



GÉOSCOPE

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

Vol. 6 n° 5

www.ggl.ulaval.ca

10 Mars 2005

Mot du directeur



Ce numéro contient un agenda très chargé d'activités ainsi que plusieurs informations et lectures. Nous reproduisons l'affiche publicitaire pour le nouveau programme de biogéosciences de l'environnement qui paraît dans l'hebdomadaire Voir des 3 et 10 mars 2005. Cette affiche a été expédiée à 6 universités et est postée sur notre site web. Le programme démarre à l'automne 2005.

De plus Géoscope rend hommage aux personnes et aux organismes qui contribuent au succès du Fonds d'Enseignement et de Recherche (FER) du Département de géologie et de génie géologique. Plus de 11 organismes et 108 donatrices et donateurs (dont 40 anonymes) sont partenaires dans la croissance du FER. Pour faire face à la crise du recrutement, ce fonds s'avérera un outil indispensable de promotion. Merci d'encourager cette initiative. Félicitations aux lauréats du Gala du Mérite étudiant et récipiendaires de prix et bourses. J'attire votre attention sur deux dates: le 1er avril est la Journée des Sciences de la Terre, initiative des étudiants gradués des programmes interuniversitaires Université Laval-INRS ETE pour dynamiser nos programmes d'études supérieures et favoriser le rapprochement entre les étudiants et des professeurs des deux institutions partenaires (Pavillon La Laurentienne) et le 22 avril est le Jour de la Terre, activité internationale afin de sensibiliser les Terriens aux menaces qui pèsent sur leur planète. Cette année la région de Québec emboîte le pas à ce mouvement et présente toute la journée au Pavillon Desjardins une série d'activités dont la programmation sera publiée dans le prochain numéro de Géoscope. J'espère des participations monstres à ces deux activités. A vos agendas.

Bonne lecture

Réjean Hébert

Agenda

Activités passées :

11 Février : Conférence de Alexandre Raphael Cabral, de l'Université Laval : *Palladiferous gold mineralisation (ouro preto) in Brazil*. Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, local 4118, 11h30.

14 Février : Séminaire de maîtrise de Catherine Savard : *Modélisation 3D de l'écoulement et des échanges isotopiques dans des réseaux de fractures*. Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, local 4118, 11h30.

16 Février : Séminaire de maîtrise de Julie Bernard : *Origine des brèches à hématite du gîte du Mont de l'Aigle, Gaspésie, Québec*. Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, local 4118, 11h30.

17 Février : Conférence du professeur Michel Gauthier de l'UQAM : *Les gîtes de zinc non-sulfurés métamorphiques du Supergroupe de Grenville, un potentiel minéral exceptionnel conforme au besoin du développement durable (Projet VRQ-DIVEX volet métamorphique)*. Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, local 4118, 11h30.

21 Février : Conférence de M. Bernard Granger, chef géologue, Direction exploration, Division pétrole et gaz d'Hydro-Québec : *Travaux d'exploration d'Hydro-Québec Pétrole et gaz depuis septembre 2002*. Université Laval, Pavillon La Laurentienne, Auditorium 1334, 17h30.

22 Février : Mardi du Département avec François Bossé : *Ma participation au SIFT*. Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot, local 4118, 11h30.

25 Février : Conférence de Virginie Garnier, INRS-ETE : *Genèse des gisements de rubis associés aux marbres de l'Asie Centrale et du Sud-est*. INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Québec, salle 2417, 11h30

Activités à venir :

15 Mars : Date limite pour la réception des résumés dans le cadre de la Journée des Sciences de la Terre, édition 2005.

21 Mars : Conférence du docteur Younes Alila, Faculty of Forestry, University of British Columbia, Vancouver : *Does size really matter in flood hydrology ?* INRS-ETE, 490, rue de la Couronne, Salle 2417, 12h00

-Soirée étudiante de l'ICM, Université Laval, Pavillon La Laurentienne, Auditorium 1334

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

Origine des brèches à hématite du gîte du Mont de l'Aigle, Gaspésie, Québec

Par : **Julie Bernard**

Sous la direction de : Georges Beaudoin

et la co-direction de : Michel Malo

Le 16 Février 2005

Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot

Local 4118, 11h30

Le gîte de Cu-Au-oxyde de fer du Mont-de-l'Aigle se situe au sud de la faille de Shickshock Sud en Gaspésie et dans les parties nord et ouest de la structure anticlinale du Dôme de Lemieux. Les strates sédimentaires siluro-dévonniennes sont recoupées par une série d'intrusions mafiques et felsiques, syn- à tardi-acadiennes.

