

Philippe GONCALVES

Department of Geosciences

University of Massachusetts

661, North Pleasant street

Amherst, MA 01003

USA

tel : 545 - 413 0175

E-mail: philippe@geo.umass.edu

Web: <http://christian.nicollet.free.fr/page/Visiteurs/Gonc/gonc.html>

ACTIVITE DE RECHERCHE : 1997-2003

Au cours de mon cursus universitaire, j'ai pu aborder différentes problématiques majeures dans le domaine de la géodynamique comme l'origine et la signification tectoniques des roches ultrabasiques dans les chaînes de collision, les processus d'exhumation des roches de HP-BT ou encore l'évolution thermique et mécanique de la croûte continentale au Précambrien. Les différents contextes géodynamiques sur lesquels j'ai travaillé (Chaîne Hercynienne, Marge Nord Caraïbe, Orogènes Précambriennes : Madagascar et Canada) me permettent donc d'avoir une vision globale de cette discipline. Pour tenter de résoudre ces différents problèmes, j'ai systématiquement appliqué une approche intégrée et équilibrée à toutes les échelles combinant structurale (analyse d'images satellitales SPOT et étude de terrain), pétrologie (pétrographie, modélisation thermodynamique à partir du logiciel Perplex) et géochronologie (U-Th-Pb sur monazite à la microsonde électronique et sensibilisation aux techniques isotopiques U-Pb par Dilution Isotopique, Sm-Nd, Rb-Sr).

Pour mener à bien ma recherche, j'ai été amené à développer une recherche originale dans le domaine de la géochronologie et plus particulièrement sur la monazite. En effet, j'ai mis au point une nouvelle approche de datation 'in-situ' sur monazite combinant datation à la microsonde électronique et ID-TIMS sur les mêmes grains extraits par micro-forage directement en lame mince. Enfin, j'étudie l'origine de la discordance de la monazite dans les monazites polyphasées en utilisant une échelle d'observation microscopique à nanoscopique (microsonde UltraChron et microscopie électronique à transmission). Ces projets sont le fruit de collaborations nationales et internationales

Enfin, à ces aspects 'géologiques' s'ajoutent des compétences techniques et analytiques en microanalyse par microsonde électronique et en programmation (turbo pascal, interface *delphi*)

Mot clés : géodynamique, pétrologie, géochronologie in-situ, monazite, microanalyse

* Activité de recherche actuelle

Post-Doc Université du Massachusetts (depuis 10/2002)

– Projet "SX UltraChron" –

Mise au point d'une nouvelle microsonde électronique optimisée pour l'analyse et la cartographie des éléments traces et la datation chimique U-Th-Pb sur monazite

Le projet SX UltraChron est une collaboration entre l'Université du Massachusetts (USA) et l'entreprise Française *CAMECA*.

Ces dernières années ont été marquées par un fort intérêt pour la **cartographie X** des éléments majeurs et traces dans les minéraux et la **géochronologie U-Th-Pb sur monazite** à la microsonde. Cet engouement a très vite montré les limites des microsondes actuelles d'un point de vue de la résolution spatiale, précision et limites de détection. Le projet UltraChron vise à accroître les actuelles performances analytiques de la microsonde SX100. Il implique d'importantes modifications instrumentales : nouvelles sources – cathode CeB6 , colonne optimisée permettant de réguler des courants de 1000 nA, nouveaux spectromètres et larges cristaux de diffractions (VLPET), mais aussi le développement de nouveaux logiciels adaptés à l'analyse des éléments traces et la géochronologie U-Th-Pb. Ce projet inclus aussi le développement et la caractérisation de standards synthétiques de monazite pour la géochronologie.

Au cours de mon post-doc, je suis plus particulièrement impliqué dans (1) le développement de différents **programmes dédiés aux analyses des éléments traces et géochronologie** (programme de cartographie d'âge sur monazite, modélisation et calcul du bruit de fond) ; (2) la **synthèse de standards de monazite** ; (3) Enfin, la technique de datation sur monazite à la microsonde est appliquée à différents problèmes et contextes géodynamiques (Madagascar et Canada).

