GÉOSCOPE

LE JOURNAL D'INFORMATION DU DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE ET DE GÉNIE GÉOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

Vol. 6 n° 4 www.ggl.ulaval.ca 3 Février 2005

Mot du directeur

Bonne et heureuse année 2005 et bonne session H-05!

Cette période de l'année est particulièrement cruciale pour les étudiants du collégial qui sont à l'heure des choix de carrière et pour les universités qui veulent les attirer chez elles. Le département s'inquiète des baisses de fréquentation de ses programmes. Pour cette raison celui-ci a élaboré plusieurs moyens d'action afin d'augmenter notre visibilité et de mieux expliquer les carrières professionnelles en génie géologique et en géologie. Pour ce faire le département s'insérera dans la campagne universitaire "Avec mon bac....." des annonces seront placées dans le Voir Québec et les journaux étudiants des CEGEPs. De plus des conférences grand public seront prononcées dans les collèges et le département présentera, dans le cadre du Samedi de l'admission du 5 février, un module sur les "Tsunamis expliqués" pour profiter de la vague d'intérêt suscitée par la couverture médiatique. Un groupe d'étudiants a représenté le département par la tenue d'un kiosque d'information au CEGEP de Limoilou le 25 janvier où dépliants et un feuillet d'information sur les carrières en géologie et en génie géologique ont été distribués. Il est à espérer que ces efforts porteront fruit. À plus long terme, j'annonce que nous animerons avec des partenaires régionaux, le Jour de la Terre le 22 avril prochain. N'hésitez pas à me communiquer vos idées pour faire de cette journée un événement regional auquel tout le monde voudra participer. À noter dasn ce numéro le retour des articles des étudiants en Géodynamique, la suite sur le métamorphisme de choc et... le concours de photo 2005 ! Participez en grand nombre !!!

Sur ce, bonne lecture,

Réjean Hébert
Directeur

Agenda

Activités passées :

14 Janvier : Conférence du docteur Denis Gilbert de l'Institut Maurice-Lamontagne, Ministère des Pêches et Océans : *Raréfaction de l'oxygène dans les eaux profondes de l'estuaire maritime du Saint-Laurent*, INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Québec, salle 2417, 11h30

24 Janvier : Conférence ICM du docteur François Huot, de Géoconseil TB pour Mines d'Or Virginia : *La Ceinture Volcanique de Coulon : Première ceinture SMV d'importance découverte à la Baie James*, Université Laval, Pavillon La Laurentienne, auditorium 1334, 17h30

25 Janvier : Mardi du département par Mylène Richard : *Terre rouge du Cameroun vue par une fleur bleue québécoise*, Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, salle 4118, 11h30

26 Janvier : Séminaire de maîtrise de Cintia Racine : *Étude des alternatives de contrôle des panaches d'eau souterraine contaminée par des liquides immiscibles denses et légers, Ville-Mercier, Québec, Canada,* INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Québec, salle 2417, 11h30

28 Janvier : Conférence de M. Fabien Aulagnier, de Environnement Canada : *Étude des aérosols et de ses transformations dans la région de Marseillaise. Stratégies de réduction de la pollution particulaire.* INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Québec, salle 2417, 11h30

29-30 Janvier : Jeux de Géologie, Université de Montréal

1er Février *:* Mardi du département par Alexandre Pratte : *La Republica Argentina: Récit d'un voyage d'études*, Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, local 4118, 11h30

Activités à venir :

3 Février : Activité de ski de fond au clair de lune organisée par l'AESTIES

3-4 Février : 25ème Colloque Annuel du Centre d'Études Nordiques, Université Laval, Pavillon La Laurentienne, Auditorium Jean-Paul Tardif, 8h30

4 Mars : 2ème Carrefour des Sciences de la Terre à l'UQAC

22 Mars : Conférences de Herman Zwanzig, Precambrian Mapping Section Geological Survey, Manitoba Industry, Economic Development and Mines : -*Hot, thin and mineral-rich - evolution of the Paleoproterozoic Trans-Hudson Orogen in western Canada,* Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, salle 4118, 11h30 -*Extension tectonics in the Trans-Hudson Internal Zone: from rifted arcs to syn-collisional basins* INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Québec, salle 2417, 15h30

1er Avril : Journée des Sciences de la Terre, Université Laval, Pavillon La Laurentienne, Auditorium 1334, 8h30

22 Avril : Jour de la Terre

Séminaire de Maîtrise

Étude des alternatives de contrôle des panaches d'eau souterraine contaminée par des liquides immiscibles denses et légers, Ville-Mercier, Québec, Canada

Par : **Cintia Racine**

Sous la direction de : René Lefebvre

Le 26 Janvier,
INRS-ETE, 490 de la Couronne
Salle 2417, 10h30

La contamination des aquifères granulaires (local) et de roc fracturé (régional) au site des anciennes lagunes de Ville-Mercier a débuté il y a 30 ans. La contamination aux liquides immiscibles denses et légers est contrôlée par un système de pompage et traitement qui intercepte les panaches d'eau souterraine contaminée présents dans les deux aquifères. Ce système arrive maintenant au terme de sa durée de vie utile. Dans le but de le remplacer, une étude des alternatives de contrôle des panaches d'eau souterraine contaminée a été conduite.
L'étude a débuté par la révision des contraintes anthropiques, géologiques, hydrogéologiques et de la contamination rencontrées sur le site. Celles-ci se sont révélées complexes et variables dans le temps. Par la suite, une sélection des technologies de contrôle et de traitement des panaches d'eau contaminée potentiellement applicables à l'aquifère granulaire et de roc fracturé a été réalisée. Subséquemment, les technologies retenues par la sélection ont été intégrées dans l'élaboration de concepts de solutions préliminaires pour les deux aquifères. Les concepts de solution établis pour l'aquifère granulaire sont le contrôle hydraulique, le contrôle passif, le contrôle par zone réactive du panache d'eau contaminée et le confinement des zones sources. Seul le concept de contrôle hydraulique a été développé pour le contrôle du panache d'eau contaminée de l'aquifère de roc fracturé. Une seconde sélection a été réalisée pour déterminer les concepts de solution préliminaires les plus prometteurs pour le contrôle du panache d'eau contaminée dans l'aquifère granulaire. Les concepts retenus, soit le confinement des zones sources et le contrôle hydraulique, ont été chacun combinés au concept de contrôle hydraulique dans l'aquifère de roc fracturé afin de constituer des concepts de solution intégrés. Par la suite, les conditions de mise en oeuvre de ces concepts ont été modélisées et optimisées. Les résultats de ces travaux ont permis de réaliser des designs détaillés des infrastructures impliquées dans les concepts de solution intégrés et d'en évaluer leurs coûts globaux.

Carrière

Carrières en Géologie et en Génie géologique

À l'heure où le Québec se préoccupe de plus en plus de la qualité de son environnement, de la qualité des ressources en eau, des impacts des catastrophes naturelles, de sa sécurité énergétique, du développement durable et responsable de ses ressources naturelles, on note une diminution sensible du nombre d'étudiantes et d'étudiants inscrits dans les programmes de géologie et de génie géologique au Québec. Avec un taux de placement qui approche 100% il y a actuellement une pénurie inquiétante de personnel et elle risque de s'accentuer au cours des prochaines années. Face à cette situation, le Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval lance donc une campagne de sensibilisation auprès des étudiantes et étudiants des CEGEP de la région de Québec afin qu'ils considèrent la possibilité d'une carrière comme géologue ou ingénieur géologue.

Dans la pratique, une telle carrière demande un esprit d'équipe développé, un sens de l'initiative, un esprit inventif et curieux ainsi qu'une curiosité à observer et à comprendre le milieu qui nous entoure, le cartographier, l'interpréter, voire le protéger. Les disciplines que sont la géologie et le génie géologique touchent à divers domaines des sciences et du génie et permettent d'intégrer divers éléments de la physique, de la chimie voire même de la biologie et cela tant sur le terrain (terre et mer) qu'en laboratoire.

