

Recours à l'analyse haute-résolution des sédiments lacustres pour reconstituer la dynamique hydroclimatique passée de la Côte-Nord du Québec

Obinna Nzekwe^{1, 4}, Pierre Francus^{1, 4}, Guillaume St-Onge^{2, 4}, Patrick Lajeunesse^{3, 4}, Jean-Philippe Jenny^{1, 4}, François Lapointe^{1, 2}

¹Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre et Environnement, Québec, Canada

²Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Canada

³Centre d'études nordiques, Département de géographie, Université Laval, Québec, Canada

⁴GEOTOP, Montréal, Canada



Introduction

Les varves sont des sédiments annuellement laminés qui permettent de reconstituer les dynamiques passées du climat avec une très haute résolution. Dans la région de la Côte-Nord du Québec, nous étudions trois lacs profonds: Walker, Pentecôte et Pasteur. Ces lacs ont été sélectionnés sur la base des études préliminaires du projet ARCHIVES (Analyser Rétrospective des Conditions Hydroclimatiques à l'aide des Indicateurs de Leur Variabilité à l'Échelle Séculaire), une initiative de recherche universitaire en collaboration avec l'industrie, qui a suggéré que l'histoire glaciaire et caractéristiques paléolimnologiques de ces lacs pourraient favoriser la formation des varves (Fig. 1).

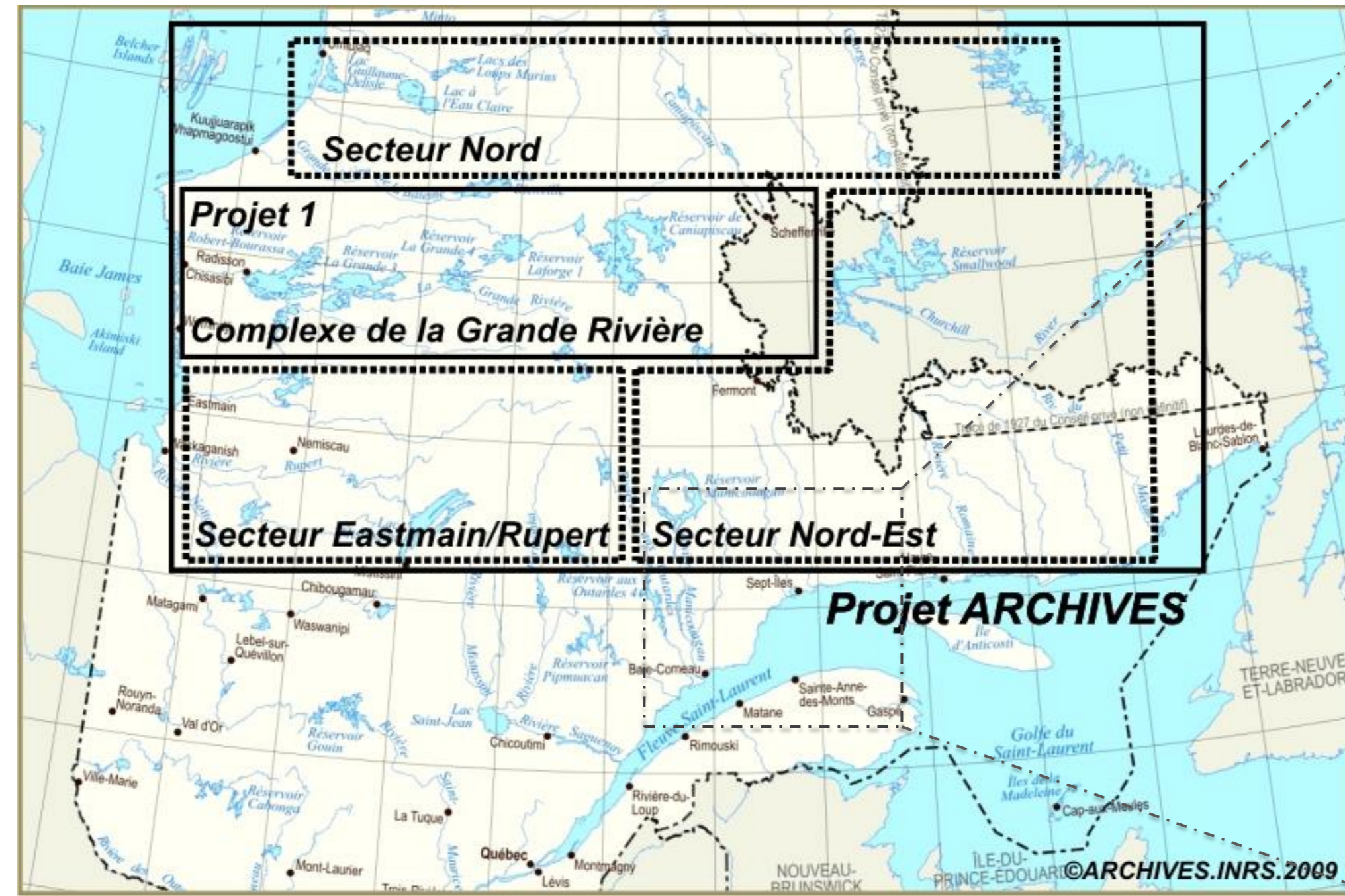


Fig. 1. Carte montrant la zone étudiée dans le projet ARCHIVES, dans le nord du Québec, et dans ce projet

