

Stratification thermique des anciennes mines d'amiante ennoyées de Thetford et Val-des-Sources

Présenté par : Francis Donati-Daoust, ing.
Professeur en Technologie minérale, Cégep de Thetford
Chercheur de collège, ONA



Plan de la présentation

- Objectif du projet
- Portrait des anciennes mines étudiées
- Résultats de la qualité de l'eau (amiante dans l'eau)
- Résultats des mesures thermiques
- Conclusion et recommandations

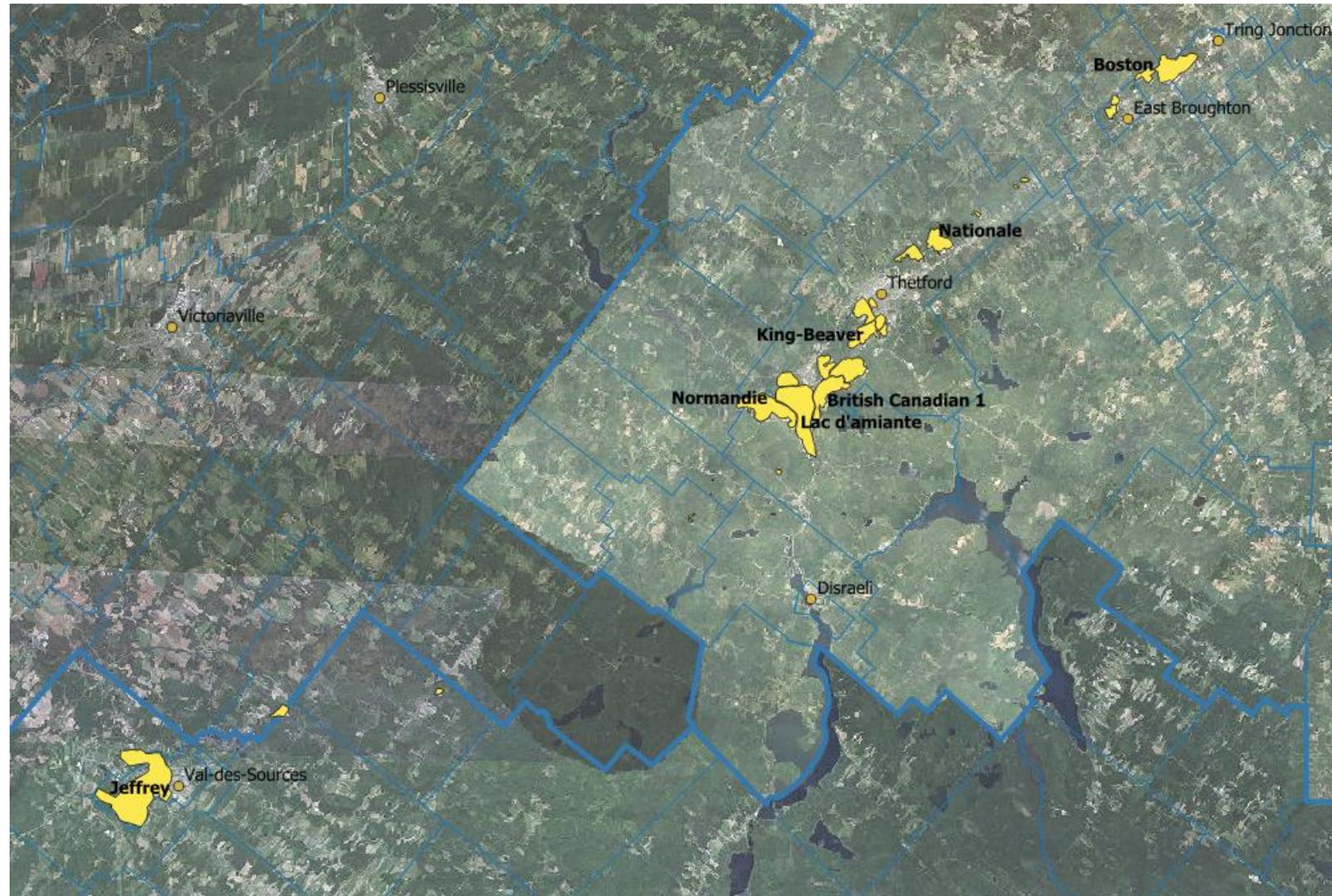
Objectifs du projet

- Développer les connaissances sur l'eau des puits miniers en collaboration avec les acteurs du milieu.
- Identifier des pistes de recherche et orienter les futurs travaux d'échantillonnage.
- Générer des données préliminaires pour des utilisations potentielles de la ressource (géothermie, bassin de sédimentation, captage de CO₂, eau potable, culture d'algues, pisciculture, etc.)

Région étudiée

Sites miniers :

- Jeffrey
- Normandie (Vimy)
- Lac d'amiante
- British Canadian
- King-Beaver
- Nationale
- Boston



Note importante : Historiquement il y a eu exploitation de l'amiante en Chaudière-Appalaches, en Estrie, au Nunavik, au Centre-du-Québec, en Outaouais et dans la région des Laurentides. Toutefois cette étude couvre des sites miniers de Thetford, Val-des-Sources et East Broughton pour leur importance et pour des raisons pratiques.

Quelques chiffres

Les 7 anciennes mines étudiées sont réparties dans 3 bassins versants : Rivière Bécancour (5 mines), Rivière Nicolet (1 mine) et Rivière Chaudière (1 mine)

2 mines ont une surverse dans le BV de la rivière Bécancour : British Canadian et Nationale

1 mine a une surverse dans le BV de la rivière Chaudière : Boston

1 mine présente une sortie d'eau diffuse via les eaux souterraines vers la rivière Bécancour : la mine Normandie (Vimy)

3 mines sont en processus d'ennoisement et n'ont pas de surverse (Jeffrey, Lac d'amiante et King-Beaver)

À terme de son ennoisement complet, le nouveau Lac d'amiante aura plus de 400 m de profondeur, ce qui en fera le 2e lac le plus profond du Québec, derrière le réservoir Manicouagan et ses 450 m.