Collaborations: - M. Williams et M. Jercinovic (Univ. Massachusetts, USA)
- J. Brady (Smith College, USA)
- *CAMECA* France

(1) Programme de cartographie d'âge et de modélisation du bruit de fond

objectifs : - développement d'un logiciel de calcul de cartes d'âges sur monazite (AgeMap.exe) et de calibration de cartographies élémentaires X.
- développement d'un programme permettant de modéliser la courbure du bruit de fond. Ceci permet une estimation plus rigoureuse et précise par rapport à une simple régression linéaire. Cet aspect est fondamental pour l'analyse des éléments trace où le *k ratio* (rapport de l'intensité du pic sur bruit de fond) est très faible.

publication : - P. Goncalves, M. Williams and M. Jercinovic (in prep. – Am. Min.)

(2) Synthèse et caractérisation de standard de monazite

objectifs : - préparation de monazites synthétiques (méthodes par cristallisation de gels et croissance par flux (Montel, com. pers.)) optimisées pour la routine de calibration.
- Identification et quantification des interférences inter-éléments à partir de monazites synthétiques de compositions différentes.

(3) Application de la datation par microsonde électronique à différents problèmes géologiques (Canada, Madagascar...).

objectifs : - apporter de nouvelles données géochronologiques originales afin de contraindre les mécanismes associés à l'exhumation de la croûte continentale inférieure.
- comparaison des données chimiques (microsonde électronique) et isotopiques (ID-TIMS, LA-ICPMS, SIMS...).

– Projet "monazites polyphasées" – Origine d'âges chimiques apparents (discordants) observés dans les monazites polyphasées de Madagascar.

Les monazites des granulites de Ultra-Hautes Températures de l'unité d'Andriamena (Madagascar) préservent des évidences de plusieurs épisodes de croissance et/ou résorption due à la superposition de plusieurs événements métamorphiques aux cours du Protérozoïque. Les âges obtenus à la microsonde peuvent parfois montrer de très importantes variations plus ou moins continues (> 1 Ga) à l'échelle d'un cristal. Ces âges sont des âges apparents sans aucune signification géologique et posent donc la question de leur origine. Deux hypothèses sont proposées pour expliquer ces variations d'âges chimiques : a) pertes partielles en Pb par diffusion ou lessivage et b) mélange de domaines d'âges différents à l'échelle nanoscopique sous le faisceau d'électron lors de l'analyse.

L'origine de ces âges est donc examinée à une **échelle microscopique et nanoscopique** par deux approches complémentaires : (1) cartographie X haute résolution par microsonde (UltraChron) et (2) Microscopie Electronique en Transmission.

Collaboration: - A.M. Seydoux-Guillaume (Univ. Münster, Allemagne)

(1) Cartographie haute résolution élémentaire et d'âges de monazites polyphasées.

objectifs : - identifier l'origine des zonations et l'influence de la diffusion chimique ou du lessivage dans la monazites?
- étudier les relations âge - composition chimique afin d'identifier les différentes phases de cristallisation/résorption dans la monazite.

(2) Investigation de la discordance à l'échelle nanoscopique par microscopie électronique à transmission (A.M. Seydoux-Guillaume)

objectifs : - déterminer le rôle potentiel des défauts cristallins, produits par irradiation lors de la désintégration radioactive de l'U et Th, sur les pertes partielles en Pb.
- évaluer la nature et l'origine de micro-inclusions riches en Pb dans les monazites montrant des variations d'âges à la microsonde : implications géochronologiques.
- influence des fluides et de leur composition sur les processus de remise à zéro.

publication: - A. M. Seydoux-Guillaume, P. Goncalves, R. Wirth et A. Deutsch (soumis à Geology)

– Projet "trajet pétrographique vs trajet thermique" –

Signification des trajets PT dans les contextes polymétamorphiques : la métanorite d'Arvieu (Massif Central, France) et les granulites à orthoamphibole - cordiérite d'Andriamena (Centre-Nord Madagascar)

En contexte polymétamorphique, l'interprétation des trajets P-T est rendue difficile par le fait qu'ils peuvent résulter de la superposition d'événements thermiques indépendants. Pour une bonne interprétation géodynamique, il est donc indispensable de pouvoir distinguer pétrographiquement ces différents événements. Ceci nécessite d'une part l'utilisation de grilles pétrogénétiques adaptées et d'autre part l'acquisition de données géochronologiques adéquates.