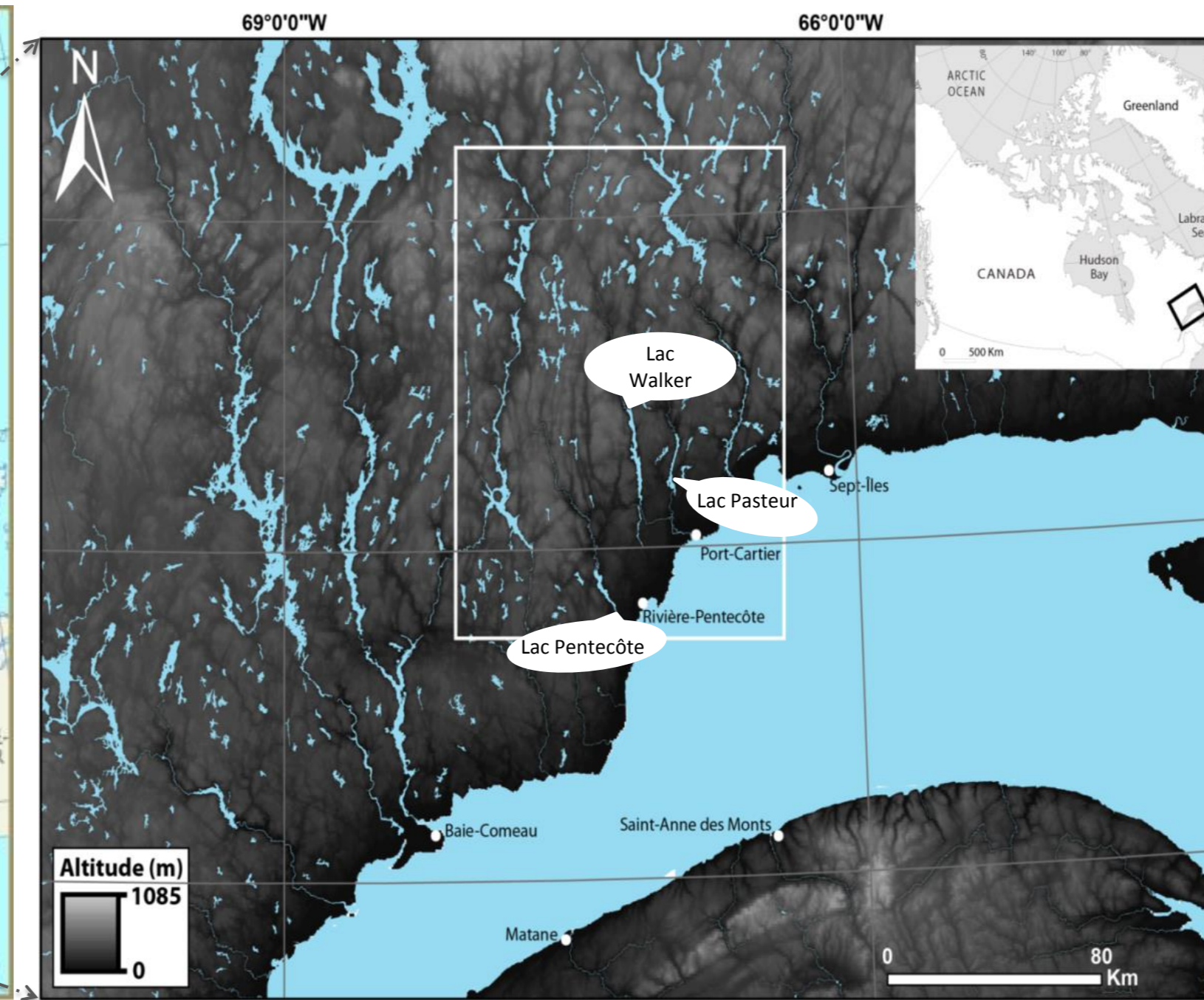


Fig. 2. Situation du lac Walker, lac Pentecôte, et lac Pasteur, Côte-Nord, Québec

Contexte scientifique



Figs. 3. Diatomée Cernes d'arbre Varves
Des types de proxies ou indicateurs pour les études paléoclimatiques

Études antérieures

Au nord du Québec, reconstructions paléoenvironnementales ont été effectuées en utilisant les diatomées, les cernes d'arbres et des isotopes stables ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}C$), couvrant 200 à 1000 années (par exemple Bouchard et al. 2013, Naulier et al., 2014, Nicault et al., 2014)

Cette étude

Les vaves ne sont pas bien étudiées au Québec (Fortin et al. 2012). Ils peuvent fournir une reconstitution de haute-résolution (Francus et al. 2013)

Methodologie

Au début, nous avons extrait et analysé 43 carottes courtes (30-80cm) pour tester le potentiel de ces sédiments à enregistrer des varves.