Quelques chiffres

Nom de la mine	Fermeture	Début Ennoisement	Surverse	Superficie du bassin versant	Profondeur fosse
Jeffrey	2012	2010*	Non	7 km ²	~350 m
Lac d'amiante	2012	2012	Non	8 km ²	~423 m
British Canadian	1995	1997	Oui	3 km ²	~200 m
King-Beaver	1986	2008	Non	6,5 km ²	~181 m
Nationale	1986	1986	Oui	4 km ²	90 m
Boston	1923	1923	Oui	8 km ²	70 m
Normandie (Vimy)	1985	1985	Non	2 km ²	~150 m

Quelques chiffres

Nom de la mine	Profondeur de l'excavation	Volume (m ³) +/- 50%	Volume (X 10 ⁶ m ³)	Nb de Lac Saint-Charles (Québec)
Jeffrey	350	91629786	91,6	6,1
Lac d'amiante	423,7	251589212	251,6	16,8
British Canadian	200	75398224	75,4	5,0
King-Beaver	181	32644001	32,6	2,2
Nationale	90	13609379	13,6	0,9
Boston	70	2244930	2,2	0,1
Normandie (Vimy)	150	16847772	16,8	1,1

Volume d'eau Lac St-Charles : 15 X 10⁶ m³

En image



Amiante dans l'eau

Nombre de fibres par Litre d'eau

Mine	Fibres entre 0,5 et 10 µm	Fibres de plus de 10 µm	Concentration totale fibres/litre
Jeffrey	41,1 X 10 ⁶	1,58 X 10 ⁶	42,68 X 10 ⁶
Mine Lac d'amiante	30,04 X 10 ⁶	4,74 X 10 ⁶	33,99 X 10 ⁶
British Canadian	33,20 X 10 ⁶	0,53 X 10 ⁶	33,73 X 10 ⁶
Normandie	10,75 X 10 ⁶	0,42 X 10 ⁶	11,17 X 10 ⁶
King-Beaver	26,61 X 10 ⁶	2,9 X 10 ⁶	29,51 X 10 ⁶
Nationale	2,37 X 10 ⁶	<SD	2,37 X 10 ⁶
Exutoire de la Nationale	68,24 X 10 ⁶	16,86 X 10 ⁶	85,10 X 10 ⁶
Boston	7,9 X 10 ⁶	0,26 X 10 ⁶	8,17 X 10 ⁶

Pas de norme au Québec.

Norme potabilité de l'EPA : 7,00 X 10⁶ F/L pour les fibres de plus de 10 µm

Toutes les fosses respectent ce critère.

Attention, les fibres identifiées sont principalement du chrysotile mais aussi un peu de trémolite.

Amiante dans l'eau

Nombre de fibres par Litre d'eau

Mine	Concentration totale fibres/litre
Jeffrey	42,68 X 10 ⁶
Mine Lac d'amiante	33,99 X 10 ⁶
British Canadian	33,73 X 10 ⁶
Normandie	11,17 X 10 ⁶
King-Beaver	29,51 X 10 ⁶
Nationale	2,37 X 10 ⁶
Exutoire de la Nationale	85,10 X 10 ⁶
Boston	8,17 X 10 ⁶

Localisation	Concentration (fibres/l)	Référence
Lac Michigan	5-45 x 10 ⁶	Hesse et Hallenbeck, 1978
Chicago, eau de pluie	2 - 200 x 10 ⁶	Hesse et Hallenbeck, 1978
Ottawa, eau de fonte de neige	33,5 x 10 ⁶	Cunningham et Pontefract, 1971
Mine d'amiante, bassin d'eaux de ruissellement	10 ⁶ - 10 ⁸	Batterman et Cook, 1981
Lac Supérieur	10 ⁹ - 10 ¹²	Cook <i>et al.</i> , 1976
Ottawa, rivière des Outaouais	9,5 x 10 ⁶	Cunningham et Pontefract, 1971
Thetford Mines, lac à la Truite	1,7 x 10 ⁸	Cunningham et Pontefract, 1971
Thetford Mines, rivière Bécancour	10 ⁸ - 10 ⁹	Bélanger <i>et al.</i> , 1983
Usine de Métallurgie Noranda, bassin d'eaux de ruissellement	2-6 x 10 ⁷	Noranda inc., 2003

voir Schreier, H. et Taylor J. (1980)

Amiante dans l'eau

Nombre de fibres par Litre d'eau

Mine	Concentration totale fibres/litre
Jeffrey	42,68 X 10 ⁶
Mine Lac d'amiante	33,99 X 10 ⁶
British Canadian	33,73 X 10 ⁶
Normandie	11,17 X 10 ⁶
King-Beaver	29,51 X 10 ⁶
Nationale	2,37 X 10 ⁶
Exutoire de la Nationale	85,10 X 10 ⁶
Boston	8,17 X 10 ⁶



Amiante dans l'eau

Nombre de fibres par Litre d'eau

Mine	Concentration totale fibres/litre
Jeffrey	42,68 X 10 ⁶
Mine Lac d'amiante	33,99 X 10 ⁶
British Canadian	33,73 X 10 ⁶
Normandie	11,17 X 10 ⁶
King-Beaver	29,51 X 10 ⁶
Nationale	2,37 X 10 ⁶
Exutoire de la Nationale	85,10 X 10 ⁶
Boston	8,17 X 10 ⁶



