



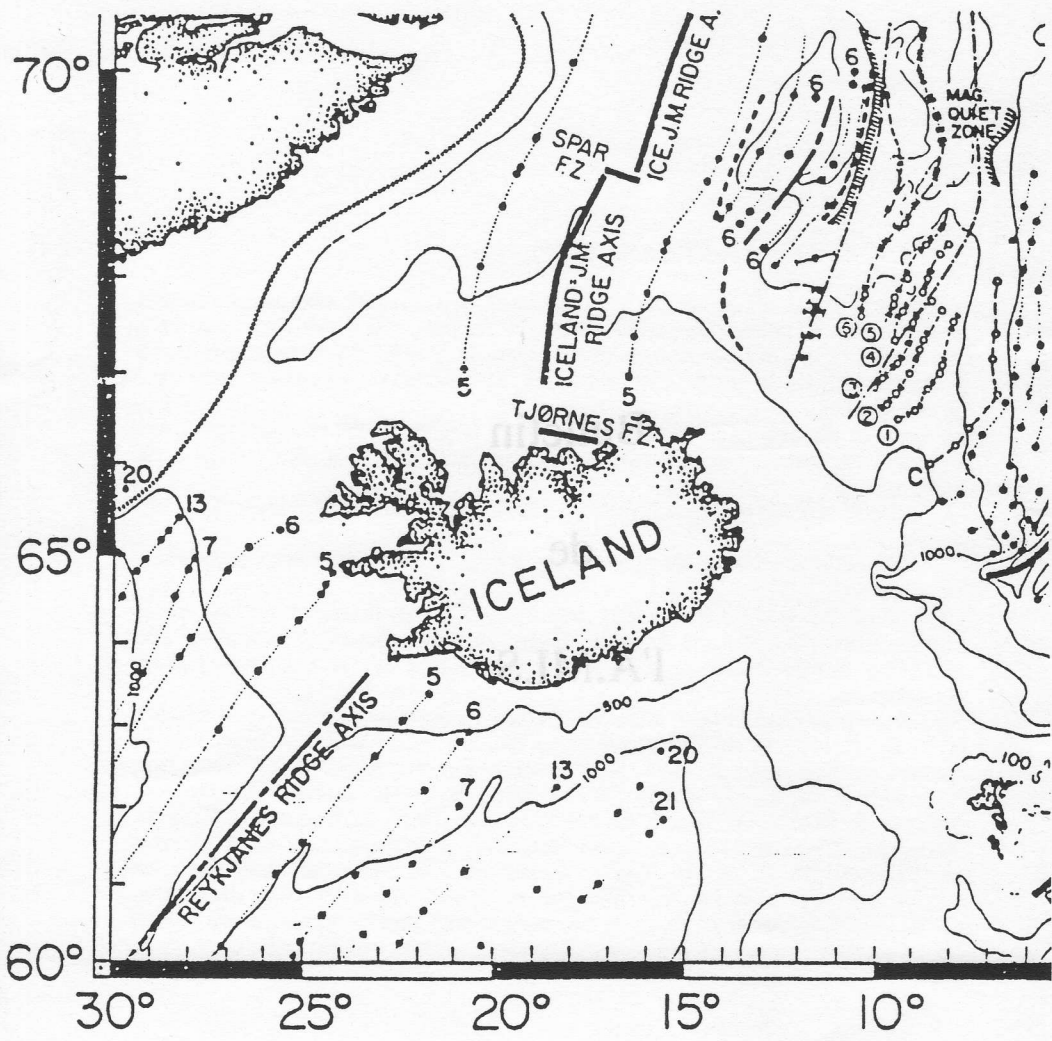
Bulletin

de

l'A.M.I.S.

Numéro 23

3ème trimestre 1997



: Position géotectonique de l'île sur la ride médio-atlantique.

Service Géologique de l'Ontario
 Geological Survey of Ontario
 25, rue de la Couronne
 4. étage
 752 1P2 PARIS Cedex 05

LE HOT SPOT D'ISLANDE ET LES PHENOMENES THERMIQUES ASSOCIES

Conférence de François Tortochaux du 19 décembre 1987

1 - PRELIMINAIRE

Située entre le parallèle 63°25 et le cercle polaire, l'Islande avec sa superficie de 102.850 km² est la plus grande île de l'Europe après l'Angleterre. Sa population est toutefois très faible ne dépassant pas 200.000 habitants.