- Le travail de terrain (Figs. 4a-f)
- Tomodensitométrie de carotte (Fig. 8)
- Des photos numériques (Fig. 9)
- Les analyses de Multi-capturage core logger (Fig. 9)
- Description lithologique (Fig. 10)
- L'analyse des lames minces



Au printemps 2014 En hiver 2015
Figs. 4a-f. Travail de terrain

- Carottes longues
- 1p
 - 2a
 - 2b
 - 3p
 - 4b
 - 4c
 - 5p
 - 7b
 - 8p
- courtes
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7
 - 8
 - 9
 - 10

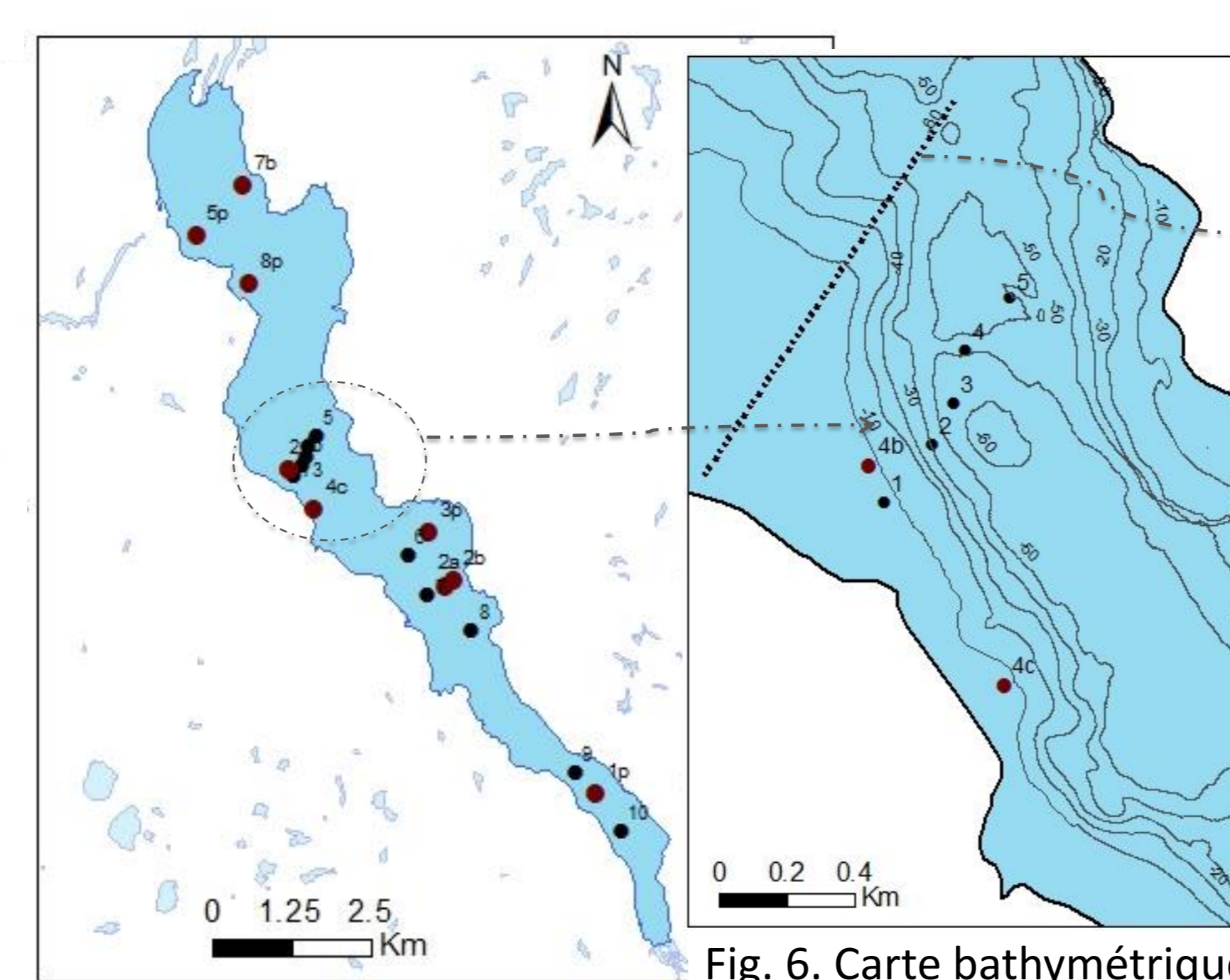


Fig. 5. Lac Pentecôte: sites de carottage
Fig. 6. Carte bathymétrique montrant la profondeur des carottes