Amiante dans l'eau

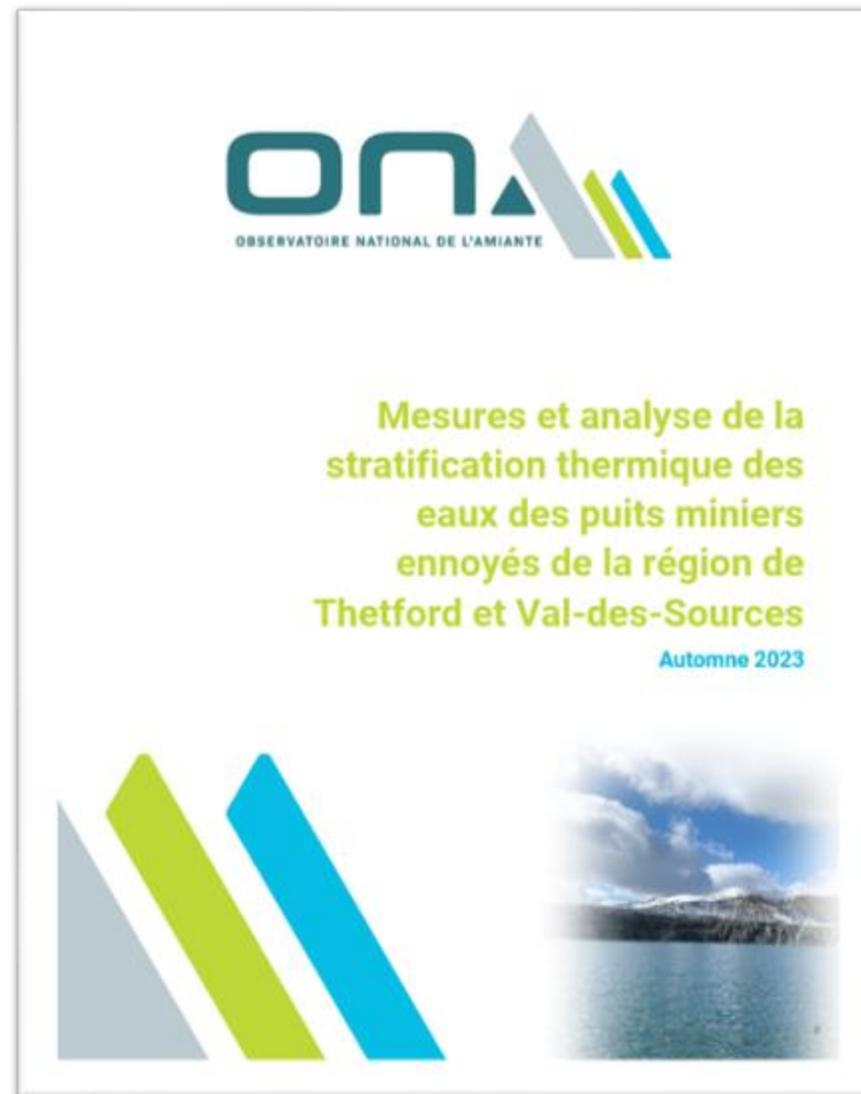
Nombre de fibres par Litre d'eau

Mine	Concentration totale fibres/litre
Jeffrey	42,68 X 10 ⁶
Mine Lac d'amiante	33,99 X 10 ⁶
British Canadian	33,73 X 10 ⁶
Normandie	11,17 X 10 ⁶
King-Beaver	29,51 X 10 ⁶
Nationale	2,37 X 10 ⁶
Exutoire de la Nationale	85,10 X 10 ⁶
Boston	8,17 X 10 ⁶



Stratification thermique des anciens puits de mine d'amiante

Objectif : Décrire la stratification thermique des eaux de puits minier pour guider de futurs échantillonnages.



Stratification thermique des anciens puits de mine d'amiante

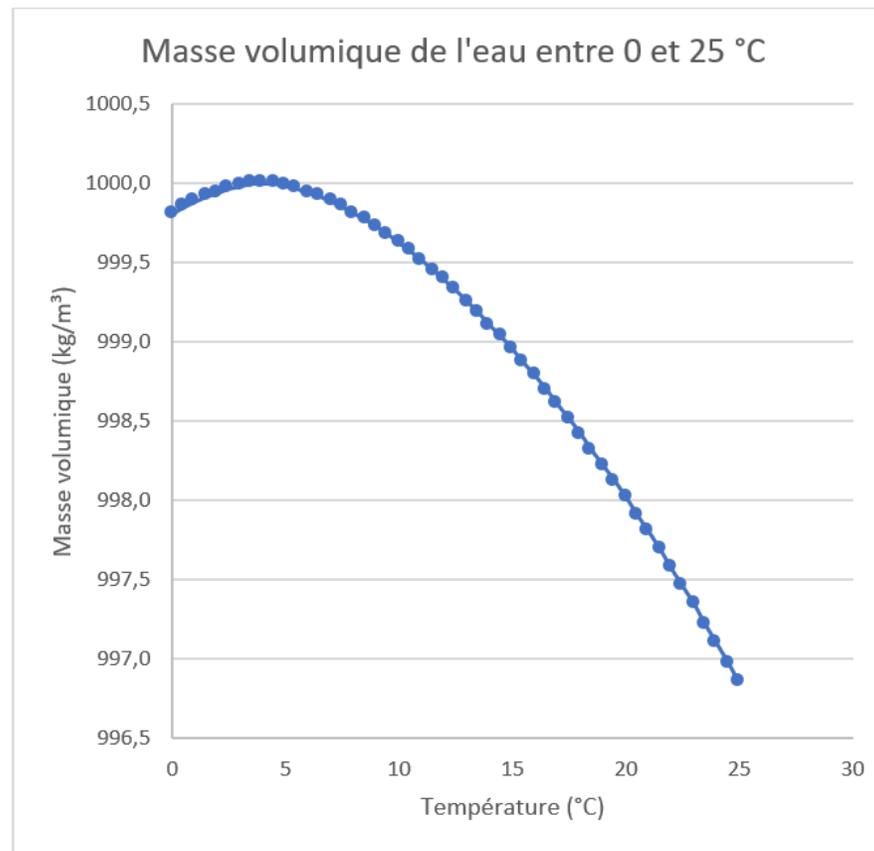
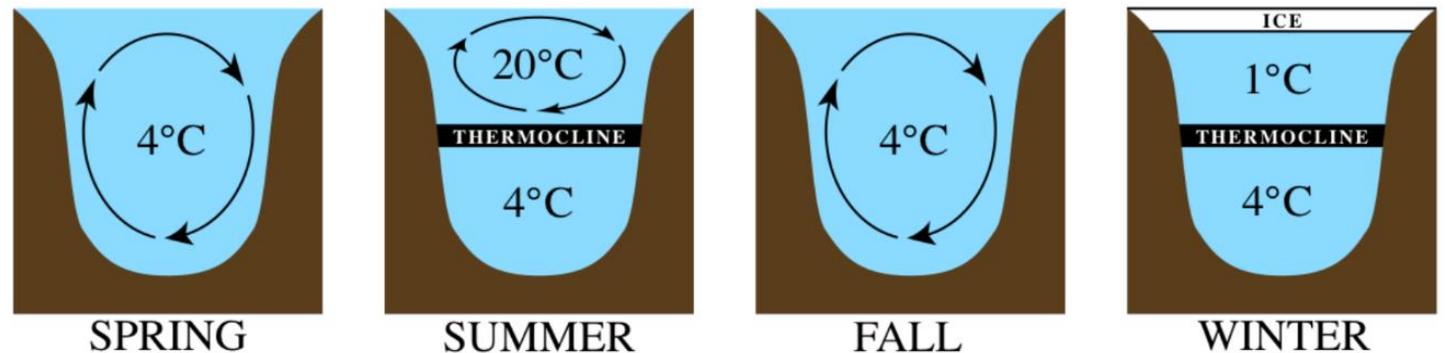


