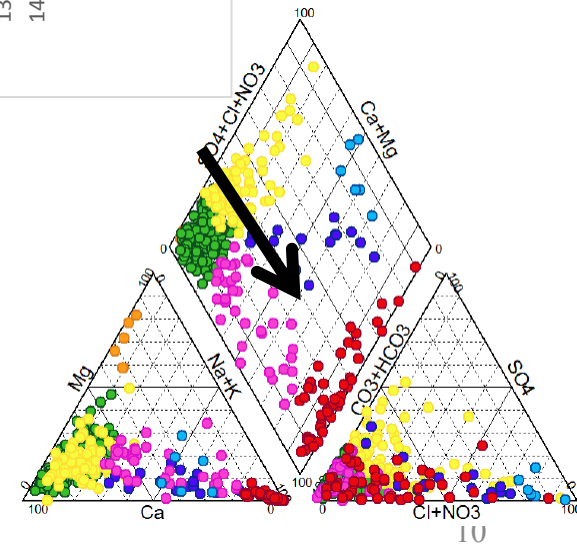
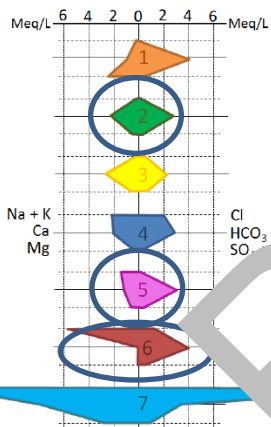
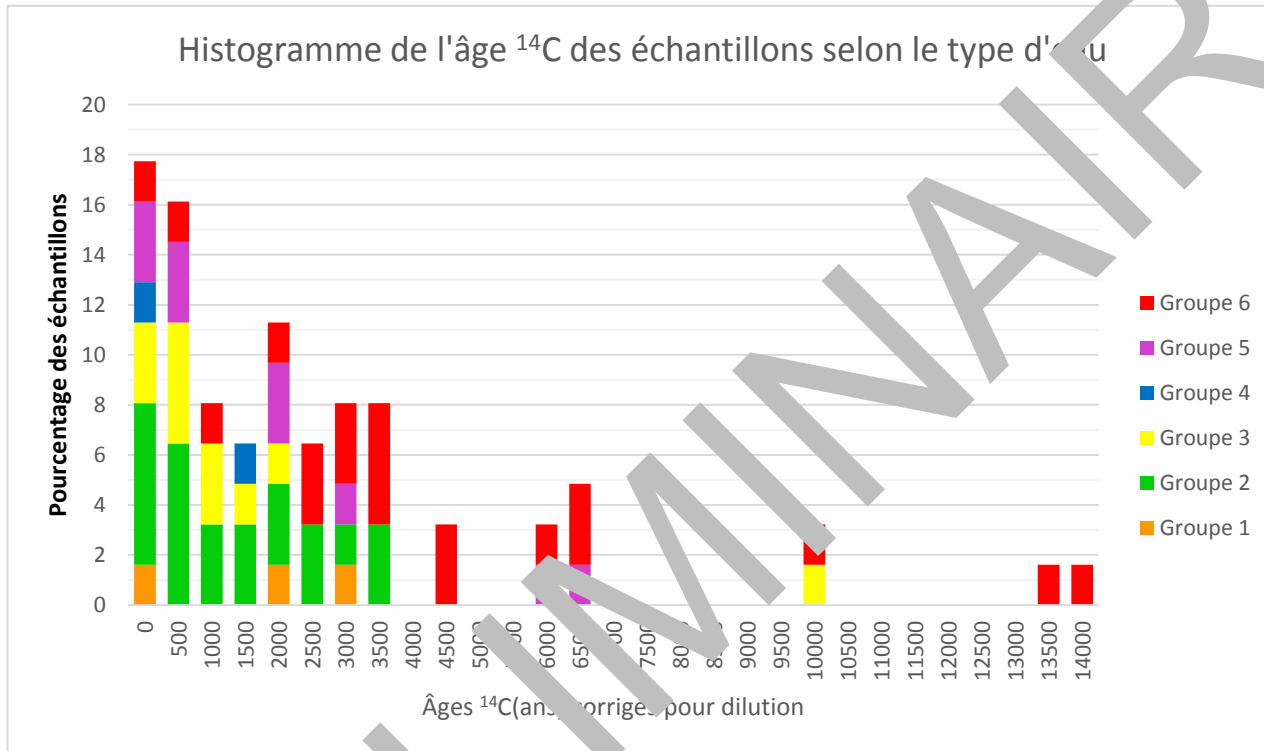
- Eau peu évoluée typique des zones de recharge



1. Mise en contexte: géochimie



1. Mise en contexte: géochimie



2. Modèle conceptuel: piézométrie

Basses-terres du St-Laurent:

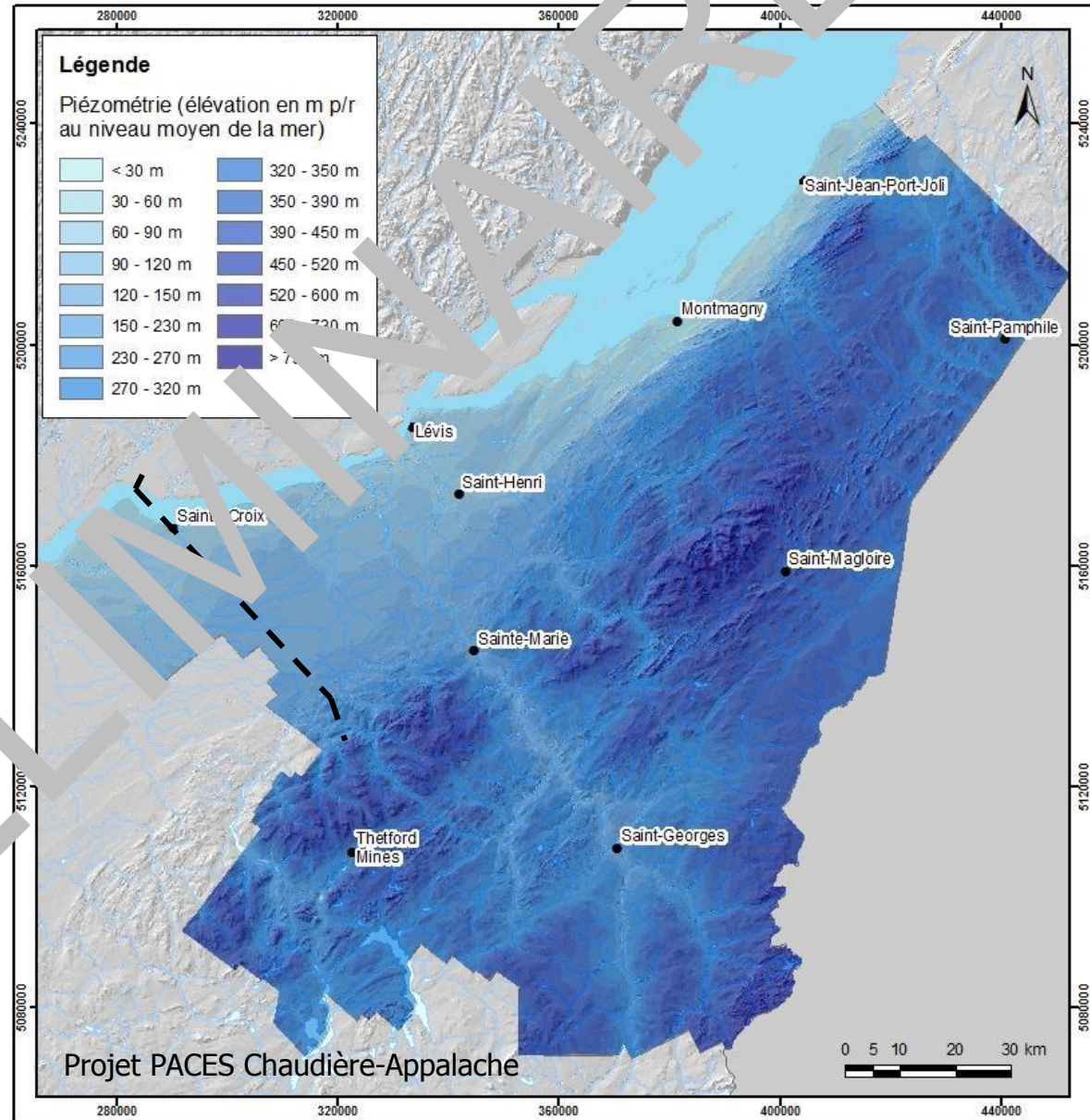
- Gradients horizontaux faibles et écoulement lent