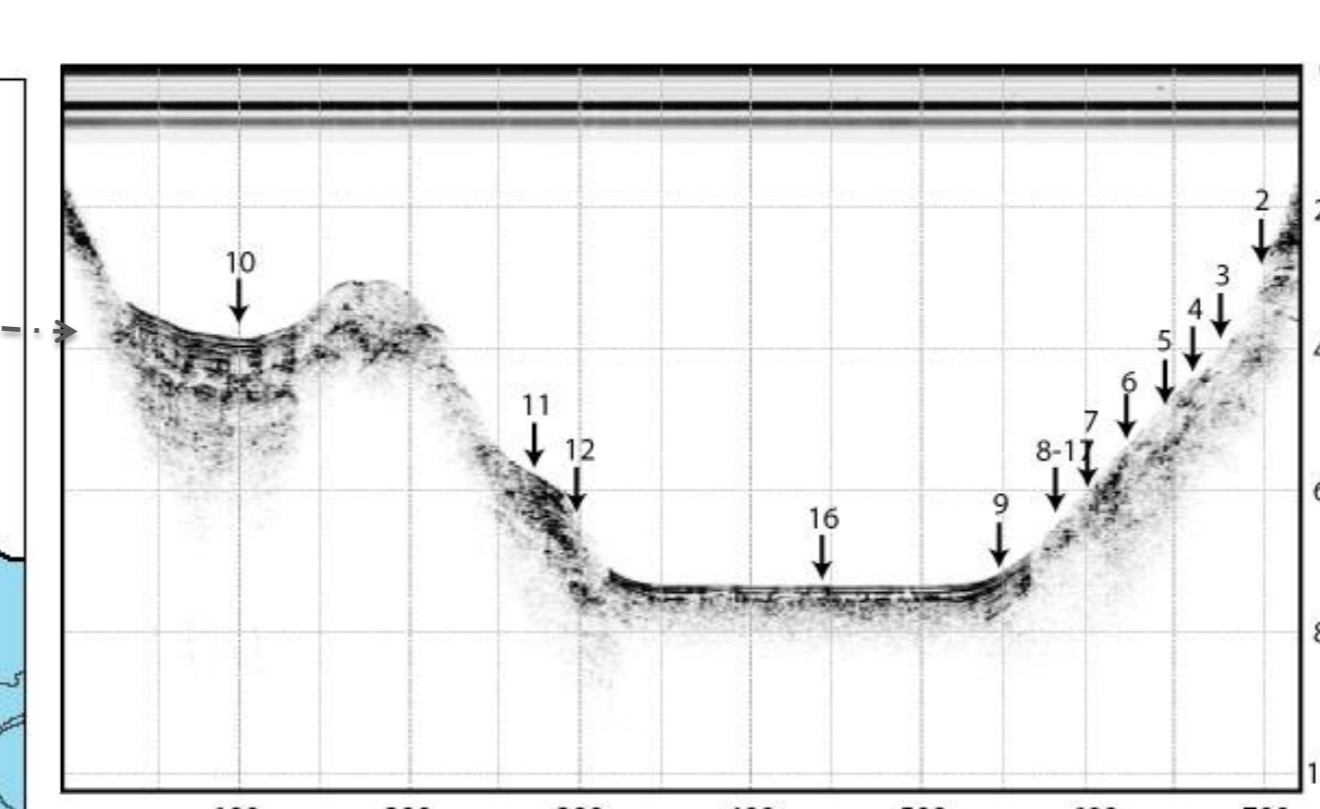


Fig. 7. Profil sismique montrant où des carottes ont été obtenues
• Les suivis sismiques et bathymétriques ont été réalisés par l'équipe de Patrick Lajeunesse, Université Laval

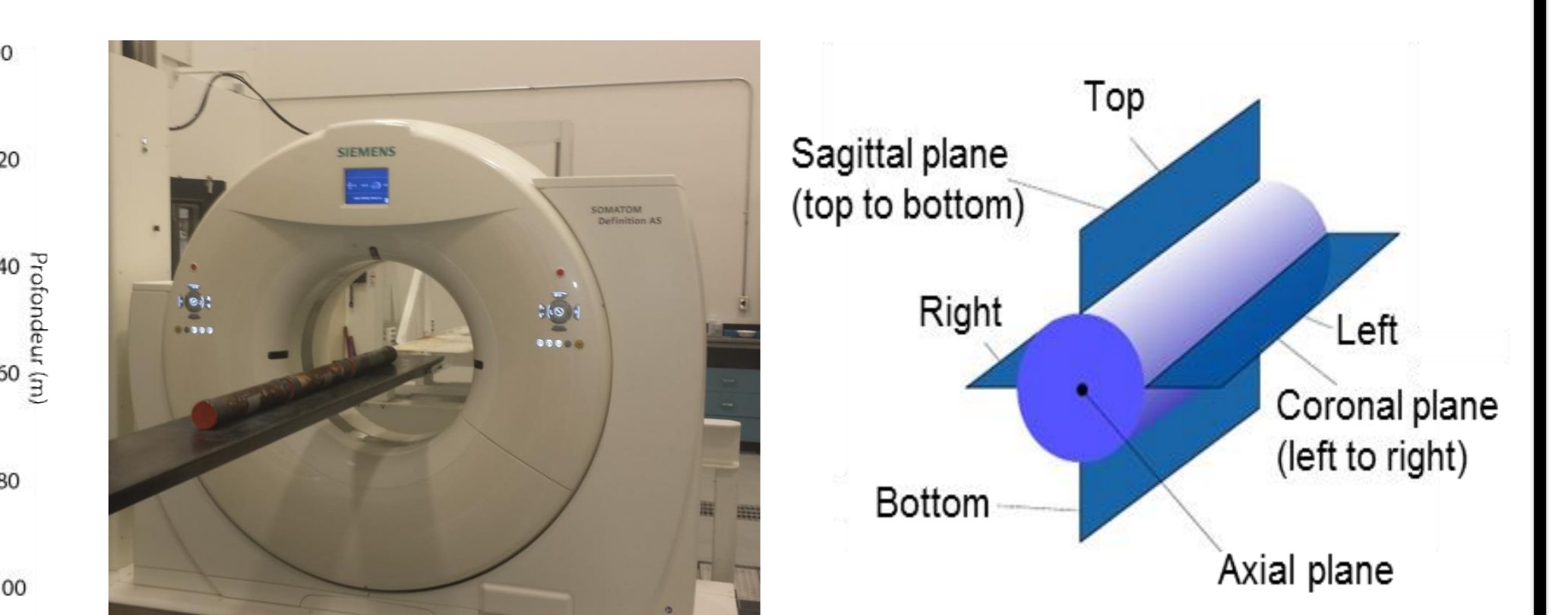


Fig. 8. CT-scan "Définition SIEMENS SOMATOM AS + 128" à l'INRS-ETE (à gauche), et les différents plans de projection des images CT-scan (à droite)