Les brèches et les stockwerks de la région sont situés sur, ou à proximité, des intrusions et des failles de décrochement. Les fragments des brèches sont silicifiés et chloritisés et proviennent exclusivement des roches sédimentaires de la région. Les fragments angulaires d'une longueur maximale entre 1cm et 10cm présentent des textures de fragmentation en «jigsaw puzzle» caractéristiques d'un environnement cassant. Le quartz est omniprésent dans les brèches tandis que les brèches à ciment d'hématite-magnétite sont restreintes à la partie centrale de la zone minéralisée. Les brèches à ciment composé uniquement de quartz se situent à la périphérie nord du dôme tandis que les brèches à ciment d'hématite-magnétite±quartz dominent la partie centrale nord dans les formations d'Indian Cove et de York Lake. Les zones dominées par les brèches à hématite-magnétite se caractérisent par une susceptibilité magnétique élevée.

À l'indice du Mont-de-la-Brèche, une lentille de mudstone bréchifié, d'environ 200m de longueur et d'orientation Nord-Sud, coïncide avec une faille tardive de décrochement dextre. Des veines de quartz±hématite±magnétite millimétriques à centimétriques, forment le stockwerk au pourtour de la lentille. La densité des veines augmente graduellement dans le mudstone pour devenir un stockwerk bréchique où des fragments angulaires commencent à flotter dans les veines. Vers le centre de la lentille, les fragments deviennent plus nombreux et plus petits. Le ciment est composé de quartz à la périphérie de la lentille et d'hématite-magnétite massive au centre pour donner une zonalité similaire à la zonalité régionale.

La composition isotopique de l'oxygène dans le quartz qui cimente les brèches, indique que le fluide hydrothermal est d'origine météoritique de faible latitude. La présence d'hématite et l'absence de chalcopryrite indiquent que le fluide hydrothermal était initialement oxydant. Le fluide devient ensuite plus réducteur puisque l'on observe le remplacement de l'hématite par la magnétite (mushkétovite) et la précipitation de la chalcopryrite. Le remplacement de l'hématite par la magnétite indique une diminution de la fugacité de l'oxygène et/ou l'augmentation de la température possiblement dues à la présence d'une intrusion en profondeur. La cimentation majeure du quartz recoupe l'hématite, suivie par la chlorite et par la dolomite tardive.

La relation spatiale des brèches avec les failles suggère fortement qu'il s'agisse de brèches tectoniques. Cependant, certaines caractéristiques morphologiques indiquent que la fragmentation a été assistée par des fluides. Il s'agirait donc de brèches tectoniques

et/ou hydrauliques. Plusieurs processus ont pu jouer pour leur formation, dont la microdésintégration tectonique le long de plans de failles, et la fracturation hydraulique causée par des variations cycliques de la pression des fluides au sein des corps bréchiques. L'association des brèches avec les failles et la présence de dykes qui recoupent les brèches indiquent que les brèches sont syn- à tardi-acadiennes. Les gisements de type IOCG riche en hématite s'apparentent aux brèches du Mont de l'Aigle par leur composition minéralogique, par la faible profondeur de la bréchification, par la nature oxydante du ou des fluides et par leur faible température. Les brèches tectoniques et/ou assistées par les fluides sont des brèches typiques de ces gisements.

* * * * *

Modélisation 3D de l'écoulement et des échanges isotopiques dans des réseaux de fractures

Par : **Catherine Savard**

Sous la direction de : Georges Beaudoin

Le 14 Février 2005

Université Laval, Pavillon Adrien-Pouliot

Local 4118, 11h30

La présence de fractures dans un milieu poreux peu perméable peut grandement influencer l'écoulement de fluide et le transport de masse. L'advection domine dans les fractures alors que le transport est principalement par diffusion dans la matrice rocheuse. La distribution d'un soluté migrant dans un milieu poreux fracturé peut être irrégulière selon la géométrie des fractures et selon les propriétés hydrauliques du milieu poreux. Le but de ce projet est d'étudier l'influence de fractures présentes dans une matrice poreuse sur la distribution de concentration de $\delta^{18}\text{O}$ dans une matrice poreuse en 3D, en considérant les échanges isotopiques entre le fluide et les solides. Les travaux aideront à mieux comprendre la distribution de ^{18}O dans les milieux géologiques, ce qui est essentiel à l'étude des gîtes minéraux d'origine hydrothermale.

L'écoulement, le transport et les réactions d'échanges isotopiques, ont été simulés avec le modèle numérique HydroSphere, pour des fractures simples et des systèmes fracturés plus complexes. La validité du modèle a été vérifiée en comparant les résultats avec les travaux de Bowman (1994). Les valeurs de la porosité, la conductivité hydraulique, la coefficient de diffusion, la dispersivité, la concentration en ^{18}O et le fractionnement isotopique sont tirées de la littérature. Une étude de sensibilité portant sur le nombre de fracture, leur position dans la matrice, leur connectivité, la position et la nature des sources et drains hydrauliques, la variation des propriétés de la matrice poreuse matériel et des conditions aux limites, permet de connaître leur influence sur le modèle.

Les simulations montrent que la géométrie du front d'échange isotopique et les asymétries des isoplèthes de $\delta^{18}\text{O}$ peuvent indiquer la direction d'écoulement des fluides hydrothermaux. C'est l'advection qui domine dans le plan de la fracture, alors que c'est la diffusion qui domine dans la matrice poreuse.