Une carrière en géologie ou en génie géologique ouvre des opportunités exceptionnelles d'aider et de participer au développement des collectivités et cela dans toutes les régions du monde. Nos finissantes et finissants travaillent ici et ailleurs à la recherche sur les eaux souterraines, la décontamination des eaux et des sols, à la découverte et au développement responsable des ressources naturelles tant minières, gazières que pétrolières. Ils participent aussi à la protection des collectivités par la compréhension des catastrophes naturelles et le développement de méthodes d'évaluation et d'outils de protection contre, par exemple, les tremblements de terre, les glissements de terrain, les tsunamis, et les inondations. De plus, en scrutant la terre et en dressant son évolution, ils contribuent à mieux apprécier les effets des changements climatiques sur notre milieu.

Nos finissantes et finissants sont employés par divers ministères (e.g. Transports, Environnement, Ressources naturelles, Affaires municipales, Tourisme, etc…), l'industrie (compagnies minières gazières et pétrolières, Hydro-Québec, etc…) ainsi que par les bureaux de génie conseil de toutes les régions du Québec et du Canada. En fait, nos programmes vous permettent de vous configurer un profil professionnel qui vous place au cœur des problèmes et des besoins qui intéressent le Québec et le Canada.

Si une telle carrière vous intéresse, n'hésitez pas à nous contacter (Georges Beaudoin, dir., programme de géologie, 418 656 3141; Josée Duchesne dir., programme de génie géologique, 418 656 2177) ou visiter notre site internet au www.ggl.ulaval.ca. Pour plus d'informations.

Appel de Résumés

Bonjour à tous,

Comme tous les ans à la même époque, voici l'appel des résumés de la Journée des Sciences de la Terre. Cette année, la JST aura lieu le vendredi 1er avril. Alors, toutes les personnes intéressées peuvent aiguiser leurs crayons (ou leurs claviers...) pour nous fournir de beaux résumés de 400 mots maximum et ce avant la date butoir du mardi 15 Mars.

En espérant une grande participation de toutes et tous

Alan D'hulst
Trésorier de l'AESTIES

AQUEST

L'Association québécoise des Sciences de la Terre introduit un nouveau prix d'excellence pour une présentation scientifique

Le prix de l'AQUEST sera décerné pour la meilleure présentation scientifique donnée par un(e) étudiant(e), dans le cadre d'une session de conférences formelle. Ce prix sera également le moyen privilégié pour apporter un support aux différents colloques annuels qui permettent aux étudiants de présenter les résultats de leurs travaux de recherche.

Lorsque AQUEST parrainera une session de conférences, elle constituera un jury pour évaluer chacune des présentations et un membre du Conseil d'administration sera mandaté pour la remise officielle du prix.

Pour les récipiendaires qui désirent entreprendre ou poursuivre des études graduées dans l'une ou l'autre des différentes spécialités de la discipline, l'obtention de ce prix sera un élément favorable additionnel à leur dossier.

Une fois l'an, la liste des récipiendaires sera publiée dans GEOLOG, le bulletin de nouvelles de l'Association géologique du Canada. Cette liste deviendra ainsi une référence facilement accessible pour combler un emploi ou identifier un(e) candidat(e) capable de mener à terme un projet de recherche.

Constituée en octobre 2004, AQUEST a pour mission de promouvoir les Sciences de la Terre et d'alimenter la vie associative dans tous les champs d'activité de la profession, en complémentarité avec l'Ordre des géologues du Québec.

Les membres du Conseil d'administration, Robert Marquis à Val-d'Or, Denis Bois à Rouyn-Noranda, Pierre Cousineau à Chicoutimi, Michel Malo à Québec ainsi que Serge Perreault et Michel Jébrak à Montréal, sont fiers d'annoncer la création de ce nouveau prix d'excellence.

Le prix de l'AQUEST sera octroyé pour la première fois à Chicoutimi, le 4 mars 2005, dans le cadre du 2ième Carrefour des Sciences de la Terre organisé par les étudiants gradués de l'UQAC.

Lecture

À signaler la publication par l'Encyclopédie Universelle d'un livre grand format intitulé Planète Terre. Cette encyclopédie est abondamment illustrée et montre les principaux phénomènes naturels qui caractérisent la Planète Bleue. L'encyclopédie est une co-production américano-britannique sous examen de la Smithsonian Institution de Washington.

Fait désolant, l'Actualité qui en fait la promotion dans le numéro 2 de février 2005 sous le grand titre: La leçon de géographie..... voilà encore une méprise qu'il faut rectifier...

Réjean Hébert

Rayonnement

1. CRSNG-temps navire: nous avons obtenu une subvention de 129 080$ (tel que demandé) pour 14 jours de mission sur le St-Laurent et le Golfe pour l'été 2005.

2. Le professeur Jacques Locat recevra la médaille K. Y. Lo de l'Institut canadien des ingénieurs (http://www.eic-ici.ca/english/tour/haf2.html) . Cette médaille a été établie en 1997 par un groupe d'anciens élèves du professeur K.Y. Lo, University of Western Ontario. Cette médaille est décernée en son honneur pour rendre hommage à un ingénieur qui s'est distingué par des réalisations importantes en génie au niveau international. La médaille sera remise à Ottawa le 5 mars prochain. Le récipiendaire de l'an dernier était monsieur Normand C. Beaulieu du département de génie électrique et d'informatique de l'Université de l'Alberta.

* * * * *

Articles Récents

Ces articles ont été récemment publiés dans des revues internationales par des étudiants gradués du département.

Petrological and geochemical evidence for the origin of the Yarlung Zangbo ophiolites, southern Tibet
Chemical Geology, Volume 214, Issues 3-4, 25 January 2005, Pages 265-286
V. Dubois-Côté, R. Hébert, C. Dupuis, C.S. Wang, Y.L. Li and J. Dostal

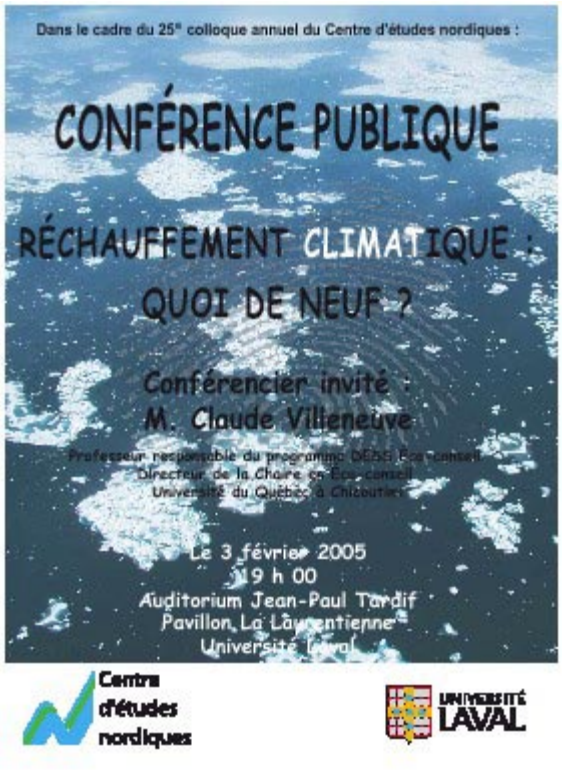
Petrology and geochemistry of mafic rocks from mélange and flysch units adjacent to the Yarlung Zangbo Suture Zone, southern Tibet
Chemical Geology, Volume 214, Issues 3-4, 25 January 2005, Pages 287-308
C. Dupuis, R. Hébert, V. Dubois-Côté, C.S. Wang, Y.L. Li and Z.J. Li

Taconian mélanges in the parautochthonous zone of the Quebec Appalachians revisited: implications for foreland basin and thrust belt evolution
Canadian Journal of Earth Sciences Volume 41 (12) December 2004, Pages 1473-1490
F.-A. Comeau, D. Kirkwood, M. Malo, E. Asselin et R. Bertrand
Pages 1473-1490

Bourse

Félicitations à Isabelle Daoust, qui recevra la bourse Mazarin.