Cette problématique est abordée par l'étude de deux exemples distincts : (1) interprétation des **textures coronitiques de la métanorite d'Arvieu** (Massif Central, France) et (2) origine des **différentes générations de grenat** des granulites à orthoamphibole - cordiérite d'Andriamena (Centre-Nord Madagascar).

Collaboration: - C. Nicollet (Univ. Clermont-Ferrand, France)

(1) trajet pétrographique et trajet P-T-t de la métanorite coronitique d'Arvieu

objectifs : - interprétation P-T-t des textures coronitiques de la métanorite d'Arvieu à partir d'une grille pétrogénétique dans le système CaFMASH
- rôle des fluides et de leur activité sur la topologie de la grille pétrogénétique

publication: - C. Nicollet and P. Goncalves (in prep. – Geology)

(2) Signification en termes de trajet P-T-t des différentes générations de grenat des granulites à orthoamphibole – cordiérite d'Andriamena (Centre-Nord Madagascar)

objectifs : - cartographie quantitative X des grenats afin d'identifier et caractériser les différentes générations.

- datation U-Th-Pb de monazites associées aux différentes générations de grenat afin de contraindre leur âge de cristallisation.

– Projet "granulite à sapphirine/spinelle et plagioclase" –

Origine et interprétation tectonique des textures réactionnelles à sapphirine/spinelle et plagioclase observée dans les granulites de la 'Snowbird tectonic zone' (Canada)

Les granulites alumineuses se caractérisent par de très nombreuses textures coronitiques spectaculaires impliquant des minéraux tel que la sapphirine, le spinelle et la cordiérite. Ces textures peuvent être aisément interprétées en terme de trajet P-T grâce à de nombreuses grilles publiées dans les systèmes FMAS ou FMASH. Néanmoins, il n'est pas rare de rencontrer dans ce genre de roche des textures impliquant le plagioclase à la place de la cordiérite. Or, actuellement aucune grille ne rend compte ce type de texture.

A partir d'un exemple provenant de la 'Snowbird Tectonic Zone' (province du Saskatchewan, Canada) nous proposons une **grille pétrogénétique originale dans le système CaFMASH applicable aux granulites à sapphirine/spinelle et plagioclase.**

Collaborations: - J. Baldwin (Massachusetts Institute of Technology, USA)

- M. Williams (Univ. Massachusetts, USA)

objectifs: - Pétrographie des granulites alumineuses et construction d'une grille pétrogénétique dans le système CaFMASH

- implications tectoniques sur l'exhumation de cette portion de croûte continentale inférieure

* Activité de recherche récente

ATER - Université Clermont-Ferrand (du 10/2001 au 08/2002)
Etudiant-chercheur et Moniteur - Université Clermont-Ferrand (du 10/1998 au 09/2001)

– Thèse de Doctorat –
**Pétrologie et géochronologie des granulites de Ultra-Hautes Températures de l'unité
basique d'Andriamena (Centre-Nord Madagascar).
Apport de la géochronologie in-situ U-Th-Pb pour l'interprétation des trajets PT en contexte
polymétamorphique.**

Thèse soutenue publiquement le **18 Octobre 2002** à l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand devant la commission d'examen.