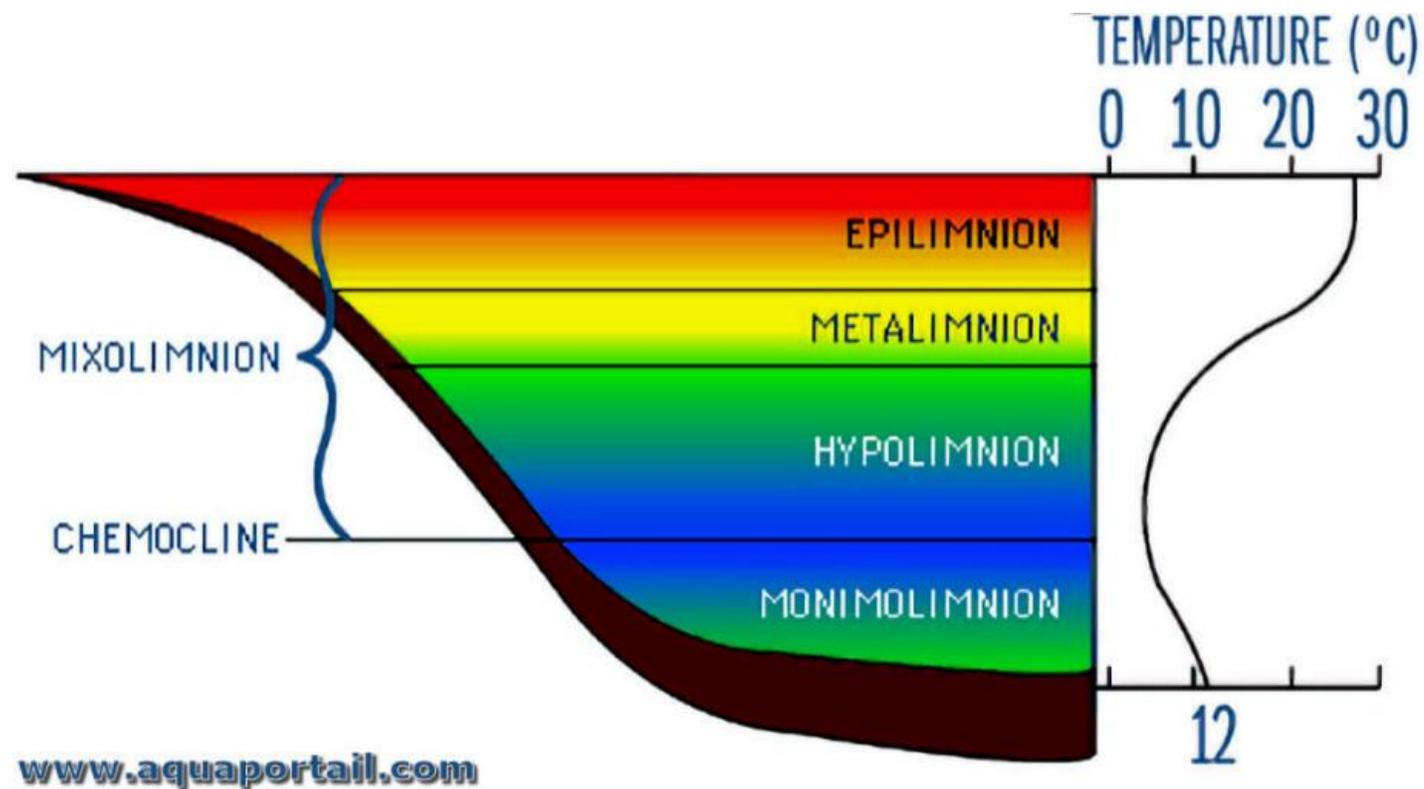
Figure 1 : Masse volumique de l'eau en fonction de la température¹



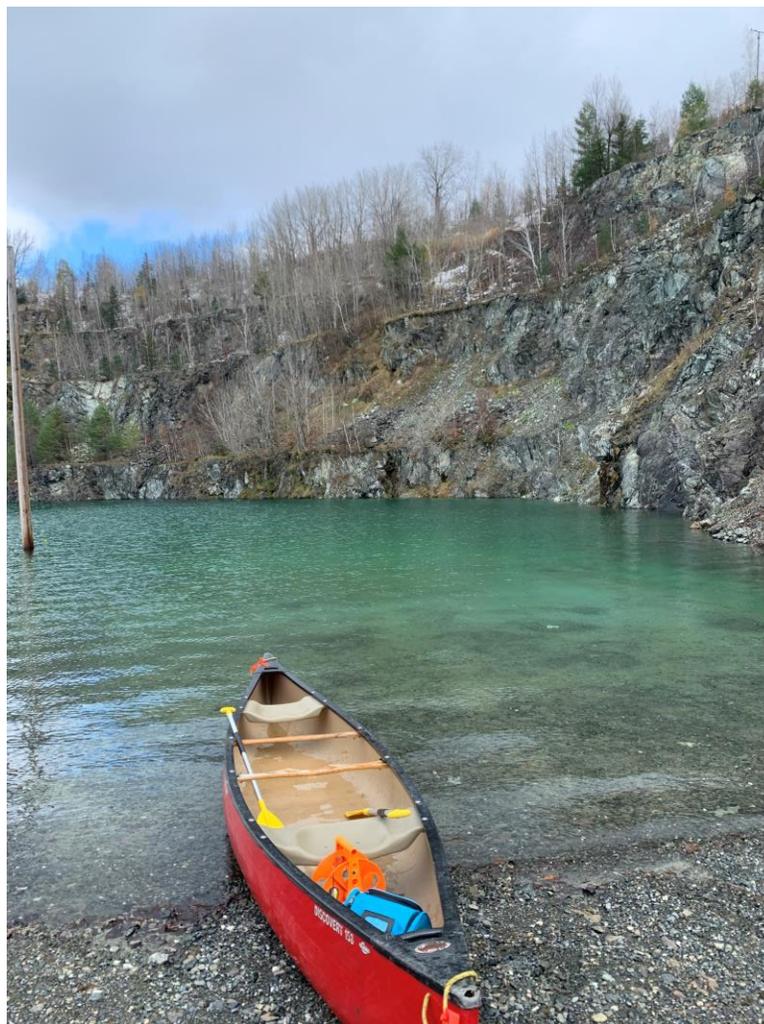
1 : Adapté de Cheng, N. S. (2008). Water properties at 1 bar (NIST)

Stratification thermique des anciens puits de mine d'amiante

Le cas des lacs très profonds,
dont les lacs et puits miniers
méromictiques.