La distribution des isoplèthes simulées de $\delta^{18}\text{O}$ est concentrique autour d'une fracture simple. La connectivité avec la source des fluides cause un gradient de concentration abrupt dans la fracture. Si le fluide doit d'abord diffuser à travers la matrice poreuse, le gradient de concentration est faible. Dans le fluide interstitiel de la

matrice, des isoplèthes asymétriques se forment lorsque la fracture n'est pas directement connectée à la source des fluides. Cette asymétrie est créée par la diffusion du fluide de la fracture vers la matrice à travers des parois de la fracture et cause une inversion de la courbure du front d'échange progressant dans la matrice, passant de concave à convexe par rapport à l'écoulement.

Dans les systèmes fracturés complexes, lorsque la géométrie des fractures est asymétrique, les isoplèthes deviennent convexes et concaves par rapport à l'apex de l'angle aigu des fractures entrecroisées. Lorsque plusieurs systèmes de fracture sont présents, les isoplèthes se redressent, perpendiculairement aux lignes d'écoulement, entre les extrémités des fractures, alors que leur distribution est concentrique dans un système simple. Cette symétrie est accentuée par des charges élevées et la proximité de la source. La progression du front d'échange est favorisée lorsque les fractures sont orientées favorablement par rapport à l'écoulement.

FER

Qu'est-ce le FER? En mars 2003, à l'initiative du directeur du département Réjean Hébert, le département de géologie et de génie géologique, se dotait d'un Fonds d'Enseignement et de Recherche destiné à promouvoir le domaine des Sciences de la Terre et à attirer les meilleurs étudiants qui formeront l'élite géoscientifique de demain et d'aider à développer la recherche. Le fonds s'est donné comme objectif de lever plus de \$100 000 d'ici 2008, année où les premières bourses au recrutement et subventions seront attribuées dans le cadre de méga-Retrouvailles en parallèle avec la tenue du congrès AGC-AMC-SEG-SGA à Québec.

À ce jour le FER a accumulé plus de \$60 000. et donc remporte un succès retentissant. Ce succès, le FER du Département de géologie et de génie géologique, le doit à de nombreux donatrices et donateurs à titre personnel ou corporatif. Le Département est fier de leur rendre hommage ici par la publication des noms des personnes et des organismes qui ont cru en cette entreprise. Le message d'inquiétude et d'urgence face à un recrutement incertain et à la pénurie de personnel qualifié qui menace les géosciences à court terme, a été entendu et compris. Il nous reste du travail à accomplir mais fort du succès très encourageant, le comité du FER est confiant de dépasser l'objectif initial de souscription. Nous croyons que d'autres amis se joindront à nous afin de renforcer notre action par le biais d'une promotion adéquate.

Soyez donc vivement remerciés pour vos dons et ensemble continuons.

ENTREPRISES DONATRICES

Abitibi géophysique inc.
 Biotech-Solutions inc.
 DDH Environnement ltée
 Experts-conseils Hydrogéolo-sol inc.
 Gestion Sodémex inc.
 Groupe Technisol inc.
 Inco Limited
 IOS-Services géoscientifiques inc.
 Québec 1998
 Minéraux Séquoia inc.
 Mission Environnement inc.