Daniel Vielzeuf	président	Univ. de Clermont-Ferrand-CNRS
Michel Ballèvre	rapporteur	Univ. de Rennes
Igor Villa	rapporteur	Univ. de Bernes (Suisse)
Jean-Marc Montel	examineur	Univ. de Toulouse
Jean-Emmanuel Martelat	examineur	Univ. de Grenoble
Christian Nicollet	directeur de thèse	Univ. de Clermont-Ferrand
Jean-Marc Lardeaux	directeur de thèse	Univ. de Lyon

Collaborations: - J.L. Paquette, B. Devouard, B. Lefèvre et C. Pin (Univ. Clermont-Ferrand, France)
- J.M. Montel (Univ. Toulouse, France)

(1) Caractérisation du champ de déformation finie d'une portion de croûte continentale inférieure par analyse d'images satellitales SPOT (logiciel ENVI) et d'une campagne de terrain de 2 mois (08-99 / 09-99).

objectifs: - comprendre l'évolution tectonique Néoprotérozoïque du Centre-Nord Madagascar et l'intégrer à l'échelle de Madagascar.
- replacer Madagascar dans son contexte panafricain au cours de l'orogène Est-Africain.

publication: - P. Goncalves, C. Nicollet and J.M. Lardeaux (sous presse - Prec. Res.)

(2) Pétrologie des Al-Mg granulites de UHT et de leurs roches associées (migmatites et metabasites).

objectifs: - construction et quantification des trajets pétrographiques à partir des textures réactionnelles (construction d'une grille pétrogénétique FMASH - perpleX) et

d'estimations thermobarométriques (Tweequ et thermobarométrie conventionnelle).

- étude de l'effet des réactions inverses de fusion partielle sur la minéralogie des migmatites.

publication: - P. Goncalves and C. Nicollet (soumis à J. Pet.)

(3) Géochronologie in-situ U-Th-Pb sur monazite.

objectifs: - apporter de nouvelles contraintes géochronologiques sur l'évolution précambriennes de Madagascar.

- construire des trajets P-T-t et discuter la signification des trajets pétrographiques en contexte polymétamorphique.
- dater la déformation.
- développement d'une nouvelle approche de datation in-situ qui combine datation isotopique par ID-TIMS et datation chimique par microsonde électronique sur les mêmes grains extraits par micro-forage directement en lame mince.
- comparer données chimiques U-Th-Pb avec les données isotopiques U-Pb, Lu-Hf et Sm-Nd (collaboration avec J.L. Paquette, B. Lefevre et C. Pin).

publications: - P. Goncalves, C. Nicollet and J.M. Montel (soumis à J. Pet.)

- J.L. Paquette, P. Goncalves, C. Nicollet and B. Devouard (soumis à Contrib. Min. Pet.)

DEA - Université Clermont-Ferrand (du 01/1998 au 06/1998)

– DEA –

Evolution tectono-metamorphique du prisme d'accrétion de HP-BT de la marge Nord caraïbes (Hispaniola and Cuba)

Directeurs: - C. Nicollet (Univ. de Clermont-Ferrand, France)

- S. Guillot, J.M. Lardeaux (Univ de Lyon, France)

(1) Pétrologie et thermobarométrie des roches de HP-BT (métabasites et métapélites)

localisées dans un contexte tectonique en transpression.

objectifs: - étude du rôle de la subduction et des décrochements dans l'exhumation des roches de HP-BT.

publication: P. Goncalves, S. Guillot, J.M. Lardeaux, C. Nicollet and B. Mercier de Lepinay
(2000 - Géod. Acta).

(2) Géochronologie Rb-Sr (RT-phengite) des roches de HP-BT.

objectifs: - dater et comparer l'âge d'exhumation d'éclogites provenant de différentes localités de la marge Nord-Caraïbe (Hispaniola et Cuba). Collaboration C. Pin (Univ. Clermont-Ferrand, France)

Maîtrise - Université Clermont-Ferrand (du 04/1997 au 06/1997)

– TER –

Pétrogenèse des péridotites à grenat - spinelle de chaîne Hercynienne Française (Maures).

Directeurs: - J. Boulotton et C. Pin (Univ. de Clermont-Ferrand, France)

(1) Pétrologie de lentilles de roches ultrabasiqes localisées dans le complexe leptyno-amphibolique des Maures.

objectifs: - déterminer l'origine des grenats et quantifier l'évolution PT.

(2) Géochimie des éléments traces et isotopiques (Sm-Nd) des roches ultrabasiqes et de leurs gabbros associés.

objectifs: - identifier l'origine des péridotites impliquées dans la subduction éohercynienne (magmatique ou mantellique ?).

