

Jean-Louis JORON et Michel TREUIL

Cycles géochimiques : une histoire naturelle illustrée des éléments chimiques.

Site B – La banque de nos résultats analytiques.

I : Présentation de notre banque de données.

Le site A (ref) est consacré au rappel des principes fondamentaux de notre méthode de géochimie comparée et systématique dont le but était d'établir les lois de distribution et de fractionnement des éléments en traces dans les grandes formations géologiques issues des transformations de notre planète depuis la formation du système solaire.

Cette méthode est très exigeante sur le plan quantitatif et qualitatif car elle impose des investigations approfondies de nombreux systèmes rigoureusement sélectionnés et échantillonnées dans les différents contextes géotectoniques où se manifeste et s'inscrit toute l'histoire de notre planète.

Les roches qui constituent ces systèmes sont caractérisées par leur chimie globale et leur minéralogie. La minéralogie présente l'avantage et l'inconvénient de ne pas être rémanente et est modifiée par les impacts des processus post-génétiques successifs. La chimie de la roche constitue au contraire, pour ce qui concerne les éléments fortement lithophiles et hygromagmaphiles, une mémoire rémanente de l'origine et de la genèse des systèmes étudiés. Pour ces raisons, nos investigations sont essentiellement fondées sur les analyses d'échantillons de « roche totale » convenablement choisis et préparés pour être représentatifs des systèmes étudiés.

Une telle méthode nous imposait le choix et la mise au point d'une technique adaptée à l'analyse multi-élémentaire simultanée d'un très grand nombre d'échantillons de « roche totale » et apte à préserver ses performances indépendamment des roches et des éléments étudiés. Ces exigences nous ont conduits au choix de la technique d'activation neutronique et de spectrométrie γ . Ce choix a fortement bénéficié des initiatives et des réalisations de P. Albert et P. Lévêque aboutissant à la construction et à l'exploitation du laboratoire Pierre Süe. Les moyens d'irradiation et de manipulation de matériaux radioactifs exceptionnels de ce laboratoire, utilisant les qualités remarquables des réacteurs du site de Saclay et plus particulièrement d'Osiris pour les échantillons de roches, complétés par l'essor, à partir des années 1970, de la spectrométrie γ utilisant les détecteurs semi-conducteurs (GeLi) et intrinsèques (Ge pur), nous ont permis de mettre au point un « outil géochimique » de très grande performance et fiabilité, remarquablement adapté à nos objectifs, pérennisé par la stabilité du « groupe des sciences de la Terre » au sein du laboratoire pendant un demi-siècle. Cet outil permet d'effectuer un grand nombre d'analyses multi-élémentaires par voie purement instrumentale, en écartant les effets de matrice grâce aux propriétés des neutrons

et des photons γ . Sur le site A nous rappelons le mode opératoire et illustrons les performances de cet outil que nous avons nous-mêmes perfectionné, efficacement adapté à nos objectifs et exploité jusqu'à l'arrêt du fonctionnement du réacteur Osiris.

Nous soulignons ici tout particulièrement combien nous sommes redevables à tous nos organismes de Recherche (CEA – CNRS – INSU, Universités Paris VI, Paris VII, Paris XI, Orléans) qui ont mis à notre disposition des infrastructures et équipements modernes et performants. Ils nous ont permis de participer à de nombreux programmes de recherche nationaux et internationaux nous apportant les bénéfices de coopérations fructueuses fondées sur l'estime scientifique réciproque et l'amitié. Nous renouvelons le témoignage de notre gratitude à tous les collègues et amis qui ont apporté une contribution essentielle à l'élaboration d'un échantillonnage très complet, de grande qualité, des formations géologiques les plus représentatives de l'évolution de notre planète. Ce témoignage s'adresse aussi à tous nos collaborateurs directs et élèves étroitement associés à nos recherches.

Aussi cette présentation de notre méthode et de nos données sur les sites A et B nous permet de rendre hommage à tous ceux qui nous ont associés à ce passionnant développement des sciences de la terre dans cette deuxième moitié du 20^{ème} siècle. Ils sont trop nombreux pour les citer tous mais nous saluons tout particulièrement C.J. Allègre, P.J. Faucherre, P. Albert, P. Lévêque, M. Steinberg.

Nous souhaitons aussi que toutes les informations soient aisément accessibles à un large public. Leur répartition sur deux sites (A et B) vise à en faciliter l'accès en fonction de l'intérêt et du degré de connaissances géochimiques des consultants. Ce site B est donc destiné à l'archivage le plus complet et le plus accessible possible de nos données. Au tableau des concentrations des éléments en traces, dans la mesure du possible, nous fournissons la localisation et un descriptif des échantillons. Mais ces données ne nous sont pas toujours connues. Dans ce cas nous communiquons les références des thèses et des publications ayant été consacrées à ces échantillons. Les consultants du site susceptibles de pouvoir fournir ces indications peuvent très utilement nous les faire connaître (voir les incorporer sur le site). Nous les en remercions.