INDIVIDUS DONATEURS/ dernier programme et promotion

| | | |
|-----------------------|------|------|
| Denis Beauchemin | GGLB | 1983 |
| Châtelaine Beaudry | GGLB | 2002 |
| Jacques Bélanger | | |
| Pierre Bertrand | GGLB | 1980 |
| Yve Bourque | GGLB | 1978 |
| Harold Brisson | GLGM | 1988 |
| Alain Caron | GLGM | 1983 |
| Pierre Caron | GGLB | 1980 |
| Jean-Marc Charbonneau | GLGP | 1980 |
| Marc Choquette | GLGP | 1988 |
| Elisabeth Corneau | GLGB | 1984 |
| Bernard Coulombe | GGLB | 1968 |
| Benoît Couture | GGLB | 1982 |
| Éric David | GGLB | 1996 |
| Christian Denis | GGLB | 1986 |
| Michel Dessureault | GGLB | 1982 |
| Denis-Jacques Dion | GGLB | 1973 |
| Sylvie Dubé | TERM | 1998 |
| Josée Duchesne | GLGP | 1993 |
| Daniel Duchesneau | GGLB | 1979 |
| René Fontaine | GGLB | 1993 |
| Richard Fortier | GLGM | 1991 |
| Christian Franck | GGLB | 1979 |
| Jean Frenette | | |
| Josée Gagnon | GGLB | 1982 |
| Sylvie Gagnon | GGLB | 1985 |
| Yvan Gaudreau | GGLB | 1980 |
| Florent Gauthier | GGLB | 1965 |
| Michel Germain | | |
| André Gingras | GLGB | 1986 |
| Jean Girard | GGLB | 1976 |
| Carol Ann M. Griffin | GLGM | 1992 |
| Réjean Hébert | GLGM | 1981 |
| Yves Hébert | GLGP | 1983 |
| Raynald Jean | GLGB | 1976 |
| Pierre Keating | GLGM | 1975 |
| Donna Kirkwood | GLGP | 1993 |
| Stéphane Lambert | GGLB | 1986 |
| Pierre Lefebvre | GGLB | 1984 |
| Claude Lefrançois | TERM | 1995 |
| André Levesque | GLGB | 1979 |
| Jacques Locat | | |
| Michel Malo | GLGM | 1980 |
| Léon Marineau | GGLB | 1987 |
| Jacques-L.P. Mathieu | GGLB | 1984 |
| Richard Maurice | GGLB | 1974 |
| Roger McNicoll | GGLB | 1976 |
| Guy Mercier | TERP | 2000 |
| Normand Moreau | GLGB | 1987 |
| Aline Morin | GGLB | 1982 |
| Steven Murray | GLGM | 1994 |
| Christine Ouellet | GLGM | 1988 |
| Fernand Pagé | GLGB | 1973 |
| Martin Plante | | |
| Sandra Pouliot | GGLB | 1997 |
| Evangéline Rivest | GGLB | 1985 |
| Caroline Roberge | GGLB | 1995 |
| Claude Robert | GGLB | 1978 |
| Simon Robichaud | GGLB | 2002 |
| Michel Rocheleau | | |
| Gilles Roux | GGLB | 1976 |
| Gilles Savary | GGLB | 1983 |
| Georges Simard | GGLB | 1965 |
| Jacques St-Hilaire | GGLB | 1969 |
| André St-Michel | GGLB | 1980 |
| Luc Turcotte | GGLB | 1975 |
| Denys Vermette | GLGM | 1989 |
| Raynald Vincent | GGLB | 1983 |
| 40 donateurs anonymes | | |

Biogéosciences de l'environnement

Nouveau programme de maîtrise professionnelle

Les préoccupations face aux **problèmes environnementaux** n'ont jamais été aussi grandes.

Pour répondre à un besoin pressant en personnel hautement qualifié, l'**Université Laval** offre un tout nouveau programme de **maîtrise avec essai** permettant d'acquérir :

- une solide formation grâce à un ensemble de cours disciplinaires et **intégrateurs**
- une **vision globale** de l'environnement grâce à l'apport de plusieurs disciplines complémentaires
- une expertise scientifique et professionnelle **à la fine pointe** des connaissances et des méthodes d'intervention en matière environnementale

dans un contexte **multidisciplinaire** enrichissant et avec l'encadrement de nombreux professeurs **compétents**.

Dès l'automne 2005



Biologie



Géographie



Géologie et génie géologique



Géomatique



Pour information :

Richard Fortier, ing., Ph.D.

Co-directeur de programme

Département de géologie et de génie géologique

Courriel : richard.fortier@ggl.ulaval.ca

Tél. : 656-2131, poste 4916 (Diane Moreau, agente à la gestion des études)

Ce programme est dûment approuvé par la CRÉPUQ et en cours d'approbation par le MEQ.

L'archipel des Canaries ou la polémique du point chaud

Par Samuelle Gariépy, Patrick Mercier et Djabrina Tilmatine

Les îles Canaries, destination touristique de premier plan (Figure 1), forment un archipel bénéficiant d'un climat doux et ensoleillé pendant toute l'année avec un paysage saisissant, marqué par le volcanisme. Elles sont situées à 100 km à l'est du continent Africain dans l'océan Atlantique entre les latitudes 27° et 30° nord, soit à la hauteur du Maroc.

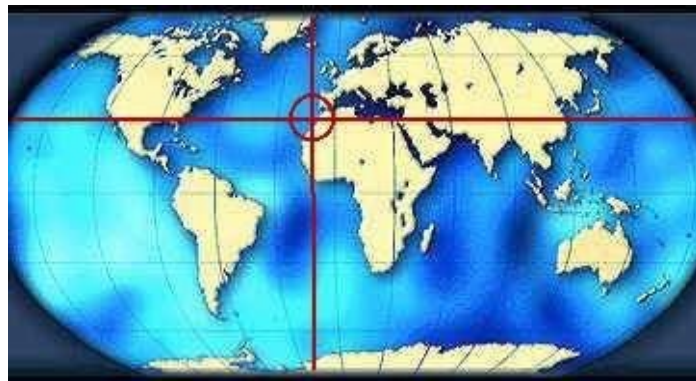


Figure 1 : Archipel des îles Canaries (Tirée de www.finca-el-rincon.com)