Vallées appalachiennes:

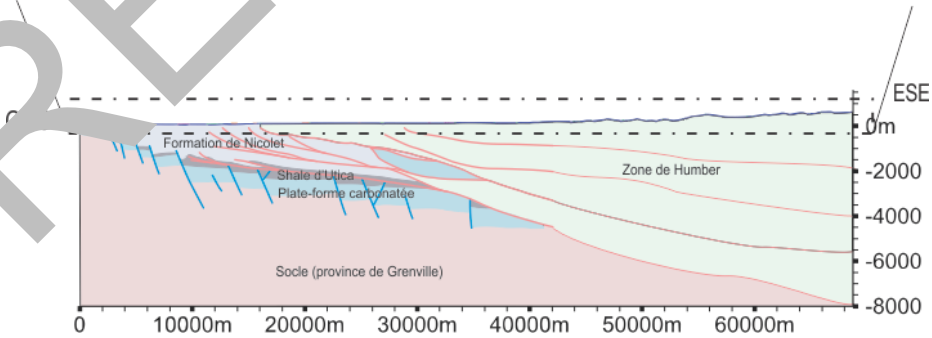
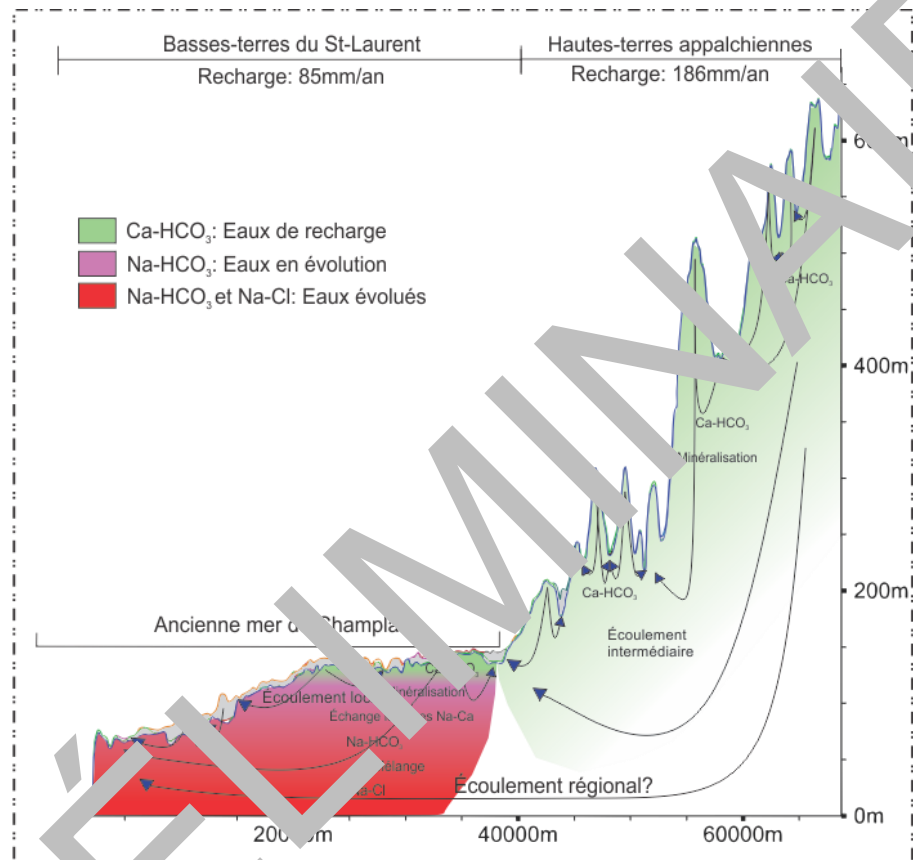
- Écoulement convergent

Hautes-terres appalachiennes:

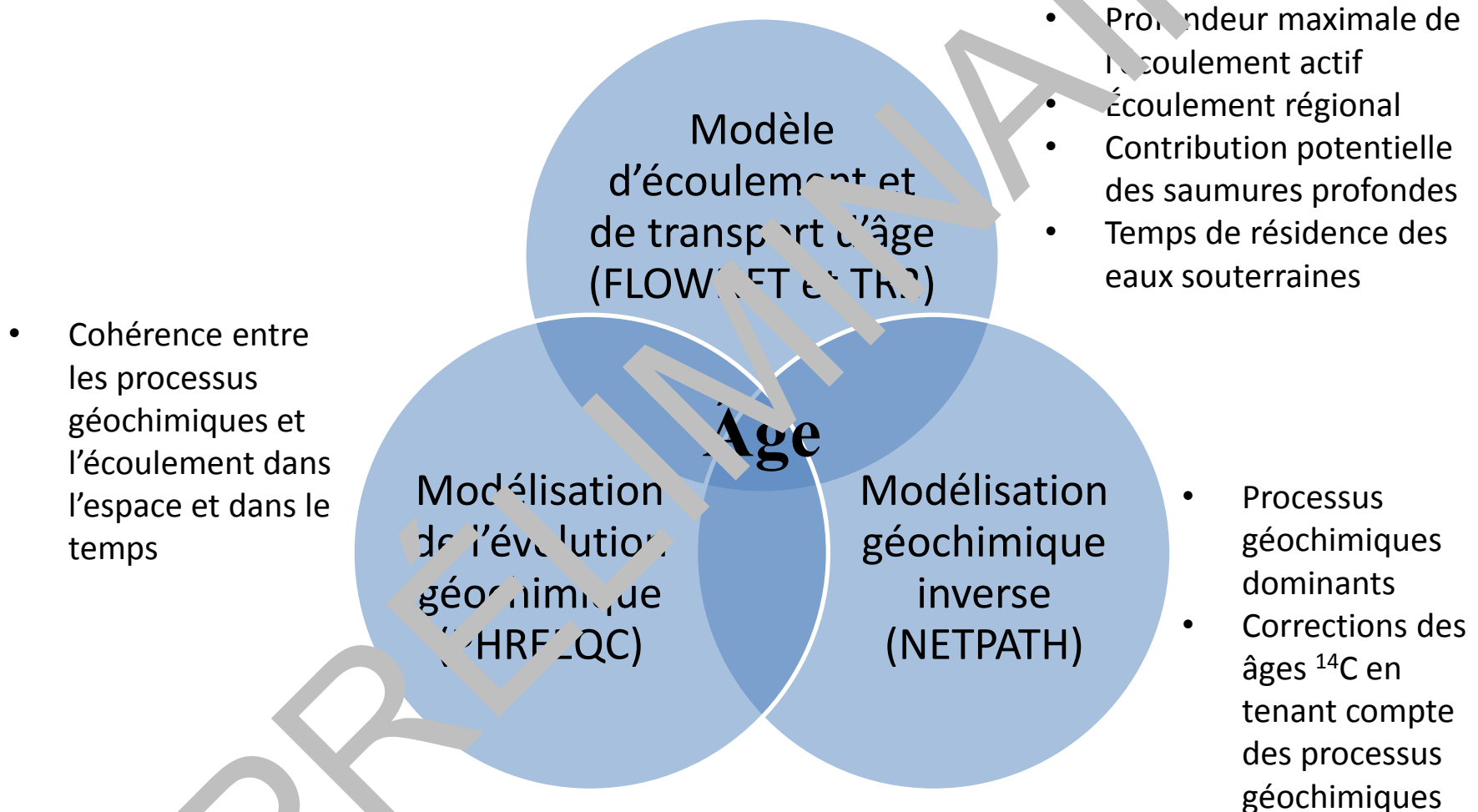
- Grande ligne de partage SO-NE centrale (Zone de Humber interne)
- Gradients forts et écoulement rapide
- Écoulement segmenté par les cours d'eau; courts temps de résidence