25ème Colloque du CEN



25 ième colloque annuel du Centre d'études nordiques - 2005

Auditorium Jean-Paul Tardif, pavillon la Laurentienne

JEUDI 3 FÉVRIER 2005 - Avant-midi

8h30 Mot de bienvenue

8h45 Fortier, Daniel; Michel Allard; Richard Fortier et Frédéric Vinet
Impact du réchauffement des températures de l'air sur la stabilité des pistes d'atterrisage des villages du Nunavik.

9h05 Savard, Catherine; Richard Fortier et Michel Allard
Imagerie électrique de la sous-fondation pergélisolée des pistes d'atterrissage au Nunavik

9h25 Allard, Michel (1); Denis Sarrazin (1); Jean-Pierre Savard (2); Frédéric Bouchard (1); Richard Fortier (1) et Nathalie Barrette (1)
Le suivi climatique et géothermique à Salluit: variations décennales ou changement climatique?

9h45 Cayer, Donald et Najat Bhiry
Changements climatiques et environnementaux des 6000 dernières années sur la côte sud-est de la baie d'Hudson : géochimie isotopique et sédimentologie.

10h05 Pause

10h30 Bhiry, Najat
Aspects géologiques, géomorphologiques et culturels du " Far West "

10h55 Germain, Daniel; Louise Filion et Bernard Hétu
Historique des grosses avalanches de neige au XXe siècle, Gaspésie centrale, Québec.

11h15 Seidou, Ousmane; Taha Ouarda; Laurent Bilodeau, Masoud Hessami; André St-Hilaire; Pierre Bruneau et Bernard Bobée
Modélisation de la croissance de la glace de lac par réseaux de neurones artificiels et évaluation de la perte de réserve utile due au gel dans les réservoirs hydroélectriques.

11h35 Duhamel, Denis et Michel Allard
Déglaciation et évolution holocène des vallées à l'est du lac Guillaume-Delisle, Québec nordique

11h55 Laperrière, Laurence et Reinhard Pienitz
Explosion démographique et eutrophisation extrême du lac Dauriat à Schefferville (Québec, Canada): données paléolimnologiques

12h15 DÎNER LIBRE DANS LA CAFÉTÉRIA DU PAV. LAURENTIENNE OU AILLEURS

13h30 Garneau, Marie-Ève et Warwick Vincent
Présence du troisième domaine du vivant dans l'Arctique : Les Archaea du panache du fleuve Mackenzie

13h50 Grange Pierrick; Dominique Arseneault et Luc Sirois
Déforestation par le feu d'une pessière noire au Québec nordique

14h10 Duros, Delphine; Luc Sirois et Dominique Arseneault
Impact du grand feu de 1989 sur la régénération forestière dans le nord de la forêt boréale, Québec

14h30 Paitre, Cédric et Yves Bégin
Analyse dendroécologique de l'épinette noire et du pin gris situés dans des tourbières du Haut-Boréal, Québec nordique.

14h50 Pause

15h10 Boulanger, Yan et Luc Sirois
Cyclage des débris ligneux grossiers d'épinette noire après feu dans le nord de la forêt boréale

15h30 Ablain, Maud; Luc Sirois et Dominique Arseneault
Dynamique d'une population d'Ostryer de virginie *(Ostrya virginiana* (P. Mill.) K. Kock) à sa limite de répartition nord-est américaine.

15h50 Hamel, Sandra; Steeve D. Côté; Kirby G. Smith et Marco Festa-Bianchet
Modélisation de la dynamique des populations de chèvres de montagne en Alberta: évaluation du potentiel pour la chasse.

16h10 Doniol-Valcroze, Thomas; Pierre Larouche; Richard Sears et Dominique Berteaux
Influence des fronts thermiques sur la distribution de quatre espèces de rorquals dans le golfe du Saint-Laurent

16h30 Harvey, Valérie; Steeve D. Côté et Mike O. Hammill
Variations intraspécifiques dans le comportement de plongée du phoque gris : analyses préliminaires

17h00 5 À 7 AU PUB DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

19h00 CONFÉRENCE PUBLIQUE DE CLAUDE VILLENEUVE

* * * * *

VENDREDI 4 FÉVRIER 2005 - Avant-midi

8h30 Pouliot, Rémy; Line Rochefort et Gilles Gauthier
Les effets fertilisants de la Grande oie des neiges sur les milieux humides de l'île Bylot, Nunavut.

8h50 Audet, Benoît; Gilles Gauthier et Esther Lévesque
Écologie de l'alimentation des oisons de la Grande Oie des neiges en milieux mésiques sur l'Île Bylot, Nunavut, Canada

9h10 Szor, Guillaume; Dominique Berteaux et Gilles Gauthier
Choix d'un site de tanière par le renard arctique sur l'île Bylot (Nunavut)

9h30 Lecomte, Nicolas; Gilles Gauthier et Jean-François Giroux
Succès de nidification des oies et cycles de lemmings: comment la prédation du renard arctique varie suivant les années et les habitats ?

9h50 Careau, Vincent; Jean-François Giroux; Dominique Berteaux; Joël Bêty et Nicolas Lecomte
Manger ou cacher : effet de la variation en abondance de nourriture sur le comportement de mise en réserve du renard arctique à l'île Bylot.

10h10 Pause

10h30 Dickey, Marie-Hélène et Gilles Gauthier
Effet des variables climatiques sur la phénologie et le succès reproducteur de la Grande Oie des neiges *(Chen caerulescens atlantic*a)

10h50 Descamps, Sébastien; Dominique Berteaux; Jean-Michel Gaillard et Stan Boutin
Sénescence dans une population d'écureuils roux d'Amérique du Nord

11h10 Boisjoly, Dominic; Réhaume Courtois et Jean-Pierre Ouellet
L'hypothèse des ennemis partagés pourrait-elle expliquer la prédation du coyote sur le caribou de la Gaspésie?

11h30 Mosnier, Arnaud; Réhaume Courtois et Jean-Pierre Ouellet
Les stratégies d'utilisation de l'espace chez l'ours noir sont-elles influencées par la productivité du milieu ?

11h50 Godbout, Guillaume et Jean-Pierre Ouellet
Sélection d'habitat de la martre d'Amérique dans une forêt du Bas-St-Laurent

12h10 DÎNER LIBRE DANS LA CAFÉTÉRIA DU PAV. LAURENTIENNE OU AILLEURS

13h30 Tremblay, Jean-Pierre; Jean Huot et François Potvin
L'intégrité des processus de régénération des écosystèmes forestiers et la densité d'un grand herbivore: les impacts des cerfs sont-ils proportionnels à leur densité?

13h50 Simard, Anouk; Steeve D. Côté et Jean Huot
Variations annuelles de la condition corporelle et de la reproduction du cerf de Virginie à Anticosti

14h10 Dostaler, Simon; Jean-Pierre Ouellet; Jean Huot et Steeve D. Côté
Le cerf de Virginie: chimiste en herbes?

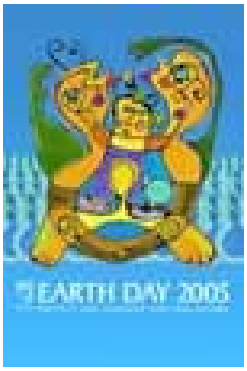
14h30 Taillon, Joëlle et Steeve D. Côté
Influence de la masse corporelle et de la première rencontre sur l'établissement et la stabilité des liens de dominance chez un groupe de faons de cerfs de Virginie.