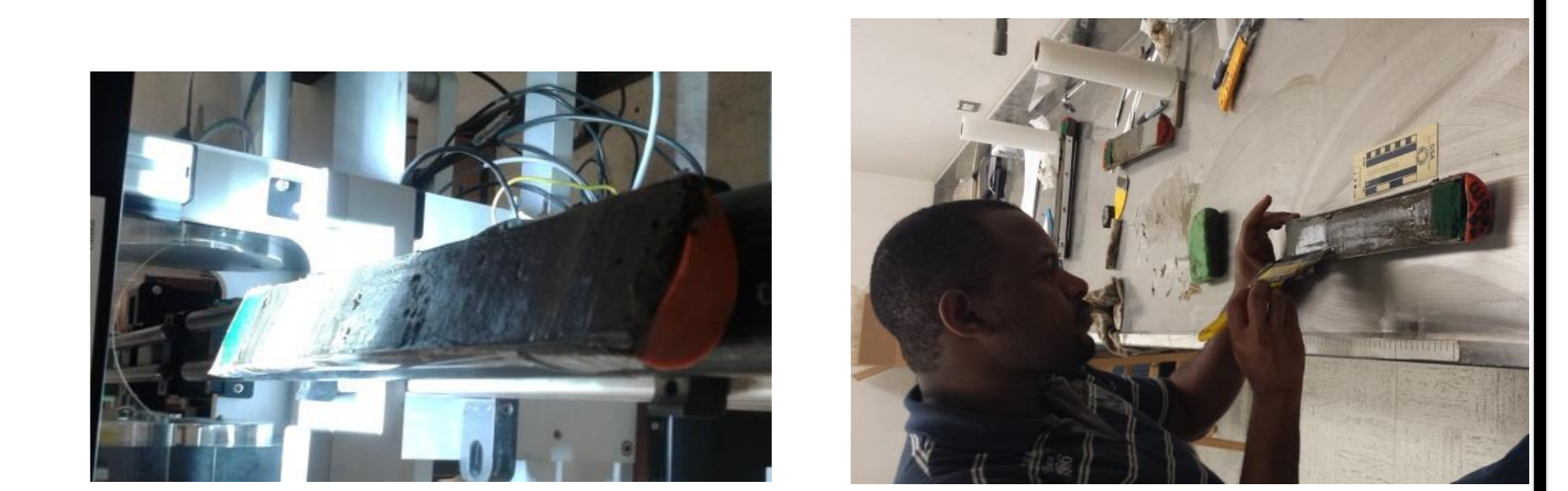


Fig. 9. Les photos numériques prises par une caméra "Geoscan III line-scan"
Fig. 10. Description visuelle de carottes

Tableau 1. Certaines caractéristiques des lacs étudiés dans ce projet

Lac	Région du lac (km ²)	Profondeur maximale (m)	Altitude (m)
Pentecôte	18.9	130	88
Pasteur	19.3	70	88
Walker	41	280	119