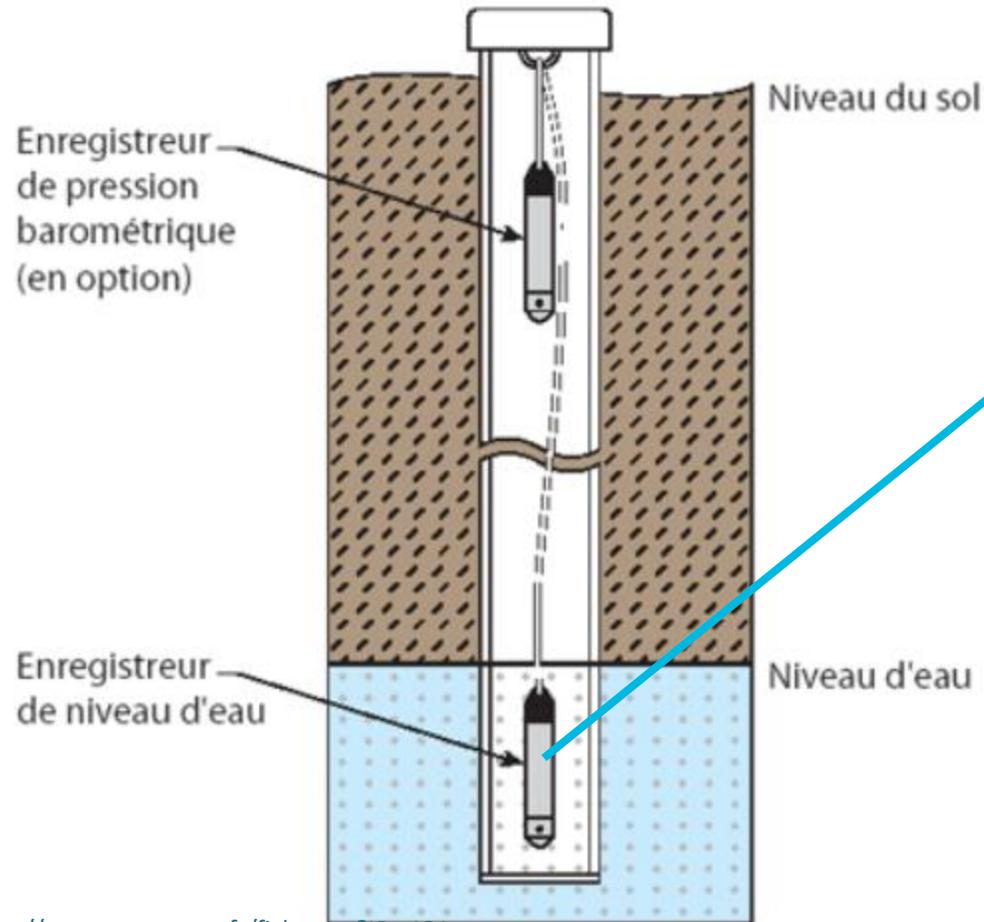
Stratification thermique des anciens puits de mine d'amiante



Stratification thermique des anciens puits de mine d'amiante

Capteur de pression et
température Hobo (level logger)

- Pression
- Température



La pression augmente avec la
profondeur selon l'équation :

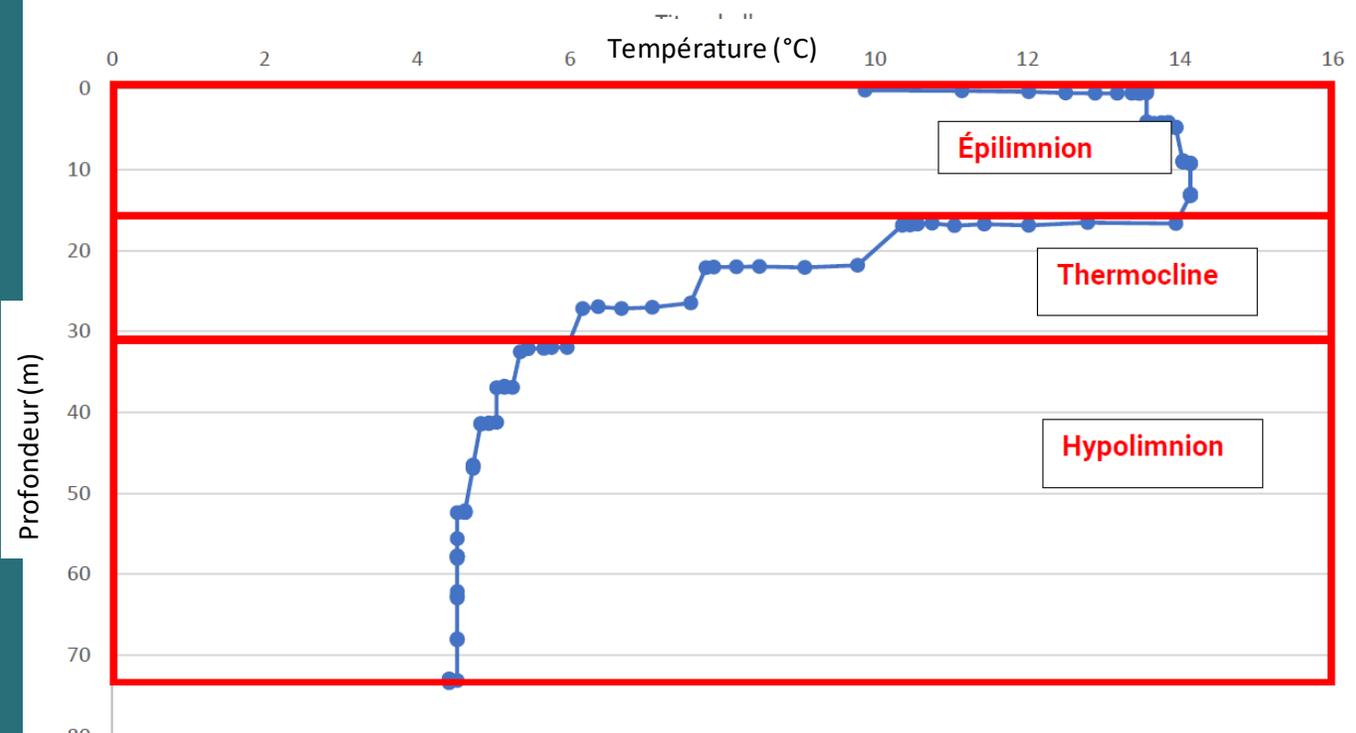
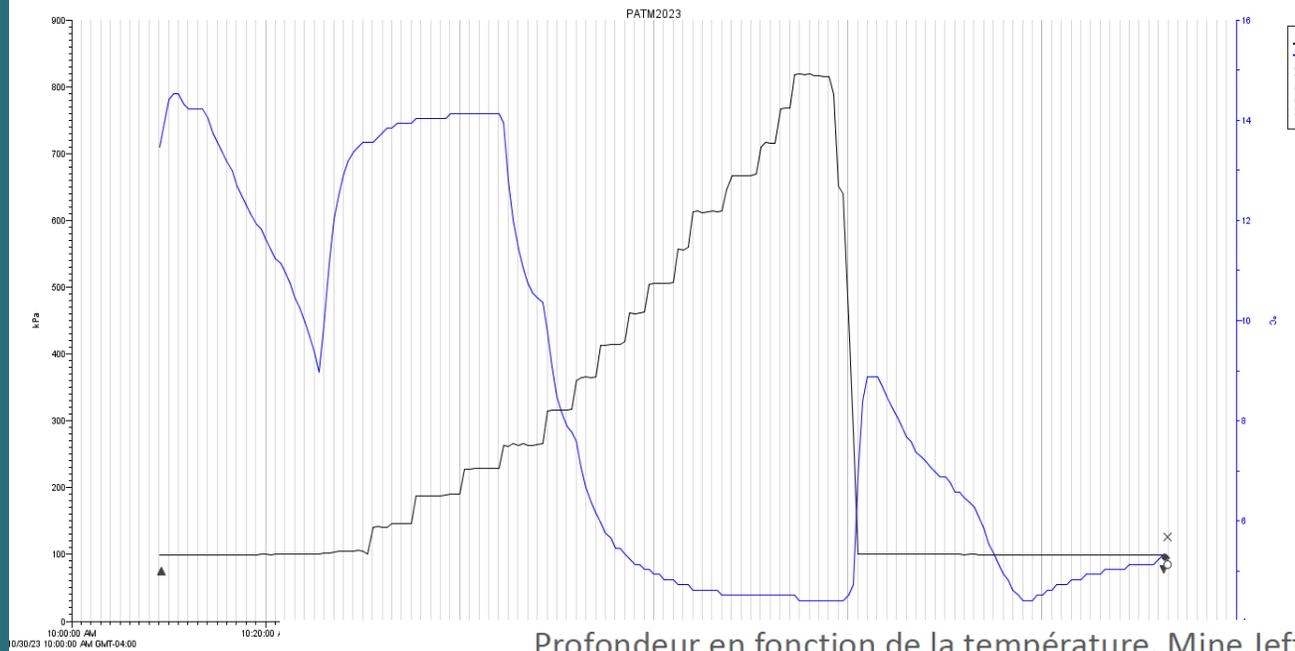
$$P = \rho * g * h$$