14h50 Therrien, Jean-François, Steeve D. Côté, Marco Festa-Bianchet et Jean-Pierre Ouellet
Allocation des ressources maternelles en fonction de la compétition intraspécifique chez le cerf de Virginie.

15h10 Pause

15h30 Panel animé par Mme Louise Filion
Sommes-nous trop alarmistes au sujet des changements climatiques ?

Jour de la Terre



Bonjour,

Comme vous le savez, le Jour de la Terre est le 22 avril. Je pense que cette journée mérite d'être soulignée par des activités géoscientifiques afin de mieux nous faire connaître, sensibiliser le public aux Sciences de la Terre et aussi mieux faire connaître notre planète.
Dans un premier temps, j'aimerais récupérer les noms des personnes qui seraient intéressées à participer à l'organisation d'activités ou à me communiquer des idées d'activités, etc. Un comité sera formé pour planifier la programmation de la journée. D'autres partenaires (CGC, INRS, MRNFPQ, ...) se joindront à nous pour l'organisation. Déjà une conférence d'envergure est prévue à l'amphithéâtre Hydro-Québec du Pavillon Desjardins.

Merci de votre habituelle collaboration.

Réjean Hébert, directeur

Pour plus d'information: http://www.earthday.net/

CONCOURS DE PHOTOS "2005"

Département de géologie et de génie géologique

Oui..... notre concours annuel de photos est de retour!
Ce concours est ouvert à tous les **membres du département, étudiant(e)s des 3 cycles, professeur(e)s, personnel régulier et contractuel.**

Voici les règles de ce concours:

- Chaque participant peut présenter un **maximum de douze photos** à raison de 3 photos pour chacune des 4 catégories suivantes:

Géologique Microscopique* Artistique Caractère Humain**

* Les photos soumises dans la catégorie *"microscopique"* doivent illustrer des phénomènes géologiques **vus au microscope.**

** Les photos dans la catégorie ***"caractère humain"*** doivent toucher de près les activités des géologues et géophysiciens.

- Les photos proposées doivent être d'un format **n'excédant pas 5" x 7"**.
- Toutes les photos présentées **doivent être accompagnées des négatifs.**
- Nous acceptons les photographies numériques accompagnées d'un fichier bien identifié.
- Nous acceptons encore aussi les diapositives reproduites en copie couleur laser format photo
- Le tout doit être déposé au secrétariat du département **au plus tard le vendredi 11 février 2005.**

Si ces règles ne sont pas respectées, les photos seront traitées "hors concours".

S.V.P. bien identifier dans quelle catégorie vous présentez vos photos et joindre à celles-ci un court commentaire nous indiquant ...**OÙ, QUAND, COMMENT**... ces chefs-d'oeuvre ont été créés...
Les photos seront jugées par un jury d'étudiant(e)s, de professeur(e)s et de membres du personnel. Les auteures et auteurs des photos primées seront honorés lors d'une soirée de détente qui se tiendra vers la mi-mars.

N'oubliez surtout pas le prix "Choix du public"!!!

Pour faire participer toutes et tous lors de cette soirée, une photo sera consacrée *"**choix du public**"* par vote, parmi **toutes les photos reçues y compris celles qui seront traitées hors-concours**. Les détails de ce vote vous seront donnés plus tard.

Les Prix: Agrandissements laminés des photos primées.

De plus, certaines photos pourraient être sélectionnées pour être incluses dans une banque de photos promotionnelles du département. À cet effet, une entente devra être signée ultérieurement entre les parties.

Pour plus de détails, contacter Michel Rocheleau ou Danielle Pichette.

Ne tardez pas .....et participez en grand nombre!!!

Métamorphisme de Choc : Partie II

Suite à l'article paru dans le dernier numéro du Géoscope (v6n2), nous présentons la deuxième partie d'une série d'articles portant sur le métamorphisme de choc. La première partie consistait en une introduction survolant l'historique de la recherche reliée au métamorphisme associé aux grandes structures circulaires que sont les astroblèmes. Cette deuxième partie se veut plus académique. Les informations contenues dans cet article proviennent principalement du recueil « Shock Metamorphism of natural materials », édité en 1968 par B. French et N. Short. Malgré l'âge avancé de ce recueil, les pas de géants faits au cours de cette décennie restent fondamentaux quant à la compréhension des mécanismes régissant le métamorphisme de choc.

Partie 2 : Les processus

Comme souligné dans la première partie, le métamophisme de choc peut être défini comme « tout changement permanent dans les roches et minéraux sujets au passage d'une onde de choc ». Le passage de cette onde de choc dans un volume de roche donné peut s'effectuer en quelques secondes, ce qui différencie ce type de métamorphisme du métamorphisme tectonique se déroulant sur des millions d'années. Une autre différence fondamentale réside dans le fait que la chaleur ressentie lors du métamorphisme de choc est produite in-situ par transformation de l'énergie cinétique en énergie thermique. La chaleur est générée par friction crystalline interne, lors de la déformation élastique du crystal qui est étiré puis reprend sa forme initiale. Par exemple, une onde de 50 GPa traversant un crystal de quartz froid laisserait le crystal à une température interne de 1580 °C une fois l'onde passée.

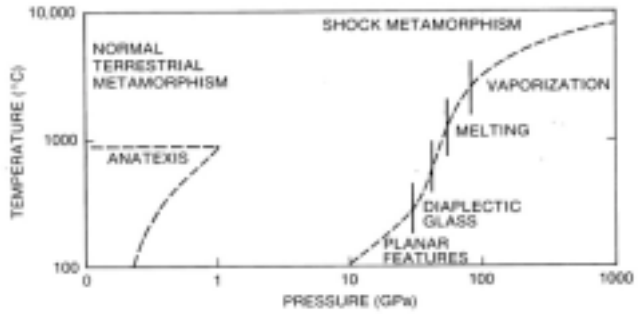


Figure 1 : Domaines en Pression et Température du métamorphisme «tectonique» et du métamorphisme de choc (Tiré de French et Short 1968)

La figure 1 illustre les domaines de Pression et de Température reliés au métamorphisme tectonique et au métamorphisme de choc. Le champ bien connu du métamorphisme tectonique est contraint 1) par les conditions de surface, 2) par la vitesse des subductions et le géotherme terrestre et 3) par la température de fusion des divers types de roche. Ce champ variant en P et en T reflète le jeu de plusieurs processus tels que la tectonique des plaques (convection du manteau), la conduction thermique ou le métasomatisme. À l'opposé, la courbe représentant le domaine du métamorphisme de choc ne dépend que d'un processus : la friction cristalline interne. La chaleur dégagée par ce processus sera fonction de l'intensité de l'onde de choc traversant le corps. La relation directe unissant la température à la pression dans le métamorphisme de choc permettent donc de quantifier les divers stades de ce dernier en unités de pression. Les textures produites lors du métamorphisme de choc vont de la légère déformation intracristalline à la vaporisation totale du corps cible, en passant par les transformations polymorphiques, les verres diaplectiques et la fusion. La section suivante présente les divers degrés du métamorphisme de choc ainsi que les textures associées.

Métamorphisme de choc faible

Le métamorphisme de choc faible est associé à des ondes de moins de 5 GPa. Il est caractérisé par l'apparition de structures cassantes coniques appelées « cônes de pression » ou « shatter cones » (figure 2). L'axe central de ces cônes sera normal au plan de l'onde. L'étude statistique des « shatter cones » pourrait donc permettre de déterminer la trajectoire de l'onde. On peut aussi observer l'apparition de brèches de faille millimétriques à plurimétriques, dépendamment du volume déplacé.