Les résultats préliminaires

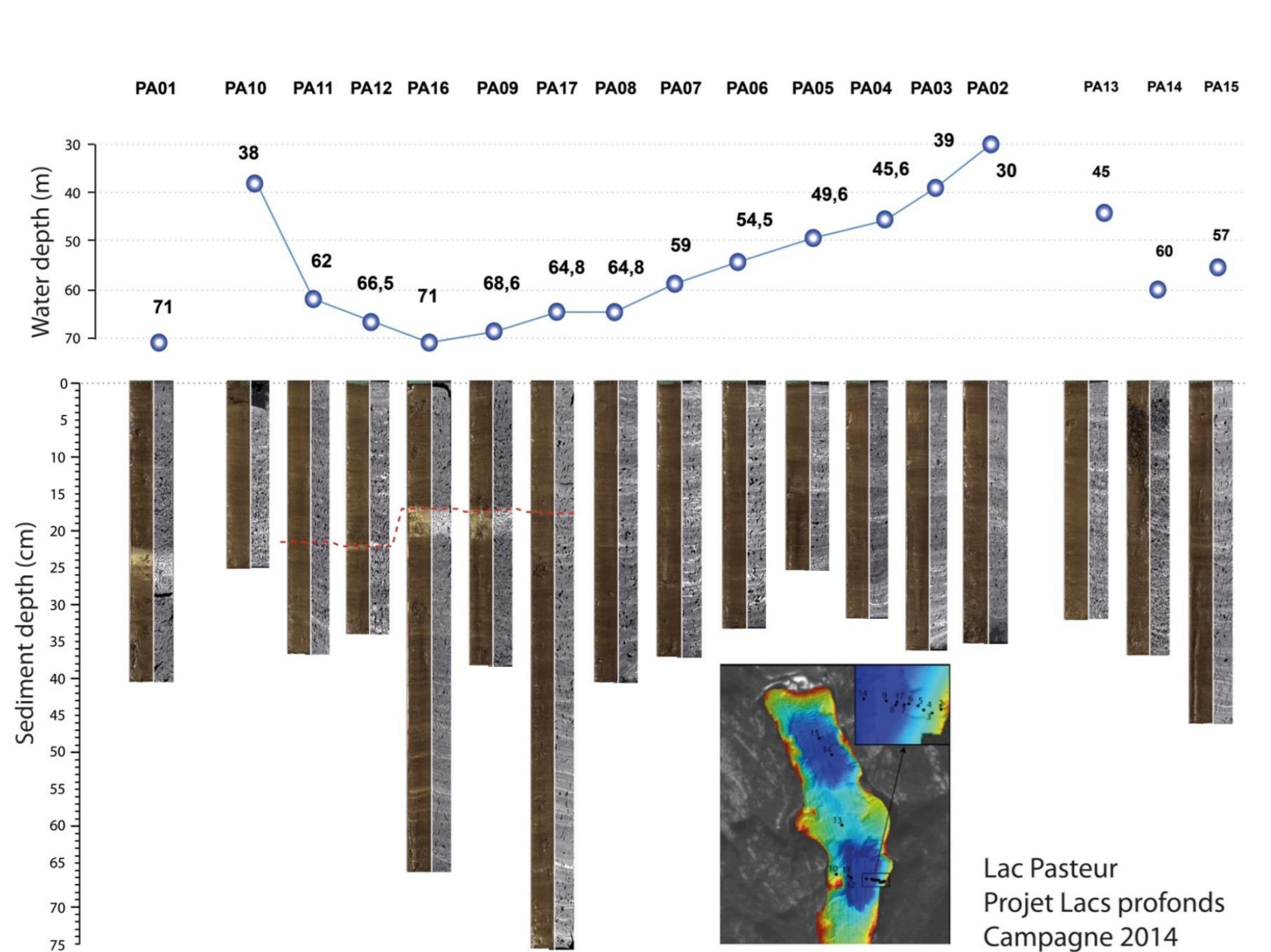
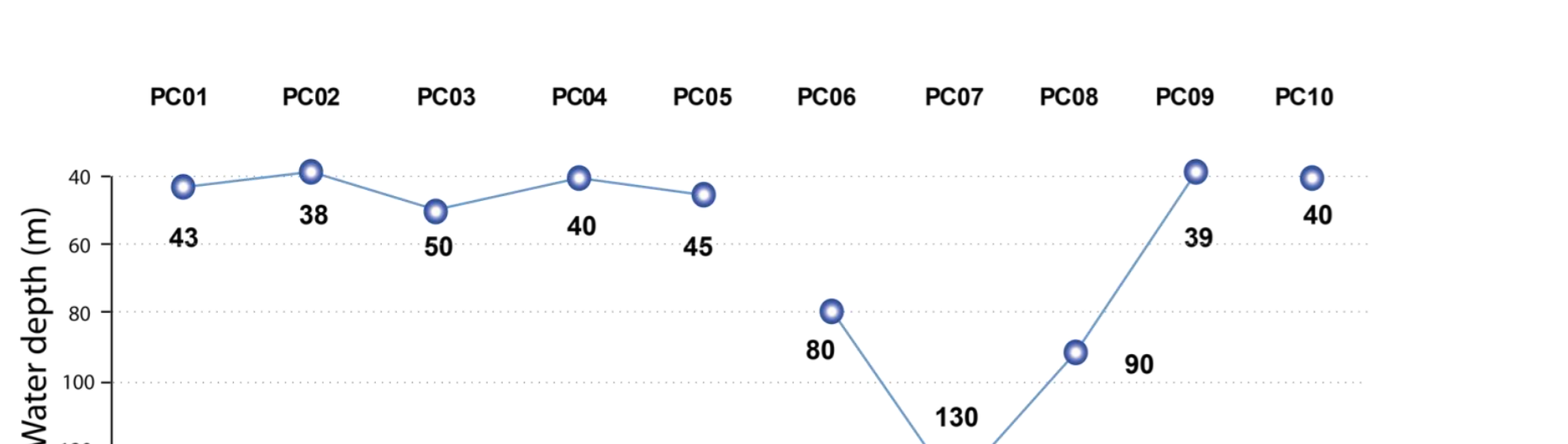


Fig. 11. Photos numériques, CT-scan images, carottes de sédiments et leur relation à la profondeur (mètres)

- Au lac Walker, le lac le plus profond au Québec, des carottes composites de 8 m de section montrent des sédiments bien laminés (e.g. ci-dessous)
- Nous étudions également les rythmes saisonniers de sédimentation en utilisant de trappes à sédiments (2-3 ans)