La hauteur de l'eau au dessus du
capteur est calculée selon :

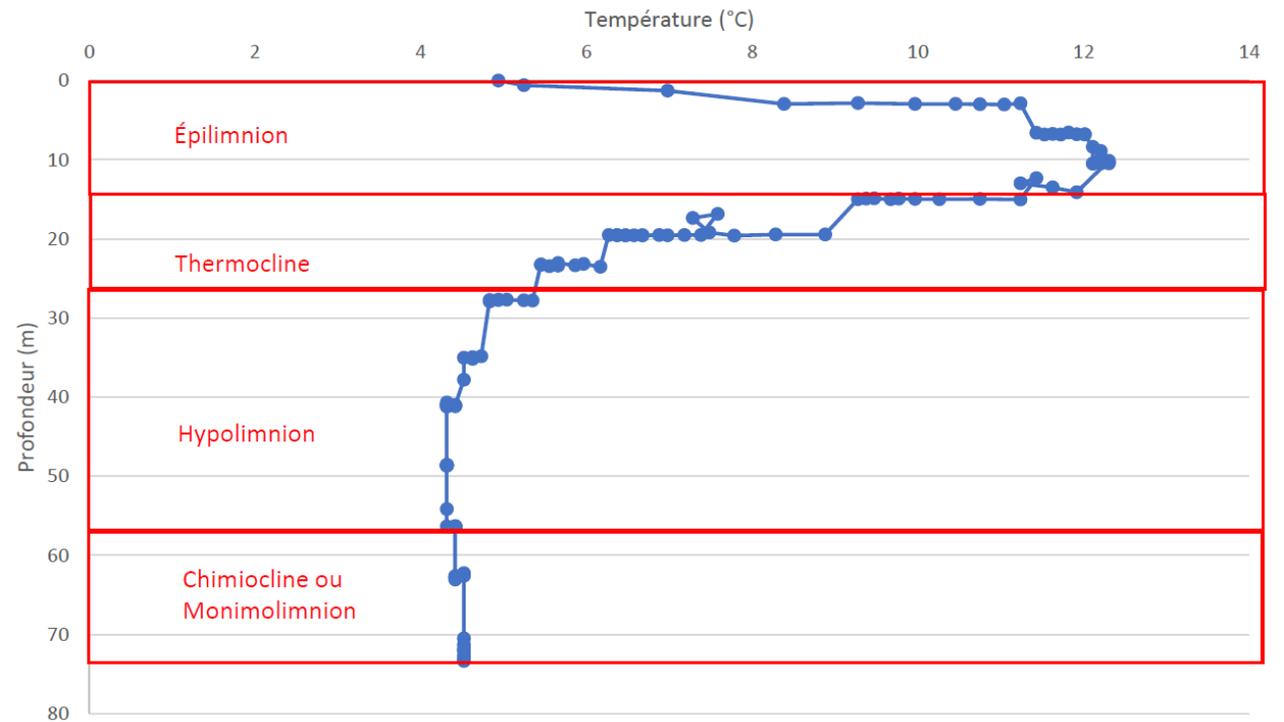
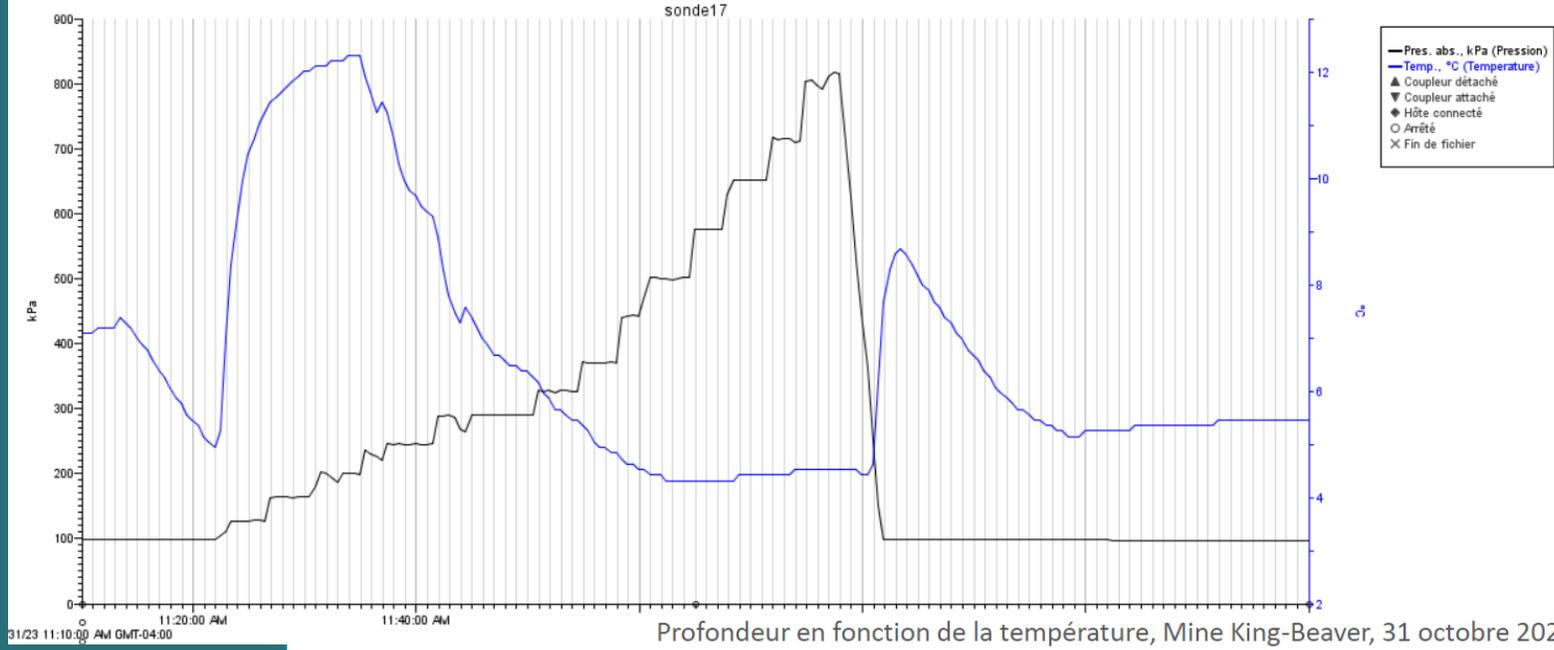
$$h = \frac{P - P_{atm}}{\rho * g}$$