2. Modèle conceptuel



3. Modélisation: stratégie

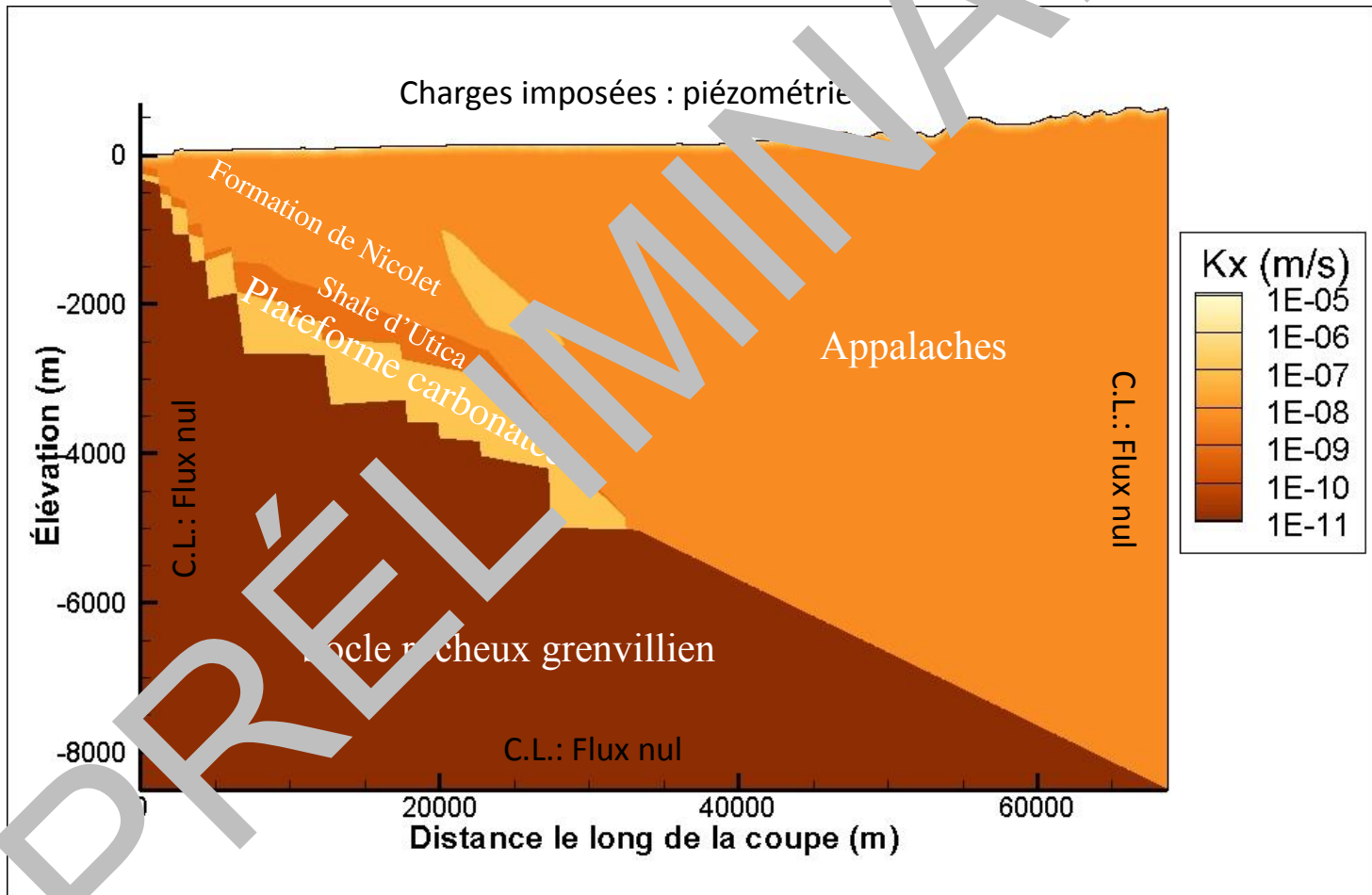


3. Modélisation: écoulement

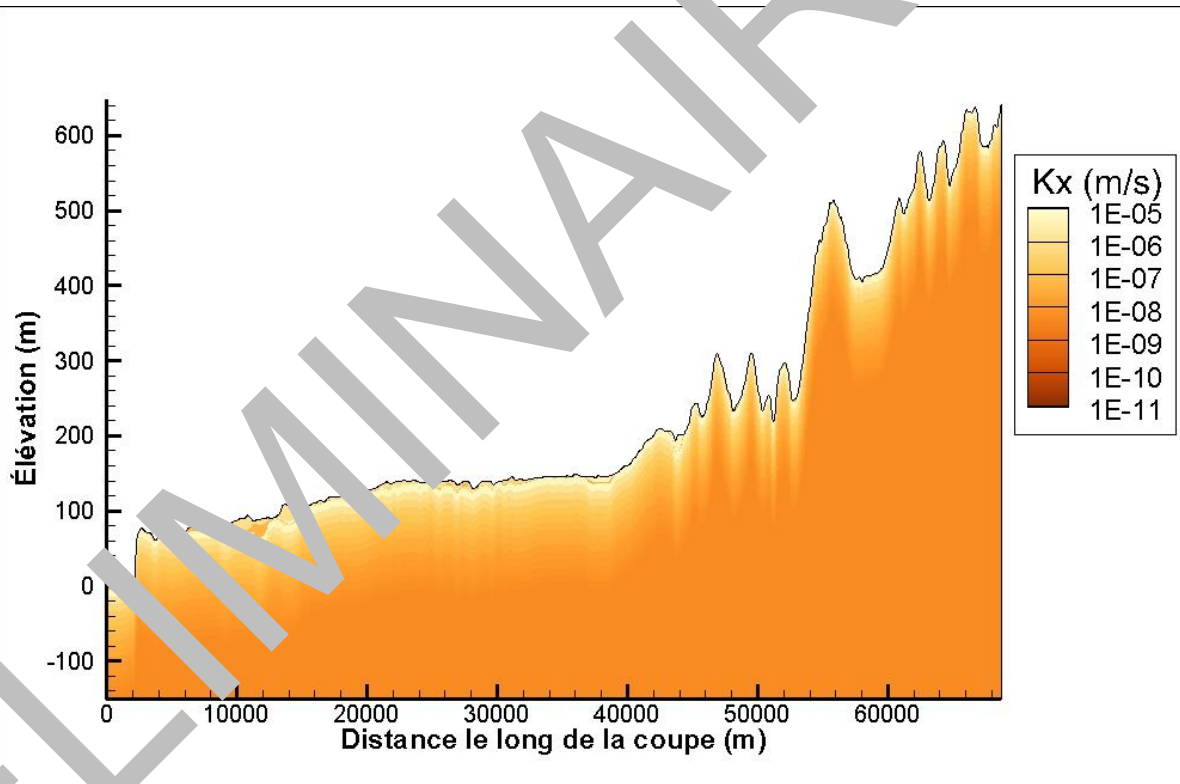
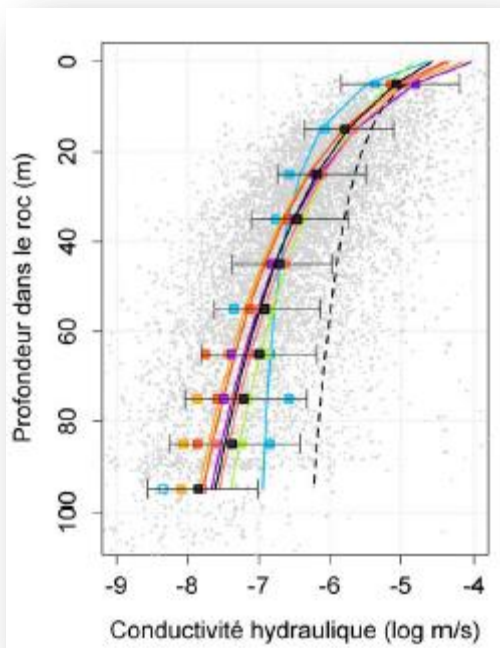
Modèle FLOWNET pour l'écoulement, régime permanent