Découvert dans l'antiquité, l'archipel a été connu sous le nom des îles Fortunées. Redécouvertes par les Européens au treizième siècle, ces îles ont été conquises à partir de 1402. Ils découvrirent les premiers habitants des îles Canaries, les Guanches. En 1479, le traité d'Alcaçovas attribua l'archipel à l'Espagne. Depuis, les peuples Guanches ont été assimilés ou décimés. Disposées sur la marge passive de la plaque Africaine, cet archipel est composé d'un groupe de sept îles et plusieurs îlots qui forment un chapelet plus ou moins linéaire d'une longueur d'environ 500 km (Figure 2). D'est en ouest, ces îles sont Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma et El Hierro. Elles sont âgées respectivement de 15 Ma, plus de 20 Ma, 14.5 Ma, 11.9 Ma, 9.4 Ma, 1.7 Ma, 1.1 Ma. Toutes ces îles, sauf une, (La Gomera) ont été volcaniquement actives dans le dernier million d'années. Quatre d'entre elles (La Palma, El Hierro, La Gomera et Gran Canaria) montrent des événements éruptifs majeurs dans les derniers cinq siècles. Afin de comprendre l'origine des îles Canaries, les scientifiques ont étudié la structure des îles et la composition chimique des laves.



Figure 2 : Archipel des îles Canaries (Tirée de www.hull.ac.uk)

La structure des îles

La connaissance de la structure des îles est également importante afin de connaître l'origine et l'évolution de l'archipel. Des études ont montrées que les îles Canaries possèdent des structures particulières en trois bras. Cette disposition volcanique de type Mercedes est très commune dans les arrangements des cheminées volcaniques pour les volcans de type océanique. La formation de ces édifices volcaniques est le résultat d'une succession d'étapes (figure 4). La première étape consiste en l'ascension d'une plume mantellique à l'intérieur de la croûte océanique. Lorsque que la plume s'approche de la surface de la croûte, le magma emprunte le chemin exigeant le moins d'énergie. Selon la présence de failles majeures dans la lithosphère océanique, par exemple une ancienne faille, il peut y avoir formation de deux types de structures. Un bras unique témoigne de l'existence d'une faille, alors que la présence de trois bras résulte de la montée du magma dans une croûte dépourvue de faille. La disposition à un bras est présent sur les îles de La Palma et Lanzarote.

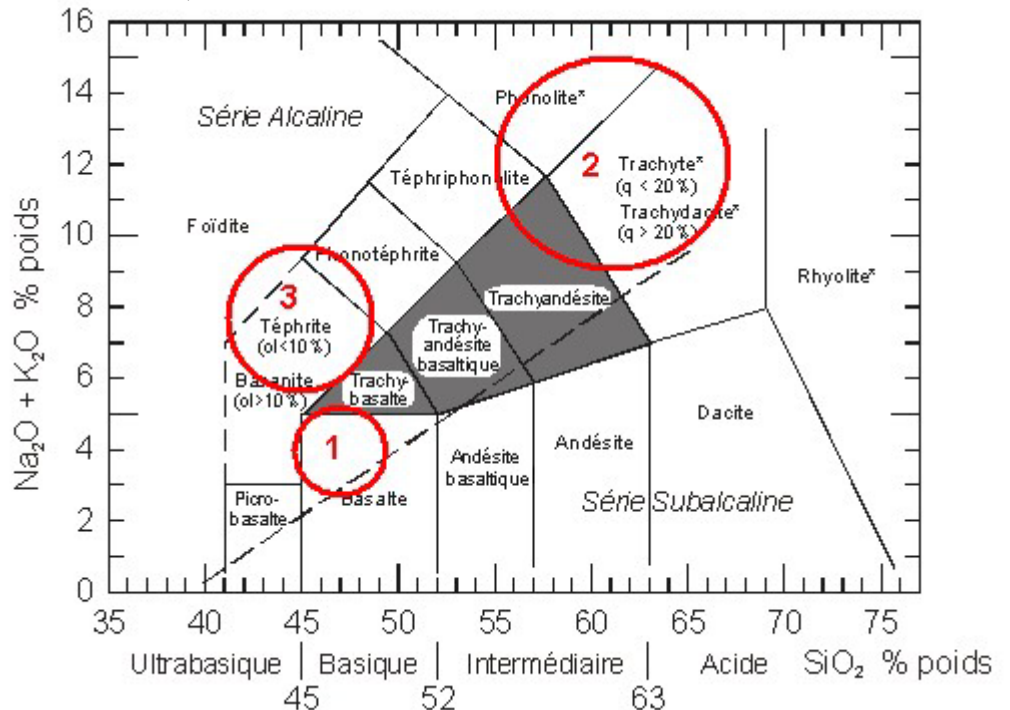


Figure 3 : Situation des différents stades magmatiques

La montée de la plume provoquera un soulèvement de la croûte océanique. Ce soulèvement va créer une fracture triple où chacun des bras est distancés de 120° par rapport à l'autre (figure 4A). Cette structure est retrouvée sur des croûtes plus vieilles (âgée de 150 Ma) et par conséquent plus froide, ayant un