<https://www.prosensor.fr/fiche.asp?ID=481>

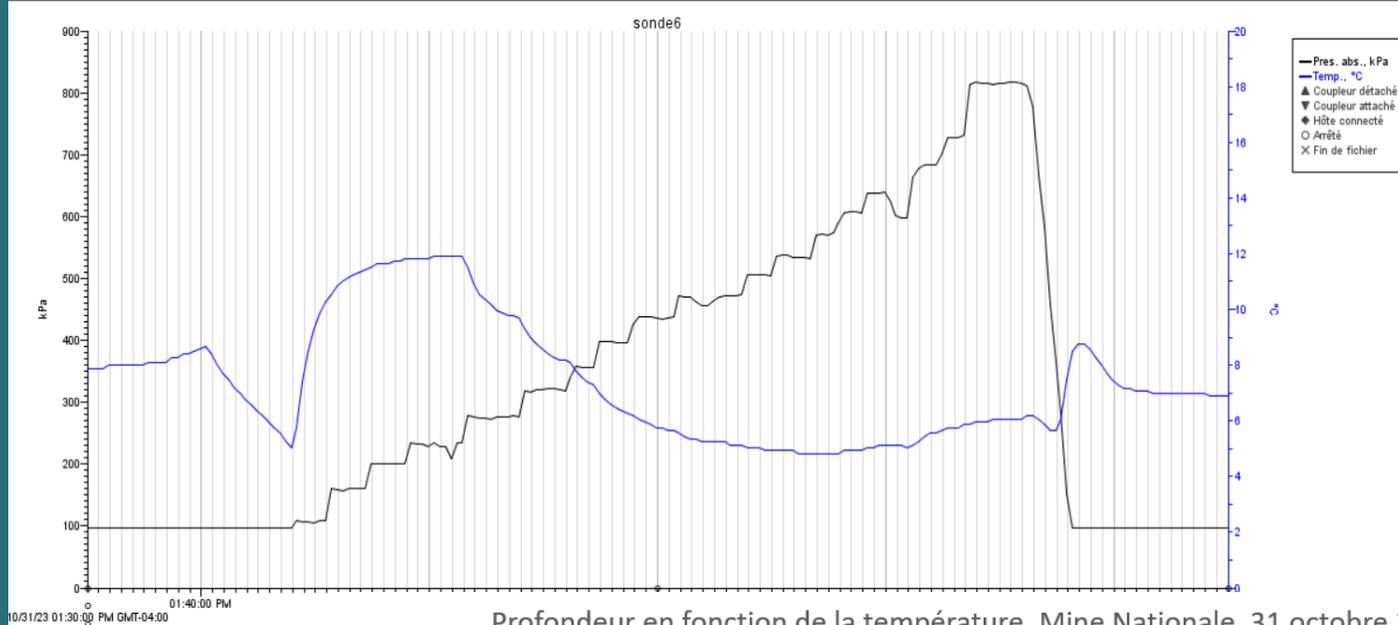
Mine Jeffrey (Ennoisement à partir de 2012)



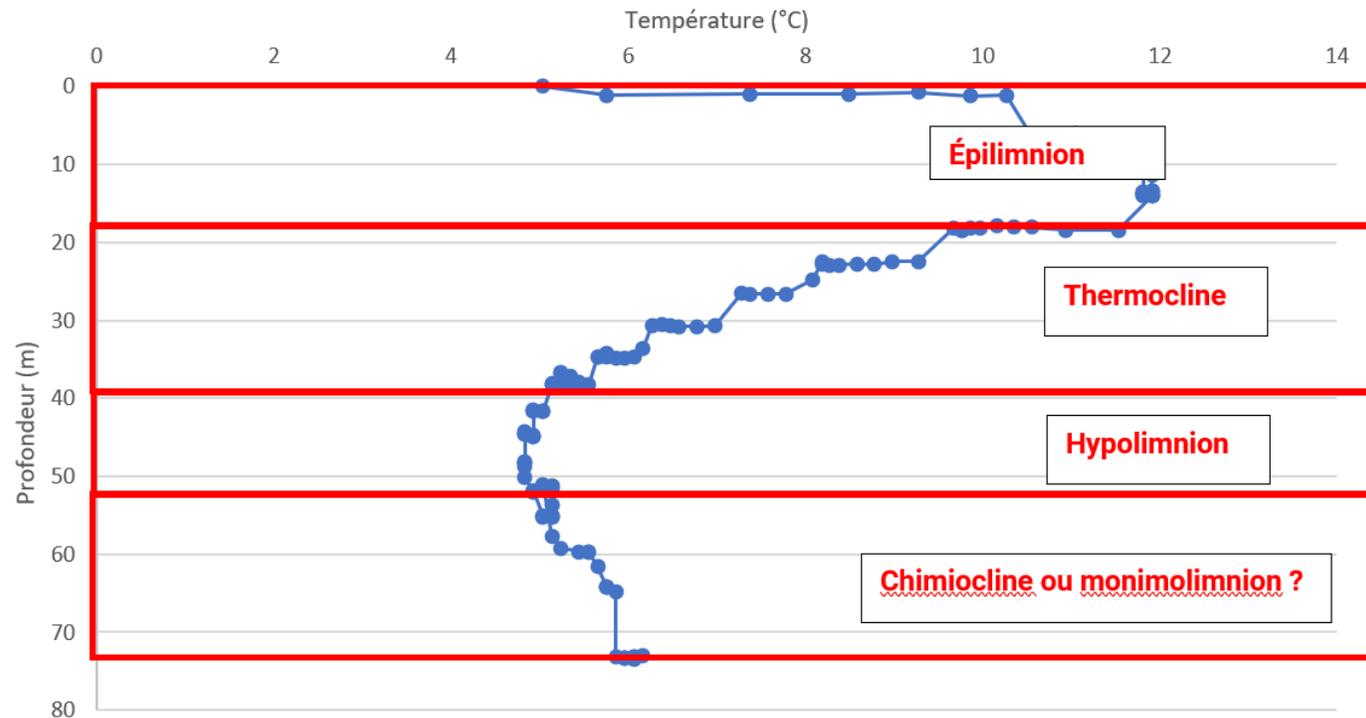
Mine King-Beaver (Ennoiement à partir de 2008)