Figure 2 : Shatter Cones de Sudbury
(http://www.science.uwaterloo.ca/earth/waton/f9924.html)

Métamorphisme de choc moyen

Le métamorphisme de choc moyen peut être contraint par des ondes de 5 à 40 GPa. Les textures y étant associées sont mieux observables dans les minéraux felsiques tels le quartz et les feldspaths. L'une des plus célèbres textures associées au métamorphisme de choc se retrouve à cette intensité. Il s'agit des figures planaires, qui sont des plans de glissement intra-cristallins (figure 3). Les hautes températures atteintes à cette intensité causeront aussi une isotropisation partielle à totale des minéraux felsiques, qui se densifient et se transforment progressivement en verres. Les minéraux mafiques résistent mieux au métamorphisme de choc moyen. Les pyroxènes ne sont encore que bréchifiés, tandis que les minéraux hydratés tels les amphiboles ou la biotite perdent leur radical hydraté.

Métamorphisme de choc élevé

Le passage d'une onde de 40 à 90 GPa dans un minéral altère complètement sa structure cristalline. Suite à l'augmentation de

chaleur quasi-instantanée (jusqu'à près de 1700 °C), le minéral entre en fusion. Cependant, la nature instantanée du processus implique également un refroidissement extrêmement rapide, qui force la vitrification du minéral sans écoulement du fluide et donc sans mélange. Ces verres denses qui ont la même composition chimique et la même forme externe que le minéral originel, se nomment verres diaplectiques. Le verre diaplectique le plus communément observé est la maskelynite, le verre dense du plagioclase (figure 4). Le quartz sera moins enclin à former des verres diaplectiques puisqu'il existe plusieurs polymorphes de la silice dont plusieurs sont stables à haute pression. La dévitrification rapide des grains de quartz causera donc la formation de cristobalite, de coesite et même de stishovite. Dans les cas où l'onde de choc traverse des unités carbonatées, on peut observer la formation de diamants, qui sont généralement petits et impurs. Pour ce qui est des minéraux mafiques, le métamorphisme de choc élevé causera l'exsolution de magnétite.

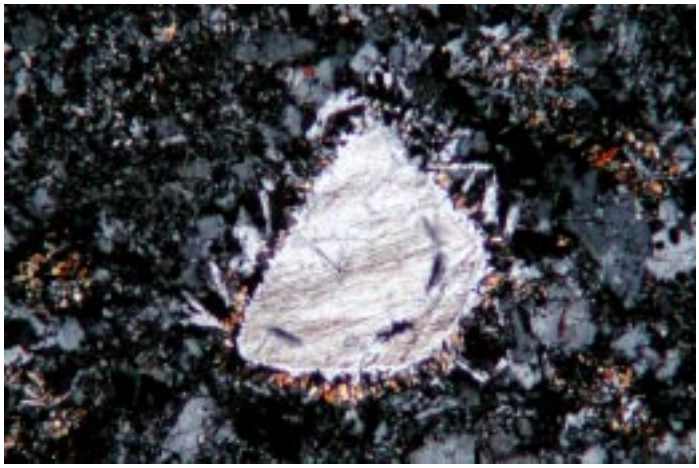


Figure 3 : Figures planaires et couronne réactionnelle dans un fragment de quartz, Impactite du Lac à l'Eau Claire, Grand Nord. La photo fait 10 mm de large. (Photo par C. Guilmette)

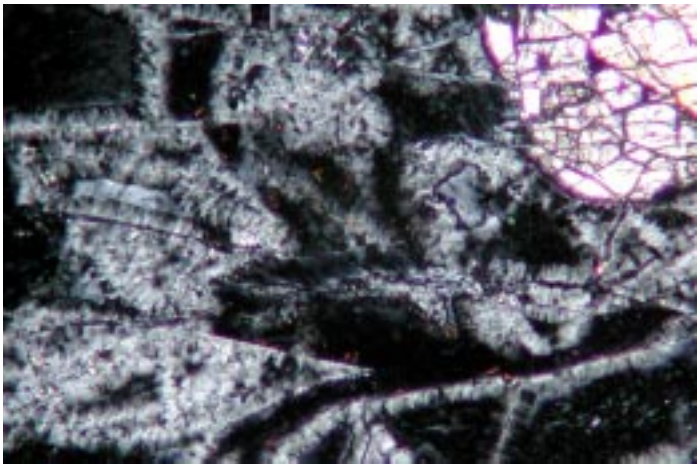


Figure 4 : Maskelynite (verre dense de plagioclase) des îles centrales du Lac à l'Eau Claire Ouest. La photo fait 10 mm de large. (Photo par C. Guilmette)

Métamorphisme de choc extrême

Le métamorphisme de choc dit « extrême » est rarement observé. Les roches le subissant sont soumises à des conditions de chaleur et de pression qui dépassent les limites terrestres. Lors du passage d'une onde de choc de plus de 90 GPa, la roche cible entrera en fusion partielle ou totale, dépendamment de sa composition. Les températures estimées dans de tels cas vont jusqu'à près de 10000°C, ce qui cause une volatilisation totale du matériel ciblé. Même à 2000 °C, la majorité du site d'impact sera fusionnée. Dans de telles conditions, les verres issus des minéraux ne subiront pas de refroidissement rapide et ne formeront pas de verres diaplectiques. Ils auront plutot tendance à se mélanger pour former un magma (figure 5) appelé impactite. Tous les astroblèmes majeurs contiennent une certaine quantité d'impactite. La composition de cette lave sera semblable à la moyenne des roches fusionnées, à peu de détails près. Les impactites sont différentes des laves endogéniques de par l'absence totale de phénocristaux. Étonnamment, un seul minéral semble résister, du moins partiellement, au métamorphisme de choc extrême. Il s'agit du quartz. Cette affirmation est basée sur trois observations faites dans des sites d'impacts majeurs. 1) Dans les impacts se produisant en milieu cratonique (quartz abondant), les fragments cristallins les plus abondants dans la lave issue du métamorphisme de choc extrême sont des quartz. 2) Autour de ces quartz, on retrouve très souvent une couronne réactionnelle d'orthopyroxène et de feldspath (figures 3 et 6), qui indique que l'impactite est déficiente en silice malgré l'abondance du quartz dans le site d'impact. 3) Le quartz possède un polymorphe stable à plus de 1800°C : la lechatelierite, un verre de silice sans viscosité aussi appelé « verre lybien ».

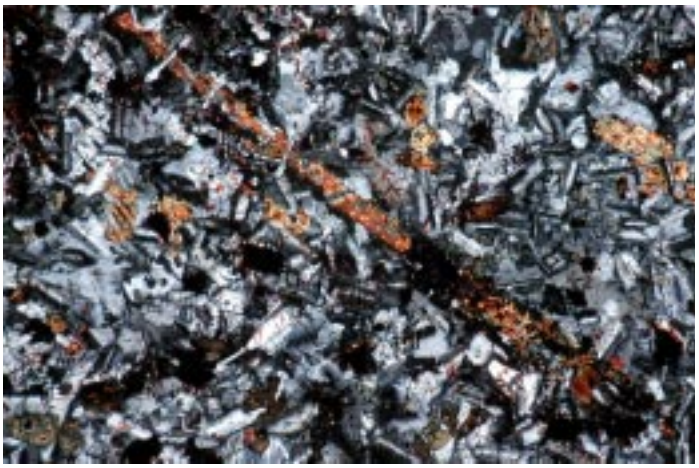


Figure 5 : Texture diabasique de l'impactite du Lac à l'Eau Claire Ouest, Grand Nord. La photo fait 4 mm de large. (Photo par C. Guilmette)

Le métamorphisme de choc peut donc se montrer sous bien des formes, incluant la forme d'une simple brèche ou d'une lave des plus banales. Cependant, certains indices diagnostiques permettent de démasquer le caractère catastrophique de ces roches. La présence de verres diaplectiques tels la maskelynite peut être considérée diagnostique, tout comme la présence de figures planaires dans le quartz. Les fractures coniques sont aussi diagnostiques, en plus de permettre une évaluation de l'angle d'impact. Dans le cas des impactites, il n'existe aucune caractéristique commune entre tous les sites puisque la composition du magma sera dépendante

de la moyenne des roches fusionnées. Il existe cependant une texture propre à plusieurs impacts : les couronnes réactionnelles autour du quartz. Ces couronnes semblent indiquer que le quartz est le minéral résistant le mieux à la fusion induite par un impact. De telles observations devraient être réexaminées dans un cadre comologique, dans la mesure où il pourrait y avoir une ségrégation physique des matériaux felsiques lors d'une collision entre deux corps célestes (deux planètes par exemple).