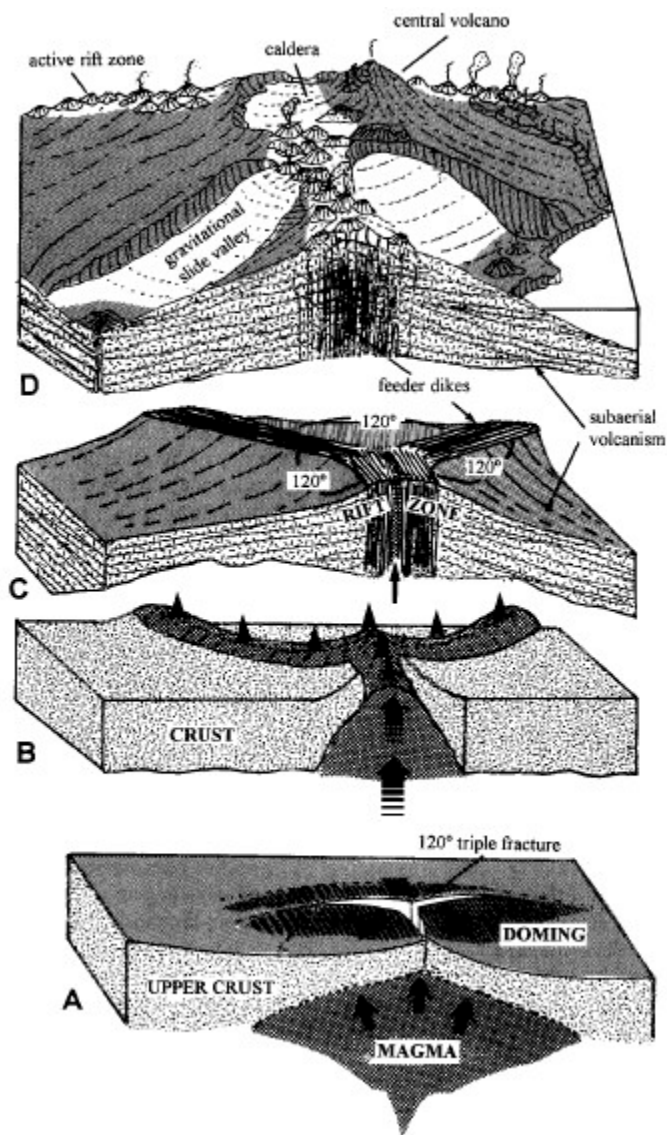


Figure 4 : Modèle schématique de la genèse des rifts de type "Mercedes". (Tirée de Carracedo (1993))

comportement fragile, comparativement aux îles d'Hawaii retrouvées sur une croûte plus jeune (âgée de 80 Ma), ayant un comportement plus ductile. L'île d'El Hierro ainsi que l'île de Tenerife montre très bien cette disposition à trois branches. La remontée du magma le long de ces fractures produira un volcanisme sub-aérien et plusieurs couches de coulées magmatiques (figure 4B). Il s'ensuit une extension de part et d'autre de chacune des fractures, résultant en une zone de rift (figure 4C). Cette extension provoquera l'affaissement du centre pour former des caldeiras. Plusieurs volcans de petite taille (photo 1) sont présents dans ces zones profondes et ceux-ci sont approvisionnés en magma par des dykes nourriciers (figure 4D). Il y a présence d'un volcan au centre de la fracture triple se nommant volcan central.

Composition chimique des laves

Les roches-types de l'archipel sont diverses et leur composition chimique colle à la suite alcaline océanique typique (figure 3). Les édifices volcaniques, de type Bouclier, sont caractérisés par des laves basaltiques alcalines en stade de construction (figure 3, champ 1). La composition de ces laves varie avec le temps. Au stade de latence, les laves typiques deviennent des trachytes et phonolites (champ 2) alors qu'à la remise en activité, elle est essentiellement représentée par des basanites et néphélinites (champ 3). Les laves présentent des signatures isotopiques qui indiquent une contamination par la croûte océanique. Des xénolites de croûte océanique ont aussi été retrouvés dans les édifices volcaniques de certaines îles, notamment de l'île de Gran Canaria.



Photo 1 : Structure volcanique de type "Mercedes" présent sur l'île Lanzarote. (Tirée de www.mantleplume.org)

Modèles suggérés pour l'origine des îles Canaries

L'origine de ces îles est un sujet débattu au sein de la communauté scientifique. Il est fort probable qu'à ce jour aucune théorie ne fasse l'unanimité. L'origine du magmatisme et les relations espace versus temps compliquées, alimentent le débat depuis très longtemps. Il est communément admis que le volcanisme océanique intra-plaque est relié à un point chaud. Toutefois, la longue période d'activité volcanique de l'archipel (jusqu'à 20 millions d'années sur l'île de Fuerteventura), la morphologie des îles, leurs structures, la signature sismique ainsi que l'évolution géochimique des magmas, présentent des problèmes pour ce modèle. Plusieurs hypothèses ont alors été développées pour expliquer l'origine de l'archipel.

(1) La théorie de la fracture: établit par Anguita et Hernán en 1975 partant de l'hypothèse d'un lien structural entre les îles Canaries et les monts Atlas, en Afrique. Cette théorie propose l'existence d'une très longue fracture connectant les deux régions. Lors d'une période d'extension, le matériel fondu emprunterait ce corridor, se qui pourrait expliquer le volcanisme. Lors d'une période compressive, le volcanisme cesse et il y a apparition de structures de compression. L'objection à cette hypothèse repose premièrement, sur le manque d'évidence d'une faille continue entre ces deux secteurs, puis sur l'absence de volcanisme entre les îles et les Monts Atlas.

(2) Le soulèvement de blocs tectoniques : soulevée par Arana et Ortiz en 1986 et 1991, est basée sur l'évidence du soulèvement de différentes sections sur les îles. Un phénomène tectonique compressif, engendrant un raccourcissement du plancher océanique et un amincissement crustal seraient les principales causes du magmatisme et du soulèvement des blocs formant les îles Canaries. D'occasionnelles diminutions des contraintes tectoniques auraient permis la remontée du magma. Ce modèle a été réfuté car il ne propose pas de processus convaincant sur la genèse des magmas et n'explique pas la distribution spatiale et temporelle du volcanisme sur l'archipel.

(3) Le rift des îles Canaries : En étudiant les bases des complexes volcaniques, Fuster (1975) propose une structure régionale d'extension active dans cette région à l'époque du Cénozoïque (< 65 Ma). Les objections à cette hypothèse incluent que la lithosphère océanique autour des îles Canaries est Jurassique (213 à 144 Ma), les directions des dykes sont différentes dans les stages sous-marins des îles Fuerteventura, La Gomera et La Palma, et finalement, les îles sont séparées par une mer profonde avec une absence de lithosphère cénozoïque sur celle existante.

(4) La théorie du point chaud classique : Étant donné le succès du modèle de point chaud dans l'explication d'Hawaii, il a été proposé par plusieurs scientifiques pour expliquer la formation des îles Canaries. La figure 5 montre le modèle d'un point chaud classique. Un des problèmes soulevés par ce modèle est que la tomographie sismique montre que la lithosphère océanique sous les îles Canaries est froide, alors qu'habituellement, les îles provenant d'un point chaud se situent sur une lithosphère chaude. Le volcanisme sub-aérien montre une progression irrégulière vers l'ouest et l'anomalie thermique faible montre une maigre production de magma. Certaines îles battent des records d'activité volcanique (depuis quelques 39 Ma pour l'île Fuerteventura), tandis que d'autres montrent un arrêt des activités depuis des millions d'années. De plus, les reliefs bathymétriques habituellement liés à l'activité d'un point chaud ne sont pas retrouvés aux alentours des îles. Contrairement aux systèmes de point chauds communs, les îles les plus vieilles, c'est-à-dire celles à l'ouest, ne présentent pas de subsidence. L'objection à ce modèle de point chaud s'appuie sur ces nombreuses différences.

(5) Le modèle unifié : Celui-ci a été proposé par Anguita et Hernán en 2000 se base sur les théories présentées au points 1, 2 et 4. Du modèle du point chaud, elle retient que les îles doivent leur origine à une anomalie thermique du manteau. De la théorie de la fracture, elle retient le rôle critique d'une fracture régionale pour la mise en place du magmatisme. De la théorie des blocs soulevés, elle retient la notion que les îles et leurs caractéristiques actuelles sont dues à l'action des forces tectoniques compressives, résultant du raccourcissement de la croûte océanique. Cependant, ce modèle laisse des questions concernant la géologie sur les îles Canaries.

Malgré plusieurs hypothèses proposées pour expliquer la formation de l'archipel des îles Canaries, seulement les deux dernières demeurent au cœur du débat. Outre l'intrigue volcanique, une autre théorie plus d'ordre de la sécurité internationale est étudiée.

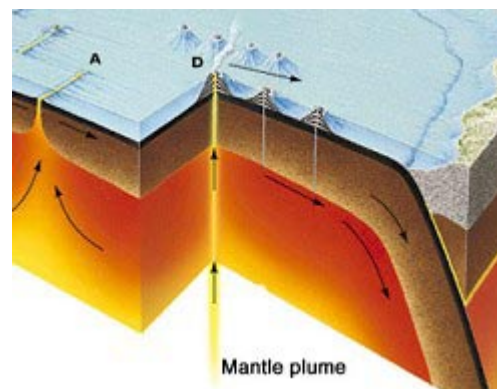


Figure 5 : Coupe schématique d'un point chaud

Instabilité des îles et risques naturels

Sur les îles principales composant l'archipel, celle de La Palma inquiète la communauté scientifique. En effet, cette île comporterait un volcan (Cumbre Vieja) très poreux qui, selon certains volcanologues, pourrait devenir très instable si l'eau contenue dans ces pores venait à ébullition lors d'éruptions prochaines. Le flanc ouest, donc du côté de l'Amérique du Nord, est reconnu comme instable et pourrait se détacher pour glisser dans l'océan, créant alors un tsunami.