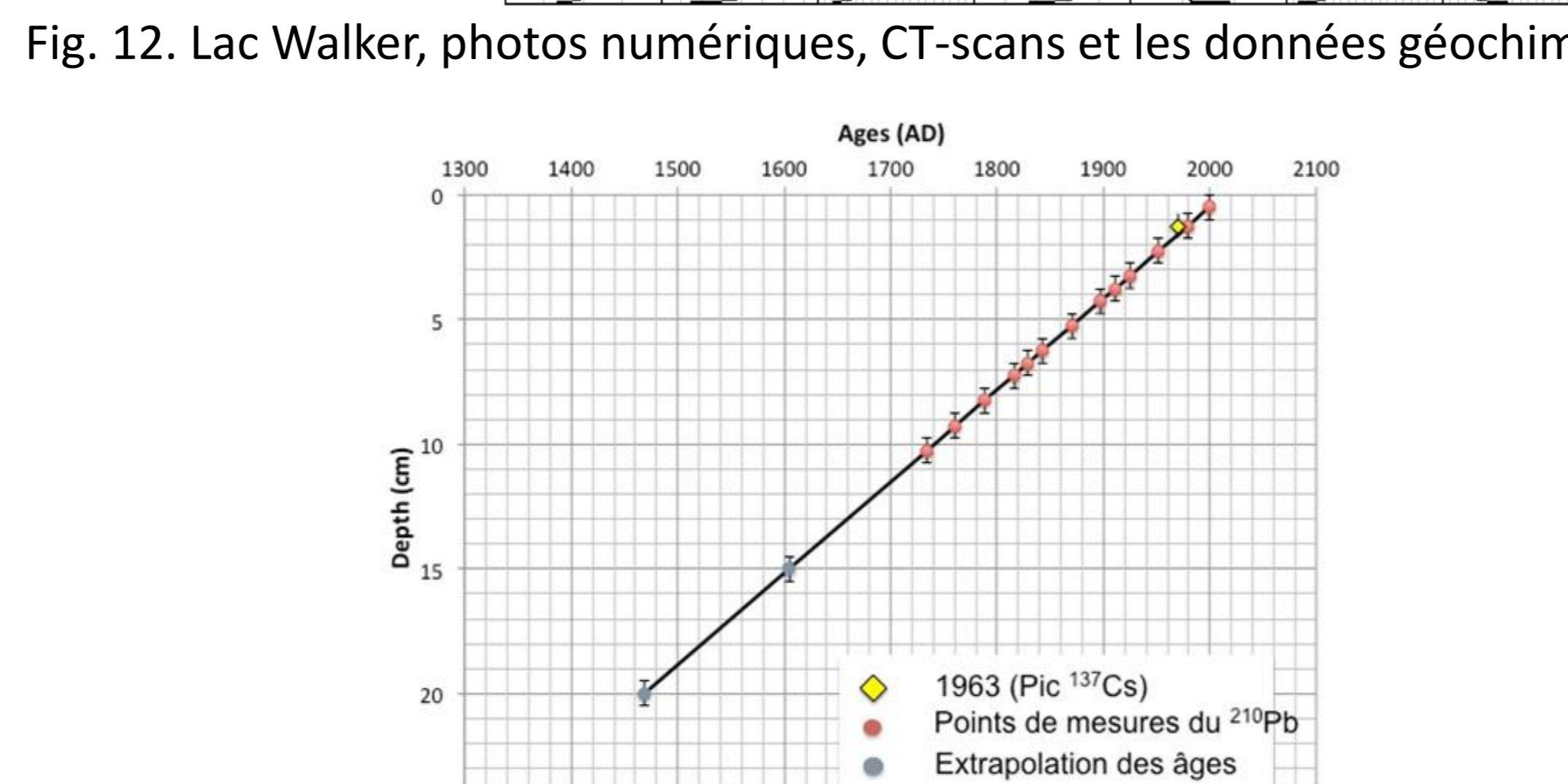
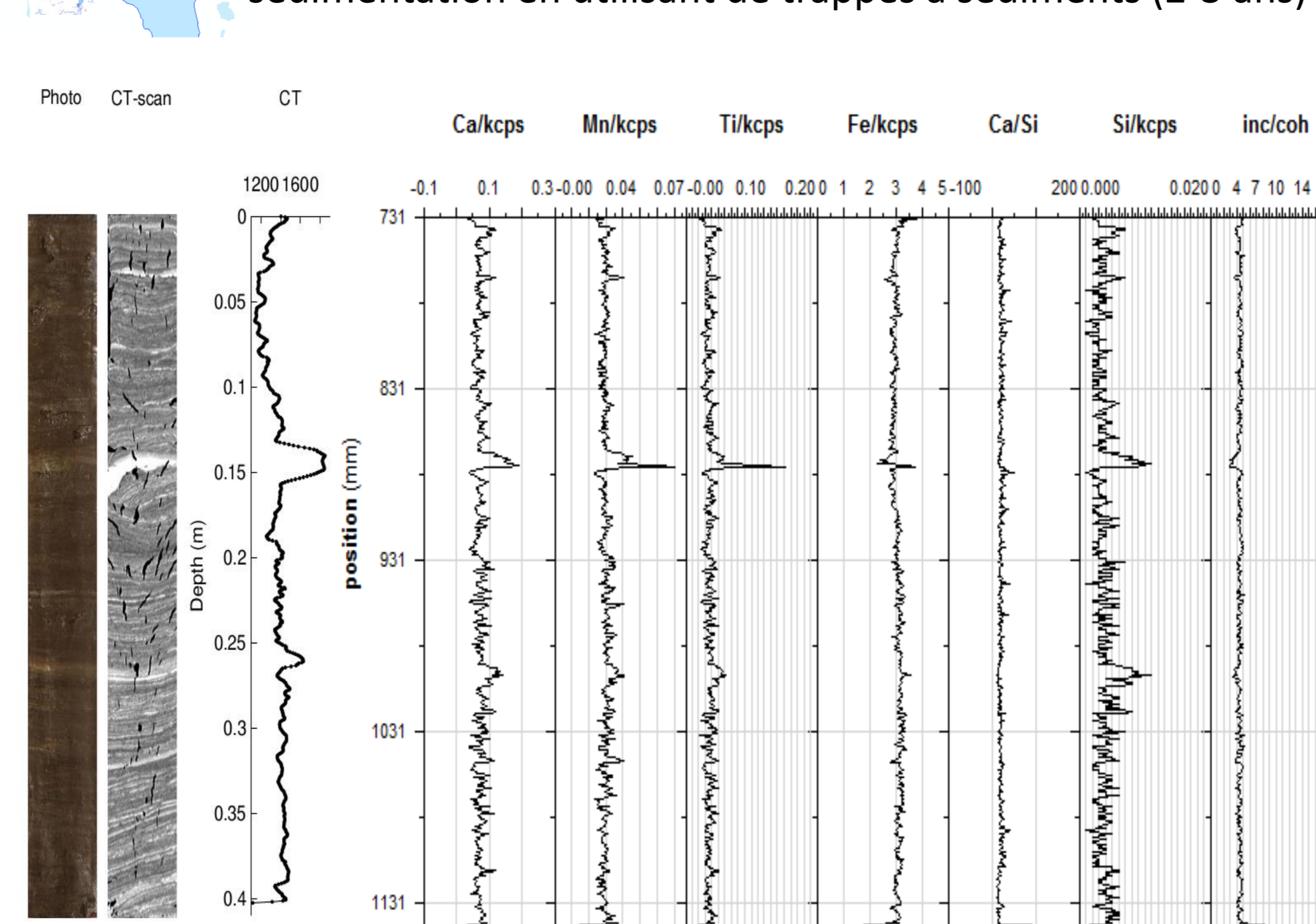