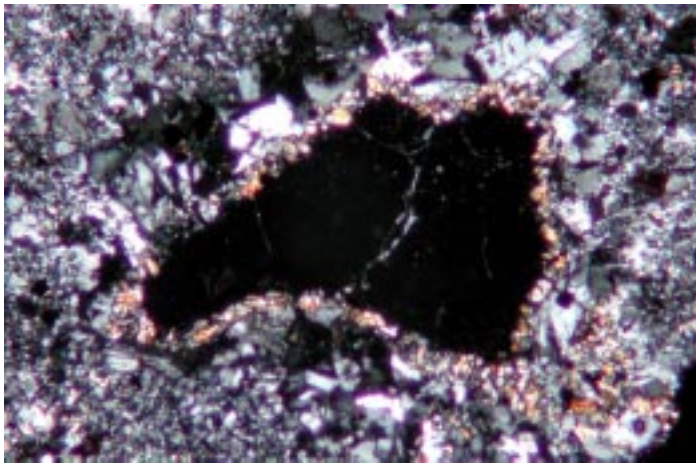


Figure 6 : Grain de quartz isotropisé (verre) dans l'impactite du Lac à l'Eau Claire Ouest. Notez bien la couronne réactionnelle d'OPX et Feldspath. La photo fait 10 mm de large (Photo par C. Guilmette)

La troisième et dernière section de cet article portera sur la morphologie d'un astroblème et sur la distribution du métamorphisme de choc. Ne la ratez pas !

Références :

French, Bevan M. (editor), Short, Nicholas M. (editor), *: Shock metamorphism of natural materials, 1st Conf., Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, 1966, Proc*, p. 644, illus., tables, 1968.

Guilmette, C., Marquis, R., Sharma, K. N. M., Constantin, M. 2001. Géologie du Lac à l'Eau Claire [résumé, affiche]. 22e Séminaire d'information pour la recherche en Géologie, Québec. Géologie Québec, Ministère des Ressources Naturelles du Québec.

Simonds, C. H., Phinney, W. C., McGee, P. E., Cochran, A., *West Clearwater, Quebec impact structure; Part I, Field geology, structure, and bulk chemistry*Merrill, R. B. (editor), *Lunar and planetary surfaces*, Proceedings of the Lunar and Planetary Science Conference (9, Vol. 2), p. 2633-2658, 1978.

Phinney, W. C., Simonds, C. H., Cochran, A., McGee, P. E., *West Clearwater, Quebec impact structure; Part II, Petrology*Merrill, R. B. (editor), *Lunar and planetary surfaces*, Proceedings of the Lunar and Planetary Science Conference (9, Vol. 2), p. 2659-2693, 1978

Rondot, Jehan, Plante, Langis, Seguin, Maurice K., *Geologie postarcheenne de la partie centrale du lac a l'Eau Claire ouest (Nouveau-Quebec);* ET - Direction Generale de l'Exploration Geologique et Minerale, 92-06, p. 21, illus., 24 refs, 1993.

Observatoire de Géodynamique

Le système des îles Sandwich Sud : Buffet froid avec croûte?

Par Sébastien Vigneau et Steve Brillant

Figure 1 : Localisation, tirée de USGS 2005

Les Îles Sandwich Sud sont situées à l'Est du continent Sud Américain. Elles constituent un arc insulaire intra-océanique de 13 îles volcaniques le long de la marge Est de la Mer Scotia dans l'Atlantique Sud (Fig. 1). Au sein du bassin Atlantique, les Îles Sandwich Sud et les Caraïbes constituent les deux seules marges actives. Ces Îles ont été découvertes par James Cook en 1775, un explorateur britannique. Aujourd'hui, elles appartiennent à la Grande-Bretagne. Le climat de cette région est très rigoureux et rend la vie humaine impossible. Cependant, elles sont habitées par de nombreuses espèces animales, tels que des phoques, des pingouins et des oiseaux migrateurs (Fig. 2 et 3). L'étude de cet endroit a longuement tardé, plusieurs îles étant seulement accessibles par hélicoptère ou par bateau. Depuis les dernières 25 années, les missions scientifiques s'y sont multipliées. Les chercheurs étant motivés par le fait qu'il n'a aucune implication de croûte continentale au sein de ce système. Ainsi, ils espèrent étudier un laboratoire naturel plus simple dans le but d'établir des modèles de fabrication de croûte océanique aux dorsales.

Figure 2 : Île Sander, tirée de Le sourire, 2005.

Figure 3 : Pingouins de l'Île Candlemas, tirée de Le sourire, 2005.

Contexte tectonique actuel

La partie extrême sud de l'Atlantique est composée de trois plaques majeures, soient les plaques Sud Américaine au Nord, Africaine à l'Est et Antarctique au Sud. Ces trois plaques ont toutes un mouvement semblable avec une vitesse relativement lente, de 5 à 10 mm/an, et une direction variant de NNW à NNE. Deux autres plaques de plus petites envergures sont confinées entre les plaques Sud Américaine et Antarctique, soient les plaques Scotia à l'Ouest et Sandwich à l'Est (Fig. 5.) La plaque Sandwich est uniquement formée de lithosphère océanique et s'étend sur environ 600 par 500 km (Fig. 4). La dorsale de la mer Scotia Est sépare la plaque Scotia de la plaque Sandwich sur une longueur de 500 km. Ces deux plaques sont bordées au nord par la plaque Sud Américaine et la limite est marquée par une faille transformante. Une autre faille transformante forme la limite Sud où les deux microplaques sont en contact avec la plaque Antarctique. La limite Ouest de la plaque Scotia étant trop complexe et méconnue, elle ne sera pas abordée dans cet article. La partie Est de la plaque Sandwich est limitée par la subduction de la plaque Sud Américaine sous la plaque Sandwich. Cette subduction a provoqué l'ouverture de la dorsale Scotia Est ainsi que la mise en place d'un arc volcanique, l'arc Sandwich Sud. La plaque Scotia ce déplace à la même vitesse que les grandes plaques environnantes, tandis que la plaque Sandwich fait contraste avec une vitesse de 69 mm/an et une direction de 64° N (Fig. 5) (Livermore, 2003).

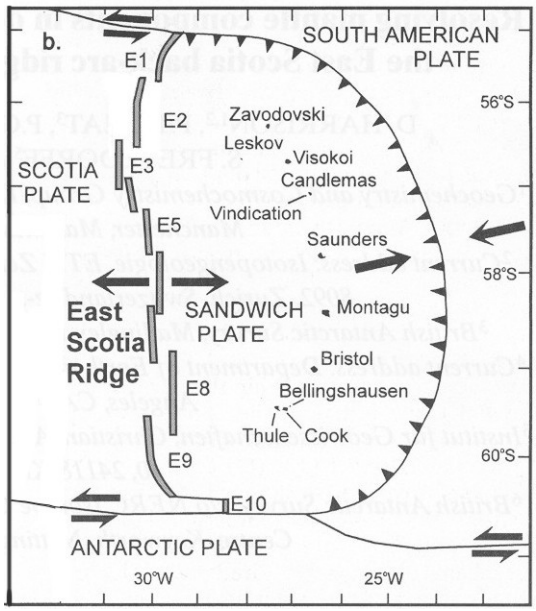


Figure 4. Le système de la plaque Scotia et de la plaque Sandwich. (a) Contexte tectonique régional. (b) Contexte tectonique local, modifiée de Harrison *et al.*, 2003.