Les différents tableaux sont globalement classés en fonction des contextes géotectoniques, de la pétrologie des roches et de la géochronologie. Les roches magmatiques constituent pour nos travaux les enregistreurs les plus fondamentaux de la formation et des grandes transformations de notre planète. Elles font l'objet du plus grand nombre de tableaux de données, ordonnées en allant des roches les plus anciennes aux plus récentes associées à la tectonique actuelle des plaques lithosphériques. L'étude géochimique des séries de roches volcaniques actuelles, et notamment des édifices volcaniques les mieux documentés, est à la base de l'identification des mécanismes pétrogénétiques et des propriétés remarquables des éléments hygromagmaphiles et de transition 3d. Les roches métamorphiques et sédimentaires ont été étudiées dans le but plus précis de déterminer le degré de rémanence de la mémoire géochimique. De même les grandes concentrations métallifères ont servi essentiellement de support à l'étude des processus de mobilisation et de piégeage sélectif des éléments hygromagmaphiles (U, Th, lanthanides, Sn, W, ..).

Les tableaux de données seront accompagnés et illustrés par quelques diagrammes de corrélations dont les bases interprétatives ont fait l'objet de nos publications ou de développements complémentaires exposés dans le site A. Si nécessaire et pour en faciliter la

lecture, nous ajouterons un ou quelques diagrammes binaires et triangulaires simples. Une analyse plus approfondie des corrélations sera exposée dans le site A. A terme, ce site B comprendra nos résultats analytiques de plus de 10 000 échantillons effectués à l'aide de la même technologie et suivant le même protocole au cours d'un demi-siècle d'existence du « groupe des sciences de la terre » au sein du même laboratoire : le laboratoire Pierre Süe du Centre d'Études de Saclay.

Table des matières

Les roches magmatiques.

- *Système solaire :*

- chondrites
- achondrites
- échantillons lunaires
- météorites martiennes

- *Basaltes antécambriens – Komatiites.*

- Afrique du Sud (ceinture de roches vertes de Barbeton)
 - groupe d'Onverwacht
 - formation de Sanspruit
 - formation de Theespruit
 - formation de Komati
 - formation d'Hooggenoeg
 - formation de Shapenburg
 - Vendersdorp
- Canada
 - Matachewan
 - Marathon
 - Fort Frances
 - Biscotasing
 - Abitibi
 - Labrador
- Finlande
 - Tipasjarvi
 - Suvikkovaara
 - Isua
- Australie
 - Pilbara
- Guyane
 - Paranaca
- Groenland
 - Gardar

- Sénégal
 - Bagnomba
 - Dalema
 - Foulde
 - Mako

- *Roches magmatiques liées à la tectonique des plaques a) divergence de plaques (frontières) : MORB*
 - Océan atlantique.
 - leg 37
 - leg 38
 - leg 45
 - leg 46
 - leg 49
 - leg 51
 - leg 52
 - leg 75
 - leg 78
 - leg 80
 - leg 81
 - leg 82
 - leg 104
 - legs 2, 11, 14, 43
 - zone Famous
 - zone de fracture Vema
 - zone de fracture Oceanographer
 - mission Midlante
 - missions Dmitriev 1 et 2
 - mission Hydrosnake
 - missions Mapco 1 et 2
 - mission Fazar
 - mission P7003
 - mission Nord Atlante
 - mission Ridelente
 - mission Rona MM81
 - mission Vema

- mission Vemaute
 - mission Trianord
 - mission Seadma
 - mission RC28 - 02
 - mission RC 28 – 06
 - campagne Gibraco
 - ride Cayman Trough
 - Le Cap – Brest
 - Walvis ridge
 - banc de Gorringe
- Océan pacifique.
- leg 54
 - leg 55
 - legs 59 - 60
 - leg 61
 - leg 64
 - leg 65
 - leg 66
 - leg 67
 - legs 68 - 69
 - leg 70
 - leg 83
 - leg 84
 - legs 91- 92
 - mission Clipperton
 - mission Cyamex
 - mission Cyarise
 - mission Cyatherm
 - mission Geometep
 - missions Searise 1 et 2
 - mission LEE-76
 - mission Toulac
 - mission Pacantarctique
 - plongées 21° N
 - échantillons Batiza

- Océan indien (MD désigne les missions effectuées par le Marion Dufresne)
 - leg 22
 - mission MD23
 - mission MD34
 - mission MD37
 - mission MD57
 - mission MD61
 - mission Hyams
 - mission Edul
 - mission Swift