Qu'évoque pour nous cette île qui a une position intermédiaire entre la pointe Sud du Groenland et la péninsule scandinave ?

Pour certains, se référant à des lectures de jeunesse, une population de pêcheurs perdue dans les brumes du Nord, pour les géographes, une île où les phénomènes volcaniques se sont combinés étroitement avec l'action glaciaire, enfin pour le géophysicien, un "hot spot" (point chaud, par référence à la théorie de W.C.MORGAN) balisant la ride médioatlantique.

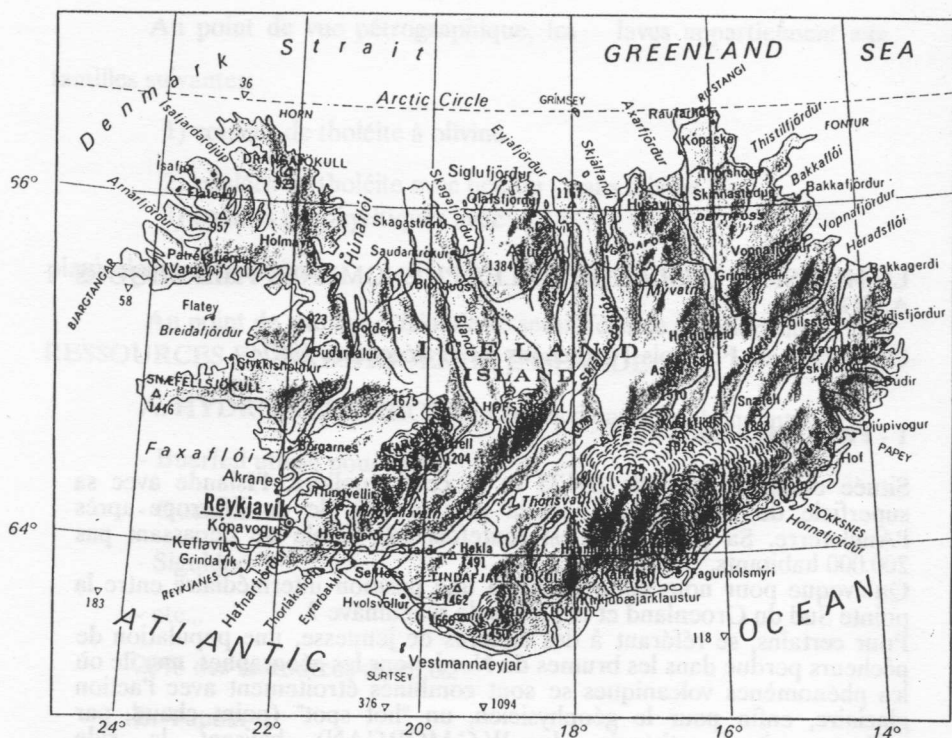
Ce mystère qui entoure encore l'Islande mérite d'être dissipé en esquissant rapidement l'histoire géologique de cette île et l'examen des manifestations liées au volcanisme dont certaines revêtent un intérêt économique particulier.

2 - HISTOIRE GEOLOGIQUE

Le socle de l'Islande est constitué par une alternance de coulées qui se sont mises en place à la cojonction de l'extrémité Nord de la ride médioatlantique appelée aussi "ride de Reykjanes" avec la transversale Feroe-Shetland. D'après W.C.Morgan qui a émis à propos de cette île sa "théorie des plumes", l'Islande représenterait un "hot spot", cheminée thermique à la limite de deux plaques. L'étude du champ magnétique observé sur des profils perpendiculaires à la dorsale a montré des anomalies intenses, étroites et symétriques par rapport à l'axe de la crête matérialisant des anciennes cicatrices figeant les émissions magmatiques.

En effet, en Islande, et contrairement au Cantal ou au Vésuve, le strato-volcano avec émission alternées de cendres, de tufs, de scories et de laves est rare. Par contre, les "crevasses volcanos", appareils linéaires fissuraux, comme le SKAPTA ou l'HEKLA se rencontrent en profusion.

Ce type d'appareil confirme la liaison étroite qui existe entre le volcanisme et les directions de dislocation.



Des mesures topographiques effectuées à partir de profils à cheval sur la zone volcanique montrent un écartement de 2 à 3 cm. par an.

Depuis sa formation au milieu du Tertiaire, l'Islande a connu 2 grandes périodes d'activité volcanique séparées par un épisode sédimentaire d'âge pliocène constitué par des sables, des argiles, et de minces lits de lignite. Les basaltes les plus anciens : 16 millions d'années constituent le "Plateau Basaltique Tertiaire". Au point de vue pétrographique, ils contiennent du labrador comme plagioclase, avec de l'augite et de l'olivine comme minéraux ferro-magnésiens; des produits oxydés de couleur brun rougeâtre semblent résulter de l'altération de l'ilménite, de la magnétite ou de la pyrite.

Au pliocène, une invasion marine paraît avoir recouvert l'île. Puis à la fin de cette période, un nouveau stade d'évolution s'amorce, caractérisé par un réveil du volcanisme et la succession de 3 épisodes glaciaires. Les manifestations éruptives présentent une physionomie très différente de la phase originelle des P.B.T. Un faisceau de dislocations et de fractures linéaires prend l'île en écharpe, de Reykjanes et Katla au S, jusqu'à la presqu'île de Melrækka Slettatjörnes au N.E. Tout s'est passé comme si le plateau basaltique fondamental s'était affaissé en son milieu en donnant naissance à un véritable "chenal volcano-tectonique" balisé par des manifestations volcaniques fissurales particulièrement intenses. Les produits d'émission sont représentés par des laves doléritiques ou liparitiques de couleur claire accompagnées d'une énorme accumulation

de matériaux meubles: cendres, scories, brèches, conglomérats et tufs. La conjugaison de l'action glaciaire et volcanique a donné naissance à une prédominance des produits d'explosion -"palançonites"- résultant de la pulvérisation de la lave sous l'effet de la vaporisation des névés. Aujourd'hui, à l'image des glaciers qui ne représentent plus que 13.000 km² d'extension, le volcanisme islandais a considérablement décliné en étendue et en intensité par rapport au paroxysme du Quaternaire. Néanmoins, l'activité volcanique, survivance des temps tertiaires, présente des symptômes non négligeables. En 1895, l'Askja a émis un million de mètres cubes de laves, soit 40 fois plus que le Vésuve en 1794, l'éruption la plus violente connue. Il existe des coulées qui ont jusqu'à 90 km de longueur; les laves émises par l'Eldgja en 1930 et par le Laki en 1983 représentent respectivement des volumes de 12 à 9 kilomètres cube. Après avoir présenté succinctement les traits généraux de la géologie de l'île, nous envisageons les phénomènes thermiques spectaculaires qui balisent une zone très particulière, déprimée et contournée que l'on suit de Hveragerdi au SW à Tjornes au NE - 66ème parallèle-.

3 - APERÇU SUR LES MANIFESTATIONS GEOTHERMIQUES LIEES AU VOLCANISME

Dans le canal volcano-tectonique, l'activité endogène se manifeste par des phénomènes hydrothermaux imposants.

a) Les Geysers

Rares mais très spectaculaires, ils sont les témoins de l'énergie souterraine. Le mécanisme de leur fonctionnement n'a pas encore été complètement élucidé. On considère que de grandes quantités d'eau chaude sont recélées par des réservoirs de la subsurface. Après échauffement intensif, l'eau est violemment expulsée quand une partie se transforme en vapeur.

Exemple: Le Grand Geyser de l'Islande, en décroissance, lançait à heure fixe, pendant dix minutes, un grand jet de 50 m. de hauteur.

b) Les Solfatares

Ils émettent des mélanges de vapeurs et de gaz: CO₂, H₂S, CH₄, H₂, He.... (La présence de méthane et de traces de gaz ammoniacal dans les événements conforte les idées développées par M. Sans sur l'origine mantellique de certains gisements.) La teneur moyenne en gaz de 1 kg de vapeur est de 7.5 litres, le pourcentage de H₂S, représente 18% du volume, ce qui donne 1.8 kg de Soufre élément par tonne vapeur.

Ils sont alimentés par des circulations hydrothermales ayant balayé des stocks basaltiques chauds sous-jacents. L'H₂S, gaz caractéristique des solfatares, est rapidement oxydé en acide sulfurique et en Soufre natif. Les solutions acides provoquent de nombreuses réactions chimiques avec les matériaux de surface environnants, ce qui détermine des auréoles fortement colorées (rouge de Venise) entourant les sources thermales.

Dans la zone volcanique, les solfatares de:

Reykjanes, Gunnhver, Krysvik, Hveragerdi, Myvatn, sont particulièrement remarquables, balisés par des accumulations blanches de sulfate de calcium, des enduits de soufre élément et des peintures d'oxydes de fer, arsenic ou de cadmium .

c) Les "mud volcanos"

Il ne s'agit pas, comme en bordure du Golfe Persique, de cratères avec des venues de méthane provenant de dégazage profond. Ici c'est d'un tout autre phénomène dont il s'agit. Souvent à l'intérieur des zones à solfatares, on observe de petits cratères de 0.50 m. à 1.50 m. de diamètre qui contiennent une boue bleue, chaude, émulsionnée par des venues de CO₂, et riche en petits cubes de pyrites très finement cristallisés. La teneur des boues en soufre est très élevée. Le plus souvent, elle est comprise entre 22 et 47 %. Des coupes fournies par d'anciens forages tels "HVERAROND 4" - Myvatn Lake - ont montré une puissance de 21 mètres pour les boues bleues à pyrite.

d) Les "hot springs" et les "thermal brines"

Les venues d'eau chaude en surface constituent un trait habituel des régions volcaniques. Le débit de ces sources chaudes est en étroite relation avec la vitesse de circulation de l'eau dans le réseau de fractures souterraines émissaires.

Le transfert de chaleur de la profondeur vers la surface est entravé par la dilution des eaux chaudes par des aquifères plus froids, proches de la surface.

Un des sites les plus remarquables d'Islande est le champ de Reykjanes au S.W. de Reykjavik situé sur l'extension de la ride de Reykjanes. Il couvre une superficie de 1 km². La salinité de l'eau thermale du "pool" est la même que celle de l'eau de mer. Par contre, les concentrations en SiO₄, B, K, Ca assez différentes pourraient s'expliquer par le lessivage des roches basaltiques au cours de la circulation souterraine. Les réservoirs constitués par des basaltes scoriacés avec des intercalations de tuffites à particules éoliennes d'âge quaternaire s'étagent entre 1200 et 1800 mètres de profondeur. La température des eaux chaudes est comprise entre 250 et 290° C. Des études sont en cours pour la production de 250.000 t/an de NaCl à partir des saumures et la récupération de KCl.

Dans l'état actuel de développement industriel, les eaux chaudes servent principalement au chauffage des habitations - moitié du prix du chauffage au fuel en 1982 -.

e) La vapeur

Les dégagements de vapeur sont très nombreux à l'intérieur du chenal volcano-tectonique qui s'étend suivant une direction NE-SW sur 300 km. Les 2 sites les plus importants: Reykjanes et Myvatn Lake se situent aux extrémités S.W. et N.E. du linéament thermique. L'utilisation de cette énergie pour le chauffage des serres est réalisée dès à présent à Hveragerdi, à une trentaine de km. de Reykiavik. En ce qui concerne les projets de la production d'électricité, on peut mentionner une Centrale de 2500 kwh alimentant l'usine de diatomées du Myvatn Lake. Toutefois la concurrence des ressources hydrauliques très abondantes porte préjudice au développement des plans "vapeurs". Au point de vue prix de revient, on note que le kwh hydraulique est meilleur marché, 0,015 F. contre 0,025 F. pour le kwh géothermique. Ceci a conduit ALUSUISSE à utiliser la Centrale hydroélectrique de "Burfell Dam" pour les 150.000 kw nécessaires à son usine d'aluminium de Straumsvik au Sud Est de Reykjavik.

Pour résumer l'intérêt économique actuel de l'énergie géothermique consommée, nous noterons qu'elle correspond à l'équivalent de 200.000 t d'huile par an. Au point de vue potentiel, les 4 régions géothermiques majeures du pays représentent l'équivalent de 200 millions tonnes d'huile par an.

Enfin pour clore ce tour d'horizon des phénomènes géothermiques liés au volcanisme islandais, il convient de citer:

Les Siclics Centers présentant des zones d'anciennes circulations hydrothermales qui ont accompagné la mise en place au Pléistocène d'intrusions diverses: andésites, dacites, rhyolites dans les "Tertiary Basalt Plateau". K. Saemundsson en a dénombré 40. La roche éruptive environnante a subi une altération intense: elle est dévitrifiée et envahie par du quartz, des carbonates et de la chlorite. Des nuages pyriteux fins sont souvent présents.

4 - CONCLUSION

Au terme de ce rapide périple en Islande, on peut essayer d'envisager géographiquement et chronologiquement l'évolution des manifestations solfatariques et géothermales. En effet, les éruptions et les phénomènes thermiques qui les accompagnent ou les prolongent ont des périodes d'activité très variable. Le vieillissement, l'extinction ou le rajeunissement des volcans dépendent souvent de leur position par rapport aux linéaments majeurs de l'écorce terrestre, c'est-à-dire de la province magmatique qu'ils jalonnent.

Illustrons cette évolution par des exemples:

1) Naissance de l'île Surtsey

Le 14 novembre 1963, à 10 km au sud de l'Archipel Westman Islands - bordure sud de l'Islande - une éruption sous-marine gigantesque débute par 2 orifices différents suivant une fissure de direction N 35° E de 500 m de long. En 4 jours, la nouvelle île atteint 45 m de haut et, fin 1963, son altitude était de 145 m. Elle était circulaire et son diamètre de 800 m.

Jusqu'au 4 avril, les éruptions se manifestent par des explosions, le magma venant en contact avec l'eau de mer et donnant naissance à des bombes de scories et des cendres avec d'énormes dégagements de vapeur s'élevant jusqu'à 10 km d'altitude. Après le 4 avril, on assiste à des épanchements de laves qui édifient progressivement un dôme assurant la survie de l'île et qui atteint 175 m de haut.

Ces phénomènes nous montrent un rajeunissement du volcanisme islandais à l'époque actuelle.

b) Le Volcan de Nisiros

Situé en Méditerranée sur la grande fracture des Cyclades, il est auréolé de manifestations thermiques, héritage d'une activité assez voisine de celle de l'Islande bien que la nature pétrographique des émissions soit fort différente. Les coulées sont constituées ici par des "téphrites".

Quelques photos prises par un collègue permettront de visualiser solfatares, vapeur et fumerolles riches en SO₂ et provoquant la décoloration des sols. Le degré géothermique est court.

c) Les Solfatares posthumes du Latium

Au sud de Rome, entre Castelgandolfo et les studio Dino de Laurentis, en un mot entre le Ciel et l'Enfer!, des manifestations très affaiblies d'un volcanisme Pliocène entourent le volcan Albano. Il s'agit de "mud volcano" froid à émissions "bulle à bulle" de CO_2 et de sources sulfureuses froides très chargées en H_2S . Aux environs d'Anzio, les tufs pyroclastiques et cinérites du volcan ont constitué un excellent réservoir pour les eaux et fumerolles chargées en SO_2 et H_2S qui, par oxydation, ont engendré des dépôts de S élément.

A 100 km au nord dans la région de Viterbo, toujours dans la même province volcanique en bordure de la Mer Tyrrhénienne, un régime lacustre s'est installé à la fin de la période d'émissions volcaniques. Dans le fond des lacs proliféraient des organismes siliceux, les diatomées qui ont fixé le fluor des fumerolles gazeuses barbotant dans le lac. Cette genèse très originale d'un gisement minier a produit des accumulations économiques de fluorine ("farine fossile" dans les couches à diatomées avec intercalation de cendres et de tufs volcaniques).

En conclusion de cette fresque, tracée à grands traits, des manifestations satellites du volcanisme, on retiendra:

-Une grande similitude dans les mécanismes de circulations des effluents liquides ou gazeux sur la périphérie des volcans, conditionnés par le volume de l'aquifère, et d'autre part, l'existence de corps chauds en profondeur. L'existence d'un réseau fissural étendu facilite la percolation des eaux.

-L'intérêt économique plus ou moins grand des produits de remobilisation qui précipitent à la bouche du solfatare. Si les eaux chaudes et les vapeurs balayent des basaltes ou des matériaux volcaniques riches en métaux, les solutions s'enrichiront au cours de leur trajet souterrain et donneront lieu, par décharge en surface, à des concentrations intéressantes. Si par contre, comme c'est le cas en Islande, les basaltes sont pauvres en métaux, les produits de surface: sulfates, silice, soufre n'auront qu'un faible intérêt économique.

-Les possibilités d'utilisation de l'énergie géothermique liée à des anomalies thermiques peu profondes -500 à 800 m- constituent un procédé original de production d'électricité. Si, en plus, nous associons à cette possibilité un traitement de saumures éventuelles -cas du champ de Reykjanes pour la récupération de NaCl , KCl , CaCl_2 , MgCl_2 - on peut envisager le schéma d'un plan futur à double objectif: électricité et récupération de substances utiles.