Modèle TR2 pour le transport d'âge

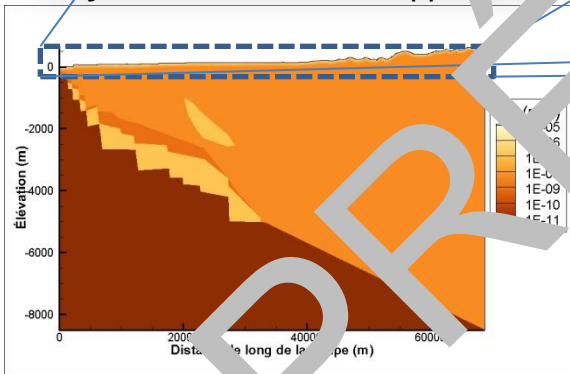
Discrétisation horizontale de 50m



3. Modélisation: écoulement

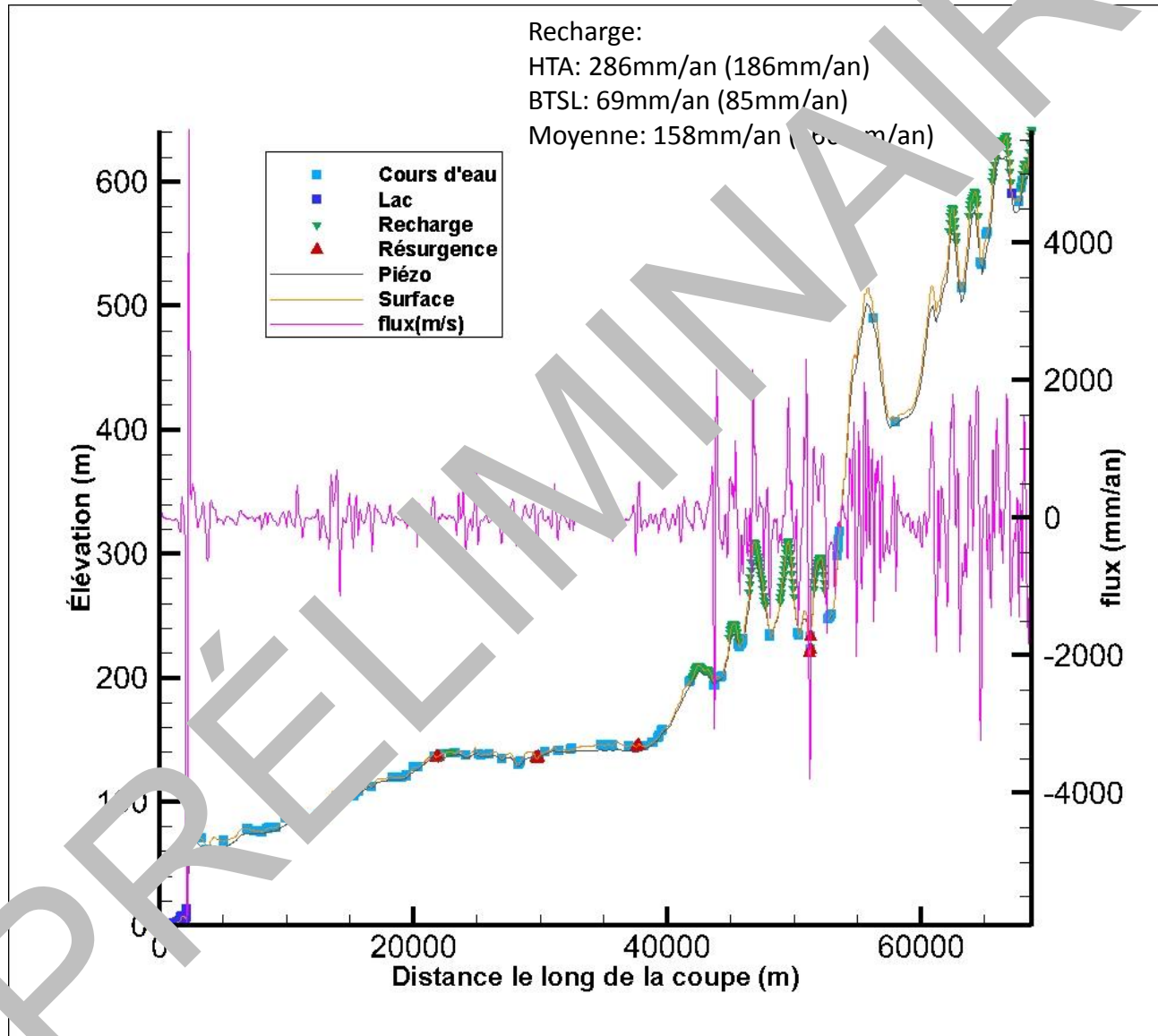


Projet PACES Chaudière-Appalache

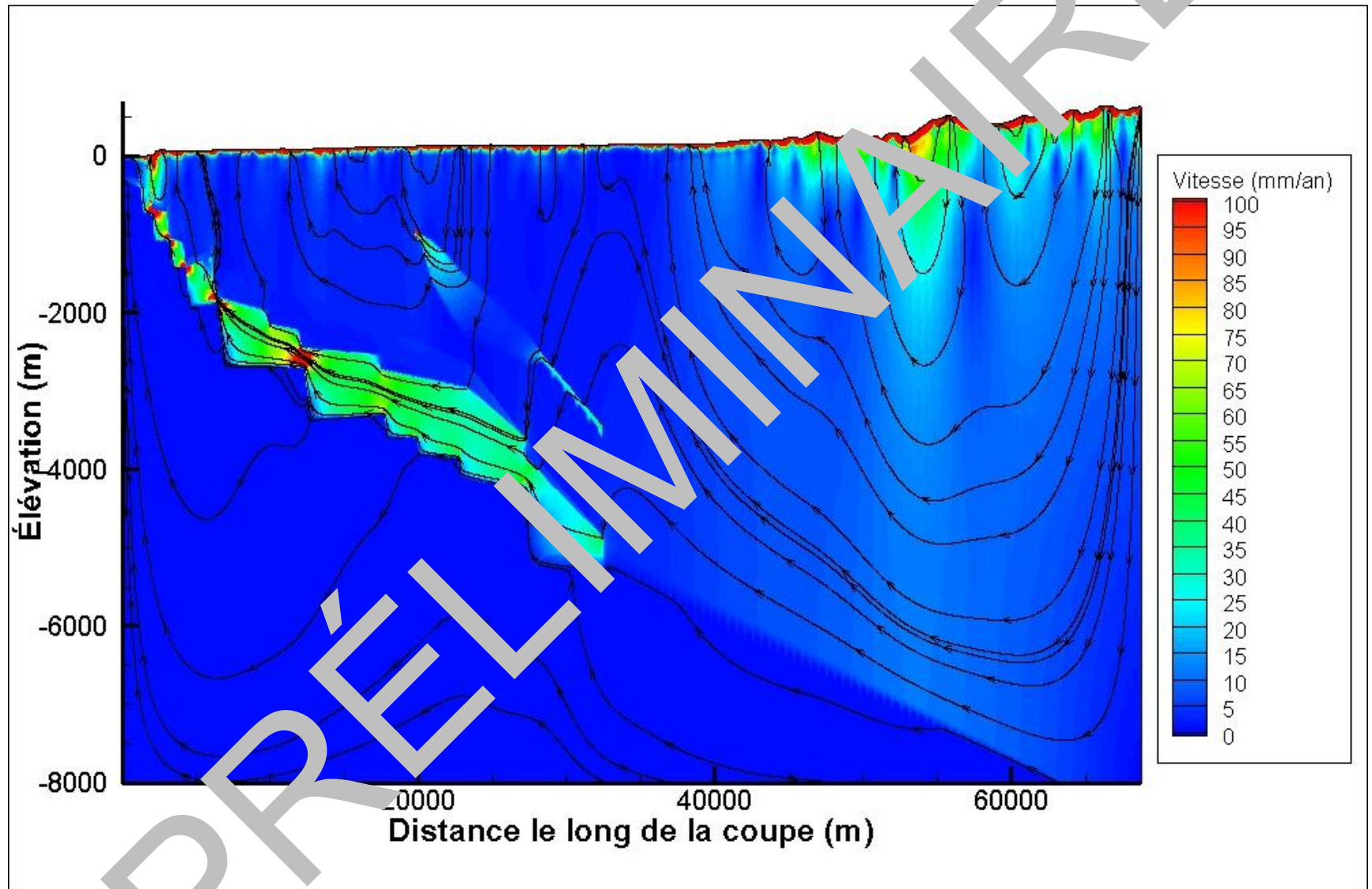


- Plate-forme du Saint-Laurent (PFSTL)
- Zone de Humber externe (ZHEXT)
- Zone de Humber interne ouest (ZHINTO)
- Zone de Humber interne est (ZHINTE)
- Zone de Dunnage (DUNN)
- Ceinture de Gaspé (CG)
- Tous les contextes (TOUS)
- Courbe $K(z) = T_0 / z$ (fictive)