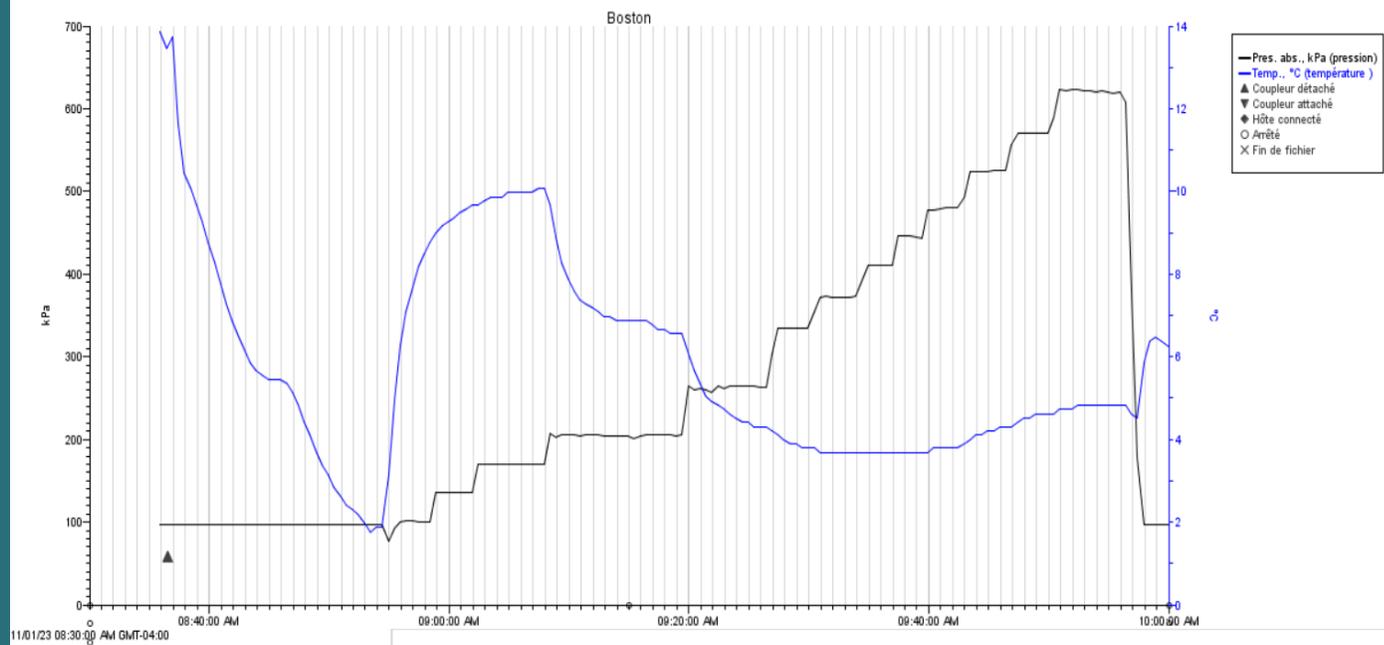
Mine Nationale (Ennoiement à partir de 1986)



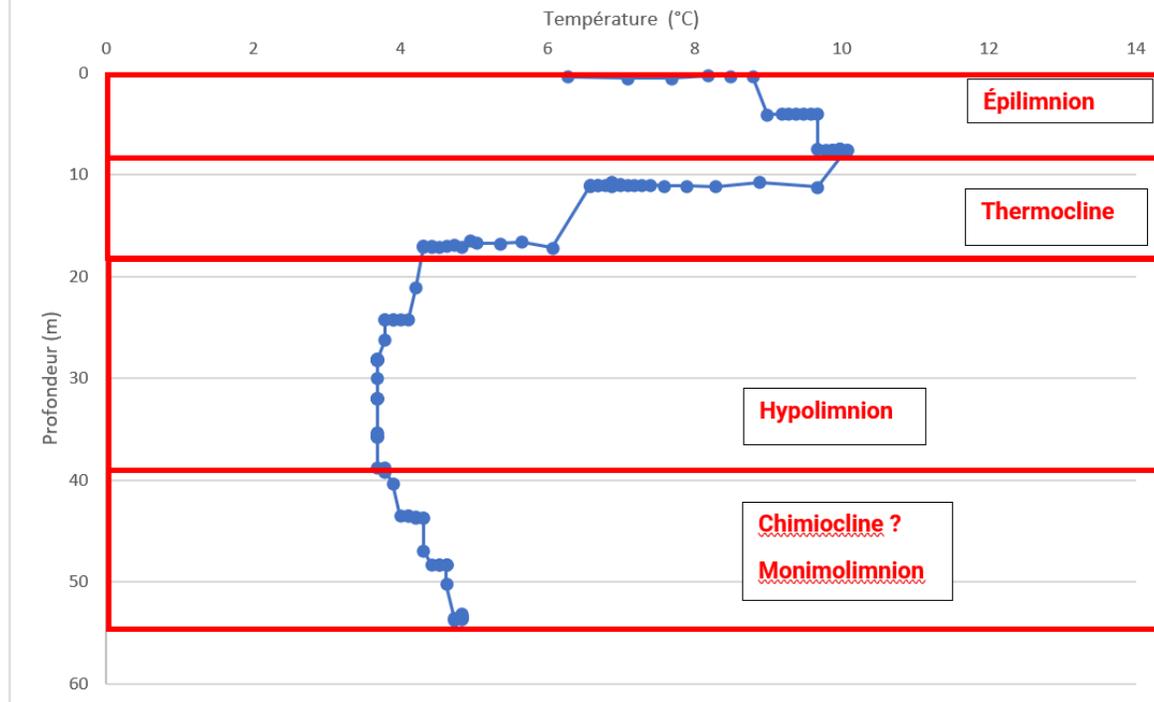
Profondeur en fonction de la température, Mine Nationale, 31 octobre 2023



Mine Boston (Ennoiement à partir de 1923)



Profondeur en fonction de la température, Mine Boston



Conclusion

- Les anciens puits miniers ennoyés de la région de Thetford et Val-des-Sources présentent des quantités de fibres dans l'eau en surface inférieure à la norme EPA 100.2
- Tous les anciens puits miniers ennoyés présentent une stratification thermique
- Les plus vieilles mines ennoyées semblent présenter une 4^e strate profonde (monimolimnion) et une chimiocline (à valider) dont la qualité de l'eau doit être étudiée
- Des processus hydrogéochimiques et biochimiques particuliers pourraient s'opérer dans cette portion très profonde des puits miniers, à la manière des lacs méromictiques profonds (à étudier)
- Une bathymétrie doit être réalisée pour évaluer précisément les volumes

Période de questions



Francis Donati-Daoust, ing.
fdaoust@cegepthetford.ca

**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION !**