



Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement

7 Mars 2025

Sessions : Géologie et Ressources Minérales / Geology and Mineral Resources

Local / Room : 2289

Session 1 - Ressources Minérales / Mineral Resources (Jury: Carl Guilmette, Renaud Soucy La Roche)

- 09h10 **Keynote:** Apprentissage automatique appliqué à l'exploration minérale: notre perspective. *Erwan Gloaguen*
- 09h30 Impact of vein geometry and tool configuration on resistivity in quartz-carbonate zones for gold exploration. *Yasaman Nemati*
- 09h45 Tracing orogenic gold shear veins: SWIR spectroscopy as a vectoring tool in the Triangle Mine, Quebec, Canada. *Lidbert Alarcón Laime*
- 10h00 Descriptions and mineral chemistry of alterations associated with the Triangle and Ormaque orogenic gold deposits. *Valentin Drouillot*
- 10h15 **Pause café / Coffee break (30 min) - Session de posters**
- 10h45 Unravelling different Au precipitation events in orogenic gold deposits through infrared textural analysis of pyrite: A case study of the Triangle Deposit. *Giovanni Pedemonte Castro*
- 11h00 Deciphering gold precipitation events through pyrite infrared imaging: insights from Triangle and Ormaque orogenic gold deposits (Val-d'Or). *Maxime Bertauts*
- 11h15 Coupled multiple sulfur isotope and trace element composition of arsenopyrite: insights into redox controls and mechanisms of gold precipitation. *Bruna Coldebella*
- 11h30 Auriferous fluid histories along the Porcupine Destor Fault zone: a geochrono-isotopic approach. *Şafak Utku Sönmez*
- 11h45 Geochemical signatures of chalcopyrite in orogenic gold deposits and showings: a case study from Meadowbank, Nunavut, Canada. *Wasîq Lutfi*
- 12h00 **Pause dîner / Lunch break (1 h 30 min) - Session de posters**
- 13h30 Discours d'ouverture de session.

Session 2 - Géologie / Geology (Jury: Georges Beaudoin, Pierre-Simon Ross)

- 13h40 An integrated geoscience approach to the study of gold mineralization in the Canadian Abitibi. *Shane Webb*
- 13h55 **Keynote:** Unlocking timing and tempo of Earth surface and tectonic processes through in-situ Rb-Sr dating. *Christiaan Laureijs*
- 14h15 "Taming" metamorphic rocks to decode tectonic processes: a case study of the Neoproterozoic metasedimentary Pontiac subprovince, Superior Craton (Canada). *Isaac Siles Malta*
- 14h30 Les archives géologiques des dorsales océaniques précambriennes; retour sur l'ophiolite de Purtuniqu, Orogène de l'Ungava. *Sacha Lafrance*
- 14h45 **Pause café / Coffee break (30 min) - Session de posters**
- 15h15 La nature de la zone de transition Laurentides - Craton du Supérieur telle que révélée par les roches de la Réserve Faunique la Vérendrye. *Jérémy Darveau*
- 15h30 Nearly 100 Myr of anatectic LREE-rich pegmatite formation in the central Grenville Province: insights into continuous partial melting of the middle crust during the Grenvillian Orogeny. *Pedro Victor Alves*
- 15h45 Utilisation de la sismique passive pour la surveillance de mouvements gravitaires. *Alexi Morin*
- 16h00 Évolution et dynamique des glaciers du Grand Méan, des Évettes et du Vallonnet (Alpes françaises) depuis le Petit Âge Glaciaire. *Myriam Thériault*
- 16h15 Minimisation des artefacts dans l'échantillonnage de l'hydrogène naturel : perspectives et bonnes pratiques. *Maria Luisa Moreira dos Santos*

Room / Salle: **2289****9:10 – 9:30****KEYNOTE TALK / CONFÉRENCE PLÉNIÈRE****Apprentissage automatique appliqué à l'exploration minérale: notre perspective**Gloaguen, E.^a*a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec*

L'apprentissage automatique veut révolutionner l'exploration minérale en permettant l'analyse et l'interprétation de vastes ensembles de données géologiques et géophysiques avec une précision inégalée. Grâce aux avancées en intelligence artificielle (IA), nous avons développé des modèles capables d'identifier des patterns complexes et de faire la prédiction de carte géologiques prédictives à partir de données multidimensionnelles.

Dans le domaine de l'exploration minérale, l'apprentissage automatique est utilisé pour traiter des données issues de diverses sources : images satellitaires, levés géophysiques, données géochimiques et forages. Les algorithmes d'apprentissage supervisé et non supervisé permettent de détecter des corrélations subtiles entre ces données, facilitant ainsi la cartographie des ressources minérales.

Un autre aspect clé de cette recherche est le développement de modèles prédictifs capables de s'adapter à de nouveaux contextes géologiques. En combinant l'apprentissage par transfert et les techniques de fusion de données, nous pouvons affiner les prédictions et améliorer la fiabilité des modèles.

Ainsi, lors de cette présentation, nous voulons démontrer que l'apprentissage automatique ouvre de nouvelles perspectives pour une exploration minérale plus efficace, durable et rentable. En améliorant la détection des ressources et en réduisant les impacts environnementaux, il contribue à une meilleure gestion des ressources naturelles à l'échelle mondiale.

Room / Salle: 2289

9:30 – 9:45

Impact of vein geometry and tool configuration on resistivity in quartz-carbonate zones for gold exploration

Nemati, Y^a, Dupuis, J.C.^a, Giroux, B.^b, Smith, R.^c

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b - Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre et Environnement (INRS-ETE), Québec; c - Harquail School of Earth Sciences, Laurentian University, Sudbury

Accurate subsurface characterization remains a key challenge in mineral exploration, particularly in complex vein-hosted systems like orogenic gold deposits. While geophysical tools are widely used, there is a significant gap in understanding how hydrothermal alteration and mineralization processes, such as quartz-carbonate vein formation, impact petrophysical properties and how these effects can be used effectively for mineral exploration. This study addresses this gap by investigating the petrophysical signatures of quartz-carbonate vein-dominated zones, which are significant to gold mineralization in the Rouyn property, Quebec, Canada. Quartz-carbonate veins show higher resistivity than surrounding rock, affecting measurements at both 8-inch and 64-inch electrode spacings. These differences highlight the critical influence of vein geometry and tool configuration in obtaining accurate resistivity data.

To explore this relationship further, we built a finite-element model to simulate the behavior of a normal resistivity tool in a borehole where a vein is present. The modeling results show that vein geometry, resistivity contrast between the vein and the host rock, and borehole fluid resistivity can all have significant influence on the measurements. Our simulations show that larger electrode spacings (64-inch) are most effective for detecting thick, resistive veins, whereas smaller spacings (8-inch) provide more accurate measurements for both thin resistive veins and conductive veins of any thickness. However, when vein thickness is smaller than the electrode spacing, the normal resistivity instrument will erroneously measure a resistive vein as a conductive feature. Additionally, the modeling shows that borehole fluid to rock resistivity ratio plays a key role in the performance of the tool, with higher resistivity fluids leading to more accurate resistivity readings. These findings highlight how the combination of vein geometry and tool configuration must be carefully considered when interpreting resistivity logs in vein-hosted mineral deposits. Our study also indicates that there is a strong correlation between increased 64-inch resistivity and gold mineralization, with quartz-carbonate vein-dominated zones exhibiting higher resistivity values and greater potential for gold endowment. This study provides valuable insights into the impact of textural changes caused by veins on resistivity measurements. It enhances the understanding of the response of the normal resistivity tool, showing how quartz-carbonate veins can be effectively identified and analyzed. These findings offer a more robust framework for targeting gold-rich areas in complex geological environments. This study has been funded by Metal Earth, and the publication number is MERC-ME-2025-05.

Room / Salle: 2289

9:45 – 10:00

Tracing orogenic gold shear veins: SWIR Spectroscopy as a vectoring tool in the Triangle Mine, Quebec, Canada

Alarcón, L.^{a, b}, Beaudoin, G.^{a, b}, Rottier, B.^{a, b}, Baker, T.^c, Simoneau, J.^c

a - Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b - Centre de Recherche sur la Géologie et L'ingénierie de Ressources Minérales (E4m), Université Laval, Québec; c - Eldorado Gold Corporation, Québec

Short-wave infrared spectroscopy (SWIR) has been used in several mineral deposit types in the world, showcasing an effective tool for identifying alteration minerals, but rarely applied to orogenic Au systems. Here, we present the hydrothermal alteration SWIR footprints of the proximal and distal alteration zones associated to shear veins of the Triangle orogenic gold deposit (Val-d'Or). The quartz-tourmaline-carbonate (QTC) shear veins are mainly hosted within the Triangle diorite, intruding lapilli-block tuff of the Val-d'Or Formation. SWIR spectrum absorption feature was acquired with an ASD TerraSpec-4 Hi-Res mineral spectrometer on drill cores and processed with The Spectral Geology software. Based on SWIR, the mineralogy and width of the hydrothermal alteration halo related to QTC shear veins vary with host rock and depth. Outside the shear vein alteration halo, the Triangle diorite and tuff are dominated by chlorite-epidote-feldspar-quartz-biotite-amphibole and the SWIR indicate an increase of amphibole over biotite with depth and in the contact aureole of the Triangle diorite. 1) At <800 m depth (shallow level), within the tuff, the proximal alteration is paragonite>muscovite with Mg-Fe chlorite, to distal Fe-Mg chlorite; in the Triangle diorite, the proximal alteration is phengite>muscovite with Mg-Fe chlorite, to distal Fe-Mg chlorite. 2) From >800 to <1000 m depth, the proximal alteration within the tuff consists of muscovite, biotite and Mg-Fe chlorite, to distal hornblende; in the Triangle diorite, it is paragonite>muscovite, biotite and Mg-Fe chlorite in the proximal alteration, to distal muscovite and Fe-Mg chlorite. 3) At ≥ 1000 m depth (deeper zones), in the tuff, the proximal alteration is composed by phlogopite-biotite, Mg-Fe chlorite and muscovite, to distal hornblende>actinolite. Proximal alteration of Triangle diorite is phengite>muscovite, Mg-chlorite, phlogopite>biotite and actinolite>hornblende, to distal Mg-Fe chlorite. In summary, proximal shear vein-related alteration is Mg-Fe near surface, changing to Mg-chlorite at depth. White mica abundance decreases with depth whereas that of biotite increases.

Room / Salle: 2289

10:00 – 10:15

Descriptions and mineral chemistry of alterations associated with the Triangle and Ormaque orogenic gold deposits

Drouillot, V.^a, Rottier, B.^a, Laflamme, C.^a, Beaudoin, G.^a, Baker, T.^b, Simoneau, J.^b

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Eldorado Gold Québec

Characterizing and determining the extent of alteration associated to mineral deposits is crucial for exploration. Yet, with conventional methods, the discernable alteration halos associated with orogenic gold veins are limited to a few meters, challenging their exploration. The Val-d'Or vein field is a well-known example of gold-bearing quartz-carbonate ± tourmaline (QTC) veins. This project focuses on the characterization of the distal alteration (> 10s of meters) of two deposits of the region: Ormaque and Triangle.

In the Triangle deposit, QTC veins occur mainly as shear veins within intermediate lapilli to block tuff and a dioritic plug, displaying different alteration halos. The tuff displays a proximal alteration halo characterized by a sericite-carbonate-pyrite assemblage extending about one meter, followed by a five-meter distal zone with a chlorite-carbonate assemblage. In contrast, in the Triangle plug, the proximal halo is up to 1-m wide and consists of a sericite-albite-carbonate assemblage, followed by a chlorite-hematite zone up to a few meters wide, and a distal zone of plagioclase epidotization reaching up to 15 m in width.

In the Ormaque deposit, the QTC veins, hosted in a porphyritic diorite, display a proximal alteration assemblage of tourmaline-carbonate-pyrite or albite-carbonate-pyrite, extending from a few cm to 3 m. Distal alteration is difficult to assess due to early, pervasive chlorite-carbonate alteration and silicification, not associated with the gold-bearing QTC.

Altered rock samples were collected at various depths and distances from the veins. These samples were petrographically characterized and analyzed through whole-rock geochemistry as well as in-situ analyses of various alteration minerals by EPMA and LA-ICPMS, providing major to trace element concentrations. These observations and geochemical data will help to determine potential correlations between elements and various parameters such as the distance from veins, host-rock lithology, and depth, to define potential vectoring criteria.

Room / Salle: 2289

10:45 – 11:00

Unravelling different Au precipitation events in orogenic gold deposits through infrared textural analysis of pyrite: a case study of the Triangle Deposit

Pedemonte Castro, G.^a, Rottier, B.^a, Bertauts, M.^a, Beaudoin, G.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec

Orogenic gold veins of the Val-d'Or camp (Québec) exhibit multiple stages of Au precipitation, occurring as inclusions or as fracture fillings within pyrite. Understanding the factors leading to gold deposition requires detailed textural and chemical analyses of the host pyrite. In low trace element pyrite, such as those in the Val-d'Or camp, these datasets are typically acquired through time-consuming LA-ICP-MS mapping. However, pyrite's transparency to Near-infrared (NIR) light makes NIR microscopy a fast and cost-effective alternative for imaging complex internal features at the thin-section scale. We report here on NIR microscopy imaging performed on 19 samples from the Triangle orogenic deposit (Val-d'Or, Canada).

NIR microscopy reveals euhedral pyrite crystals with oscillatory growth bands, characterised by alternating high-transparency bands with low trace element content, and lower-transparency bands enriched in Ni and Co (<1000 ppm). Additionally, NIR imaging reveals dissolution-reprecipitation textures, including fronts cutting oscillatory growth bands and overgrown by pyrite with variable transparency, as well as undulating and colloform textures along the edges of late-stage fractures, highlighting fluid-mineral interactions.

Three temporally distinct gold mineralisation events in pyrite from the Triangle Deposit were observed. The first consists of Au-Ag tellurides (calaverite, krennerite, petzite), native gold, chalcopyrite, silicates, carbonates, and Fe or Ti oxides as primary inclusions in pyrite's primary textures. The second is characterised by Au-Ag tellurides, native gold, and chalcopyrite inclusions hosted in pyrite with dissolution-reprecipitation textures. The third type includes secondary Au-Ag telluride, native gold, chalcopyrite, and Pb-Bi telluride (altaite, tellurobismuthite) occurring as polymineralic inclusion trends along internal pyrite veinlets or healed fractures, or as late-stage fracture fillings.

NIR imaging suggests that these chemically and temporally distinct Au mineralisation events were formed from fluids with contrasting physico-chemical characteristics. This study highlights NIR microscopy as a powerful tool for revealing complex pyrite textures and understanding the mineralisation processes in orogenic systems.

Room / Salle: 2289

11:00 – 11:15

Deciphering gold precipitation events through pyrite infrared imaging: insights from Triangle and Ormaque orogenic gold deposits (Val-d'Or)

Bertauts, M.^a, Rottier, B.^a, Pedemonte Castro, G.^a, Beaudoin, G.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec

Quartz-tourmaline-carbonate (QTC) orogenic gold veins form in high-strain, high-fluid-flux environments, leading to multiple gold precipitation stages, and in which gold commonly occurs as inclusions or fracture fillings in pyrite. Detailed textural and chemical analyses of pyrite-hosted gold inclusions are essential to understand gold precipitation processes. Low trace-element pyrite crystals from Val-d'Or are transparent under near-infrared (NIR) light microscopy and the correlation between NIR transmittance and trace element concentrations offers a unique opportunity to study the relationship between gold-bearing inclusions, pyrite texture, and chemistry at a micrometric scale. Here, we combine NIR and SEM data on Au-bearing pyrite of 30 samples from the Triangle and Ormaque orogenic gold deposits.

NIR microscopy of QTC vein-hosted pyrite reveals: (i) opaque core followed by oscillatory growth bands, with alternating high-transparency bands (low trace elements) and lower-transparency bands rich in As, Ni, and Co (<1000 ppm); (ii) dissolution-reprecipitation textures, including growth band truncation, blurry pyrite overgrowths, high-transparency healed cracks, and undulating textures along late-stage fractures, highlighting fluid-mineral interactions; and (iii) strain-related textures including undulating growth bands to sub-grain rotation and deformation lamellae. Generally, pyrite in the alteration halo of the QTC veins is opaque under NIR suggesting a higher trace elements content.

We identify three gold precipitation events related to pyrite growth in the QTC veins: (1) in opaque core and oscillatory growth zones, native gold inclusions with low Ag content (3-8 Ag%) are locally in association with Au-Ag-Bi tellurides, chalcopyrite, silicate, carbonate, rutile and apatite inclusions; (2) in dissolution-reprecipitation pyrite, a similar assemblage of inclusions occurs but without gangue minerals; (3) native gold, tellurides (Au-Ag-Bi-Pb-Fe) and chalcopyrite form polymineralic planes of secondary inclusions or fill fractures, mainly with calcite and quartz, that cut the primary and secondary pyrite textures.

Room / Salle: 2289

11:15 – 11:30

Coupled multiple sulfur isotope and trace element composition of arsenopyrite: insights into redox controls and mechanisms of gold precipitation

Coldebella, B.^a, LaFlamme, C.^a*a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec*

Arsenic plays a critical role in facilitating gold incorporation into pyrite and arsenopyrite in hydrothermal gold systems. It increases gold solubility within sulfides through changes in redox conditions, fluid chemistry, and temperature, leading to variations in gold distribution across deposits. However, despite the well-established correlation between arsenic and lattice-bound gold, some arsenic-rich systems contain little to no lattice-bound gold in sulfides, challenging conventional models of arsenic-driven gold sequestration. The Orenada orogenic gold deposit, quartz-tourmaline-carbonate-arsenopyrite vein sets located along the Cadillac-Larder-Lake Fault Zone (CLLFZ) in the Abitibi Subprovince, presents an intriguing case where gold primarily occurs as native gold rather than being lattice-bound within arsenopyrite. Here, we integrate textural observations, trace element mapping, and multiple sulfur isotope analyses to investigate arsenopyrite paragenesis and mechanisms of gold precipitation. Two stages of arsenopyrite crystallization are recognized: Apy₁, the earliest phase, is inclusion-rich, contains up to 4 ppm lattice-bound gold, is enriched in Se and Te, and hosts native gold blebs (Au₁), commonly associated with tellurobismuthite and tetradymite inclusions. It has a mean $\delta^{34}\text{S}$ of +1.3‰ (SD: 0.2‰, n = 40) and $\Delta^{33}\text{S}$ of -0.06‰ (SD: 0.09‰). In contrast, Apy_r, formed during later remobilization, is enriched in Ni, Co, Bi, Ag, and Au (<10 ppm), with fractures filled by polymetallic sulfides and native gold (Au₂). Apy_r has a mean $\delta^{34}\text{S}$ of +1.1‰ (SD: 0.2‰, n = 28) and $\Delta^{33}\text{S}$ of -0.02‰ (SD: 0.13‰). These compositional and isotopic shifts suggest increasing fluid oxidation during late-stage overprinting. Further, the porous nature of Apy₁ and the sharp chemical zonation in Apy_r indicate that coupled dissolution-reprecipitation (CDR) processes played a key role in gold remobilization, expelling lattice-bound gold and redepositing it as Au₂ within fractures. Our findings highlight the dynamic interplay of fluid composition, temperature, and redox conditions in controlling gold mobility and precipitation during multistage hydrothermal events.

Room / Salle: 2289

11:30 – 11:45

Auriferous fluid histories along the Porcupine Destor Fault zone: a geochrono-isotopic approach

Sönmez, Ş.U.^a, Beaudoin, G.^a, LaFlamme, C.^a, Webb, S.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec

The southern Abitibi greenstone belt, situated within the Superior Province, hosts a diverse suite of orogenic gold deposits controlled by two major E-W-trending crustal-scale deformation zones: the Porcupine-Destor Fault Zone (PDFZ) and the Larder Lake-Cadillac Fault Zone (LLCFZ). While significant research has been conducted on fluid flow and gold endowment along the LLCFZ, the processes governing auriferous fluid migration along the PDFZ remain poorly constrained.

This study investigates key gold deposits and advanced exploration projects within the Timmins and Matheson districts, two of the most significant mining camps along the PDFZ. The main research objectives are to: (i) establish the timing of gold mineralization through U-Pb geochronology of monazite and xenotime associated with gold-bearing assemblages, (ii) characterize fluid sources and migration patterns using in situ O-H isotope analyses of hydrothermal minerals, and (iii) constrain sulfur sources through in situ multiple sulfur isotope analyses of sulfides temporally associated with gold deposition. Additionally, we aim to assess genetic relationships between gold mineralization systems along the PDFZ and those documented within the LLCFZ.

To achieve these objectives, extensive fieldwork and sampling were completed along the PDFZ, and sample preparation is currently underway. Planned analytical techniques include detailed petrography and paragenetic analysis (optical microscopy, SEM, micro-XRF), U-Pb geochronology (LA-ICP-MS), and in situ stable isotope geochemistry (LA-ICP-MS, SIMS). These integrated datasets will enable a comprehensive reconstruction of the temporal, geochemical, and structural evolution of auriferous fluids within the PDFZ.

By refining the fluid history, ore-forming mechanisms, and structural controls along the PDFZ, this study will contribute to an improved understanding of orogenic gold mineralization in the Abitibi greenstone belt. The findings will have significant implications for both mineral exploration strategies and broader metallogenic models related to structurally controlled gold systems in Archean greenstone belts.

Room / Salle: 2289

11:45 – 12:00

Geochemical signatures of chalcopyrite in orogenic gold deposits and showings: a case study from Meadowbank, Nunavut, Canada

Lutfi, W.^a, Beaudoin, G.^a, McMartin, I.^b

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Geological Survey of Canada (GSC)

Gold deposits in Meadowbank, Nunavut, occur in Archean Woodburn Lake Group rocks, comprising ultramafic-mafic volcanoclastic rocks, BIF, quartzite, and felsic-mafic

intrusions. Gold is primarily associated with BIF. This study investigates the geochemistry of chalcopyrite in the Meadowbank area to compare orogenic gold deposits and its composition to regional showings. Binary plots of EPMA and LA-ICP-MS of chalcopyrite trace elements indicate Ag-Zn substituting with Cu and Se with S in chalcopyrite. Principal Component Analysis (PCA) shows Sn-In-Cd are positively coupled and negatively correlated with Ag. Similarly, Cd-In and S-Cu are positively coupled but negatively correlated, whereas Bi and Ag are also negatively correlated. Both PCA and Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLS-DA) reveal the PDF and Tiriag showings are characterized by covariation with Sn-Cd-In, whereas Ag-Pb characterized the Anuri showing. In contrast, the main ore zones (Goose, Portage and Vault) and the Sheba showing are not characterized by specific trace element associations. PLS-DA shows Zn-In-Ag associated with felsic to intermediate, and Ni-Co with mafic to ultramafic, country rocks. Results are consistent with a hydrothermal source for the chalcopyrite based on ternary plot of Se, Cd and Ni. This study shows that chalcopyrite trace elements correlate well with the orogenic system based on comparisons with the literature, including average and trimmed mean (μ_t) values.

Preliminary trace element data for chalcopyrite from both deposits and showings exhibit some statistical variation in trace element composition (e.g., Sn, Cd, In, Ag, and Pb).

Room / Salle: **2289****13:40 – 13:55**

An integrated geoscience approach to the study of gold mineralization in the Canadian Abitibi

Webb, S.^a, Beaudoin, G.^a, LaFlamme, C.^a, Sönmez, Ş.U.^a*a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec*

The Abitibi Greenstone Belt of Quebec and Ontario hosts several world-class gold deposits dating to the Archean, which typically display a close spatial association with major continental scale structures, often termed 'breaks.' One such structure is the Larder Lake Cadillac Break (LLCB), which extends for over 250 km (from Val-D'Or to Shining Tree, Ontario) and crosscuts komatiites and metasediments. Large gold mines of interest in this region include Macassa, which hosts a reserve in excess of 2 Moz, and Young Davidson, a syenite-hosted deposit that has been worked intermittently since 1934. In recent decades, the processes involved in the formation of gold deposits along the LLCB have been disputed; in particular, opinion is split over the fluid source (magmatic vs metamorphic) at several localities. Furthermore, previous research has established the age of gold mineralization (2686 ± 15 Ma, 2643 ± 3 Ma and 2607 ± 5 Ma) west of Malartic (one of the largest open-pit gold mines in Canada) and found evidence for a metamorphic fluid source in this part of the break (e.g. around Val-d'Or), although the end-member ^{18}O composition shifts immediately west of Malartic (from 9-10 ‰ to 11-13 ‰). It should be stressed, however, that there is currently a paucity of data west of Malartic, and in particular, from the region between Rouyn-Noranda and Shining Tree, which is the focus of the present study. The purpose of this postdoctoral research fellowship, which began in June 2024, is to improve constraints on the regional metallogeny by completing the following objectives: 1) In-situ U-Pb dating on suitable phases (e.g. xenotime) of vein-hosted mineralization, 2) Regional O-H isotope studies on quartz and potential pair minerals (tourmaline, chlorite), and 3) Bulk and in-situ multiple sulfur isotope analyses. This project involves a combination of fieldwork (to collect samples from exploration projects, as well as active and abandoned mines) and laboratory analyses; furthermore, a robust petrographic context is necessary to adequately contextualize the data.

Collectively, the research in this region underscores the importance of geoscience being an integrated science; to achieve the research objectives, it is necessary to draw upon petrology, geochemistry, geophysics, structural geology, field studies and other disciplines. The ongoing research in the Abitibi is an important example of how the collaboration of different areas of expertise (economic geologists, sedimentologists, volcanologists and geophysicists being some examples) is often a common factor in the production of high-quality research within the geosciences.

Room / Salle: **2289****13:55 – 14:15****KEYNOTE TALK / CONFÉRENCE PLÉNIÈRE****Unlocking timing and tempo of Earth surface and tectonic processes through *in-situ* Rb-Sr dating**Laureijs, C.^a*a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec*

In the recent years *in-situ* dating methods of beta-decay radiometric systems such Rb-Sr and Lu-Hf gained significant popularity due to technological leaps in tandem Inductively Coupled Mass Spectrometry (ICP-QQQ-MS). This makes many *in-situ* geochronology tools such as Rb-Sr, K-Ca, Lu-Hf and Re-Os available. At the Laboratoire de Microanalyse of the Université Laval that possesses an ICP-QQQ-MS connected to a laser system we followed this trend by implementing the *in-situ* Rb-Sr method which is now routinely applied to micas. Here, I will provide an overview of the method and demonstrate the power of its applications in examples relevant to various aspects of the Earth's system related to tectonics and surface processes such as erosion and alteration: First, I will show how we can detect and map the thermal footprint of a hot orogens at the Grenville Front Tectonic Zone. Switching the focus on the Pontiac Subprovince of the Superior Craton I will show how we can use *in-situ* Rb-Sr in biotite to investigate regional cooling rates through isochron plots together with closure temperature modelling. This which has implications on cooling and tectonic processes of the Neoproterozoic lithosphere in the Superior. Finally, I will finish with showing on how *in-situ* Rb-Sr dating can be used to constrain the timing and duration of low-temperature hydrothermal alteration of the upper oceanic crust with seawater that is relevant to understand elements cycles in the Earth system.

Room / Salle: **2289****14:15 – 14:30****“Taming” metamorphic rocks to decode tectonic processes: a case study of the Neoproterozoic metasedimentary Pontiac subprovince, Superior Craton (Canada)**Malta, I.S.^a, Guilmette, C.^a, Godet, A.^b, Tinkham, D.K.^c, Smit, M.^d, Coldebella, B.^a, Beaudoin, G.^a, LaFlamme, C.^a, Marsh J.^c

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Geological Survey of Canada (GSC), Québec; c – Laurentian University, Sudbury; d – Department of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences, University of British Columbia, Vancouver

Barrovian sequences form during accretionary and collisional orogeny and are key to understanding the formation and evolution of orogenic crust. Despite their importance, the nature, timing, and duration of the tectonic processes that resulted in the Barrovian-like sequences typical of Neoproterozoic metasedimentary subprovinces of the Superior Craton remain poorly constrained. This study integrates systematic Lu-Hf garnet and U-Pb monazite/zircon geochronology with in-situ trace element analysis, and phase equilibria modelling across four metamorphic zones in the Pontiac Subprovince, adjacent to the Abitibi greenstone belt. Quantitative P-T-t paths for the garnet, staurolite, kyanite, and sillimanite/melt zones reveal contrasting T/depth gradients of 20 °C/km (garnet zone) to 33 °C/km (sillimanite/melt zone). Garnet Lu-Hf geochronology results for all four zones overlap within 2554.6 ± 3.9 Ma to 2659.2 ± 3.4 Ma, excluding two younger outliers. Subsolidus monazite growth is dated at 2657 ± 3.1 Ma in the kyanite and 2667 ± 1.6 Ma in the sillimanite/melt zones. HREE monazite content supports that it grew before garnet in the sillimanite/melt zone and during or after garnet crystallization in the kyanite zone. Suprasolidus zircon overgrowths of the sillimanite/melt zone formed at 2645 ± 9.7 Ma, constraining near-peak cooling. These results indicate that the contrasting T/depth gradients reported across the four metamorphic zones developed coevally or over a short period (<10 Myr). Such features hardly reconcile with modern Barrovian sequences, typically characterized by diachronous evolution and/or a single T/depth gradient, and thus challenge accretionary models proposed for the Pontiac Subprovince. Our data better align with predictions from sagduction-dominated models, with the sequence resulting from rapid coeval burial/exhumation zones at contrasting T/depth gradients. Finally, this study highlights the value of integrating systematic Lu-Hf garnet dating, U-Pb monazite and zircon dating, and trace element analysis with quantitative phase equilibria modelling to resolve complex tectonothermal histories in Archean cratons.

Room / Salle: **2289****14:30 – 14:45**

Les archives géologiques des dorsales océaniques précambriennes ; retour sur l'ophiolite de Purtunig, Orogène de l'Ungava

Lafrance, S.^a, Guilmette, C.^a, Rayner, N., Bédard, J.H.^b et Mathieu, G.^b

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Commission Géologique du Canada (CGC), Québec

Les complexes de dykes en feuillets (CDF) représentent la principale archive géologique témoignant directement de la formation d'une croûte océanique. Leur répartition dans l'histoire de la Terre est donc utilisée pour estimer l'âge du début de la tectonique des plaques comme mode de convection planétaire. Cependant, les critères permettant l'identification des CDF sont rarement appliqués de manière rigoureuse. Ainsi, la formation de CDF dans une dorsale océanique implique a) que les dykes forment plus de 90 % du complexe, b) qu'ils aient nourri les séquences volcaniques sus-jacentes, donc géochimiquement cogénétiques et contemporains à celles-ci, et c) qu'ils soient dérivés de magmas juvéniles, sans influence continentale.

Dans cette contribution, nous revisitons le Groupe de Watts (GW) de l'Orogène paléoprotérozoïque de l'Ungava, au Nunavik, aussi appelé « ophiolite de Purtunig », qui contiendrait l'un des plus anciens CDF sur Terre. Le GW a été décrit comme une séquence de basalte coussiné surmontant une suite plutonique de cumulats mafiques et ultramafiques dont elle est séparée par un CDF. Cet ensemble représenterait une séquence crustale formée dans une dorsale océanique âgée d'environ 2,0 Ga, puis métamorphisée jusqu'au faciès des amphibolites pendant son imbrication à environ 1,8 Ga. Le CDF du GW est souvent mentionné comme une preuve que la tectonique des plaques était bien établie sur Terre avant le Paléoprotérozoïque. Une hypothèse concurrente propose toutefois que la formation du GW soit liée à un contexte de plateau océanique associé à la grande province ignée de Minto-Povungnituk, ce qui est incompatible avec une formation dans une dorsale océanique.

Nous présentons ici les résultats d'une étude intégrée menée durant les travaux de cartographie de la DAGQ portant sur la localité où le CDF de Purtunig a été initialement défini. Nos résultats démontrent a) que les dykes représentent une proportion largement inférieure aux 90 % attendus et sont subordonnés à l'encaissant de gabbro, b) que leur géochimie témoigne d'une forte contamination par une composante felsique, ce qui exclut toute relation génétique entre, d'une part, les dykes et, d'autre part, les basaltes et les amphibolites d'affinité MORB environnants, et c) la présence de zircons xénocristiques archéens (avec des âges compris entre 2981 et 2663 Ma), ce qui écarte une intrusion en contexte océanique. Nous concluons donc à l'absence de CDF dans le GW, les dykes étant plus jeunes que le gabbro encaissant et ayant fait intrusion alors que la séquence reposait sur le craton du Supérieur.

Room / Salle: **2289****15:15 – 15:30**

La nature de la zone de transition Laurentides - Craton du Supérieur telle que révélée par les roches de la Réserve Faunique la Vérendrye

Darveau, J.^a, Guilmette, C.^a, Godet, A.^{b,a}, Jouvent, M.^a, Côté-Roberge, M.^c, Larson, K.^d

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Geological Survey of Canada (GSC), Québec; c – Géologie Québec, Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MNR), Val-d'Or; d – Department of Earth, Environmental and Geographic Sciences, University of British Columbia - Okanagan, Kelowna

Les Laurentides représentent les vestiges d'une des plus grandes chaînes de montagnes de l'histoire de la planète, soit l'orogène de Grenville. Lors de la fin de sa formation il y a plus de 1 milliards d'années, elle est entrée en collision avec les roches plus anciennes du cœur du Bouclier canadien, soit le Craton du Supérieur. Sur plus de 2000 km, le résultat de cette collision est préservé aujourd'hui comme une zone de transition de 30 km de large formée de roches issues du Bouclier canadien, mais intensément recristallisées par l'orogène de Grenville. La Réserve Faunique La Vérendrye près de l'autoroute 117 expose la portion la plus large de cette zone de transition et l'étude des roches de ce secteur permet de mieux comprendre la nature de la phase finale cet orogène qui demeure énigmatique. Parmi les roches du secteur, l'accent est mis sur des dykes de métagabbro. Il s'agit d'intrusions de magma linéaires s'étant mises en place après la formation du Craton du Supérieur, mais avant l'orogène de Grenville. L'intérêt repose sur le fait que ce groupe de roches a seulement enregistré la recristallisation de l'orogène de Grenville, donc son étude permet de quantifier les conditions de la phase finale de l'orogène. À l'été 2023, la géologie des rivages du Grand Lac Victoria et du Réservoir Dozois a été cartographiée par bateau et 48 échantillons de roche ont été récoltés à des fins d'analyses chimiques, de datations isotopiques et de modélisation thermodynamique.

Dans 5 échantillons de dykes de métagabbro, les ratios isotopiques radiogéniques de minéraux ayant cristallisés lors de l'orogène, comme la titanite et le grenat, indiquent que la collision a eu lieu entre 1022 et 985 millions d'années. À ce moment, cette séquence de roches a été enfouie minimalement à 33.0 ± 1.3 km de profondeur (9.9 ± 0.4 kbar) à une température de 833 ± 12 °C, tel que déterminé par modélisation thermodynamique de l'assemblage minéral d'un échantillon représentatif. Cela correspond à un gradient géothermique de $\sim 26^\circ\text{C}/\text{km}$ pour le secteur. La température de recristallisation enregistrée dans cette région est très différente de celle enregistrée près de Sudbury à l'ouest (~ 600 °C) ou du Lac Mistassini à l'est ($\sim 300^\circ\text{C}$). Il demeure incertain si cette variabilité est due à des niveaux variables d'érosion ou à une variation réelle de la température le long du front de l'orogène. Néanmoins, la température enregistrée décroît systématiquement en direction Nord-Ouest.

Room / Salle: **2289****15:30 – 15:45**

Nearly 100 Myr of anatectic LREE-rich pegmatite formation in the central Grenville Province: insights into continuous partial melting of the middle crust during the Grenvillian Orogeny

Alves, P.^a, Rottier, B.^a, LaFlamme, C.^a, Moukhsil, A.^b, Davies, J.H.F.L.^c, Perrot, M.G.^d

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MNR), Québec; c – Université du Québec à Montréal (UQAM); d – McGill University, Montréal

The allochthonous Medium-Pressure Belt in the central Grenville Province hosts numerous LREE-rich granitic pegmatites emplaced within migmatized, high-grade metamorphic rocks, with no evidence of a genetic link to nearby granitic intrusions. In the Mauricie and Lac-Saint-Jean regions (Québec), U-Pb zircon dating reveals a prolonged period of granitic pegmatite formation spanning nearly 100 Myr (~1060-970 Ma). Because there is no genetic link to intrusions, uncertainty pertaining to their timing, sources, and petrogenesis persists, limiting their exploration. Hafnium isotopes from dated zircon grains indicate distinct sources for these pegmatites, with $\epsilon\text{Hf}(t)$ values between -13.5 and +1.9, suggesting that they formed by differentiation of melts produced by partial melting of mid-crustal rocks from the Allochthonous and/or Parautochthonous belts, supporting their anatectic origin. The $\epsilon\text{Hf}(t)$ signatures of the pegmatites correlate with their distance from the Allochthon Boundary Thrust (ABT), with generally more negative $\epsilon\text{Hf}(t)$ values (-5.1 to -13.5) identified closer to the ABT, reflecting an increasing contribution of Parautochthonous Belt rocks. Despite their distinct $\epsilon\text{Hf}(t)$ signatures, these pegmatites preserve a similar chemistry, suggesting that their different sources have a limited effect on their final composition. In areas where pegmatite dykes were dated, U-Pb geochronology was conducted on (i) metamorphic zircon from mafic host rocks and (ii) igneous zircon from *in situ* leucosomes. Zircon from the host rocks yields dates of ~1120 Ma, ~1080 Ma, and ~1065 Ma, while zircon dated from within the leucosomes yields dates of ~1100 Ma, ~1055 Ma, and ~1025 Ma. By comparing with the ages of pegmatites, these data indicate that some pegmatites formed shortly after peak metamorphism, likely sourced from proximal migmatized rocks, whereas others were emplaced almost 100 Myr later, formed by partial melting of deeper crustal rocks. This implies partial melting of the central Grenville Province at different crustal levels for >100 Myr, leading to the continuous formation of LREE-rich anatectic pegmatite dykes.

Room / Salle: **2289****15:45 – 16:00**

Utilisation de la sismique passive pour la surveillance de mouvements gravitaires

Morin, A.^a, Giroux, B.^a, Gauthier, F.^{b,c}

a – Institut National de la Recherche scientifique (INRS), Québec; b - Université du Québec à Rimouski; c – Centre d'Études Nordiques (CEN), Université Laval, Québec

Les falaises rocheuses sont des environnements hautement dynamiques, soumis à une dégradation progressive et à des ruptures soudaines sous l'effet de variations environnementales, comme les événements de précipitation l'influence du gel-dégel. Les méthodes de surveillance géotechnique traditionnelles reposent souvent sur des capteurs ponctuels, présentant une faible couverture spatiale, ou bien des levés photogrammétriques avec une faible résolution temporelle. La surveillance par sismique passive peut donc compléter les méthodes traditionnelles en se présentant comme une solution à ces deux problèmes, permettant l'observation continue d'instabilité dans la proximité du réseau de capteur sismique.

Cette présentation explorera l'évolution des propriétés du bruit sismique ambiant enregistré au Cap-Bon-Ami, dans le parc national de Forillon, où des masses rocheuses instables sont surveillées. Les variations de la vitesse des ondes sismiques au sein de la falaise sont analysées et comparées aux variations météorologiques. Ces résultats préliminaires permettent une première interprétation du dynamisme de la paroi, suggérant un lien entre les variations de vitesse des ondes sismiques et les processus thermomécaniques et hydrogéologiques affectant le réseau de fractures du versant.

meilleure présentation orale

Room / Salle: **2289****16:00 – 16:15**

Évolution et dynamique des glaciers du Grand Méan, des Évettes et du Vallonnet (Alpes françaises) depuis le Petit Âge Glaciaire

Thériault, M.^a, Lajeunesse, P.^a, Bernier, J.-F.^a, Ghienne, J.-F.^b, Couette, P.-O.^{a,b}, Meury, S.W.^a

a – Département de géographie, Université Laval, Québec; b – ITES, Université de Strasbourg, CNRS, France

Le Petit Âge Glaciaire (PAG) a été une période de refroidissement climatique ayant principalement affecté l'hémisphère Nord du 14^e au 19^e siècle, favorisant l'expansion et l'avancée des glaciers, notamment dans plusieurs régions alpines. La fin de ce stade a entraîné dans ces régions un retrait glaciaire non linéaire, ponctué de phases de réavancée ou de stabilisation, laissant dans le paysage des assemblages morphosédimentaires notables ou parfois subtils. Plusieurs travaux récents ont d'ailleurs démontré que l'acquisition de données géospatiales à haute résolution dans les systèmes alpins a permis de cartographier avec précision des formes de relief et des dépôts sédimentaires auparavant non identifiables à l'aide d'approches conventionnelles, comme les photographies aériennes. Ces techniques, à un niveau de détail sans précédent, facilitent grandement les observations permettant la reconstruction des processus glaciologiques et géomorphologiques passés influencés par les forçages climatiques et topographiques. Cette étude se concentre sur l'histoire et la dynamique de trois glaciers (Grand Méan, Évettes et Vallonnet) dans les Alpes françaises pendant et après le PAG. Elle vise à : (1) identifier les différents assemblages de formes de terrain et de dépôts associés à l'évolution spatio-temporelle de ces glaciers ; (2) définir le rôle des facteurs topographiques et glaciologiques dans leur développement ; et (3) documenter leur réponse aux fluctuations climatiques. Pour atteindre ces objectifs, nous avons utilisé une approche combinant cartographie et analyse géohistorique, incluant des données géospatiales à haute résolution (LiDAR et drone), géochronologiques et iconographiques. Les résultats préliminaires mettent en évidence des dynamiques distinctes, comme en témoignent les différentes formes de relief observées. Les moraines frontales du Vallonnet sont liées à des stabilisations depuis le PAG, tandis que le système du Grand Méan présente des moraines latérales, mais pas de moraine frontale. En revanche, le système des Évettes présente un enregistrement morphosédimentaire plus complexe, avec quatre systèmes morainiques qui ont été déposés (1) vers 1860, (2) vers 1900, (3) entre 1900 et 1939 et (4) vers 1980. Ce système possède aussi des formes de terrain telles que des flutes, des kames et un esker de type concertina, imitant le comportement d'un glacier à crue glaciaire. Ultiment, ces résultats contribueront à mieux comprendre l'évolution des glaciers durant et après le PAG ainsi que d'anticiper les impacts des futurs changements environnementaux sur les glaciers alpins.

Room / Salle: **2289****16:15 – 16:30**

Minimisation des artefacts dans l'échantillonnage de l'hydrogène naturel : perspectives et bonnes pratiques

Moreira dos Santos, M.L.^a; Bordeleau, G.^a; Séjourné, S.^{a,b}

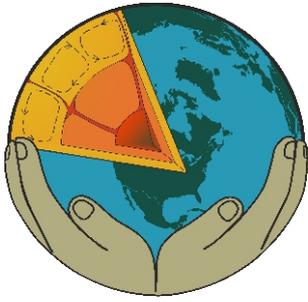
a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE) ; b – Enki GeoSolutions, Montréal

Le changement climatique représente un défi majeur, et le secteur de l'énergie est un grand contributeur aux émissions de gaz à effet de serre. La transition vers des sources d'énergie propres est essentielle. L'hydrogène naturel, ou « hydrogène blanc », suscite un intérêt croissant en tant qu'énergie renouvelable. Bien que sa présence soit attestée dans divers contextes géologiques, son utilisation comme source d'énergie n'a été envisagée que récemment.

Dans une étude exploratoire incluant des mesures d'émanations de gaz dans les sols, un protocole robuste d'échantillonnage est crucial pour éviter les artefacts pouvant entraîner des évaluations inexactes des flux d'hydrogène. En effet, de l'hydrogène d'origine anthropique peut être généré pendant le forage pour l'échantillonnage par divers processus, notamment le « métamorphisme des forêts », la corrosion des outils de forage et la dissociation des silicates.

Cette étude présente un protocole compréhensif pour l'échantillonnage de l'hydrogène naturel, développé pour assurer la robustesse des mesures sur le terrain, et pour prévenir les artefacts en comprenant mieux sa génération. Des tests en laboratoire ont été réalisés pour évaluer l'effet de différents facteurs sur la production d'hydrogène anthropique. Des simulations en laboratoire de sols sableux, organiques et rocheux ont été effectuées dans des colonnes de 92 x 10 cm, avec des conditions de sol presque sec et humide testées pour évaluer l'impact de l'humidité. Trois techniques différentes pour l'installation du système d'échantillonnage ont été comparées : forage avec installation simultanée de la sonde, forage d'un trou suivi de l'installation de la sonde, et méthode du marteau coulissant. La durée du processus de forage a également été variée pour comprendre son effet.

Les résultats montrent des différences significatives dans la production d'hydrogène anthropique selon la méthodologie et les conditions du sol. Notamment, plus de 1000 ppm d'hydrogène (dépassant la limite de saturation du détecteur de gaz – GA 5000) ont été mesurées en laboratoire sous la combinaison de certaines des variables. La production d'hydrogène anthropique a été confirmée de manière répétée dans divers scénarios. Ces résultats fournissent des informations précieuses sur les facteurs contribuant à la génération d'artefacts, aidant au développement d'un protocole pour l'échantillonnage et rendant possibles des évaluations plus précises des flux d'hydrogène naturel.



Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement

7 Mars 2025

Sessions : Hydrologie et Hydrogéologie / Hydrology and Hydrogeology

Local / Room : 2291

Session 1 - Hydrologie / Hydrology (Jury: John Molson, Adeline Roche)

- 09h15 Distribution of rare earth elements and their signatures from the Mackenzie River delta to the abyssal Arctic Ocean. *Thomas Bossé-Demers*
- 09h30 Dégradation efficace des polluants persistants per- et polyfluoroalkyles (PFAS) par électro-oxydation en utilisant des anodes en phase Magnéli pure Ti_4O_7 synthétisées par torche à plasma. *Héla Rejik*
- 09h45 Canadian lake ice phenology: data gap and remote sensing. *Julie Cambron*
- 10h00 **Pause café / Coffee break (45 min) - Session de posters**
- 10h45 Predicting riverine heatwave frequency in Atlantic salmon rivers of Northeastern America using climate change and variability data. *Ilias Hani*
- 11h00 Hétérogénéité des crues au Canada : une investigation des points de changement dans un contexte multivarié. *Emna Gontara*
- 11h15 Comparaison des modèles SWAT et d'intelligence artificielle (IA) pour la prédiction des débits dans les bassins versants des barrages du nord de l'Algérie. *Chafik Sedrati*
- 11h30 Estimation du risque des crues par copule dans un cadre non stationnaire. *Amira Fredj*
- 11h45 **Pause dîner / Lunch break (1 h 45 min) - Session de posters**
- 13h30 Discours d'ouverture de session.

Session 2 - Hydrogéologie / Hydrogeology (Jury: Oleksandra Pedchenko, Geneviève Bordeleau)

- 13h40 **Keynote:** Impact of deep, long-screen observation wells on adjacent groundwater pumping wells in coastal aquifers; a case study in the Magdalen Islands (Québec, Canada). *Zakaria Helles*
- 14h00 Hydrogéochimie des eaux souterraines et de surface sous contrainte anthropique à Fox Creek, AB. *Manon Sayag*
- 14h15 Characterizing a complex groundwater flow system using numerical simulations in discretely-fractured rock at the GSC Bells Corners test site (Ottawa). *Audrey Bourdon*
- 14h30 L'eau souterraine en environnement de pergélisol discontinu en transition : perspectives d'un suivi à long terme et de la modélisation. *Philippe Fortier*
- 14h45 **Pause café / Coffee break (30 min) - Session de posters**
- 15h15 Source water protection in Quebec City: using an integrated 3D hydrological model to investigate surface water - groundwater interactions – the Saint-Charles River watershed case. *Benjamin Frot*
- 15h30 Estimating groundwater recharge in an experimental catchment under sub-arctic climate. *Walter Antolinez*

Room / Salle: **2291****9:15 – 9:30**

Distribution of rare earth elements and their signatures from the Mackenzie River delta to the abyssal Arctic Ocean

Bossé-Demers, T.^a, Gobeil, C.^b, Juhs, B.^c, Lizotte, M.^d, Fritz, M.^c, Bröder, L.^e, Matsuoka, A.^f, Mareque, S.^a, Couture, R.-M.^a

a – Département de chimie, Takuvik Joint International Laboratory et Centre d'Études Nordiques (CEN), Université Laval, Québec; b – Institut National de la Recherche, Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec; c – Permafrost Research Section, Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Potsdam, Germany; d – Maurice Lamontagne Institute, Fisheries and Oceans Canada, Mont-Joli; e – Geological Institute, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland; f – Institute for the Study of Earth, Oceans, and Space, University of New Hampshire, Durham, U.S.A.

The Mackenzie River is North America's largest contributor of freshwater and sediment to the Arctic Ocean. Permafrost thaw and erosion in its vast catchment and along the coasts increases sediment export to the coastal ocean and beyond. In this context, we aimed to evaluate the potential of rare earth elements (REE) as tracers of sediment sources and fate, from the river mouth to the deep Arctic Ocean. We collected sediment cores from 21 sites, from the delta to the marine shelves, slopes and basins. We measured the spatial and down-core distribution of total, leached and residual REE concentrations. Our results show that the proportion of leached REE is highest in the delta, reaching up to 60% for gadolinium. This proportion decreases with distance from the river, suggesting mixing with other sediment sources, REE loss to the residual phase, or REE scavenging via adsorption and complexation in coastal waters. Normalized REE concentrations plotted against their atomic number provide regional signatures. The leached REE signatures indicate medium REE enrichment in the Mackenzie Delta, which diminishes with distance from the delta. We used a similarity index (SI) to evaluate the divergence amongst REE signatures, using riverine and deep marine basin values as endmembers for the calculation. Our results highlight the influence of the Mackenzie Region sediments on the Beaufort Sea margin. Further from the delta, a distinctive cerium (Ce) anomaly increasingly shapes the signature. Comparison with previously published manganese profiles at those sites suggests that Ce responds to deep oxygen penetration¹. Overall, our findings demonstrate that REE are relevant tracers for identifying sediment sources and tracking their distribution from the delta to the deep Arctic Ocean, thereby offering additional insights into sediment transport mechanisms.

Room / Salle: 2291

9:30 – 9:45

Dégradation efficace des polluants persistants per- et polyfluoroalkyles (PFAS) par électro-oxydation en utilisant des anodes en phase Magnéli pure Ti_4O_7 synthétisées par torche à plasma

Rekik, H.^a, Pichon, L.^b, Teymoorian, T.^c, Arab, H.^a, Sauvé, S.^c, El Khakani, M. A.^b, Drogui, P.^a

*a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec;
b – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre  nergie, Matériaux et Télécommunications (INRS-EMT), Varennes; c – Université de Montréal*

Des phases pures de Magnéli Ti_4O_7 ont été préparées par une méthode de revêtement par torche à plasma (PT) et intégrées dans un processus avancé d'oxydation électrocatalytique (AEO) afin de dégrader les polluants persistants acide perfluorooctano ique (PFOA) et acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) présents dans les eaux. Les anodes PT- Ti_4O_7 ont montré des efficacités de dégradation supérieures pour le PFOA et le PFOS par rapport aux anodes conventionnelles en diamant dopé au bore. En investiguant plusieurs paramètres de l'AEO (y compris la densité de courant, le temps de traitement, la nature du matériau de l'anode), nous avons pu optimiser le processus AEO. Ainsi, pour le PFOA et le PFOS (  une concentration initiale de 500 ppb dans des eaux usées synthétiques), des efficacités de dégradation aussi élevées que 96,6 % et 99,7 % ont été atteintes respectivement, avec une densité de courant de 20 mA/cm², un temps de traitement de 120 minutes et des anodes PT- Ti_4O_7 de type maille. Le PFOA et le PFOS peuvent être dégradés par oxydation électrochimique anodique directe (radicaux $\bullet OH$) et par oxydation électrochimique indirecte via des médiateurs tels que l'acide persulfate ($H_2S_2O_8$) généré par oxydation anodique du sulfate. La dégradation des deux composés a suivi une cinétique pseudo-premier ordre. La constante de vitesse de réaction (k) pour l'élimination du PFOS était de $4,63 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$, tandis que pour l'élimination du PFOA, elle était de $2,76 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$. Par la suite, nous avons utilisé les conditions optimales d'exploitation AEO susmentionnées pour traiter des effluents d'eaux usées réelles (contenant 17 types de molécules PFAS avec un contenu total de 8500 ppb) et avons atteint un taux de dégradation allant de 39,1 % à 87,4 % pour huit des 17 composés PFAS. Le taux de dégradation dépendait de la structure chimique et de la longueur de chaîne de chaque composant PFOA/PFOS.

Room / Salle: 2291

9:45 – 10:00

Canadian lake ice phenology: data gap and remote sensing

Cambron, J.^a, Homayouni, S.^a, Ouarda, T.^a

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec

Lake ice serves various purposes, including road development, winter recreation, and habitat preservation for aquatic life. However, Canadian lakes lack crucial on-site data, making remote sensing necessary to measure physical and meteorological data that affect freeze and thaw dates. Understanding how environmental variables affect lake winter phenology can help Canada be resilient to climate change.

The National Snow and Ice Data Centre's freeze-thaw database identifies lakes of interest with both ice events. The ERA5-Land dataset offers monthly average reanalysis of various meteorological factors, including wind speed, dew point, air temperature, evaporation, water column temperature, runoff, skin temperature, snowfall, atmospheric pressure, total precipitation, rainfall, and downward surface solar radiation, on a continental and global scale. The HydroLAKE dataset provides information on lakes, such as surface area, shoreline length, shoreline deviation, volume, average lake depth, average long-term discharge, average residence time, elevation, watershed area, longitude, and latitude. Using Google Earth Engine, we can intersect the lake polygons with a meteorological dataset to obtain the necessary variables and lags for each lake. Lake polygons were created using the modified normalized difference water index (MNDWI) to Sentinel-2 imagery. Their surface areas were compared to literature values and HydroLAKE data. MNDWI-calculated lake areas showed lower bias than HydroLAKE, whose lake shapes differed from basic cartography, explaining the better performance of MNDWI polygons. Despite this, HydroLAKE's many features make it valuable, causing us to remove lakes with unusual shapes from the selection. This unified database fills the initial data gap, making it easier to determine significant parameters for lake ice events. All parameters listed, as well as their lags, matter for at least one event, freeze or thaw. By the proxy of temperature, global warming threatens Canadian lake ice.

Room / Salle: **2291****10:45 – 11:00**

Predicting riverine heatwave frequency in Atlantic salmon rivers of Northeastern America using climate change and variability data

Hani, I.^a, St-Hilaire, A.^a, Ouarda B.M.J., T.^a

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Chaire de recherche du Canada en hydroclimatologie statistique

Freshwater ecosystems play a vital role in supporting cold-water species like Atlantic salmon, providing the essential conditions to complete critical life stages. However, climate change is increasingly disrupting these habitats, driving shifts in river hydrology and rising water temperatures that threaten their survival. Using CEQUEAU, a deterministic and semi-distributed hydrological and water temperature model, this study quantifies the past (1979-2020) and assesses potential future changes (2030-2100) in 35 Atlantic salmon rivers' hydrological and thermal regimes across northeastern America. Furthermore, we propose a nonstationary frequency analysis approach, integrating both climate change through a time trend and global climate oscillations (e.g., North Atlantic Oscillation (NAO), Arctic Oscillation (AO), and Southern Oscillation (SOI)) as covariates. This framework accounts for the non-stationarities observed in summertime heatwave data for these critical habitats.

According to the selected climate change scenarios, the analyses reveal a significant potential rise in water temperature, drought conditions, and an increasing trend in heatwave frequency, duration, and intensity by the end of the century. This study is the first to apply teleconnection information to predict heatwave frequency in Atlantic Salmon-bearing watersheds. Models incorporating climate-related covariates outperform stationary models without covariates, with the NAO and AO emerging as the most influential predictors. Under the most pessimistic SSP5-8.5 scenario, the total duration of summer riverine heatwave (RH) averaged from 2061 to 2100 is projected to rise 12-fold (98.0 days) compared to the average of 8.5 days, calculated from 1979 to 2020. Consequently, nearly half of the studied rivers are projected to enter a permanent summer heatwave state by the end of the century. These results highlight the declining habitat availability for Atlantic salmon due to climate change, underscoring the critical role of adaptive strategies to protect these ecologically and economically vital habitat.

Room / Salle: **2291****11:00 – 11:15**

Hétérogénéité des crues au Canada : une investigation des points de changement dans un contexte multivarié

Gontara, E.^a, Chebana, F.^a*a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre et Environnement (INRS-ETE), Québec*

Les activités anthropiques et le changement climatique agissent sur les régimes hydrologiques, entraînant un accroissement des événements hydrologiques extrêmes. Parmi ces événements, les crues sont particulièrement dévastatrices, causant d'importantes pertes humaines et économiques au Canada et dans d'autres régions du monde. Ces facteurs, ainsi que d'autres facteurs, remettent en question l'hypothèse d'homogénéité des données. Les crues sont considérées comme des événements multivariés, décrits par plusieurs variables corrélées, caractérisées principalement par leurs pic et volume. Par conséquent, un cadre multivarié tenant compte à la fois de la dépendance entre ces variables et l'hétérogénéité des données est nécessaire. L'objectif principal de cette étude est d'investiguer les points de changements (CPs) au Canada, représentatifs de l'hétérogénéité des crues, dans un contexte multivarié. Pour ce faire, 99 stations hydrométriques avec des enregistrements sur différentes périodes couvrant au minimum 46 ans sont prises en compte. Les CPs spatiales des séries de crues (pic, volume) sont étudiés en appliquant de tests statistiques multivariés et univariés. En utilisant conjointement ces derniers, on est en mesure de mieux identifier les composantes affectées (marges: volume, pic; dépendance ou toute combinaison de celles-ci). Différentes cartes sont produites pour une meilleure visualisation des résultats. En termes de résultats, la nature des stations (RHBN et Non-RHBN), parmi d'autres sont adoptées pour l'analyse des CPs détectés. Cette étude est potentiellement faisable dans d'autres régions et/ou d'autres événements hydrologiques où des données spatiales suffisantes sont disponibles.

Room / Salle: **2291****11:15 – 11:30**

Comparaison des modèles SWAT et d'intelligence artificielle (IA) pour la prédiction des débits dans les bassins versants des barrages du nord de l'Algérie

Sedrati, C.^a, Chebaba, F.^b, Meddi, M.^c, Talia, A.^a

a – Université de Mascara, Mascara, Algérie; b – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre et Environnement (INRS-ETE), Québec; c – Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique de Blida, Blida, Algérie

Les barrages jouent un rôle essentiel dans la gestion des ressources en eau, contribuant de manière significative à l'approvisionnement hydrique en Algérie. Dans ce pays, les barrages représentent une source majeure d'eau de surface, particulièrement face aux défis croissants liés à l'augmentation de la demande en eau due à la croissance démographique, au développement agricole, à l'industrialisation et aux effets du changement climatique. Ces enjeux soulignent l'importance d'estimations précises des débits à l'échelle des bassins versants alimentant ces infrastructures hydrauliques.

Pour répondre à cette problématique, les modèles pluie-débit (rainfall-runoff models) sont couramment utilisés comme outils essentiels pour la gestion et la simulation des écoulements dans les bassins versants. Cette étude, focalisée sur un bassin versant situé dans le nord de l'Algérie, explore différentes approches de modélisation. Elle compare notamment les performances du modèle écohydrologique largement reconnu Soil and Water Assessment Tool (SWAT) avec celles de six modèles d'intelligence artificielle (IA).



Room / Salle: **2291****11:30 – 11:45**

Estimation du risque des crues par copule dans un cadre non stationnaire

Fredj, A.^a, Goutali, D.^a, Chebana, F.^a*a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre et Environnement (INRS-ETE), Québec*

Les événements hydrologiques extrêmes, tels que les inondations, ont un impact considérable sur les infrastructures, l'environnement et les sociétés. Dans ce cadre, l'analyse fréquentielle (AF) est largement utilisée pour évaluer les risques associés à ces événements. Cette analyse peut adopter une approche univariée, mais elle évolue vers une approche multivariée qui prend en compte simultanément plusieurs variables corrélées. Traditionnellement, l'AF repose sur l'hypothèse de stationnarité des données. Toutefois, cette hypothèse est remise en cause par les effets du changement climatique. Dans un contexte multivarié, où les séries de données ne sont pas stationnaires, plusieurs courbes de quantiles peuvent apparaître pour une période de retour donnée, ce qui rend possible un nombre infini d'événements. Cette étude explore la quantification des quantiles multivariés dans un cadre non stationnaire, afin d'améliorer l'évaluation des risques hydrologiques.



Room / Salle: **2291****13:40 – 14:00****KEYNOTE TALK / CONFÉRENCE PLÉNIÈRE****Impact of deep, long-screen observation wells on adjacent groundwater pumping wells in coastal aquifers; a case study in the Magdalen Islands (Québec, Canada)**Helles, Z.^a, Lemieux, J.-M.^{b,c,d}, Molson, J.^{b,c,d}, Anctil, F.^{a,c,d}

a – Département de génie civil et de génie des eaux, Université Laval, Québec; b – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; c – Centre québécois de recherche sur l'eau, Québec; d – Centre d'Études Nordiques (CEN), Université Laval, Québec

Groundwater is the sole source of freshwater on the Magdalen Islands (Québec, Canada) that should be protected against degradation by seawater intrusion, exacerbated by coastal erosion and rising seawater levels driven by global warming and climate change. As a result, numerous observation wells have been constructed on the islands to monitor water quality and aquifer conditions over time. This study investigates the effect of a deep, long-screen observation well constructed on Grande Entrée Island in the Magdalen Islands, Québec, in proximity to an existing pumping well. A 3D numerical model was developed using SALTFLOW to simulate density-dependent groundwater flow and solute transport under varying pumping rates and with different distances between the pumping well and the observation well. The numerical simulation results revealed that an observation well significantly perturbs the total dissolved solids (TDS) distribution and, hence, the position of the freshwater-saltwater interface. Drilling of observation wells also contributes to increased mixing of fresh and saline water from different aquifer elevations, resulting in the formation of a conical-shaped brackish water zone around the observation well. This increases salinity in the nearby pumping well, particularly at higher pumping rates at closer distances.

When the separation distance between the pumping well and the observation well was 15 m, the TDS concentrations increased at the pumping well inlet under the average annual pumping rate from 0.001 g/L as in Scenario 2 to 0.007 g/L as in Scenario 5, while the increase was only to 0.0035 g/L as in Scenario 8 when the separation distance was increased to 45 m. It was noticeable through this study that the TDS concentrations decrease at the inlet of the pumping well upon both i) increasing the separation distance between the pumping well and the observation and ii) decreasing the average annual pumping rate.

The study highlights the importance of selecting the appropriate location of newly constructed deep, long-screen observation wells in coastal regions to avoid adverse impacts on saltwater intrusion into adjacent pumping wells.

Room / Salle: **2291****14:00 – 14:15**

Hydrogéochimie des eaux souterraines et de surface sous contrainte anthropique à Fox Creek, AB

Sayag, M.^a, Bordeleau, B.^b, Rivard, C.^b

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec; b – Commission géologique du Canada (CGC), Québec

A une époque où les activités industrielles et les changements climatiques engendrent de nombreux impacts sur la ressource en eau, il est crucial de faire un bilan hydrogéochimique de l'évolution spatio-temporelle des eaux souterraines et de surface afin d'évaluer ces impacts sur l'environnement, dans une région donnée. Cette étude s'intéresse à la chimie des eaux souterraines superficielles et de surface dans la région de Fox Creek (AB), largement exploitée pour ses richesses énergétiques et forestière depuis plusieurs décennies. L'exploitation des hydrocarbures, et particulièrement des gaz de schiste qui requiert de la fracturation hydraulique dans des puits horizontaux, a suscité des craintes à l'effet que des contaminants puissent migrer des réservoirs profonds vers les aquifères superficiels par le biais de failles majeures ou de puits défectueux. À l'inverse, la foresterie est une activité présente en surface qui peut modifier la physico-chimie de l'ensemble des eaux, impacter sa chimie et engendrer diverses pollutions. À ce jour, aucun hydrocarbure n'a été détectée dans les échantillons et les traceurs de temps de résidence ont mis en évidence un écoulement régional dont la zone de recharge se situe plus en amont que le bassin versant. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les effets cumulatifs des activités anthropiques régionales sur les ressources en eau en analysant sa géochimie générale et isotopique. Pour ce faire, des sous-objectifs ont été définis :

- SO1 : Suivre les lignes d'écoulement au sein du bassin versant afin de déceler la présence de contaminants potentiels grâce à des sites d'échantillonnages en amont, au milieu et en aval dans le bassin versant et le long des écoulements de surface.
- SO2 : Identifier l'origine profonde ou superficielle des contaminants grâce aux échantillonnages stratégiques des puits forés et crépinés à des profondeurs variables, dans des shales, des grès et des horizons non consolidés ; des rivières et de l'eau de résurgence dans le lit de la rivière.

Room / Salle: **2291****14:15 – 14:30**

Characterizing a complex groundwater flow system using numerical simulations in discretely-fractured rock at the GSC Bells Corners test site (Ottawa)

Bourdon, A.^a, Molson, J.^a, Crow, H.^b, Pehme, P.^c

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Geological Survey of Canada (GSC), Natural Resources Canada, Ottawa; c – G360 Institute for Groundwater Research, College of Physical and Engineering Science, School of Engineering, University of Guelph, Guelph

Numerical simulations have been carried out to help characterise flow in fractured rock based on borehole water pressures and temperature logs. Simulations are carried out in a 2D vertical plane using the finite element Heatflow-Smoker model, including density-dependent groundwater flow and thermal energy transport in discretely-fractured porous media. We use high-resolution borehole flow data in shallow sedimentary and Precambrian fractured bedrock at the Bells Corners (Ottawa) borehole facility of the Geological Survey of Canada to calibrate the conceptual model and test system behavior under natural background conditions. The study is being undertaken in the context of a broader investigation into detecting natural radiogenic thermal signatures from uranium ore deposits. It is crucial to first understand flow behaviour at such a test site, and particularly a site with multiple boreholes.

Fracture connectivity and background flow gradients are found to play critical roles in detecting natural heat signatures, with complex local-scale variations in flow directions and flow velocities. The intent is to then investigate the effects of different depths and distances of deep radiogenic heat sources on thermal signatures in neighboring boreholes. The modelling will allow to better predict the effects on temperature logs from a potential ore body depending on its location, heat generation rate and fracture network connectivity. It will also guide the temperature resolutions needed for field monitoring technologies.

Room / Salle: 2291

14:30 – 14:45

L'eau souterraine en environnement de pergélisol discontinu en transition : perspectives d'un suivi à long terme et de la modélisation

Fortier, P.^{a,b}, Young, N.L.^c, Walvoord, M.A.^d, Lemieux, J.-M.^{a,b}, Mohammed, A.A.^e

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Centre d'Études Nordiques (CEN), Université Laval, Québec; c – Department of Sustainable Resource Management, State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, United States; d – U.S. Geological Survey (USGS), Earth System Processes Division (ESPD), United States; e – Department of Earth and Environmental Sciences, Syracuse University, Syracuse, United States.

En réponse aux changements climatiques, le développement de taliks est de plus en plus répandu et a été identifié comme un mécanisme critique qui accélère le dégel du pergélisol dans l'Arctique. Bien que la modélisation cryohydrogéologique ait progressé dans la simulation de la dynamique des taliks, peu de modèles sont testés avec des observations hydrométéorologiques et souterraines à long terme. L'utilisation de modèles pour explorer ces ensembles de données à long terme est essentielle afin de comprendre les processus qui contrôlent la dynamique des taliks et l'évolution du pergélisol avec les changements climatiques. En s'appuyant sur un ensemble de données à long terme (2000-2023) obtenu sur une butte de pergélisol en dégradation près d'Umiujaq (Nunavik, Québec, Canada), un modèle numérique a été construit pour étudier les conditions et les processus physiques responsables de la formation et de la dynamique des taliks dans un environnement présentant une forte variabilité climatique interannuelle et aucune perturbation due aux feux de forêt. L'analyse des résultats a permis d'établir que le modèle représente les processus clés à la compréhension de la dynamique des taliks au seuil de définition entre les taliks non cryotiques (en permanence > 0°C) et cryotiques. Un talik cryotique est défini comme une zone où l'eau liquide persiste dans l'espace interstitiel au-dessus des niveaux de saturation résiduels à des températures inférieures à 0°C, c'est-à-dire lorsque les températures se situent dans une zone de transition critique de changement de phase entre l'eau et la glace, indiquant les premiers stades de dégradation. À mesure que le front de dégel saisonnier pénètre plus profondément, une transition vers la présence de l'eau liquide en permanence se produit sous la couche active, ce qui permet l'écoulement plus profond de l'eau et favorise un réchauffement et dégel continu. À l'opposé, lors de périodes plus froides, l'eau infiltrée gèle dans le talik — au lieu de s'écouler hors du système lorsque le talik est ouvert — ce qui favorise un gel plus profond et peut conduire à la fermeture du talik. L'advection par l'écoulement de l'eau souterraine favoriserait notamment le développement du talik, tandis que le refroidissement du talik serait contrôlé par la conduction thermique. La dynamique des taliks pourraient donc refléter les effets localisés d'une forte variabilité climatique, en particulier dans les environnements de pergélisol discontinu caractérisés par une forte variabilité interannuelle de la température de l'air, rendant les trajectoires de changements moins prévisibles et plus nuancées que prévu.

Room / Salle: 2291

15:15 – 15:30

Source water protection in Quebec City: using an integrated 3D hydrological model to investigate surface water-groundwater interactions – the Saint-Charles River watershed case

Frot, B.^{a,b}, Gatel, L.^{b,c}, Tremblay, Y.^{a,b}, Delottier, H.^d, Picard, A.^{b,e}, Therrien, R.^{a,b}

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – CentrEau | Centre québécois de recherche sur la gestion de l'eau, Québec; c – Ministère de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Québec; d – Centre d'Hydrogéologie et de Géothermie, Université de Neuchâtel, Neuchâtel, Suisse; e – Geotop-UQAM, Hydro Sciences, Université du Québec à Montréal (UQAM), Montréal

In the province of Quebec, Canada, the role of groundwater and its contribution to baseflow are rarely included to assess the vulnerability of surface water sources. However, in the case of Quebec City (560,000 inhabitants), stakeholders prefer that an integrated surface water and groundwater analysis be carried out to meet the highest standards of sustainable management. That approach goes beyond legislation, which does not require a fully integrated study.

A research project has been initiated to develop a set of stakeholder-oriented tools to assess both quantitative and qualitative vulnerability of the city's drinking water sources. The project focuses on the 350 km² catchment of the city's main drinking water intake, which is in the Saint-Charles River.

Due to intensive low flow periods, stakeholders are currently facing quantitative problems, with up to 95% of the river's flow being pumped. It is therefore crucial to characterise the water cycle in the area, including the identification of the main hydrological processes and the estimation of transient water availability. This requires a better understanding of the interactions between surface water and groundwater.

For that purpose, and to assist stakeholders, we developed a 3D integrated surface and subsurface flow model for the catchment with the HydroGeoSphere platform. The model is calibrated to observed times series of water table elevations and stream discharges from a network of monitoring wells and stream gauging stations.

We then assess seasonal variations in water balance, resurgence and infiltration rates. Using a hydraulic mixing-cell post-processing tool, we determine the different fractions of each streamflow component. This highlights the predominance of groundwater at the surface water intake, in agreement with isotopic analyses. Finally, we also simulate the spatiotemporal vulnerability of the water intake by integrating climate change and urban development scenarios. Our study demonstrates that integrated surface and subsurface hydrological models are valuable tools to assist in designing water source protection plans, paving the way to new resource management policies.

Room / Salle: **2291****15:30 – 15:45**

Estimating groundwater recharge in an experimental catchment under sub-arctic climate

Antolinez, W.^{a,b}, Therrien, R.^{a,b}, Anctil, F.^{a,b}

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b - CentrEau | Centre québécois de recherche sur la gestion de l'eau, Québec

Understanding the relationship between evapotranspiration and other components of the water cycle in a humid boreal forest, and estimating groundwater rates in space and time, is challenging because of the complex climate characteristics and variability of the processes in space and time. Hindcasting climate models that reproduce past hydrometeorological conditions can be useful to address such challenges. The integrated surface-subsurface hydrological model HydroGeoSphere model is applied to an experimental catchment to simulate the full hydrological cycle over 55 years and to estimate evapotranspiration rates and groundwater recharge. The experimental catchment is located in the Montmorency Forest, Quebec, Canada. It has an area of about 1 km² and is mainly covered by balsam fir and birch. The average precipitation is about 1500 mm/year (40% as snow), while the runoff is about 1050 mm/year. A flux tower is located in the catchment and reports all important atmospheric variables, including net radiation, soil heat flux and surface fluxes. The catchment is underlain by heterogeneous sediments of glacial origin, mainly till, deposited on a low permeability bedrock. A total of six hydrogeological units were identified and included in the HydroGeoSphere model. Results suggest that modeled evapotranspiration rates are somewhat lower than estimates from flux tower measurements. Also, that the main source of groundwater recharge is spring snowmelt.

Meilleure présentation orale



Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement

7 Mars 2025

Sessions de Posters / Poster Sessions

Local / Room : Hall Marcelle-et-Jean-Coutu (1500)

Session 1 - Ressources Minérales / Mineral Resources

- #01 - Development of in situ S isotope analysis of apatite by LA-ICP-MS/MS. *Luis Krampert*
- #02 - Chalcopyrite as an indicator mineral to establish the footprint of magmatic-hydrothermal deposits: chemical composition and textures in porphyry system and subtypes deposits to develop mineral exploration vectors. *Albert Vanelinke*
- #03 - Evidence of multi-stage orogenic gold mineralization at the Bonfond deposit, Val-d'Or, Québec. *François-Xavier Bonin*
- #04 - Source and age of the REE-enriched Riviere Noire intrusion: new insights for REE mineralisation and geodynamic evolution of the Central Grenville Province. *Federico Pingitore*

Session 2 - Géologie / Geology

- #05 - Assessing the detrital zircon distribution of the Western Grenville – A foundation for assessing graphite mineralisation distribution. *Eleanore Blereau*
- #06 - Évolution tectono-métamorphique de l'arrière-pays de l'Orogène d'Ungava : nouvelles contributions de la géochronologie U–Pb des zircons détritiques. *Mehdi Jouhari*
- #07 - Geochemistry and geochronology of the Mont Albert metamorphic sole (Québec): insights into subduction initiation. *Frédérique Baron*
- #08 - Caractérisation de l'évolution du magmatisme Paléoproterozoïque du domaine Sud, ceinture de Cape Smith, Nunavik, Québec. *Simon Tournier*
- #09 - Volcanism of the Opémisca Group at Chapais-Chibougamau (Québec), in the Abitibi subprovince. *Guillaume Bats*
- #10 - Lithological mapping in northeastern Québec with a deep learning algorithm (SCB-Net) integrating field samples and remote sensing data. *Matheus Cardoso Pavon*
- #11 - Reconstitution de la dynamique glaciaire tardi-wisconsinienne de la région de Sayabec (22B12) à partir de la cartographie géomorphologique. *Jack Pleyers*
- #12 - Identification des géomorphosites potentiels sur le territoire de la MRC de la Côte-de-Beaupré. *Véronique Mongrain*
- #13 - Géomorphologie et géologie du Quaternaire de la région de Stoneham-Tewkesbury, Québec. *Pierre Davis*
- #14 - A holistic approach towards the integration of geothermal energy in remote northern communities. *Fiona Chapman*
- #15 - Deep geothermal energy potential of Baker Lake (Nunavut, Canada): initial resource assessment from Monte Carlos analysis. *Ysaline Bacon*
- #16 - Geothermal potential of the South Slave region (Northwest Territories, Canada); project update. *Michaël Thibault*

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #01

Development of in situ S isotope analysis of apatite by LA-ICP-MS/MS

Krampert, L.^a, Rottier, B.^a, LaFlamme, C.^a, Barré, G.^b, Beaudoin, G.^a, Dare, S.^c, Savard, D.

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Delta Lab, Commission Géologique du Canada (CGC), Ressources naturelles Canada, Québec; c – Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), Chicoutimi

Sulfur is incorporated into the apatite structure and the apatite S isotope composition ($\delta^{34}\text{S}$) records the S source reservoir and physicochemical processes occurring during apatite crystallization. Currently, in situ S isotope measurements in apatite are acquired by SIMS, which requires complex and time-consuming sample preparation. Here, a new method for in situ S isotopes analysis of apatite was developed using the efficient LA-ICP-MS/MS. The LA-ICP-MS/MS system is equipped with two quadrupoles operated in tandem, separated by a reaction cell in which injected oxygen reacts with targeted S ions to remove isobaric interferences. The S content and $\delta^{34}\text{S}$ value of 10 existing and newly developed apatite standards (TH: 1109 ppm; 8.7‰, DLS: 1272 ppm; 1.4‰, DX: 1394 ppm; 0.1‰, DLV: 1611 ppm; 0.5‰, PQC: 1895 ppm; 7.8‰, OL-1: 2112 ppm; 10.1‰, SLAP: 3097 ppm; 13.4‰, BR96: 3477 ppm; 18.9‰, MG: 3666 ppm; 13.5‰, Sly-1: 4115 ppm; 28.4‰) were determined and used to optimize conditions for apatite S isotope analysis by LA-ICP-MS/MS. Promising results were obtained using similar setups at Université Laval and UQAC using these beam conditions: Fluence of 4 J/cm², spot size of 80 μm , and repetition rate of 15-30 Hz. Two representative analytical sessions yield $\delta^{34}\text{S}$ ($\pm 1\sigma$ SD) values for DLS: $-1.8\pm 3.5\text{‰}$, OL-1: $10.8\pm 0.8\text{‰}$, BR96: $18.0\pm 0.8\text{‰}$, MG: $12.9\pm 1.6\text{‰}$, and Sly-1: $25.2\pm 1.7\text{‰}$ using SLAP as primary standard and TH: $8.8\pm 2.7\text{‰}$, DX: $0.0\pm 3.0\text{‰}$, DLV: $1.4\pm 2.3\text{‰}$, PQC: $10.0\pm 2.6\text{‰}$, and SLAP: $16.4\pm 0.8\text{‰}$ using OL-1 as primary standard. Uncertainty increases with decreasing apatite S content and is linked to method error and standard heterogeneity. The overall good accuracy and precision of the new method with $\sim 0.8\text{-}3.5\text{‰}$ SD for high-S apatite (>1100 ppm) is sufficient to track S source reservoirs or processes involved in S cycling. However, tests on apatite with <1000 ppm S present inaccurate results due to low signal-to-noise ratios.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #02

Chalcopyrite as an indicator mineral to establish the footprint of magmatic-hydrothermal deposits: chemical composition and textures in porphyry system and subtypes deposits to develop mineral exploration vectors

Vanelinke, A.^a, Beaudoin, G.^a, Rottier, B.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec

La chalcopyrite, comme minéral indicateur, enregistre les signatures chimiques distinctives de son environnement de dépôt. Il a été utilisé avec succès pour distinguer plusieurs gisements. Néanmoins, les données sur les éléments traces de la chalcopyrite des gisements du système porphyrique sont incomplètes, ce qui limite notre compréhension de ces environnements de dépôt.

Ce projet de recherche vise à développer un modèle de discrimination basé sur la chimie de la chalcopyrite pour distinguer les gisements du système porphyrique à l'échelle mondiale. En analysant l'altération, les paragenèses minérales et la chimie de la chalcopyrite issue des générations des veines consécutives, l'objectif est de proposer un modèle de vectorisation permettant de cibler les ressources économiques hypogènes et de définir le moment relatif de l'introduction des métaux.

Un objectif secondaire est de définir le coefficient de partage des éléments traces entre la chalcopyrite et la magnétite co-cristallisante qui est mal défini, ainsi que d'évaluer l'état redox du fer dans la chalcopyrite ($Fe^{3+}/\sum Fe$) pour classifier les gisements magmatiques, magmatiques-hydrothermaux et hydrothermaux.

Un ensemble de 212 échantillons provenant de 50 gisements du système porphyrique à l'échelle mondiale a été collecté dans le cadre de ce projet. L'étude utilisera des techniques analytiques telles que la microscopie optique, la microsonde électronique (EPMA) et LA-ICP-MS.

Les analyses statistiques multivariées et l'apprentissage automatique (diagrammes discriminants, PCA, random forest, PLS-DA) seront mis à contribution pour explorer les relations entre les éléments traces, réduire la dimensionnalité des données et optimiser l'hyperparamétrisation des variables pour obtenir des modèles fiables.

En combinant ces approches, ce projet ambitionne de proposer des classificateurs de gisements, des vecteurs d'exploration robustes (e.g. ratios d'éléments traces, des diagrammes) permettant d'identifier efficacement les centres de minéralisation hypogènes. Les résultats attendus incluent la définition du coefficient de partage des éléments traces entre la chalcopyrite et la magnétite ainsi que l'évaluation de l'état redox du fer dans la chalcopyrite des différents gisements étudiés.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #03

Evidence of multi-stage orogenic gold mineralization at the Bonnefond deposit, Val-d'Or, Québec

Bonin, F.-X.^a, LaFlamme, C.^a, Beaudoin, G.^a, Martin, L.^b

a - Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b - Centre for Microscopy Characterisation and Analysis, University of Western Australia, Perth, Australia

Most of the gold mined in Canada comes from quartz veins in orogenic-type deposits; however, the gold-bearing fluids source, the gold transport and deposition mechanisms remain enigmatic. Investigating the evolution of sulfur, the main complexing agent for gold under the assumed physicochemical conditions these deposits formed (pH \approx 6-7, 250-450°C, log $f_{O_2} \approx < -30$, low to moderate salinity), therefore offers a path forward in understanding orogenic gold mineralization. The Bonnefond gold deposit is located within the Val-d'Or vein field. Mineralization is associated with quartz- tourmaline-carbonate (QTC) veins that cut a subvertical tonalitic plug. Gold is hosted in As-poor pyrite as early Au \pm Te inclusions (ca. 2662 Ma) or in pyrite microfractures (Au \pm Te \pm Cpy) and at pyrite margins (ca. 2607 Ma). Near-infrared imaging and trace element LA-ICPMS mapping of QTC-hosted pyrite show texturally complex chemical zoning. An inclusion-rich (Cpy – Cb – Qz – Chl – Fe-oxides) Py1 core (Co \sim 2000 ppm, Ni \sim 1250 ppm, As $<$ 60 ppm) is commonly overgrown by a euhedral trace-element-poor oscillatory-zoned gold-hosting Py2 domain (Co $<$ 750 ppm, Ni $<$ 500 ppm and As $<$ 60 ppm). A dissolution-precipitation (DR) front delineates a final pyrite generation (Py3) barren of gold inclusions and included with vein material (Co $<$ 2000 ppm, Ni $<$ 1250 ppm, As $<$ 200 ppm). Near-zero $\Delta^{33}\text{S}$ and $\delta^{34}\text{S}$ values are identified for pre-DR pyrite (Py1 + Py2) ($\Delta^{33}\text{S} = 0.00 \pm 0.07\text{‰}$; $\delta^{34}\text{S} = -2.7 \pm 5.5\text{‰}$; $n = 9, 2\sigma$). Py3 has similar $\Delta^{33}\text{S} = 0.01 \pm 0.08\text{‰}$ but slightly greater $\delta^{34}\text{S} = -1.3 \pm 2.5\text{‰}$ ($n = 10, 2\sigma$). Up to $\sim 7\text{‰}$ grain-scale $\delta^{34}\text{S}$ variation is observed between Py1 and Py3. Our work highlights the multi-stage mineralizing process at the Bonnefond deposit, in line with the texturally-controlled temporal constraints on gold mineralization.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #04

Source and age of the REE-enriched Riviere Noire intrusion: new insights for REE mineralisation and geodynamic evolution of the Central Grenville Province

Pingitore, F.^a, Rottier, B.^a, Constantin, M.^a, Moukshil, A.^b

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b - Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MNR), Québec

The Rivière Noire Intrusive Suite (RNIS), the focus of this study, outcrops in the Central-Western Grenville Province, north of Lac-Saint-Jean (Québec), and it is one of the numerous REE-rich alkaline intrusions formed during and after the Grenvillian orogeny (1090–980 Ma), a continent-continent collision along Laurentia's southeastern margin.

The RNIS consists of clinopyroxenitic to locally gabbroic cumulate rocks enriched in titanite, apatite, and allanite, with REE concentrations up to 0.3 wt.%. These cumulates are cut by fine-grained gabbro to syenite dykes and syenitic to granitic aplite-pegmatite dykes. All the rocks are metaluminous and ultrapotassic, displaying high Ba-Sr-LREE contents and relatively low HFSE contents. This type of REE mineralisation in ultramafic cumulates has been reported in the literature and is interpreted as representing the deep portions of alkalic-carbonatic systems in post-orogenic geodynamic settings.

LA-ICP-MS U-Pb dating on titanite and apatite grains from clinopyroxenite samples revealed distinct age populations, with some titanites yielding dates of 1148 ± 8 Ma and 1131 ± 28 Ma interpreted as crystallisation ages. Younger dates recorded by other titanite (1096 ± 11 Ma and 1061 ± 14 Ma) and apatite (1055 ± 37 Ma and 933 ± 8 Ma) grains are interpreted as cooling ages or resetting events during and after the Grenvillian orogeny. LA-ICP-MS U-Pb and Hf isotopic analyses of zircon from a syenite, pegmatite and aplite samples yield similar results indicating a crystallization age at ca. 1120 Ma and a $\epsilon_{\text{Hf}} \sim +4.5$ signature.

According to geochemical composition and Hf signature, RNIS is interpreted to have been generated by a low-degree melting of a metasomatised mantle previously enriched in Ba-Sr-LREE, with a crustal contribution from the Quebecia terrane.

The RNIS represents the first pre-Grenvillian REE-rich alkaline intrusion in the Lac-Saint Jean region, offering new insights into the geodynamic setting preceding the Grenvillian orogeny.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #05

Assessing the detrital zircon distribution of the Western Grenville – A foundation for assessing graphite mineralisation distribution

Blereau, E.^a, Rottier, B.^a, Soucy La Roche, R.^b, Guilmette, C.^a, Moukhsil, A.^c

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec; c – Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MNR), Québec

The Grenville Province is a large orogenic belt mainly exposed in Southern Ontario and Quebec within which several metamorphic events are recognised. The different allochthonous terranes record one or more events including the Elzevirian (1245–1225 Ma), Shawinigan (1190–1140 Ma), Ottawan (1090–1020 Ma) and Rigolet (1005–980 Ma) phases. The supracrustal rocks of the Allochthonous Western Grenville (Gatineau to Lac-Saint-Jean) have been subdivided into several different metasedimentary sequences across the Mont-Laurier and Morin Terranes as well as the Allochthonous Medium–Low Pressure Belt. These metasedimentary sequences are host to a variable quantity and quality of graphite showings including several worked deposits. However, it is not presently known what is controlling the distribution of graphite in the region, limiting our ability to find new economic targets.

Overprinting from several metamorphic events has created a high degree of complexity within geochronological data for this region. There are limited, well defined maximum depositional ages available, making it difficult to assess whether the age of the metasedimentary hosts is a controlling factor on graphite distribution. Maximum depositional ages can range up to ~100 Myr within the same terrane. Additionally, there is limited textural information and trace elements accompanying these data.

In this study detrital zircon is being targeted in 28 samples of quartzite and metagreywacke rocks in a near complete transect across the three domains (Mont-Laurier, Morin, Allochthonous Medium–Low Pressure Belt). These rock types were chosen to reduce the impact of metamorphism on the U–Pb system as well as to provide significant quantities of detrital zircons. Trace elements and contextualised internal textures in zircon will assist with separating ages relating to metamorphism and inheritance. This dataset will provide a robust geochronological framework for the supracrustal rocks of the western Grenville. A preliminary LA–ICP–MS dataset from a quartzite collected from the Matawinie deposit yielded age peaks at 2.7, 2.5, 2.3, 1.6, 1.3 and 1.1 Ga with the last one being associated with metamorphic grains. Further inquiries into the metamorphic history between the different terranes is also planned as metamorphic grade can have a significant effect on the quality of graphite flakes

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #06

Évolution tectono-métamorphique de l'arrière-pays de l'Orogène d'Ungava : Nouvelles contributions de la géochronologie U–Pb des zircons détritiques

Jouhari, M.^a, Guilmette, C.^a, Larson, K.^b, Therriault, I.^b, Accotto, C.^a, Vanier, M.-A.^c

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – University of British Columbia Okanagan; c – Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MNR)

L'orogène paléoprotérozoïque de Trans-Hudson (OTH) en Amérique du Nord s'est formé par la collision du craton du Supérieur avec les autres terranes archéens, lors de l'assemblage du supercontinent Nuna/Columbia, enregistrant un cycle de Wilson complet. L'Orogène d'Ungava (OU) est un segment de l'OTH situé dans l'extrême nord du Québec (Nunavik), qui inclut un domaine de ceintures de plis et de chevauchements de l'avant-pays, remarquablement bien préservé et relié à un arrière-pays peu documenté. L'arrière-pays se subdivise en deux domaines; le Domaine de Kovik, interprété comme une fenêtre du Craton Supérieur, et le Domaine de Narsajuaq, composé de roches datant de l'Archéen au Paléoprotérozoïque métamorphisées aux faciès des amphibolites et granulites. Les métasédiments de l'arrière-pays sont attribués à deux principales unités: la Suite métamorphique de Crony qui ceinture le Domaine de Kovik et le complexe Erik Cove formant des lambeaux kilométriques dans le domaine de Narsajuaq. Le principal objectif de ce projet de doctorat est d'étudier l'évolution tectono-métamorphique de l'arrière-pays de l'OU afin d'évaluer ses modèles géodynamiques pendant l'orogénèse Trans-Hudsonienne (2–1,8 Ga). La géochronologie U–Pb sur zircons détritiques permet de déterminer les âges des différentes populations de ces zircons, de déterminer leur âge de dépôt maximal (ADM). Ces résultats permettent d'analyser leurs contextes géodynamiques et paléogéographiques. Lors du métamorphisme amphibolitique supérieur et granulitique, les zircons détritiques peuvent conserver leur croissance magmatique avec des surcroissances métamorphiques. Cependant, ils peuvent également réinitialiser les informations d'âge et de composition héritées. Une partie du projet se base sur les âges U–Pb des zircons détritiques, ainsi que sur l'analyse de leurs textures et de leurs éléments traces, afin de déterminer leur âge maximal de dépôt (ADM) et les sources potentielles des sédiments. L'étude vise également à comparer les différences entre les sources dans les domaines de Kovik et Narsajuaq, ainsi qu'entre l'est et l'ouest, l'arrière-pays et l'avant-pays– un projet postdoctoral en cours se concentre sur les zircons détritiques de l'avant-pays. Dans cette communication scientifique, les résultats préliminaires de la géochronologie des zircons détritiques montrent une provenance variée dans la Suite métamorphique de Crony, avec des occurrences méridionales provenant uniquement du socle archéen, tandis que les occurrences septentrionales incluent des sources archéennes et paléoprotérozoïques. Le Complexe Erik Cove, dominé par une population paléoprotérozoïque datant d'environ 1,8 Ga, n'a pas clairement préservé de zircons détritiques, lesquels ont probablement (re)cristallisé et formé des surcroissances lors du métamorphisme de haut grade, coïncidant avec l'orogénèse Trans-Hudsonienne

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #07

Geochemistry and geochronology of the Mont Albert metamorphic sole (Québec): Insights into subduction initiation

Baron, F.^a, Coleman, M.^a, Fournier-Roy, F.^a, Guilmette, C.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec

Metamorphic soles are thin (<500m thick) sheets of predominantly metabasic rocks located at the base of ophiolites. Soles represent preserved remnants of the subducted oceanic plate and record critical information about the initiation of subduction zones. The study of metamorphic soles is crucial for understanding fossil subduction systems and the architecture of the subducted plate. The Mont Albert ophiolite complex and its metamorphic sole in northern Gaspésie, Québec, give information on the protolith of the subducted Iapetan plate and the Ordovician subduction zone, which accommodated accretion of Iapetan oceanic lithosphere atop the Laurentian margin. The Mont Albert sole is composed of metabasic and metasedimentary rocks, divided into upper and lower units based on lithological and metamorphic facies. The upper unit is characterized by granulitic facies garnet-clinopyroxene-hornblende metabasite, overlying amphibolite facies plagioclase-hornblende amphibolite and garnet-mica schist. Trace element geochemical analysis reveals the metabasites of the upper unit are depleted in light rare earth elements relative to chondrites. The structurally lower unit is composed of fine-grained hornblende-epidote amphibolite and greenschist facies metabasic and metasiliciclastic schists. Spider diagrams displaying profiles of rare earth elements for metabasic rocks of the lower unit are flat and overlap with the rare earth element compositions of the basalt from the structurally underlying Shick Shock Group of the Laurentian rifted margin. Detrital zircon dates from eight metasedimentary samples of the lower and the upper units of the sole and one sample from the Shick Shock Group range from the Archean to the Ordovician. All analyzed detrital zircon samples share a prominent peak at ca. 1000 Ma, attributed to a source within the Grenville Province. Three samples from the upper unit exhibit the youngest dates at ca. 460 Ma, interpreted as the product of metamorphic zircon growth. The data support that subduction initiation occurred close to Laurentia. The lower unit is compositionally equivalent to the Shick Shock basalt, interpreted as the passive margin of Laurentia. The metasedimentary samples from the sole exhibit a Grenvillian detrital zircon signature, derived from Laurentia.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #08

Caractérisation de l'évolution du magmatisme Paléoprotérozoïque du domaine Sud, ceinture de Cape Smith, Nunavik, Québec

Tournier, S.^a, LaFlamme, C.^a, Accotto, C.^a, Guilmette, C.^a, Vanier, M.-A.^b, Mathieu, G.^c

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Direction de l'Acquisition des Connaissances Géoscientifiques, Ministère des Ressources Naturelles et de Forêts (MRNF), Québec; c – Commission Géologique du Canada (CGC), Québec

La caractérisation des diverses phases magmatiques au sein des ceintures orogéniques précambriennes est cruciale pour comprendre leurs évolutions tectono-magmatique et pour mieux contraindre leur potentiel métallogénique. Le domaine Sud (DS) de la ceinture de Cape Smith est un bassin volcanosédimentaire paléoprotérozoïque entre autres composé de trois formations magmatiques, la plus ancienne étant la formation de Beuparant, suivie de la formation de Cécilia et enfin par la formation de Chukotat. Des études ont essayé de déterminer le contexte géodynamique d'origine de ces formations, cependant leurs interprétations divergent. Les premières études ont interprété ces formations comme faisant partie d'un cycle de Wilson complet, et ont donc proposé une origine de type rift continental, point chaud et rift océanique pour les formations de Beuparant, Cécilia et Chukotat respectivement. Des études plus récentes contredisent ces origines de type rift et optent plutôt pour des origines de type panache mantellique pour les formations de Beuparant et de Chukotat. Le but de cette étude est de caractériser géochimiquement ces différentes formations afin de déterminer leurs contextes géodynamiques d'origine. Cela permettra aussi de déterminer les différences entre la formation de Chukotat, riche en minéralisation de type Ni-Cu, et la formation de Beuparant, pauvre en minéralisation. Pour cela, nous avons effectué trois transects N-S à travers le DS lors desquels nous avons sélectionné des échantillons pour analyse géochimique. Nous avons complété nos données avec une compilation des analyses disponibles sur le SIGEOM. L'analyse des terres rares ainsi que des ratios Th/Yb et Nb/Yb indique des origines de type E MORB pour la formation de Beuparant, E-MORB/OIB pour la formation de Cécilia et N MORB pour la formation de Chukotat. Cependant, on remarque un certain degré de contamination par une croûte continentale au sein des formations de Beuparant et de Chukotat. La signature de cette contamination est similaire entre les deux formations, ce qui semble indiquer une unique source pour la contamination. Ces résultats préliminaires ne permettent pas de conclure sur l'origine de la formation de Beuparant, mais indiquent une origine de type point chaud pour la formation de Cécilia et de type panache mantellique pour la formation de Chukotat. Ces résultats sont cohérents avec certaines des études récentes menées au sein du DS. Aussi, on remarque que la formation de Beuparant est beaucoup plus riche en terres rares légères que la formation de Chukotat. Enfin, ces résultats semblent indiquer l'absence de formation d'une croûte océanique dans le DS.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #09

Volcanism of the Opémisca Group at Chapais-Chibougamau (Québec), in the Abitibi subprovince

Bats, G.^a, Ross, P.-S.^a, Leclerc, F.^b

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec; b – Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MNR)

This PhD project, located at Chapais-Chibougamau region (northeastern Archean Abitibi Subprovince, Québec), aims to study the volcanic rocks of the Opémisca Group. Regional stratigraphy is split into the Roy Group, mostly submarine sub-alkaline volcanic rocks (2735-2716 Ma) and the Opémisca Group, mostly sedimentary assemblages, while to the north, in the Waconichi Syncline, it includes the Chebistuan Formation (<2707 Ma) and to the south, in the Chapais Syncline, it includes the Stella Formation (<2704 Ma) and a reputed late, subaerial, potassic volcanic event, the Haüy Formation (<2692 Ma). Mapping and geochronological analyzes realized at Ruisseau aux Alouettes (La Trêve Syncline, NTS 32G13) show that submarine subalkaline magmatism occurred earlier in the Opémisca Group but its volcanic stratigraphic position needs to be clarified. This leads to the question: What is the nature, chemistry and age of the volcanism in different Opémisca basins? Therefore, two additional Opémisca basins were mapped in 2024. On the northern flank of the western Chapais Syncline, a 2.5 km section (apparent thickness) allows us to identify, from north to south: 1- Daubrée Formation turbidites; 2- Massive pyroxene-phyric basalt lavas (calc-alkaline affinity); 3- Massive and lobate feldspar-phyric trachyandesite lavas (alkaline affinity), which are synchronous with and capped by 4- Conglomerates and sandstones; 5- Massive pyroxene-phyric intermediate lavas (calc-alkaline affinity); and 6- Massive aphanitic intermediate lavas (calc-alkaline to alkaline affinity). In the south-western Waconichi syncline part, a 3.5 km section with rocks younging towards the south allows four facies to be identified: 1- Massive feldspar-phyric intermediate sill showing peperitic contacts with the Chebistuan Formation turbidites; 2- Several levels of coarse sedimentary rocks that are synchronous to volcanoclastics and/or fractured and blocky amphibole-bearing basalt lavas (calc-alkaline affinity); 3- Massive, lobate and pillowed feldspar-phyric intermediate lavas (calc-alkaline to alkaline affinity); 4- Massive pyroxene- and feldspar-phyric basaltic to intermediate lavas (calc-alkaline affinity). Depositional environments of these volcano-sedimentary rocks mark the transition between a deep submarine environment (turbidites) to a shallower one (amygdaloidal lobate and pillowed lavas...). Some lavas, volcanoclastics and sedimentary rocks could be subaerial.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #10

Lithological mapping in northeastern Québec with a deep learning algorithm (SCB-Net) integrating field samples and remote sensing data

Cardoso Pavon, M.^a, Gloaguen E.^a, Silva dos Santos, V. ^a

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec

In the initial phase of mineral exploration, one key source of information are geological maps, which help locate potential prospection targets. They are usually produced through a combination of ground truth observations and, when that is not available, extrapolation of the geological information inferred through conceptual or numerical methods (e.g. photointerpretation or field-data-constrained estimates, respectively). They usually rely on one or few data sources or assume linearity between variables, which may limit their capability to faithfully model the complexity of real geological data. Artificial intelligence offers a promising tool to address this issue. In particular, deep learning algorithms can process multivariate geospatial sources of information and infer non-linear relationships hidden in complex datasets. The SCB-Net, a recently developed deep learning algorithm using convolutional neural networks, has demonstrated success in generating predictive lithological maps by integrating field samples with remote sensing and geophysical data. It leverages publicly accessible multidisciplinary datasets from Google Earth Engine (Sentinel 2, ALOS PALSAR-2 and Copernicus GLO-30 DEM) and Québec Spatial Reference Geomining Information System, SIGÉOM (lithological field samples and an aeromagnetic survey). However, the accuracy of its predictions in regions with limited geoscientific data, which is often the case of mineral exploration frontiers, still requires investigation. In order to test the algorithm's predictive capability in data-sparse regions, this study aims in training SCB-Net in a location with high-density data and apply that model in an understudied area. The training dataset will be the well-documented Central Metasedimentary Belt portion in Québec. The model will then be tested in the metasedimentary Wakeham Group, in the allochthonous northeastern section of the Grenville Province. Despite limited available data, there is increased interest in that metamorphic terrain. It has documented enrichment in REE and potential to host IOCG-type and skarn-type mineral deposits with Co, Cu, Pb and Zn, strategic elements of surging demand due to the ongoing global energetic and digital transition.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #11

Reconstitution de la dynamique glaciaire tardi-wisconsinienne de la région de Sayabec (22B12) à partir de la cartographie géomorphologique

Pleyers, J.^a, Allard, G.^a, Meury, S.^b, Belko, A. P.^b, Bernier, J. F.^b, Lajeunesse, P.^b

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Département de géographie, Université Laval, Québec

Durant la période wisconsinienne, la Gaspésie a été profondément modelée par l'action glaciaire, qui a laissé des traces géomorphologiques et sédimentaires marquantes dans le paysage. La présence de l'Inlandsis laurentidien dans la région a notamment entraîné l'érosion de cirques glaciaires dans la chaîne des Appalaches, la mise en place de till, la formation de lacs glaciaires et le dépôt de différentes moraines. Par ailleurs, la transgression marine de la mer de Goldthwait, causée par l'enfoncement de la croûte terrestre sous le poids de la glace, ainsi que la formation de lacs liés à la fonte de la calotte, ont provoqué un remaniement des sédiments et produit différents dépôts, telles que des crêtes de plage marines et des terrasses lacustres.

Ce projet, initié dans le cadre du programme PACES Gaspésie-Matapédia, vise à inventorier et analyser les formes glaciaires du secteur du lac Matapédia, dans l'est du Québec. L'objectif principal est de mieux comprendre la dynamique glaciaire régionale et de préciser le patron de déglaciation du secteur, en s'appuyant sur l'analyse de données LIDAR et de photos aériennes.

Cette initiative permettra d'approfondir les connaissances sur la dynamique glaciaire de la Gaspésie, en fournissant des informations sur l'évolution de l'Inlandsis laurentidien et de son impact sur le paysage local. Ce travail de cartographie et d'analyse géomorphologique aidera ainsi à mieux comprendre les effets de la dernière glaciation dans cette région.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #12

Identification des géomorphosites potentiels sur le territoire de la MRC de la Côte-de-Beaupré

Mongrain, V.^a, Viau, A.^b

a – Département de géographie, Université Laval, Québec; b – Département des sciences géomatiques, Université Laval, Québec

Le concept de géomorphosite est relativement récent, il a émergé à la suite d'une prise de conscience de l'importance du patrimoine géologique et géomorphologique régional. Un géomorphosite est défini comme une forme, un processus ou un objet géologique ou géomorphologique qui témoignent des processus géologiques et/ou géomorphologiques anciens, récents ou actuels qui ont façonné le relief. Les géomorphosites présentent des tailles variées allant de quelques mètres carrés pour un bloc erratique jusqu'à plusieurs kilomètres carrés dans le cas d'une terrasse marine. La zone d'étude couverte dans le cadre de ce projet est le territoire de la MRC de la Côte-de-Beaupré. Le territoire de la MRC possède la particularité de se trouver à la jonction de 3 provinces géologiques et présente des formes de relief variées qui résultent d'une évolution complexe. Le patrimoine géologique et géomorphologique est mal connu du grand public et est rarement inclus dans les stratégies de développement de l'offre touristique des MRC au Québec. L'objectif principal du projet est d'identifier des géomorphosites qui présentent un intérêt géologique et/ou géomorphologique sur le territoire de la MRC de La Côte-de-Beaupré dans l'optique de créer une ébauche de circuit géo-touristique qui puisse les mettre en valeur. Une méthodologie a été élaborée pour identifier les sites d'intérêts. Elle comprend dans un premier temps (1) la réalisation d'un portrait des caractéristiques géologique et géomorphologique de la zone d'étude, (2) ensuite l'identification des zones potentielles d'intérêts géomorphologique et/ou géologique, (3) puis l'identification des zones de valeurs touristiques et paysagères. La méthodologie comprend, dans un deuxième temps, l'élaboration d'une grille d'évaluation multicritères permettant d'évaluer la valeur scientifique, pédagogique, paysagère et touristique des géomorphosites identifiés. Une recherche terrain à partir de 3 sentiers pédestres a permis d'identifier 20 géomorphosites. Chaque géomorphosite a fait l'objet d'une description physique et morphogénique de manière à souligner le caractère unique du site. Chaque site a ensuite été évalué en fonction de la grille multicritères dans le but de caractériser sa valeur scientifique, pédagogique, paysagère et touristique. Dans le but de révéler le géopatrimoine de la région et de le rendre accessible, deux propositions de mise en valeur ont été élaborées. La première comprend l'élaboration d'une carte thématique qui présente l'ensemble des 20 géomorphosites et les processus morphogéniques dominants. La seconde proposition est un circuit pédestre géodidactique sous forme de boucle autour d'un pôle touristique.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #13

Géomorphologie et géologie du Quaternaire de la région de Stoneham-Tewkesbury, Québec

Davis, P.^b, Allard, G.^a, Therrien, R.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b - Département de géographie, Université Laval, Québec

L'étude de la mise en place des formes géomorphologiques durant le Quaternaire ainsi que de la répartition spatiale des dépôts quaternaires, présentent un grand intérêt sur les plans économique et scientifique (Brouard et al, 2023). La cartographie est une des méthodes efficaces pour l'étude des dépôts quaternaires à l'échelle locale et régionale. Les glaciations du Quaternaire ont façonné les paysages au Québec, comprendre les processus qui en découlent est important. La déglaciation du secteur du Parc des Laurentides qui s'est opérée entre 13 000 et 11000 ans environs, a marqué le retrait des glaciers recouvrant cette région. Cette région de la Province de Grenville présente une géomorphologie très diversifiée, influencée par la topographie et par une histoire glaciaire relativement complexe. La Province de Grenville est constituée principalement de roches d'origine plutonique, métamorphique de haut grade et métasédimentaire, ayant subi plusieurs phases de déformation liées à l'orogène Grenvillien. Ces formations rocheuses forment une pénéplaine résultant de l'érosion de l'ancienne chaîne Laurentienne. Cette histoire glaciaire complexe des Laurentides a laissé des traces visibles, telles que des moraines, des drumlins, des grandes zones de till mince et de tills continu sur les grands plateaux et des lacs glaciaires, témoignant des avancées, et reculs du front glaciaire. Dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines dans la région en 2010 et 2011, des travaux de terrain ont été réalisés pour documenter les dépôts quaternaires du secteur à l'étude. L'analyse des dépôts de surface doit être réalisée en amont de l'étude des eaux souterraines.

Cet essai a pour objectif de cartographier les différentes morphologies glaciaires présentes dans le secteur du feuillet 21M03, afin d'interpréter les différents mouvements glaciaires et les patrons de déglaciation de la région pour avoir une meilleure compréhension de leurs modes de formations et des mécanismes de transport et de dépôt les ayant affectés lors de la dernière déglaciation dans cette région de la réserve faunique des Laurentides. En lien avec la cartographie des dépôts Quaternaire, ce projet vise à faire l'identification des formes géomorphologiques associés aux avancées et reculs du front glaciaire pour mieux comprendre les processus de retenu responsable de la formation de lacs glaciaires.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #14

A holistic approach towards the integration of geothermal energy in remote northern communities

Chapman, F.^a, Soucy La Roche, R.^a, Raymond, J.^a

a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec

Geothermal energy is increasingly considered as an energy alternative across off-grid indigenous communities in northern Canada. These communities primarily rely on diesel for electricity and a combination of oil, propane, wood, and diesel for heating. Burwash Landing, the seat of the Kluane First Nation government in Yukon Territory, Canada, is located on the shore of Łù'àn Mǎn (Kluane Lake) at the base of the St. Elias Mountains and near a step-over in the Denali fault. A Play fairway analysis of southwestern Yukon highlights the geothermal favourability around Burwash Landing.

Over the past 15 years, Kluane First Nation has taken significant steps to reduce greenhouse gas emissions and drilled a community-led geothermal exploration borehole in 2012 (KFNL; 387 m). KFNL was drilled northeast of the Denali fault in Quaternary sediments. In 2021, the Yukon Geological Survey drilled a second exploration borehole (DRGW; 220 m) in bedrock to the southwest. This provided a unique opportunity to contrast geothermal context on either side of the Denali fault. The temperature gradients in KFN-L and DRGW are 45 and 35 °C km⁻¹, respectively. Fibre-optic digital temperature sensing was used to produce high-resolution thermal conductivity profiles for each borehole. These results led to a heat flux estimation of ~ 90 mW m⁻² at both sites. The field results were then combined into a coupled groundwater flow and heat transfer model to evaluate temperature at depth.

This poster presents the evaluation of the geothermal potential around Burwash Landing, considering the influence of the Denali fault on local geothermal resources alongside socio-economic factors. Both the local geology and socio-economic factors are combined to offer Kluane First Nation context-informed recommendations for the integration of geothermal energy into their energy budget.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #15

Deep geothermal energy potential of Baker Lake (Nunavut, Canada): initial resource assessment from Monte Carlo analysis

Bacon, Y.^{a,b}, Miranda, M. M.^a, Raymond, J.^a, Newson, J.^b, Wigston, A.^c, Minnick, M.^d

a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec; b – Reykjavik University, Reykjavik, Iceland); c – Natural Resources Canada, Ottawa; d – RESPEC, Rapid City, United States.

Nunavut is a vast territory covering more than 1,800,000 km², home to approximately 39,000 inhabitants, the majority of whom are Inuit, living in 25 communities that are not connected to the national power grid. These communities primarily rely on diesel generators for electricity and oil furnaces for heating. However, there is growing interest among northern communities and government authorities in transitioning to renewable energy sources, particularly geothermal energy. Nevertheless, Nunavut faces a critical lack of data to assess its geothermal potential.

This project was therefore initiated to evaluate the deep geothermal potential beneath Baker Lake, Nunavut, Canada. In 2022, a 500-meter-deep borehole was drilled in the community to collect the necessary data, including temperature profiles, thermal conductivity, and the concentration of heat-producing radioactive elements in core samples. The study aims to assess surface heat flow and subsurface temperature distribution to determine the available energy potential and evaluate geothermal resources for heating and electricity production. Analyses were conducted using Monte Carlo simulation methods to account for uncertainties associated with each parameter.

The most probable corrected geothermal gradient is 28°C/km, with a terrestrial heat flow of 71 mW/m². While temperatures above 50°C can be reached at depths starting from 2 km, geothermal heating becomes viable only at depths of 3 km, with a 74% probability, and 4 km, with a 90% probability of meeting the community's annual heating demand. The study's results indicate that temperatures suitable for electricity production are accessible below 5 km. However, at this depth, the probability of meeting the community's electricity demand using a binary-cycle power plant is only 3%. This probability increases significantly with depth, reaching 34% at 6 km, 70% at 7 km, and 87% at 8 km. In conclusion, this project highlights the significant potential of geothermal energy as a sustainable alternative to meet the heating and electricity needs of Nunavut's communities.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #16

Geothermal potential of the South Slave region (Northwest Territories, Canada); project update

Thibault, M.^a, Comeau, F.-A.^a, Raymon, J.^a, Rahaobelison, M. M.^a, Terlaky, V.^b, Qadri, S. M. T.^b

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS); b - Northwest Territories Geological Survey (NTGS)

The South Slave Region (Northwest Territories, Canada) is known to have the highest heat flow (>100 mW m⁻²) in the Western Canadian Sedimentary Basin. However, an analysis of deep geothermal resources has not been undertaken for communities in this region. This project aims to fill this gap by analyzing the geothermal resources of the region, with a focus on understanding the subsurface thermal properties to estimate temperatures at depth below the communities of Fort Providence, Kakisa, Hay River, and Enterprise. This presentation aims to review recent research efforts to better define the geothermal potential of these remote communities.

The Devonian sedimentary rock sequence on which the communities lie is thin (500 to 750 m) and has relatively low permeability (on average <10-14 mD). Additionally, the lack of information on the Precambrian basement below Devonian sedimentary rocks limits the development of deep geothermal energy resources due to high uncertainty and risk. These factors pose significant challenges for the exploration and development of conventional geothermal systems, which typically rely on deep, permeable aquifers to extract heat efficiently.

Deep borehole heat exchangers (DBHE) could be an appealing technology for direct use of heat in this geological context. However, a comprehensive assessment requires a detailed understanding of the thermal properties of the rocks and accurate temperature estimates at depth to model such systems.

The first phase of the project focused on the sedimentary rock sequence. A total of 112 rock samples collected from cores and outcrops representing key geological formations within the stratigraphy were analyzed to determine their thermal properties. This allowed for creating a thermostratigraphic log for each community, defining the thermal characteristics of the sedimentary layers. Based on these data, geothermal gradients and heat flow values were calculated for each community using 1D temperature models derived from bottom-hole temperatures and well log data.

The next phase involved analyzing the Precambrian basement, which underlies the Devonian rocks. Ninety-one samples were collected in 2023 from outcrops and drill cores representing the main geological units, aiming to measure the anticipated range of thermal conductivity in Precambrian basement rocks. Fieldwork was expanded in 2024 to include temperature measurements in groundwater wells, refining estimates of the undisturbed ground temperature. The results were used to extrapolate the subsurface temperature in the basement until 10 km depth. Results allowed predicting temperature

at the top of the Precambrian basement (500 to 750 m depth), expected to range from 30 to 36 °C under a surface heat flow between 99 to 157 mW/m². At 3 km depth, temperature is expected to vary from 100 to 156 °C, and at 10 km, from 303 to 511 °C. Among the studied communities, Hay River exhibits the highest geothermal gradient with significant potential for deep closed-loop systems.

Engagement with local communities was achieved, through efforts to share information about geothermal energy, including presentations in elementary and high schools. The current project phase focuses on modelling Deep Borehole Heat Exchanger (DBHE) systems to evaluate their thermal outputs for heating applications.



Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement

7 Mars 2025

Sessions de Posters / Poster Sessions

Local / Room : Hall Marcelle-et-Jean-Coutu (1500)

Session 3 - Ressources en Eau / Water Resources

- #17 - Développement d'un tableau de bord pour soutenir la gestion régionale de l'eau. *Hugo Busnel*
- #18 - Analyse comparative d'outils 2D de cartographie de vastes zones inondables selon leurs caractéristiques computationnelles et leur capacité à résoudre des tests de référence. *Lincoln Dugué*
- #19 - Numerical modelling of deep groundwater flow systems affected by permafrost in the context of a deep geological repository. *Mahsa Malmir*
- #20 - Evaluating the talik beneath the Kuuguluk River at Salluit, Nunavik, Quebec: assessing its aquifer potential, sustainability, and vulnerability to environmental and climate-induced changes. *Anne Joseph*
- #21 - Modélisation de l'impact du pompage par des puits à haute capacité sur l'hydrologie de petits bassins versants à l'Île du Prince Edouard. *Cyrille Gatien Kafack Zamo*
- #22 - Relation between river-talik system, organic matter remobilization, and the microbial community. *Étienne Grenier*
- #23 - G-HYDROTEL: Une interface graphique interactive pour la gestion participative des prélèvements eau au Québec dans un contexte de changement climatique. *Louiné Celicourt*
- #24 - Development of a cranberry farm water management model and integration to distributed hydrological model. *Nafiseh Khoramshokoh*

Session 4 - Environnement / Environment

- #25 - Détection de stress hydrique dans les cultures de pommes de terre en utilisant les images infrarouges thermiques acquises par drone – à l'aide des techniques d'apprentissage automatique. *Aya Ben Youssef*
- #26 - Nouvelles voies biologiques pour la biodégradation du PFOA. *Nihed Tellili*
- #27 - Biorécupération des éléments de terres rares à partir des déchets électroniques en utilisant de la biomasse microbienne activée chimiquement : optimisation de la phosphorylation des cellules de *Saccharomyces cerevisiae*. *Intissar Braiek*
- #28 - Étude des paramètres qui gouvernent le comportement thermique d'un recouvrement isolant avec couche de convection utilisé pour restaurer un parc à résidus filtrés situé en région de pergélisol continu. *Juliette Perron*
- #29 - Estimation de l'érosion du sol par les radionucléides des retombées atmosphériques de ^{137}Cs et du $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ dans le bassin versant de l'Ikopa, Madagascar. *Silvère Ramanantoanina Tsaravola*
- #30 - Impact de l'expansion arbustive en Arctique sur le régime thermique estival du pergélisol. *Étienne Tremblay*

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #17

Développement d'un tableau de bord pour soutenir la gestion régionale de l'eau

Busnel, H.^a, Lefebvre, R.^a, Lavoie, R.^b, Paradis, D.^a, Mayrand, J.^b

*a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec;
b – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec*

Au Québec, de nombreux acteurs participent à la gouvernance et la gestion de l'eau. Cette étude s'inscrit dans un projet visant à développer une approche participative réunissant les acteurs concernés (municipalités, organisations de bassins versants, citoyens et scientifiques) pour élaborer des plans de gestion régionale de l'eau. Ces acteurs ont exprimé le besoin d'accéder à des informations claires et précises sur les ressources en eau afin de soutenir les actions à court et long terme face aux défis climatiques et aux pressions croissantes sur ces ressources vitales.

Le tableau de bord est structuré autour de trois composantes principales : 1) l'état des ressources en eau, qui comprend une évaluation des ressources en eaux souterraines et de surface, notamment les niveaux des nappes phréatiques et les débits des cours d'eau ; 2) l'utilisation de l'eau, qui inclut une analyse des différents usages, un inventaire des principaux utilisateurs et leur localisation pour anticiper et prévenir les conflits potentiels liés à l'accès à l'eau ; et 3) les actions de gestion, qui se concentrent sur le suivi des mesures mises en place par les différents acteurs en lien avec les principaux enjeux régionaux.

Accessible aux non-spécialistes, le tableau de bord utilise des indicateurs simples mais pertinents, appuyés par des données centralisées issues de sources climatiques, hydrologiques et géographiques. Dans sa version initiale, il s'agit d'une preuve de concept « statique » permettant d'évaluer si l'outil répond aux besoins des parties prenantes. À terme, une version dynamique permettra une visualisation en temps réel des niveaux d'eau et des débits, offrant ainsi une meilleure réactivité face aux variations climatiques ou aux périodes de stress hydrique.

Ce tableau de bord s'inspire des meilleures pratiques internationales et repose sur des outils technologiques avancés pour renforcer la résilience des systèmes de gestion de l'eau face aux défis du changement climatique et de l'urbanisation. En facilitant l'intégration des connaissances sur les ressources en eau dans les stratégies de gestion, cet outil contribue à protéger ces ressources tout en promouvant une utilisation durable et équilibrée.

Cette solution socio-scientifique innovante constitue une réponse aux défis de durabilité. En rassemblant les acteurs concernés autour d'une approche coordonnée et participative, elle garantit une gestion régionale efficace et adaptée à long terme.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #18

Analyse comparative d'outils 2D de cartographie de vastes zones inondables selon leurs caractéristiques computationnelles et leur capacité à résoudre des tests de référence

Dugué, L.^a, Rousseau A. N.^a, Foulon E.^a

a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec

Les effets dévastateurs des épisodes d'inondations, les progrès informatiques et le besoin de cartographier avec précision les zones à risque ont favorisé l'évolution rapide des modèles hydrodynamiques. On est passé des modèles 1D aux 2D et 1D-2D, chacun avec ses atouts. La plupart utilisent les équations complètes de Saint-Venant, mais des approches simplifiées gagnent aussi en popularité. La sélection d'un modèle demeure une tâche ardue, faisant face à de nombreux enjeux tant techniques que pratiques. Ces défis concernent notamment la représentation topographique, la performance computationnelle, l'exactitude des résultats (en termes de niveaux d'eau, de vitesses d'écoulement, étendues inondées, etc.), ainsi que la capacité d'adaptation du modèle. Cette étude vise à développer une approche méthodologique pour comparer les modèles hydrodynamiques bidimensionnels (2D). D'abord, elle s'appuie sur le référentiel (*benchmark*) britannique, en l'actualisant avec de nouveaux scénarios de test pour les modèles HEC-RAS 2D et H2D2. Ensuite, elle évalue leurs performances dans diverses situations hydrodynamiques complexes, notamment leur capacité à intégrer les éléments structurels et les dynamiques des plaines inondables. La méthode « *piscine* » est utilisée pour assurer la cohérence épistémologique des configurations entre les deux modèles. A cette étape, les deux solveurs de résolution des équations de Saint-Venant dans leur intégralité au sein du logiciel HEC-RAS sont utilisés. Le même modèle de turbulence est appliqué, et on évalue les performances en analysant les résidus obtenus. Les benchmarks visent à statuer sur la stabilité, l'efficacité computationnelle, la précision et la gestion des écoulements turbulents. Des analyses spécifiques sont menées près des obstacles tels que les piles de ponts, et des métriques pour comparer les résultats aux solutions analytiques et aux modèles de référence. Enfin, des analyses de sensibilité et d'incertitude seront effectuées sur les variables d'entrée afin d'évaluer leur impact sur la stabilité et les résultats des modèles. Ce travail fournira un cadre complet pour évaluer et confronter divers modèles hydrodynamiques bidimensionnels, offrant ainsi un outil de référence essentiel pour les chercheurs et praticiens.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #19

Numerical modelling of deep groundwater flow systems affected by permafrost in the context of a deep geological repository

Malmir, M.^a, Molson, J.^a, Therrien, R.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec

Numerical modelling of a hypothetical geosphere in the Canadian Shield is used to evaluate how permafrost freeze/thaw cycles influence groundwater flow and thermal conditions around a deep geological repository (DGR). This research investigates the effects of transient processes associated with long-term climate change and glacial cycles on the evolution of deep groundwater systems. Simplified conceptual models are developed at appropriate spatial and temporal scales, incorporating both field data and insights from a northern research site near Umiujaq, Nunavik, Quebec, Canada. Projections of future climate transitions are based on air temperature records from the past million years, serving as an analogue for potential future changes. Simulated processes include coupled groundwater flow, heat and mass (brine) transport, with freeze/thaw, latent heat and ice-fraction dependent relative permeability. Results reveal that permafrost cycles can alter deep groundwater pathways by forming transient barriers that limit water and brine flow between the geosphere and biosphere, resulting in extended flow paths and longer residence times. On the other hand, taliks beneath lakes can preserve hydraulic connections between the geosphere and biosphere, enabling temporary groundwater flow even during glacial periods. The outcomes of this study offer critical insights into how future glaciations could impact the long-term safety of DGRs.

meilleure poster

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #20

Evaluating the talik beneath the Kuuguluk River at Salluit, Nunavik, Quebec: assessing its aquifer potential, sustainability, and vulnerability to environmental and climate-induced changes

Joseph, A.^a, Benoit, N.^b, Paradis, D.^d, Faucher, B.^c, Molson, J.^a, Fortier, R.^a

a – Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec; b – Commission géologique du Canada (CGC), Québec; c – Commission géologique du Canada (CGC), Ottawa; d – Institut national de la recherche scientifique (INRS), Québec

The paleoclimate since the late Pleistocene has garnered much attention due to its significant effects on hydrology and landforms in northern environments. In this talk, the hydrogeological and permafrost characteristics in the area of Salluit, Nunavik, Quebec, will be presented. More specifically, the effects of the region's glacial and marine sediments, hydraulic gradients, and temperature dynamics on permafrost stability were revealed by detailed fieldwork, which included borehole analysis, temperature profiling, hydraulic head monitoring, and groundwater sampling. The sediment sequence found in the boreholes, from top to bottom, was typically as follows: 2.8–4.9 meters of gravelly sandy alluvium, 1.5–3.9 meters of glaciomarine sediments, 0–2.5 glaciofluvial sediments and more than 1–3.5 meters of glacial diamicton. The glaciofluvial sediments and part of the glacial diamicton were coarse-grained and frozen, whereas the glaciomarine sediments showed varying permeability because of alternating coarse and fine layers. During drilling conducted in October 2024, the permafrost table was encountered at a depth of approximately 8 meters. Tests of hydraulic conductivity revealed differences between shallow and deep coarse sediments. Because a significant portion of the sedimentary sequence lies within permafrost, the glaciofluvial and glacial deposits beneath the glaciomarine sediments have no current aquifer potential. The shallow aquifer of alluvial sediments showed high permeability and a good aquifer potential. Thermistors were used to measure seasonal temperature profiles, which revealed depth-dependent gradients and temporal variations that are essential for understanding groundwater flow. Seasonal cycles and groundwater-mineral interactions were further clarified by geochemical and isotopic analyses. At present, although there is no established Local Meteoric Water Line (LMWL) for Salluit, preliminary $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ analyses of groundwater and surface water have been conducted. When compared to the Global Meteoric Water Line (GMWL), the results suggest that the water in the talik and surface water exhibits signs of evaporation. Future research will use hydro-geochemical models to assess mineral equilibria controls on aqueous geochemistry as well as changes in total dissolved solids (TDS) during permafrost thaw at Salluit. These findings expand our knowledge of the relationships between hydraulic properties, sediment composition, and permafrost dynamics, laying the groundwork for developing advanced cryohydrogeological models to forecast the effects of climate change, and for supporting sustainable resource management in sensitive Arctic environments.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #21

Modélisation de l'impact du pompage par des puits à haute capacité sur l'hydrologie de petits bassins versants à l'Île du Prince Édouard

Kakack Zamo, C. G.^a, St-Hilaire, A.^a, Van Den Heuvel, M.^b, Suraj, P.^a

a - Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec; b – Université de l'Île du Prince Édouard (UIPE), Charlottetown

Située sur la côte est du Canada, dans le Golfe du Saint-Laurent, l'Île-du-Prince-Édouard (IPE) est la plus petite des provinces canadiennes. La province dépend essentiellement des eaux souterraines pour son approvisionnement en eau potable ainsi qu'une grande partie de ses besoins industriels.

Ce travail vise à évaluer les effets potentiels du pompage par des puits à haute capacité sur la quantité (débit) et la qualité (température) de l'eau des bassins versants de la rivière Dunk et du ruisseau Coles. À l'aide du modèle hydrologique CEQUEAU, nous avons simulé, pour la période 1979-2023, le débit et la température des cours d'eau, afin d'évaluer la capacité du modèle à les reproduire à partir de données météorologiques. Pour aller plus loin, nous intégrons un module de pompage dans CEQUEAU afin de simuler divers scénarios de pompage et leurs impacts potentiels sur le débit et la température.

La calibration du modèle à partir des données issues d'une station hydrométrique située dans la zone d'étude, couvrant la période de 2016 à 2023, a permis d'obtenir un KGE de 0,64 et un NSE de 0,54 pour le débit, indiquant une performance modérée dans la reproduction des variations observées. Pour la température, la calibration a produit un RMSE de 1,52 °C et un biais de 0,086 °C, reflétant une précision acceptable dans la simulation thermique, malgré un léger décalage systématique.

Après la calibration et validation des résultats de la simulation, nous procéderons à une série de simulations avec et sans pompage. Le premier scénario consistera à simuler les débits et les températures sans pompage, pour servir de référence. Le deuxième reproduira les conditions de pompage actuelles, avec des simulations à 50 % et 100 % de la capacité maximale. Dans le troisième scénario, nous augmenterons progressivement le débit de pompage de 25 %, à 100 % (doubler le débit de pompage dans ce cas) au-dessus des débits actuels afin d'analyser les réponses hydrologiques et thermiques des cours d'eau sous des conditions de pompage intense.

Les conclusions de cette étude fourniront des informations clés pour une gestion efficace et durable des ressources en eau. Elles contribueront également à la gestion des écosystèmes aquatiques, en mettant l'accent sur les habitats hydrothermiques des poissons, et pourront influencer l'élaboration ou l'amélioration des politiques de gestion de l'eau, favorisant ainsi des pratiques de pompage durables à l'Île-du-Prince-Édouard.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #22

Relation between river-talik system, organic matter remobilization, and the microbial community

Grenier, É.^a, Benoit, N.^b, Ahad, J.^b, Comte, J.^a

*a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement, (INRS-ETE), Québec;
b – Commission Géologique du Canada (CGC), Ressources naturelles Canada*

Pour plusieurs municipalités du nord du Québec, l'accès à l'eau potable peut représenter un défi majeur. Les taliks, définis comme des zones de sol non gelé en permanence situées dans des régions de pergélisol, pourraient constituer une solution à ce défi lorsque leur potentiel aquifère est suffisant. À Salluit, le talik sous la rivière Kuuguluk présente un bon potentiel aquifère. Cependant, la durabilité et la vulnérabilité du système-talik doivent être évaluées pour déterminer son potentiel de desservir la communauté en eau potable. Cette étude pourrait servir de cadre applicable pour d'autres communautés nordiques situées en zone de pergélisol et confrontées à des défis similaires.

Le but spécifique de ce projet de maîtrise est de caractériser les relations entre la formation de talik, la remobilisation de matière organique ainsi que la communauté microbienne. Cette étude contribuera à explorer si les taliks peuvent permettre l'approvisionnement en eau potable. L'étude a pour sujet le talik sous la rivière Kuuguluk, où des échantillons seront prélevés lors de l'été 2025. Des échantillons d'eau et de sol permettront de caractériser la communauté microbienne au niveau de leur diversité taxonomique et fonctionnelle; déterminer la concentration et composition en matière organique dissoute (MOD) des différents milieux; et quantifier et identifier la présence de certains contaminants, comme des composés aromatiques polycycliques (CAP) et des métaux. Plusieurs stations seront identifiées le long de transects où de l'eau de surface, de l'eau puits et de l'eau interstitielle seront récoltées. Des carottes de sol seront aussi échantillonnées sur les versants de la rivière. L'ADN bactérien des différents milieux sera extrait puis séquencé par metabarcoding. De la métagénomique sera appliquée sur certains échantillons. Les concentrations de CAP retrouvées dans l'eau et dans le sol seront évaluées par chromatographie à phase gazeuse couplée à spectrométrie de masse.

Les résultats attendus incluent une évaluation de la connectivité hydrologique du milieu, qui pourrait augmenter avec la fonte du pergélisol. Ce projet multidisciplinaire, qui intègre la microbiologie, la géochimie et l'hydrogéologie, s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre plusieurs chercheurs et étudiants. Cette collaboration pourrait contribuer à la sécurité hydrique des communautés nordiques et à une meilleure compréhension des impacts du changement climatique.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #23

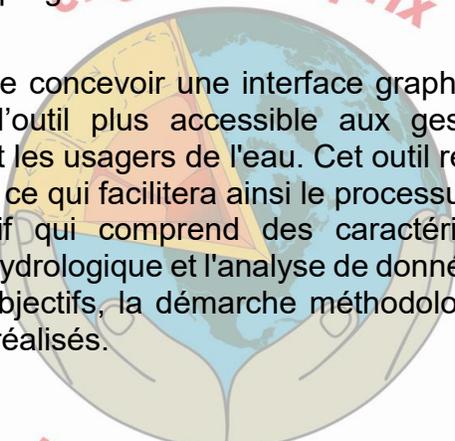
G-HYDROTEL: Une interface graphique interactive pour la gestion participative des prélèvements eau au Québec dans un contexte de changement climatique

Célicourt, L.^a, Rousseau, A. N.^a, Savary, S.^a, Tremblay, S.^a, Célicourt, P.^a

a – Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec

De nombreux bassins versants de la province du Québec font face à des pénuries d'eau depuis le début du deuxième millénaire. Une gestion contrôlée et efficace des prélèvements représente un mécanisme pertinent pour réduire non seulement les conflits d'usages mais aussi les dommages sur les écosystèmes aquatiques. HYDROTEL, un outil de modélisation hydrologique avancé, offre la possibilité d'évaluer l'effet des prélèvements sur les débits à l'étiage. Néanmoins, son utilisation demeure difficile d'accès, requérant des programmes externes et des interventions manuelles laborieuses.

L'objectif de ce projet est de concevoir une interface graphique conviviale baptisée G-HYDROTEL pour rendre l'outil plus accessible aux gestionnaires des ressources hydriques, les chercheurs et les usagers de l'eau. Cet outil rendra possible l'analyse des scénarios de prélèvements, ce qui facilitera ainsi le processus décisionnel. Le but est de proposer un outil interactif qui comprend des caractéristiques avancées pour la cartographie, la simulation hydrologique et l'analyse de données. Cette affiche présentera le contexte du projet, les objectifs, la démarche méthodologique, les composantes de l'outil ainsi que les progrès réalisés.



meilleure poster

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #24

Development of a cranberry farm water management model and integration to distributed hydrological model

Khoramshokoh, N.^a, Savary, S.^a, Rousseau, A.N.^a, Ouellet-Proulx, S.^b, Gumiere, S.J.^c

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec; b – Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs; c – Université Laval , Québec

Understanding the water demand of cranberry farms is critical for improving agricultural water management and assessing the effect on hydrological systems. In this study, a specialized water management model is developed to estimate the daily water requirements of cranberry farms in the Bécancour Basin, Quebec, accounting for various practices such as frost protection, irrigation, pest control, heat stress relief, harvesting, and winter flooding. Analysis of the interplay between water demand and water availability, the model offers a comprehensive understanding of the dynamics at the farm level. The model is validated using water management practices of typical cranberry farms, ensuring the model accurately reflects on-farm water uses. The structure and methodology behind model development will be detailed at this presentation. The next phase of the research will involve integrating the cranberry farm model to the PHYSITEL-HYDROTEL hydrological platform, allowing for an assessment of the effect of cranberry farming on stream flow while accounting systematically for all other water uses in the watershed, namely municipal, industrial and institutional.



Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #25

Détection de stress hydrique dans les cultures de pommes de terre en utilisant les images infrarouges thermiques acquises par drone – à l'aide des techniques d'apprentissage

Ben Youssef, A.^a, Chokmani, K.^a, Cambouris, A.^b

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec; b – Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture Agroalimentaire Canada (AAC), Québec

La pomme de terre représente l'une des cultures les plus importantes au Québec, avec une production annuelle dépassant les 200 000 tonnes (MAPAQ, 2019). Cependant, cette culture est confrontée à des défis majeurs liés au stress hydrique, entraînant potentiellement des pertes de rendement considérables (Nasir & Toth, 2022). Les méthodes traditionnelles de détection du stress hydrique, comme l'observation visuelle et l'utilisation de tensiomètres, sont connues pour leur incapacité à fournir une surveillance spatialisée des champs, limitant ainsi leur efficacité dans la gestion de l'irrigation (Fang & Gui, 2017; Schafleitner, 2009). Ce projet de recherche propose une solution novatrice en combinant la télédétection par images infrarouges thermiques acquises par drones avec des techniques d'apprentissage automatique. Les drones, équipés de capteurs thermiques, captureront des images détaillées des champs de pommes de terre à haute résolution (Berni et al., 2009). Ces images permettront une surveillance précise et en temps réel des conditions hydriques. L'objectif principal est d'estimer les besoins en eau pour la culture de pommes de terre à partir des images thermiques et de l'intelligence artificielle. Le cœur de cette recherche repose sur l'utilisation de techniques d'apprentissage automatique, et plus particulièrement l'algorithme Random Forest, pour la gestion de l'irrigation dans les champs de pommes de terre au Québec. En optimisant l'irrigation à l'aide de ces technologies avancées, ce projet vise à réduire les pertes de rendement et à améliorer la qualité des tubercules. Cette approche favorisera une utilisation plus durable et efficace des ressources en eau (Cucho-Padin et al., 2020). De plus, elle renforcera la résilience des cultures de pommes de terre face aux variations climatiques, contribuant ainsi à une agriculture plus durable et rentable.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #26

Nouvelles voies biologiques pour la biodégradation du PFOA

Tellili, N.^a, Brar, S.K.^b, Roussi, T.^a

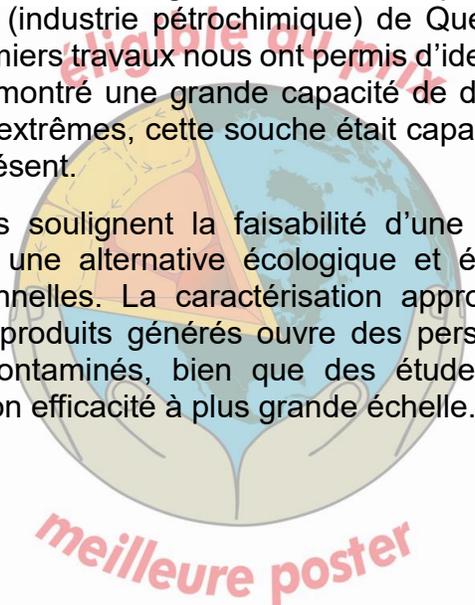
a – Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), Québec;

b – Civil Engineering Department, York University, Toronto

L'acide perfluorooctanoïque (PFOA) est un contaminant persistant largement utilisée dans divers secteurs industriels. Il s'agit de l'un des PFAS les plus présents dans l'environnement dont la toxicité et l'impact négatif sur les écosystèmes ont été démontré. Ainsi, le développement d'une méthode efficace de traitement du PFOA, à des coûts opérationnels abordables, est devenu une nécessité.

Cette étude évalue le potentiel de biodégradation du PFOA par des souches bactériennes isolées d'un site industriel (industrie pétrochimique) de Québec. Parmi les différentes souches étudiées, nos premiers travaux nous ont permis d'identifier une nouvelle souche *Pseudomonas* OA1 qui a montré une grande capacité de dégradation. Après 30 jours d'incubation en conditions extrêmes, cette souche était capable de dégrader plus de 40 % du PFOA initialement présent.

Ces résultats préliminaires soulignent la faisabilité d'une approche biologique pour éliminer le PFOA, offrant une alternative écologique et économique aux méthodes physico-chimiques traditionnelles. La caractérisation approfondie du mécanisme de dégradation et des sous- produits générés ouvre des perspectives pratiques pour la dépollution des milieux contaminés, bien que des études complémentaires soient nécessaires pour valider son efficacité à plus grande échelle.



Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #27

Biorécupération des éléments de terres rares à partir des déchets électroniques en utilisant de la biomasse microbienne activée chimiquement : optimisation de la phosphorylation des cellules de *Saccharomyces cerevisiae*

Braiek, I.^a, Blais, J.-F.^a, Rouissi, T.^a

a - Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec

Avec la demande croissante en éléments de terres rares (ETR) et les impacts associés à leur extraction, le développement de stratégies de récupération durables à partir des déchets électroniques est devenu une priorité environnementale et économique. Dans cette étude nous explorons l'utilisation de la biomasse microbienne (cellules de *Saccharomyces cerevisiae*) activée chimiquement (phosphorylation) pour la bioadsorption sélective des ETR à partir de déchets électroniques. Dans un premier temps, les cellules de *S. cerevisiae* ont été cultivées dans un milieu à base de résidus de luzerne : nos travaux ont permis de constater une croissance comparable à celle du milieu de culture standard. Ensuite, deux méthodes de phosphorylation ont été étudiées et optimisées pour activer la surface des cellules. La première méthode repose sur l'utilisation du tripolyphosphate de sodium ($\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$), tandis que la deuxième méthode repose sur une modification chimique par l'acide méthanesulfonique. L'analyse par spectroscopie FTIR a révélé des modifications structurales confirmant l'introduction de groupements phosphates dans le cas des deux méthodes. L'analyse ICP a montré une augmentation de la teneur en phosphore. Les expériences d'adsorption actuellement en cours permettront d'évaluer l'efficacité de ces deux types de biosorbants et d'identifier la méthode de phosphorylation offrant la meilleure capacité d'adsorption des ETR. Ces résultats contribueront au développement d'une approche alternative et écologique pour la valorisation des ETR à partir des déchets électroniques.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #28

Étude des paramètres qui gouvernent le comportement thermique d'un recouvrement isolant avec couche de convection utilisé pour restaurer un parc à résidus filtrés situé en région de pergélisol continu

Perron J.^a, Boulanger-Martel, V.^a, Bussièrès, B.^a

a – Institut de recherche sur les mines et l'environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Québec

Les opérations minières génèrent des volumes importants de rejets, notamment les résidus miniers, qui nécessitent d'être stockés à la surface dans des parcs à résidus. Une fois exposés à l'air et à l'humidité de l'atmosphère, les sulfures contenus dans ces rejets peuvent s'oxyder et conduire à des eaux de drainage contaminées. Ce mécanisme appelé drainage minier acide est caractérisé par des pH faibles et des concentrations souvent élevées en sulfates et métaux. Afin de limiter les effets néfastes du drainage minier acide sur l'environnement, des systèmes de recouvrements doivent être implémentés pour restaurer les parcs à résidus.

Dans les régions de pergélisol continu, peu de solutions de recouvrement adaptées ont été développées. Le recouvrement isolant est toutefois une approche de restauration souvent utilisée dans ces conditions. Ce type de système vise à limiter les cinétiques des réactions d'oxydation en maintenant les résidus miniers à température suffisamment basse. Une manière d'optimiser l'épaisseur de ce type de recouvrement peut être l'intégration d'une couche de convection, qui contribue à extraire la chaleur du système par convection naturelle. Cette approche peut être avantageuse, notamment dans un contexte de changements climatiques.

Ce projet de maîtrise vise à optimiser la conception des recouvrements isolants faits avec couche de convection utilisés pour restaurer les parcs à résidus filtrés en régions de pergélisol continu. En premier lieu, des données de suivi du comportement thermique comptabilisées depuis 12 ans à partir d'une cellule expérimentale de terrain situées sur une mine en activité dans une région de pergélisol continu seront recueillies et traitées. Ces données seront utilisées afin d'évaluer l'apport de la convection aux transferts de chaleur présents dans le recouvrement isolant. Un modèle numérique permettant de bien représenter le comportement thermique du recouvrement thermique sera développé basé sur les données in situ. Une analyse des paramètres qui gouvernent le comportement thermique de ce type de recouvrement sera ensuite réalisée. Ultimement, les conclusions de ce projet permettront d'améliorer la conception de ce type de recouvrement et d'augmenter la robustesse de ces recouvrements dans un contexte de changements climatiques.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #29

Estimation de l'érosion du sol par les radionucléides des retombées atmosphériques de ^{137}Cs et du $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ dans le bassin versant de l'Ikopa, Madagascar

Tsaravola, R. A.^{a,b}, Rasolonirina, M.^b, Mamifarananahary, E.^a, Rabesiranana, N.^{b,c}, Homayouni, S.^a, Bordeleau, G.^a

a – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec; b – Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, Antananarivo, Madagascar; c – Domaine Sciences et Technologies, Université d'Antananarivo, Madagascar

À Madagascar, la rivière Ikopa, principale source d'eau d'Antananarivo, est impactée par la dégradation des sols en amont, affectant les terres agricoles et polluant l'eau en aval. Lors des pluies et des cyclones, l'accumulation de sédiments dans la rivière entraîne des inondations, particulièrement dans les zones densément peuplées de la plaine d'Antananarivo. L'objectif est d'estimer la quantité moyenne de sol érodé dans le bassin versant de l'Ikopa (4559 km²) en utilisant la télédétection, le SIG et la méthode des radionucléides de retombées atmosphériques (FRN). C'est la première étude à grande échelle appliquant les FRN à Madagascar. La susceptibilité du sol à l'érosion a été évaluée avec le modèle iso-secteur, basé sur les données de télédétection et du SIG. Les pixels ont été classés en quatre catégories, et des sites d'échantillonnage ont été choisis pour chaque classe afin d'analyser les FRN : ^{137}Cs et $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$. Avec le modèle de diffusion et de migration (DMM), compatible avec la prédominance des terres non-cultivées dans le bassin versant, les taux d'érosion ($t.\text{ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) ont été calculés indépendamment pour les deux radionucléides et chaque classe de susceptibilité, donnant les résultats suivants : faible : 0,28-0,48 ; moyenne : 0,95-1,18 ; élevée : 3,72-4,47 et très élevée : 4,60-5,72. Les résultats du ^{137}Cs sont légèrement plus élevés que ceux du $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$, probablement en raison de la dégradation des forêts au cours des 50 dernières années. Les résultats pour chaque classe ont ensuite été appliqués à tous les pixels correspondants sur l'ensemble du bassin versant, permettant d'estimer la perte moyenne de sol (3,18-3,96 $t.\text{ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) et la perte totale des sols sur le bassin versant (1,45-1,8 Mt. an^{-1}). Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux du modèle de bilan massique deux utilisé dans des études antérieures sur des sites cultivés. Malgré la différence des concentrations initiales de ^{137}Cs et $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$, la répartition de l'érosion dans le bassin versant est presque similaire pour les deux isotopes. Cela pourrait être attribué à la dégradation progressive de la protection contre l'érosion des sols due aux activités anthropiques et au changement climatique. Les résultats de l'érosion nette du bassin versant de l'Ikopa sont faibles comparés aux études menées à l'échelle mondiale. L'objectif principal de cette étude a été atteint : l'analyse qualitative de la sensibilité des sols à l'érosion correspond aux taux d'érosion obtenus. L'utilisation des données satellitaires s'avère bénéfique et recommandée pour l'application de la technique des retombées atmosphériques à grande échelle.

Room / Salle: 1500

Poster / Affiche #30

Impact de l'expansion arbustive en Arctique sur le régime thermique estival du pergélisol

Tremblay, E.^a, Nadeau, D.^a, Dominé, F.^{a,b}

a – Université Laval, Québec; b – Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Québec

Le réchauffement climatique en région polaire est quatre fois plus rapide que la moyenne planétaire, entraînant des changements majeurs qui menacent les écosystèmes locaux et le climat à grande échelle. Un de ces changements est l'expansion des arbustes dans la toundra arctique. En hiver, il est reconnu que la présence de ces arbustes isole le pergélisol par une accumulation de neige à conductivité thermique faible. En période estivale, l'impact de ces arbustes sur le sol reste majoritairement incompris, ce qui nuit à notre capacité à estimer l'épaisseur de la couche active du pergélisol (qui dégèle en été). Celle-ci est pourtant déterminante dans la quantité de composés organiques stockés depuis des milliers d'années qui peut être transformée en gaz à effets de serre par le métabolisme microbien. Afin de combler cette lacune, notre étude a comme objectif de comparer le régime thermique estival de parcelles de toundra herbeuses et arbustives. Cette comparaison se fera par une quantification des composantes du bilan d'énergie (flux de chaleur dans le sol, flux turbulents et bilan radiatif) à deux sites voisins (herbeux et arbustif) dans la vallée Qarlikturvik de l'île Bylot (73°N), où l'expansion arbustive est en cours. Le site arbustif présente une couche active près de deux fois plus profonde que le site herbeux.

Une instrumentation exhaustive a donc été déployée à l'été 2024, où les variables physiques du sol, de l'air et de la neige y sont mesurées en continu à diverses hauteurs. Une campagne terrain aura également lieu en mai 2025 afin d'étudier l'impact de la fonte du manteau neigeux sur le développement de la couche active en été. Ces données permettront une caractérisation détaillée des milieux étudiés et une compréhension approfondie des dynamiques du pergélisol en lien avec l'expansion arbustive. Les observations seront ensuite comparées à des simulations avec le Canadian Land Surface Scheme Including Biogeochemical Cycles (CLASSIC), un modèle de surface employé en modélisation climatique qui simule les échanges d'énergie, d'eau et de carbone entre la surface terrestre et l'atmosphère. Peu de données existent actuellement pour valider les interactions physiques multiples mises de l'avant par ces modèles. Par ses mesures directes, l'étude permettra donc de renforcer la modélisation des échanges d'énergie de la toundra arbustive en Arctique.