Fig. 12. Lac Walker, photos numériques, CT-scans et les données géochimiques
Fig. 13. Modèle d'âge-profondeur à partir d'une carotte du lac Walker

Tableau 2. Caractéristiques des principaux faciès sédimentaires observés dans les sédiments de trois lacs étudiés

Faciès	Caractéristiques	Photo	CT-scan	Lac	% laminées	Potentiel de varves
parallèle laminé	- Taille des grains: argile silteuse à silt argileux - Couleur: alternance de lames d'olive à gris olive, et de brun foncé à noir - Structure: laminations parallèles, plus visible sur les images de CT-scan			Walker	50 à 80%	Haut
Incliné laminé	- Taille des grains: argile silteuse à silt argileux - Couleur: alternance de lames d'olive pâle et d'olive - Structure: laminations inclinées, plus visible sur les images de CT-scan			Pentecôte	< 10%	Haut
Convoluté laminé	- Taille des grains: argile silteuse à silt argileux - Couleur: alternance de lames jaunâtres à brun olive et gris à gris foncé - Structure: pliage de lames, plus visible sur les images de CT-scan, moins visible à l'œil nu ou sur les photos numériques			Pentecôte	< 10%	Haut
Argile hemipelagique	- Taille des grains: principalement l'argile, mal triée, avec de petites quantités de silteuse argile et argileux silt - Couleur: alternance de laminations jaunâtres à brun olive, et grisâtres à gris foncé - Structure: bioturbés, lames obscures qui sont plus visibles sur les images de CT-scan			Pasteur	> 40%	Faible
Argile homogène	- Taille des grains: principalement l'argile, mal triée, avec de petites quantités d'argileux silt - Couleur: brun grisâtre à brun foncé - Structure: Haute plasticité ou massive, ou avec des laminations obscures qui peuvent être visibles sur les images de CT-scan			Pasteur	> 30%	Faible

- Pour la présence de varves, les sections laminées ont le plus de potentiel

Résumé

- Nous avons évalué le potentiel des sédiments à enregistrer des varves dans trois lacs de la Côte-Nord du Québec
- Les images CT-scan ont aidé à l'identification des faciès sédimentaires distincts en fonction de types de laminations - information utile pour reconstituer les paléoenvironnements (Larsen et al. 1998, Ojala et al. 2012, O'Sullivan, 1963)
- Dans les lacs, il semble avoir une relation entre la profondeur de lacs et la présence de sédiments laminés. Au lac Walker, il y a des plus épaisses séquences de sédiments bien laminés.
- La présence des varves sera vérifiée par l'analyse de lames minces et les modèles d'âge-profondeur
- Ces résultats devraient permettre d'obtenir au Québec des reconstructions annuelles, voire saisonnières, des variations hydroclimatiques de la région de la Côte-Nord

Références

Bouchard, F., R. Pienitz, D. Ortiz, P. Francus, I. Laurion (2013) Paleolimnological conditions inferred from fossil diatom assemblages and derivative spectral properties of sediments in thermokarst ponds of subarctic Québec, Canada. *Boreas*, 42:3, 1-21.
Francus, P., J. C. Ridge and M. D. Johnson (2013). "The rise of varves." *Gff* 135(3-4): 229-230.
Larsen, C.P.S., R. Pienitz, J.P. Smol, K.A. Moser, B.F. Cumming, J.M. Blais, G.M. Macdonald, R.I. Hall (1998) Relations between lake morphometry and the presence of laminated lake sediments: A re-examination of Larsen and Mac-Donald (1993), *Quaternary Science Reviews*, 17: 711-717
Naulier, M., M. M. Savard, C. Bégin, J. Marion, D. Arseneault and Y. Bégin (2014). Carbon and oxygen isotopes of lakeshore black spruce trees in northeastern Canada as proxies for climatic reconstruction. *Chemical Geology*, 374: 37-43.
Nicault, A., F. Boucher, C. Bégin, J. Guiot, J. Marion, L. Perreault, R. Roy, M. M. Savard and Y. Bégin (2014). Hydrological reconstruction from tree-ring multi-proxies over the last two centuries at the Caniapiscau Reservoir, northern Quebec, Canada. *Journal of Hydrology*, 513: 435-445.