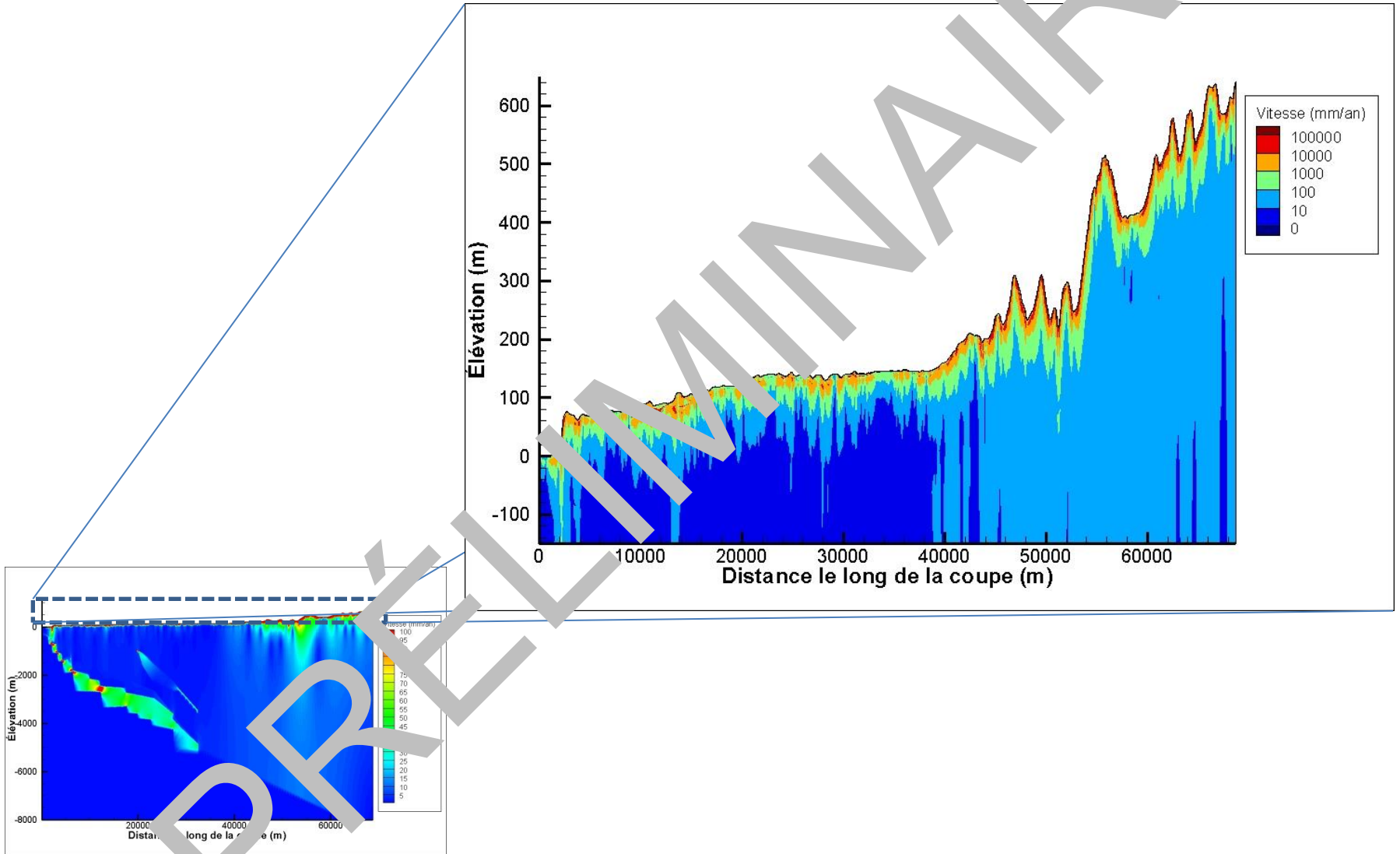
4. Résultats préliminaires: écoulement



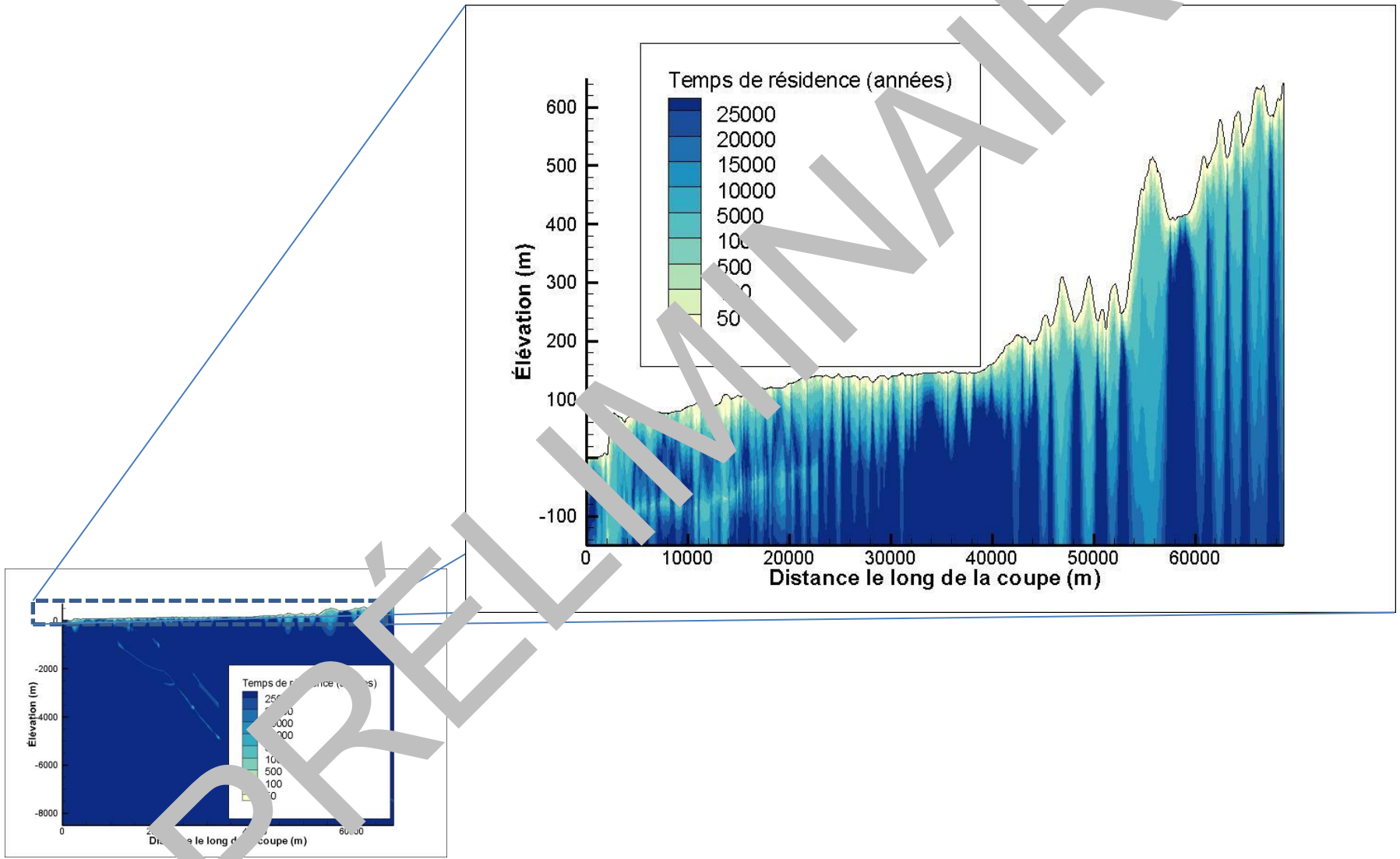
4. Résultats préliminaires: vitesses



4. Résultats préliminaires: vitesses

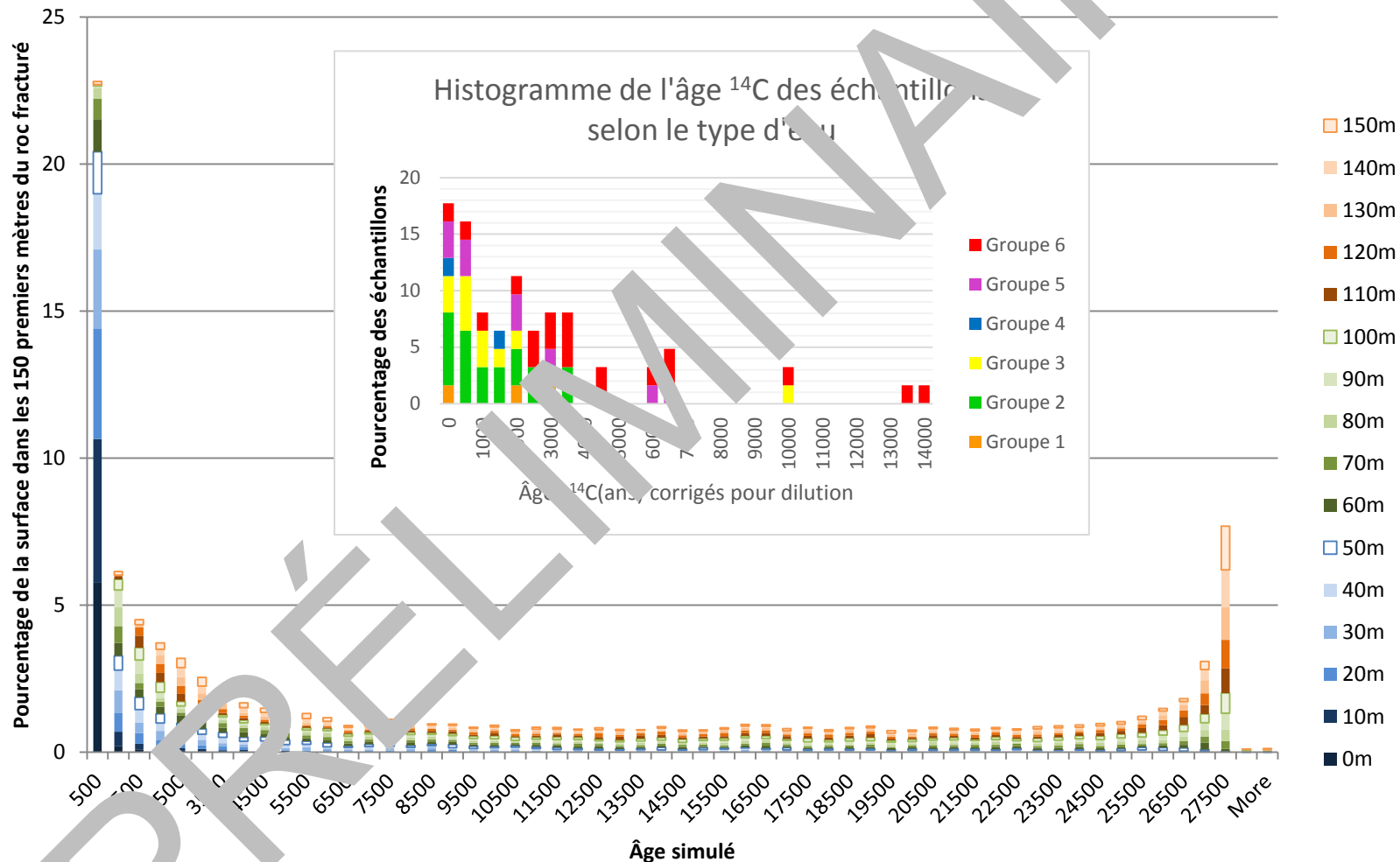


4. Résultats préliminaires: âge



4. Résultats préliminaires: âge

Histogramme des âges simulés selon la profondeur



5. Conclusions préliminaires

- L'écoulement actif serait plus profond ($\pm 1000\text{m}$) dans les Hautes-Terres Appalachiennes que dans les Basses-Terres du Saint-Laurent (\pm de 100m) où l'écoulement serait plus tôt à l'échelle locale.
- L'écoulement à l'échelle régionale ne semble pas être significatif.

6. Travaux à venir

- Analyse de sensibilité du modèle d'écoulement et de transport d'âge
- Modélisation inverse d'échantillons représentatifs de chaque groupe d'eau
- Modélisation de transport réactif

MERCI !

Et un merci à :

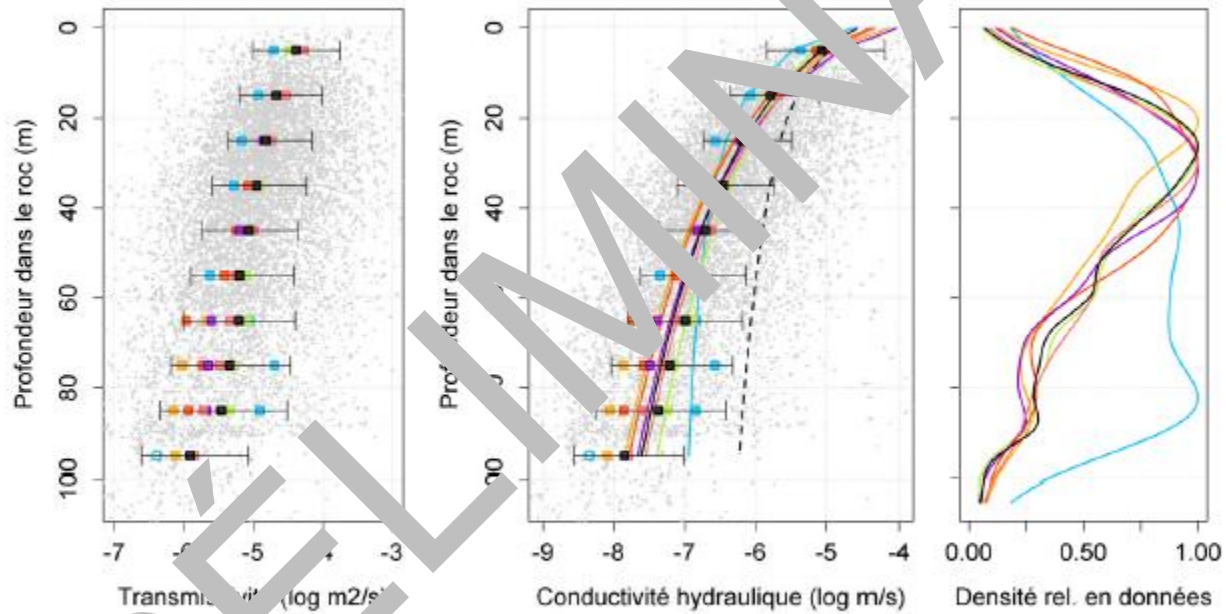
Jean-Marc Ballard,
Marc-André Carrier,
Harold Vigneault,
Annie Thérien,
Xavier Malet,
Chârelaine Beaudry

Équation pour le calcul de l'âge de l'eau (Goode, 1996)

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left[D_{ij} \frac{\partial A}{\partial x_j} \right] - v_i \frac{\partial A}{\partial x_i} + 1 = \frac{\partial A}{\partial t}$$

$$K(z) = K_0 \lambda(z) \left[\frac{1}{1 + (z/z_c)} + \frac{(b_r/b_0)(z/z_c)}{1 + (z/z_c)} \right]$$

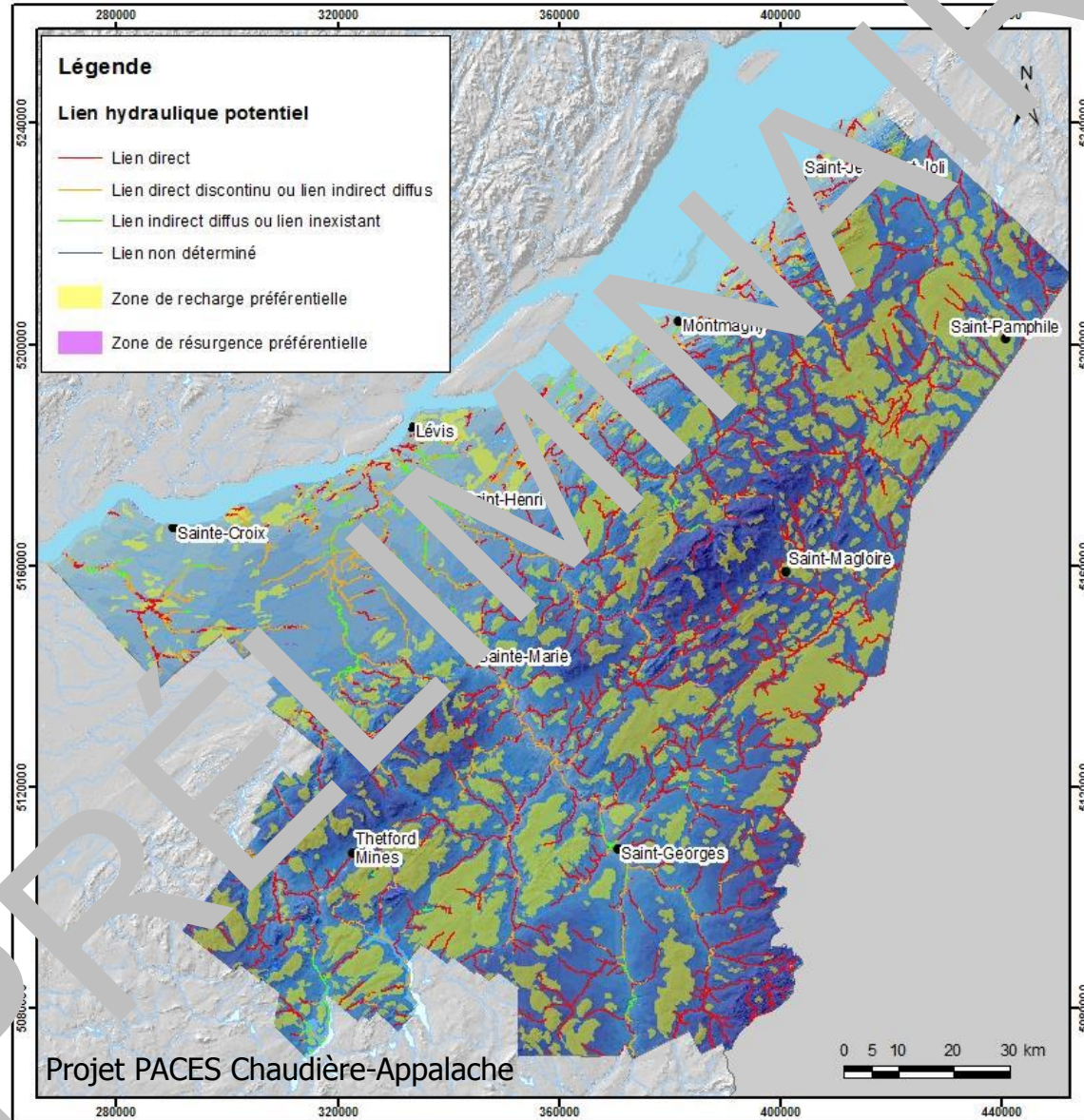
4.2



- Plateau de Saint-Laurent (PFSTL)
- Zone de Humber externe (ZHEXT)
- Zone de Humber interne ouest (ZHINTO)
- Zone de Humber interne est (ZHINTE)
- Zone de Dunnage (DUNN)
- Ceinture de Gaspé (CG)
- Tous les contextes (TOUS)
- Courbe $K(z) = T_0 / z$ (fictive)

Remarque : les abréviations entre parenthèses sont utilisées dans la figure précédente (4.3)

Zones potentielles de recharge et décharge préférentielles



Basses-terres du St-Laurent:

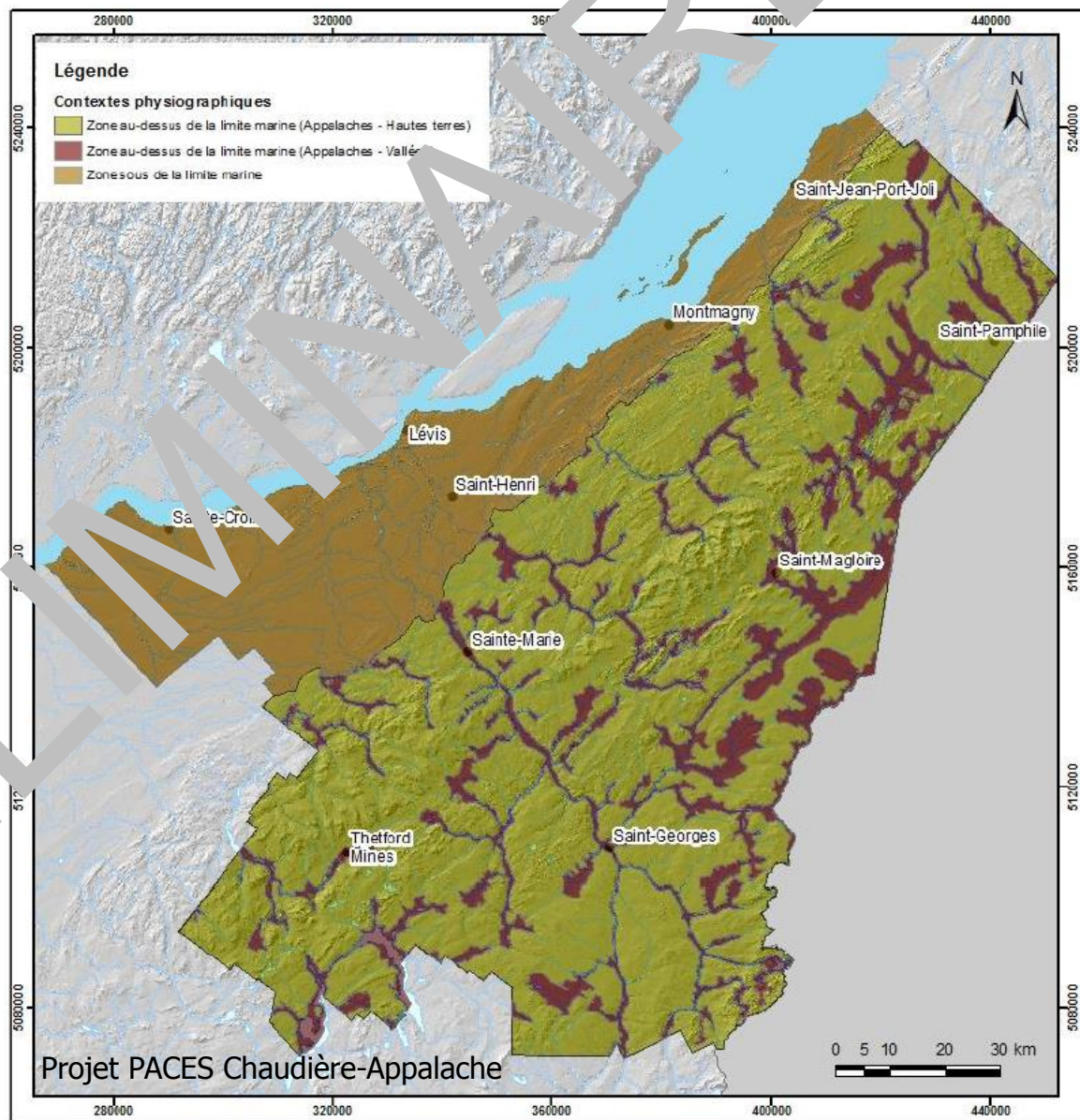
- Bas plateau sous la limite marine le long du Saint-Laurent (4 061 km²)

Vallées appalachiennes:

- Vallées des principaux cours d'eau incisant les Appalaches (2 293 km²)

Hautes-terres appalachiennes:

- Partie montagneuse pouvant atteindre 900 m d'élévation (9 744 km²)



recharge