Marion Dufresne au Kerguelen
© Daniel Dalille

- Mer Rouge – Golfe d’Aden – Golfe de Tadjoura
 - mission Valdivia
 - mission 18° N
 - mission Sudmeroad
 - mission Transmerou – Geomeroad
 - mission V33 (Schilling)
 - mission Cyaden
- Mer Méditerranée.
 - leg 42
 - Vavilov

- ***Roches magmatiques liées à la tectonique des plaques b) convergence de plaques (frontières) : zones de subduction.***

- Chili
 - Antuco
 - Calbuco
 - Cerro C.
 - Choshienco
 - C.P. Negras
 - El Negrilar
 - El Pedrero
 - Laco
 - Lascar

- Llaima
- Lonquimay
- Miscanti
- N. de Chillan
- Orsono
- P. Negras
- Sairecabur
- S. de Lipez
- S. Jeronimo
- Socompa
- Tocorpuri
- Vallarica
- Pérou
 - Misti
- Equateur
 - Altar
 - Almas Santas
 - Antisana
 - Atacazo
 - Calpi
 - Carihuairazo
 - Cayambe
 - Chimborazo
 - Cônes de Licto
 - Cotacachi
 - Cotopaxi
 - Huanquillaro
 - Huisla
 - Illiniza
 - Imbabura
 - Iqualata
 - Mojanda
 - Ouimsacocha
 - Pan de Azura
 - Pasochoa
 - Pinchicha

- Punalica
- Puyo (Oriente)
- Reventador
- Sangay
- Sumaco
- Tungurahua
- Colombie
 - Galera
- Mexique
 - Pico de Orizaba
 - Popocatepelt
- Kamchatka
 - volcanisme crétacé
 - Tumrok range
 - Valaginsky range
 - Sharomsky
 - volcanisme actuel
 - Avachite
 - Avatchinskii
 - Bezynnianni
 - Goreli
 - Kliouchevskoy
 - Kracheninikov
 - Mutnovsky
 - Shiveluch
 - Tolbachik
 - Vilioutcha
- Japon
 - Asama
 - Fuji
 - Goshikidai
 - Hokkaido
 - Okidogo
 - Omuro
 - Oshima
- Mariannes

- Philippines
 - arc de Luzon
 - Batan
 - Babuyan de Claro
 - Camiguin
 - Mt Cagua
 - Mt Tabungon
 - Lanhsu
 - -Lutao
 - Baguio
 - Lepanto
 - Calayan
 - Sabtang
 - Taiwan Coast range
 - péninsule de Zamboangu
- -Indonésie
 - Sulawésie
 - volcans de Java
 - volcans de Sumatra
 - Sukadana
 - Rajabasa
- Petites Antilles
 - Grenade
 - les Grenadines
 - Union
 - St Vincent
 - Ste Lucie
 - St Kitts
 - Martinique
 - -Dominique
 - Les Saintes
 - Guadeloupe
 - Montserrat
 - Nevis
 - S^{te} Eustache
 - Saba

- N^{elles} Hébrides
 - -Futuna
 - Alofi
 - Matthew
- Italie
 - îles éoliennes
 - Alicudi
 - Filicudi
 - Lipari
 - -Salina
 - Ustica
 - Stromboli
 - Vésuve
 - Champs phlégréens
 - Ventotène
 - -Vulcano
 - Vico
 - Vulsini
 - Cimino
 - Ernici
 - Bolsera
 - Latera
 - San Venanzo
 - Ischia - Procida

- *Roches magmatiques liées à la tectonique des plaques c) intra – plaques :*

- - îles océaniques (OIB)
 - atlantiques
 - Islande
 - -Açores
 - Corvo
 - Florés
 - Faial
 - Pico
 - Sao Jorge

- Graciosa
- Sao Miguel
- Terceira
- Santa Maria
- Canaries
 - Grande Canarie
 - Fuerteventura
 - Lanzarote
 - La Palma
 - Teneriffe
- Madère
- Ascension
- Trinidad
- Fernando do Noronha
- Cape Verde
 - Brava
 - Fogo
 - Bird Isl.
 - -San Nicolao
 - San Tiago
 - Santo Antao
 - Sao Vincente
- Annobon
- Bioko
- Gough
- Principe
- S^{te} Hélène
- Bouvet
- Tristan da Cunha
- Iles pacifiques

Lexique

Leg n	n ^{ème} parcours d'une mission océanique de prélèvement sur différents "sites" Voir : http://www.deepseadrilling.org/index.html
MORB	Middle Oceanic Ridge Basalt,
OIB	Ocean island basalts
ODP	Ocean Drilling program
DSDP	Deep Sea Drilling Project

Voir :

Ocean Drilling program : <http://www.odplegacy.org/>