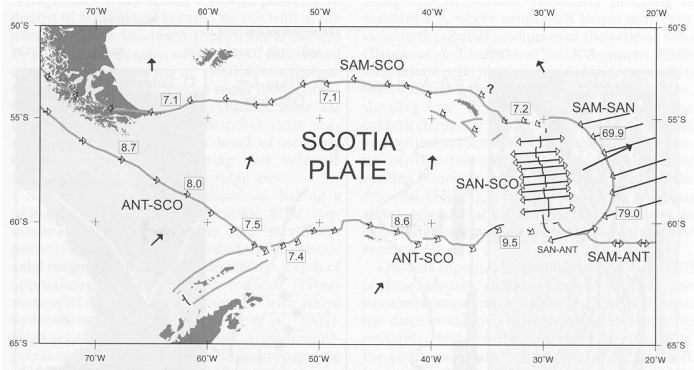


Figure 5 : Contexte tectonique régional. SAM = plaque Sud Américaine, SCO = plaque Scotia, SAN = plaque Sandwich et ANT = plaque Antarctique, tirée de Livermore, 2003.

La dorsale de la mer Scotia Est

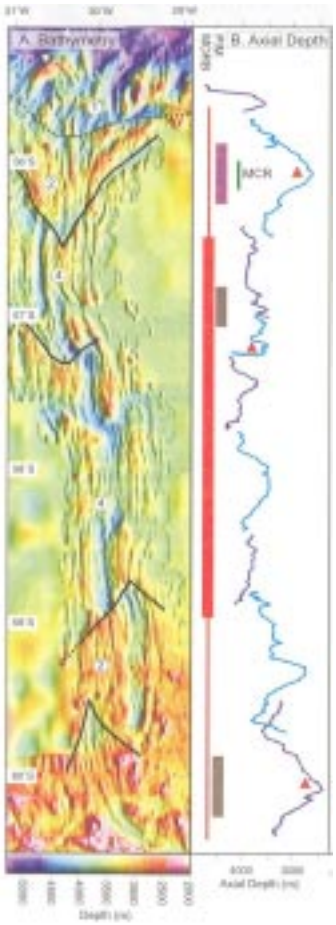


Figure 6 La dorsale de la mer Scotia Est. (a) Bathymétrie. (b) Vallée axiale, modifiée de Livermore, 2003

Cette dorsale est formée de dix segments nommés E1 à E10 du Nord au Sud. (Figs. 4 et 6) Tous les segments n'ont pas la même morphologie, ne s'ouvrent pas à la même vitesse et montrent des types magmatiques contrastés. Les vitesses d'ouverture augmentent du nord au sud de 63 à 69 mm/an. Les segments du centre, de E3 à E8, présentent une vallée axiale d'une profondeur variant de 3500 à 4200 m. Les segments aux extrémités, E2 et E9 ont une morphologie distincte avec des hauts bathymétriques s'élevant à 2500 à 2800 m sous le niveau moyen des mers (Livermore, 2003). Ces hauts fonds sont dus à un apport plus grand de magmas pour ces segments.

Le magmatisme dominant pour les segments centraux, E3 à E8, de la dorsale est du type *normal Mid-ocean ridge basalt* (N-MORB). Ce type de magma est caractéristique des grandes dorsales océaniques tel que la

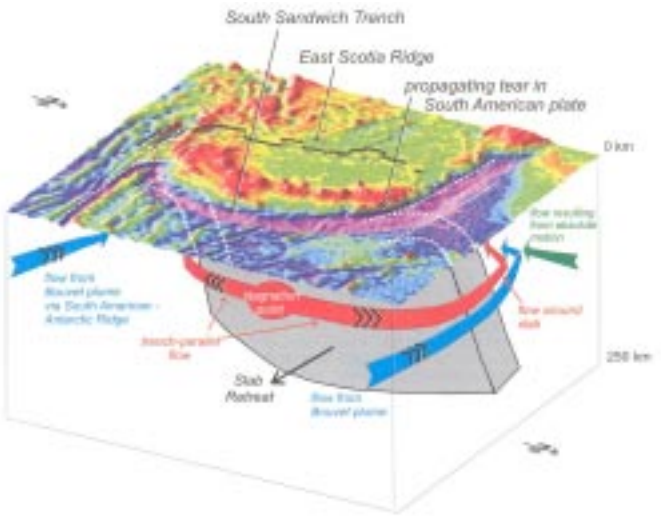


Figure 7. : Diagramme schématique du flux mantellique sous l'arc Sandwich Sud, tirée de Livermore, 2003.

dorsale Médio-Atlantique. Les N-MORB sont également présents dans les autres segments. Par contre, les segments E1, E2, E9 et E10, montrent une forte contamination. Les figures 7 et 8 présentent bien les différentes sources de contamination. La largeur de la plaque subductée étant relativement petite, les magmas peuvent la contourner pour faire éruption dans les segments marginaux. Ainsi, les magmas de ces segments sont le fruit du mélange de quatre types de magmatisme dont le type N-MORB. La plus importante des sources de contamination du magma provient d'un panache mantellique à plus de 2000 km à l'Est de la plaque Sandwich. Il s'agit de la plume de Bouvet qui est située entre les plaques Africaine et Antarctique. L'île de Bouvet présente un magmatisme désigné *Ocean island basalt* (OIB,) typique des îles intra-océaniques, tel que les îles de l'archipel d'Hawaii. Le magma s'écoule de la plume jusqu'à la dorsale de la mer Scotia Est selon le gradient de pression régnant dans l'asthénosphère. Le sens de l'écoulement est représenté par les flèches bleues de la figure 7. Cette contamination est démontrée à la figure 8 par les champs E2, E9 et E10 qui ont une composition intermédiaire entre les N-MORB de la région et la plume de Bouvet. La deuxième source en importance de contamination est l'apport de magma de la croûte subductée. L'écoulement du manteau convectif est bloqué par la plaque subductée et doit s'écouler parallèlement à la fosse. Puisque la partie subductée ne fait que 500 km de large, ce magma peut contourner la plaque pour aller se mélanger aux magmas des segments E1, E2, E9 et E10. Ce phénomène est illustré par les flèches rouges sur la figure 7. La dernière source de contamination est beaucoup moins importante et elle n'est pas détectée par les diagrammes d'éléments traces. Il s'agit de l'apport de magma dû au déplacement de la plaque Sandwich Sud vers le Nord-Est à une vitesse plus grande que les plaques environnantes. L'écoulement du manteau résultant du mouvement des plaques est représenté par une flèche verte sur la figure 7. Les laves des segments centraux varient donc de basaltes à andésites basaltiques et celles aux extrémités sont des basaltes tholéïtiques. (Harrison et *al*., 2003; Leat et *al*., 2004; Livermore, 2003).

À la figure 8, les magmas ont été caractérisés à l'aide de leur composition géochimique. Les rapports de Ba/Yb et Nb/Yb varient en fonction de la composition magmatique. La présence de contamination crustale et de sédiments entraîne un taux élevé de ses ratios qui peut être reliée à une plaque subductée. Dans le cas de la plume de Bouvet et des N-MORB, ils possèdent respectivement des ratios différents, élevés pour la plume de Bouvet et très faibles pour les N-MORB. Il est donc possible de discriminer la provenance des magmas en fonction des ratios de ces éléments traces.

Évolution tectonique

Les anomalies magnétiques causées par l'inversion des pôles ont permis de retracer l'évolution du système insulaire des Sandwich depuis sa formation. La plaque Sandwich s'est formée avec la subduction de la plaque Sud Américaine sous la plaque Scotia. La

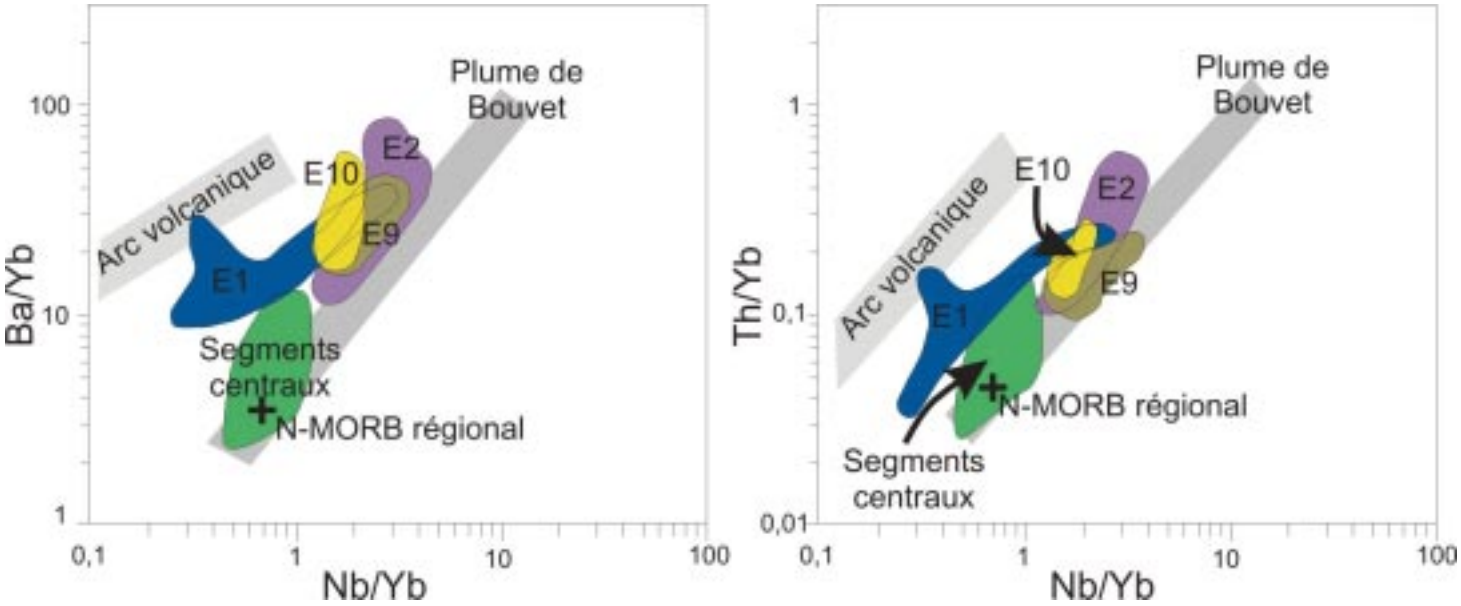


Figure 8. Diagrammes de Ba/Yb vs Nb/Yb et Th/Yb vs Nb/Yb des échantillons du bassin d'arrière arc et de l'arc des Sandwich Sud, modifiée de Leat *et al.,* 2004.

subduction a entraîné l'ouverture d'un rift, il y a 16 à 21 Ma, qui par la suite forma la dorsale de la mer Scotia Est. De l'ouverture initiale jusqu'à 6-7 Ma, elle s'ouvrait, de façon symétrique, à une vitesse de 27 mm/an. À cette époque, deux autres dorsales plus à l'Ouest sont actives, soient : le passage de Drake et la mer Central Scotia. La décélération vers 7 Ma de ces deux dorsales coïncide avec l'accélération de l'expansion crustale de la dorsale de la mer Scotia Est. Depuis 1,7 Ma la dorsale s'ouvre à un taux total de 63 à 69 mm/an selon une direction de 64°N. En conséquence directe de la subduction, une série de treize petites îles forme le croissant insulaire Sandwich Sud et repose sur une lithosphère océanique vieille de 3 à 10 Ma formée à la dorsale Scotia Est. Selon une estimation la plaque Sud Américaine a été subductée sur une longueur de 650 km depuis l'ouverture de la dorsale Scotia Est (Barker, 2001; Livermore, 2003).

Figure 9 : Île Zavodovsky et pingouins, tiré de http://www.travel-images.com

Conclusion

En guise de conclusion, il est important de mentionner que la présence de contamination du manteau par la plume de Bouvet à plus de 2000 km est étonnante. De plus, une variabilité du type de magmatisme est observée en comparant le centre de la dorsale aux extrémités. Le magmatisme central étant simplement de type N-MORB. Les extrémités pour leur part sont du type E-MORB et sont contaminées principalement par la plume de Bouvet et la plaque subductée. Pour terminer, il est important de mentionner que ce système ayant été initialement choisi en fonction de sa simplicité. Les résultats ont démontré qu'il est loin d'être si élémentaire. Il est heureux que les phénomènes géologiques se produisent à une vitesse relativement faible, puisque bien les comprendre risque de prendre encore bien des années.

Références :

Barker, F. Peter, 2001. Scotia Sea regional tectonic evolution : implications for mantle flow and palaeocirculation. Earth-Science Reviews 55 pp. 1-39.

Harrison,D., Leat, P.T., Burnard, P.G., Turner, G., Fretzdorf, S. & Millar, I.L.2003. Resolving mantle components in oceanic lavas from segment E2 of the East Scotia bac-arc ridge, South Sandwich Islands. In : Larter, R.D. & Leat, P.T. (eds) *Intra-oceanic Subduction Systems : Tectonics and Magmatic Processes.* Geological Society, London, Special Publications, 219, 315-331.

Le sourire, 2005, lesourire.com.ar, 1er février 2005.

Leat, P.T., Pearce, J.A., Barker, P.F., Millar, I.L., Barry, T.L.& Larter R.D. 2004. Magma genesis and mantle flow at a subducting slab edge : the South Sandwich arc-basin system. In : Earth and Planetary Science Letters, Elsevier B.V 227, 17-35.

Livermore,R.2003. Back-arc spreading and mantle flow in the East Scotia Sea. In : Larter, R.D. & Leat, P.T. (eds) *Intra-oceanic Subduction Systems : Tectonics and Magmatic Processes.* Geological Society, London, Special Publications, 219, 315-331.

USGS, 2005, www.usgs.gov, 1er février 2005.

Géoscope

Le journal d'information du département de Géologie et de Génie géologique de l'Université Laval
Pavillon Pouliot, 4ième étage
Université Laval, Québec
G1K 7P4

http://www.ggl.ulaval.ca
journal@ggl.ulaval.ca

Rédacteur en chef : Réjean Hébert
Éditeur-journaliste : Carl Guilmette
Logo : Réjean Hébert (idée), Félix-Antoine Comeau (conception)
Spécialiste informatique : Pierre Therrien
Corrections éditoriales : Danielle Pichette

Le Géoscope est publié mensuellement lors des sessions automnale et hivernale et financé par le Département de Géologie et Génie géologique de l'Université Laval.

Date de tombée pour le prochain numéro : 28 Février 2005

Envoyez vos articles en remorque à l'adresse ci-contre, de préférence dans un fichier de traitement de texte Word. Les textes ne devraient pas dépasser 500 mots. Les images seront reçues de préférence en format .jpg selon une résolution de 300 dpi.