- déterminer les éventuelles relations génétiques entre les péridotites à grenat - spinelle et les métagabbros voisins.

publication: J. Boulotton, P. Goncalves and C. Pin (1998 - CRAS).

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

*** Publications acceptées**

J.L. Paquette, **P. Goncalves**, C. Nicollet and B. Devouard - "In-situ" ID-TIMS U-Pb dating of single monazites: A new method to unravel complex poly-metamorphic evolutions. Application to the UHT granulites of Andriamena (North-Central Madagascar). in press **Contribution to Mineralogy and Petrology**.

P. Goncalves, C. Nicollet and J.M. Lardeaux (2003) - Finite Strain Pattern in Andriamena unit (North-Central Madagascar): Evidence for Late Neoproterozoic-Cambrian Thrusting during Continental Convergence. **Prec. Res. sous presse**

P. Goncalves, S. Guillot, J.M. Lardeaux, C. Nicollet and B. Mercier de Lepinay (2000) - Thrusting and sinistral wrenching in a pre-Eocene HP-LT Caribbean accretionary wedge (Samanà peninsula, Dominican republic). **Geod. Acta** 13, 119-132.

J. Bouloton, **P. Goncalves** and C. Pin (1998) - Le pointement de péridotite à grenat-spinelle de La Croix-Valmer (Maures centrales): un cumulat d'affinité océanique impliqué dans la subduction éohercynienne?. **C.R. Acad. Sc. Paris série IIa**, 473-177.

*** Publications soumises**

P. Goncalves and C. Nicollet - Ultrahigh temperature granulite metamorphism from the Andriamena mafic unit, north-central Madagascar. Part I: Evidences for various petrographical PT paths in a polymetamorphic context. Soumis à **Journal of Petrology**.

P. Goncalves, C. Nicollet and J.M. Montel (2002) - Ultrahigh temperature granulite metamorphism from the Andriamena mafic unit, north-central Madagascar. Part II: In situ U-Th-Pb monazite geochronology and signification of a petrographical path in a polymetamorphic context. Soumis à **Journal of Petrology**.

A.M. Seydoux-Guillaume, **P. Goncalves**, R. Wirth and A. Deutsch - Focus Ion Beam technique - state-of-the-art-tool for TEM study of polyphased discordant monazites. Soumis à **Geology**.

P. Goncalves, M. Williams and M. Jercinovic - Electron microprobe age mapping of monazite. A soumettre à **American Mineralogist** – special issue on monazite chemistry and dating by electron microprobe

C. Nicollet and **P. Goncalves** - Petrographical path and P-T-time path of an unusual Hb-Ky-Gt coronitic metanorite from Arvieu (French Massif Central). A soumettre à **Geology**.

*** Communications à des congrès**

P. Goncalves, J.L. Paquette, C. Nicollet et B. Devouard - In situ EMP and ID-TIMS combined U-Th-Pb dating of single monazites: a new method to unravel complex polymetamorphic evolutions. Application to the UHT granulites of Andriamena (North-Central Madagascar): Geological Society of America - Denver (2002), Abstract with Programs, v. 34, N° 6, p. 67.

P. Goncalves, J.L. Paquette, C. Nicollet et B. Devouard - Datation U-Th-Pb par microsonde électronique et ID-TIMS de monazites extraites par micro-forage sur lame mince: application aux granulites de UHT du Centre-Nord Madagascar. RST Nantes (2002).

M.A. Kaczmarek, **P. Goncalves** et C. Nicollet - Datation U-Th-Pb sur monazite de la déformation dans le Centre-Nord de Madagascar: Evidences de l'assemblage final du Gondwana au Cambrien. RST Nantes (2002).

P. Goncalves, C. Nicollet, J. M. Montel, B. Lefevre, J. L. Paquette, J. M. Lardeaux and C. Pin - Is the petrographical PTt path consistent with the real thermal path? The example of the polymetamorphic Ultra-High Temperature granulites of Andriamena (Madagascar). EUG XI-Strasbourg (2001), Terra Abstract, v.12.