ISLANDE EN BREF

SUPERFICIE: 103.000 Km

- 2ème plus grande île de l'Europe en bordure du cercle polaire.

POPULATION: 225.000 habitants

- dont Reykjavik- 83.376 h.

terrain d'aviation : Keflavik

CLIMAT: adouci en hiver par l'influence du "Gulf Stream".

Température d'été: 12 à 15°C

RELIGION: évangélique luthérienne dominante.

HISTOIRE: Découverte dans la seconde partie du 9ème siècle par les Vikings.

Premier immigrant: Ingolfur Arnarson.

En 1944, coupure avec le Danemark; une nouvelle république est née.

SCHEMA GEOTECTONIQUE:

L'Islande représente une partie exondée de la ride médio-atlantique d'orientation sensiblement NE.SW avec un volcanisme essentiellement fissural et tout un cortège de manifestations thermiques: vapeur, eaux chaudes, geysers, solfatares...Des failles en échelon recoupent le "trend" volcanique.

Les coupes de surface montrent une épaisseur de 1.500 m pour les basaltes qui recouvrent 2 à 5 km de roches magmatiques. Les affleurements montrent le cortège suivant:

- Basaltes: 80% et roches acides incluant des variétés intermédiaires (10%).

- Sédiments d'origine volcanique:10%

Au point de vue pétrographique, les laves appartiennent aux familles suivantes:

- 1) coulées de tholéite à olivine
- 2) coulées de tholéite avec peu ou sans olivine
- 3) coulées porphyritiques avec

plagioclases et pyroxènes.

Au point de vue âge, l'Islande se serait formée au Miocène.

RESSOURCES ENERGETIQUES DE L'ISLANDE.

A. HYDRO-ELECTRICITE: Chutes d'eau très abondantes:

- Buerfell utilisé pour ISAL
- Godafoss
- Siguldod
- etc...

20% des ressources utilisées.

B. Vapeur

Très abondantes mais champ à structure complexe.

C.EAUX CHAUDES

Très abondantes pour chauffage urbain, piscine et pour les serres des producteurs de légumes.

LES INDUSTRIES.

Pêcheries; "Fishing Industry"; 1970: 70 10 lbs de filets de morue vendus aux USA.

ISAL/ Usine d'aluminium, Alusuisse.

Usine nationale pour le ciment.

Production de ferrosilicium.

Fabrication d'engrais.

Usine de préparation des diatomées

John Manville.

VIE DE LA COLLECTION

L'exposition "les FLEURONS de la COLLECTION" obtient un succès comparable à celle des météorites, la lecture du livre d'or est très instructive, les visiteurs comparent souvent la beauté du monde minéral à la médiocrité de la vie de tous les jours, et remercient la nature pour tant de merveilles.

La bourse de Ste Marie aux Mines nous a permis de réaliser quelques acquisitions, modestes, en raison de l'appauvrissement des bourses de minéraux.

- Une belle stilbite des Indes vient enrichir notre vitrine déjà bien belle sur les zéolites.

- Un bel octaèdre rouge de spinelle de Birmanie complète bien cette série de minéraux.

- Un superbe quartz en peigne associé à des tourmalines vertes, de la célèbre mine du Cruzeiro dans le Minas Gerais au Brésil, provenant d'une collection privée française, fait partie maintenant des beaux minéraux de la collection.

En octobre une vaste opération publicitaire est organisée par le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur en collaboration avec le Bureau de Tourisme de Paris pour promouvoir des Musées de l'Education Nationale : Le Palais de la Découverte, le Conservatoire des Arts et Métiers, le Musée de l'Ecole de Médecine de Paris, le Museum d'Histoire Naturelle, l'Institut Géographique National, et la Collection de Minéraux de l'Université P. et M. Curie. Cette manifestation se déroulera au Carrousel du Louvre simultanément avec d'autres manifestations scientifiques. (du 6 octobre à fin novembre) Nous espérons que cette manifestation apportera à notre collection le public qu'elle mérite.

Pierre Bariand

A.M.I.S

**Association des Amis
de la Collection de Minéraux de la Sorbonne**

Tour 25 - Rez-de-Chaussée
4, place Jussieu
75252 PARIS Cedex 05