L'inquiétude vient de la modélisation du phénomène. Le Dr. Simon Day, du Benfield Greig Hazard Research Centre de l'Université du Collège de Londres, a calculé un mur d'eau de plusieurs centaines de mètres de haut qui s'abattrait sur les Caraïbes, la côte Est des États-Unis et une partie de la Grande-Bretagne. Une équipe dirigée par H.M. Fritz de l'ETH de Zurich fournit plutôt un modèle de glissement de terrain produisant une vague de 650 mètres d'amplitude initiale se propageant à 720km/h. Le calcul prendrait en compte l'atténuation par le relief sous-marins et les dégâts serait visible sur 20 km à l'intérieur du continent américain. Ch. Mader, spécialiste en modélisation de tsunamis, a calculé une vague de 3m de hauteur sur les côtes américaines pour un glissement de 500km³. Cependant, le volume de matériel en mouvement serait plus de l'ordre de 20-30km³ selon Raphaël Paris de l'Université de Clermont-Ferrand. Le survolume calculé provient majoritairement des sédiments déposés sur les flancs volcaniques et la masse de l'eau qui est comprise dans les interstices de ceux-ci.

Ces modèles créés en bassin restreint, à l'aide de la modélisation numérique, sont très critiqués par la communauté scientifique par rapport à leurs valeurs et surtout sur la probabilité de se réaliser. Les tsunamis antérieurs de cet ordre de grandeur se sont tous passés dans des mers et milieux confinés de petites tailles. L'océan Atlantique n'ayant pas encore subi de tsunami dans les vingt dernières années, le risque scientifique n'est pas pour le moins effacé. Cependant, ses dimensions laissent croire que l'énergie dégagée par le tsunami serait dissipée au cours du trajet. La modélisation de

l'accélération verticale n'est pas encore bien établi, d'où la grande marge d'erreur sur les dimensions du mur d'eau.

Toutes ces hypothèses sont fondées sur le fait que le flanc de La Palma se détache en un seul bloc massif. L'énergie alors déployée serait considérable cependant, le flanc étant très poreux, la probabilité que le tout se détache en un bloc massif est faible. Les raz de marée ainsi engendrés seraient non considérables et n'atteindrait pas les côtes américaines.

Le choix du sujet des Canaries était, à la base, la démystification de la rumeur du méga tsunami de La Palma. Se heurtant à plusieurs théories sur la formation de l'île, nous avons décidé d'aller plus en profondeur sur les mystères entourant cet archipel encore très mal connu. Encore à ce jour, la communauté scientifique se penche sur l'énigme de la formation des îles, mais encore, sur la ou les sources de magma produisant de temps à autre des éruptions volcaniques. Aucune conclusion formelle n'est amenée ici, cependant, nous croyons important que les étudiants se heurtent à ce genre de débat scientifique amenant l'amélioration de la pensée critique.

Références:

<http://www.ifremer.fr/web-com/>, mis à jour le 26 février 2005

<http://perso.wanadoo.fr/raphael.paris/lapalmabbc.htm>, mis à jour le 26 février 2005

<http://www.mantleplumes.org/Canary.html>, mis à jour le 25 mars 2004

<http://earth.geol.ksu.edu/> mise à jour inconnue

Carracedo, J.C. (1993); The Canary Islands : an example of structural control on the growth of large oceanic-island volcanoes; Journal of volcanology and geothermal research Vol. 60; 1994; page 225-241

Hansteen, Thor H; Troll, Valentin R; Oxygen isotope composition of xenoliths from the oceanic crust and volcanic edifice beneath Gran Canaria (Canary Islands) : Consequences for crustal contamination ascending magmas; Chemical Geology 193 (2003) 181-193

Anguita, F, Hernan, F, 2000. The canary Islands : a unifying model. Journal of volcanology and geothermal research

Gala du mérite étudiant

| Nominations | Gagnant/e |
|---|-----------|
| Étudiant méritant | |
| Maxime Bolduc Isabelle Daoust Djabrina Tilmatine | * |
| Personnel de soutien | |
| André Lévesque Diane Moreau Pierre Therrien | * |
| Personnel enseignant | |
| Réjean Hébert Donna Kirkwood Michel Rocheleau | * |

Bourses et prix

Voici les différents récipiendaires récompensés cet hiver.

Prix étudiant de l'AGC : Émilie Bédard

Bourses CRSNG 1er cycle en milieu universitaire

Émilie Bédard
Éric Cyr
Jérémy Lavoie

Rayonnement

Réjean Hébert a été nommé administrateur sur le Conseil du Centre canadien de valorisation du diamant établi à Matane, Québec. Il représentera la Faculté des sciences et de génie et canaliserà les projets de collaboration.



Le journal d'information du département de Géologie
et de Génie géologique de l'Université Laval
Pavillon Pouliot, 4^{ième} 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 : 5 Avril 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.