P. Goncalves, C. Nicollet and J. M. Lardeaux - In-situ electron microprobe monazite dating of the complex retrograde evolution of UHT granulites from Andriamena (Madagascar): apparent petrographical path vs. PTt path. Geological Society of America Annual Meeting-Reno (USA) (2000), Geological Society of America Abstracts with Programs, v.32.

P. Goncalves, C. Nicollet et J. M. Lardeaux - La Tectonique Néo-protérozoïque du Centre-Nord de Madagascar : interaction entre forces aux limites et forces de volume. RST-Paris (2000), v. 146.

P. Goncalves, S. Guillot, C. Nicollet, J. M. Lardeaux and B. Mercier de Lepinay, Petrology and Rb-Sr age of HP-LT Rocks from the Northern Caribbean Plate Margin (Hispaniola): implication for exhumation processes. EUG X-Strasbourg (1999), Terra Abstracts, v.11, p.38.

* Séminaires et Colloques

P. Goncalves, Deformation vs UHT metamorphism in the Andriamena unit (North-Central Madagascar)... Two very different histories, University of Massachusetts, Amherst (2003)

P. Goncalves, Significance of petrographical PT path and origin of inconsistent ages, Massachusetts Institute of Technology, Boston (2002)

P. Goncalves, C. Nicollet, Trajet pétrographique vs trajet thermique: apport de la géochronologie in-situ. Exemple des granulites de UHT d'Andriamena (Madagascar). Séminaire au département de géologie, pétrologie, géochimie, Université Jean Monnet, St.-Etienne (2001)

P. Goncalves, S. Guillot, C. Nicollet, J. M. Lardeaux, Pétrologie et Géochronologie Rb-Sr de roches de HP-BT de la marge Nord-Caraïbe (République Dominicaine): implication dans les processus d'exhumation. Journées Jean-Michel Caron, ENS Lyon (1999).

ACTIVITE D'ENSEIGNEMENT : 1998-2002

J'ai enseigné durant toutes les années de ma thèse dans le cadre d'un monitorat (1998-99 à 2000-01) et d'un demi poste d'ATER (2001-02). J'ai enseigné différentes disciplines de la géologie dans le cadre de Cours Magistraux et de TP/TD (cartographie, pétrologie métamorphique, géologie structurale) du DEUG à la maîtrise. J'ai également été impliqué en tant qu'encadrant, mais aussi organisateur dans de nombreux enseignements de terrains (excursion d'introduction à la géologie en terrain sédimentaire, volcanique ou métamorphique et camp de terrain en domaines métamorphiques de haut grade de la chaîne Hercynienne (Cap Creus et Ardèche)). Enfin, j'ai encadré à deux reprises (2001 et 2002) deux étudiants de maîtrise dans le cadre de leur Travail d'Etude et de Recherche (TER).

Mon but en tant qu'enseignant est de fournir aux étudiants de solides bases en géologie pour leur permettre d'avoir une vision globale et synthétique de la discipline. Par un enseignement attractif et interactif, je souhaite leur donner l'envie 'd'aller voir plus loin' par eux même. Pour atteindre ce but, je pense qu'il est indispensable de prendre en considération les points suivants :

- Préparer avec attention chaque cours et montrer aux étudiants mon intérêt pour l'enseignement.
- Etre indulgent et modeste. En tant qu'enseignant, il est évidemment possible de se tromper. Je pense qu'il est très important et enrichissant pour l'étudiant de lui montrer qu'on accepte nos erreurs et limites.
- Instaurer un climat de confiance dans lequel les étudiants peuvent prendre la parole sans crainte de se tromper.
- Respect mutuel qui s'instaure naturellement si les points discutés précédemment sont mis en application.

Mot clés : Cartographie, Pétrologie, Structurale, Géologie de Terrain, Moniteur, ATER

* Cours Magistraux

Mécanismes de déformation et microstructures dans les minéraux et les roches - pétrophysique (Maîtrise Sciences de la Terre - 10 h.)

- 1) notions et principes de base de rhéologie
- 2) rhéologie des magmas
- 3) mécanismes de déformation et microstructures associées

* Travaux Pratiques

Introduction à la cartographie (DEUG 2^{ème} année Sciences de la Terre - 41 h.)

Pétrologie métamorphique (Licence Sciences de la Terre - 2 * 30 h.)

- 1) diagramme de phases: analyse graphique et algébrique
- 2) élaboration d'un gradient métamorphique de PI (Lévezou).
- 3) gradient de HP-BT (Iles de Groix; zone de Sésia).
- 4) élaboration d'un trajet PT d'un gabbro de la croûte océanique impliqué dans une collision intra continentale.
- 5) relation déformation-métamorphisme dans un contexte de BP-HT (Cap Creus, Espagne).
- 6) métamorphisme de HT et THT- BP (Madagascar, Zone d'Ivrée, Pilat-Mont du Lyonnais).

Mécanismes de déformation et microstructures dans les minéraux et les roches (Maîtrise Sciences de la Terre - 10 h.)

- 1) application des lois rhéologiques fondamentales
- 2) écoulements et fabriques magmatiques
- 3) déformation intracristalline et critères de cisaillement

* Excursions et Stages de terrain

Introduction à la géologie de terrain (DEUG sciences de la Terre 1^{ère} année - 36 h.)

- 1) volcanisme de la chaîne des puys et volcanisme Miocène de la Limagne
- 2) bassin sédimentaire de la Limagne
- 3) vallée métamorphique de la Sioule

Initiation à la volcanologie (DEUG sciences de la Vie 2^{ème} année - 6 h)
chaîne des puys et volcan à ciel ouvert de Lemptégy

Initiation à la cartographie (DEUG sciences de la Vie 2^{ème} année - 12 h)
réalisation d'une carte et une coupe sur le plateau de Gergovie (terrain sédimentaire et volcanique)

Cartographie en terrain métamorphique - Ardèche (Licence Sciences de la Terre-30 h.)

Analyse structurale et métamorphique en domaine profond : Cap Creus, Pyrénées Orientales (Espagne) (Maîtrise Sciences de la Terre - 24 h.)

- 1) Evolution de la déformation en fonction des conditions P-T, depuis les zones de basse température à chlorite-biotite jusqu'aux zones de hautes températures à cordiérite-andalousite puis sillimanite.
- 2) Déformation hétérogène d'un matériau isotrope: analyse des zones de cisaillement dans la granodiorite de Rosas.
- 3) Déformation hétérogène d'un matériau anisotrope : cartographie des trajectoires de foliations dans des micaschistes.

*** Encadrements**

Encadrements d'étudiants de Maîtrise (TER)

- 2002 - Etude du comportement des éléments traces dans les grenats de UHT par cartographie élémentaire X à la microsonde électronique.
- 2003 - Pétrologie et géochronologie U-Th-Pb à la microsonde des migmatites et roches basiques associées du complexe basique d'Andriamena (Madagascar).

ACTIVITES D'INTERET GENERAL

Responsable des séminaires internes (équipe pétrologie expérimentale) du laboratoire Magmas et Volcans (12/1999 au 10/2001)

Représentant étudiants au pré de la commission "microsonde électronique"

CARRIERE ACADEMIQUE UNIVERSITAIRE

- *Depuis oct 2002* **Chercheur Post-Doctoral.**
Université du Massachusetts, Amherst (USA).
- *1998/2002* **Doctorat d'université - spécialité Pétrologie.**
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. (Mention: Très Honorable avec les félicitations du jury).
- *1997/1998* **DEA Processus magmatiques et métamorphiques - volcanologie (MsC).**
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. (Mention: Bien).
- *1997/1996* **Maîtrise de sciences de la Terre (Hons. BSc of Earth Sciences).**
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. (Mention: Bien).
- *1996/1995* **Licence de sciences de la Terre (BSc of Earth Sciences).**
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. (Mention: Assez-Bien).
- *1995/1993* **DEUG Sciences , mention Sciences de la Terre.**
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.