British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

USGS
science for a changing world

GLW Conseil

République de Madagascar

PROJET DE GOUVERNANCE DES RESSOURCES MINERALES (PGRM)

PROPOSITION TECHNIQUE

Réalisation des travaux de cartographie géologique de Madagascar, révision approfondie de la cartographie géologique et minière aux échelles 1/100.000 et 1/500.000 des zones Nord et Centre

soumis par

British Geological Survey, Royaume-Uni,
US Geological Survey, Etats-Uni, *et* **GLW Conseil**, Madagascar

juillet, 2004

A. LETTRE DE SOUMISSION DE LA PROPOSITION TECHNIQUE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Keyworth
Kingsley Dunham Centre
Keyworth
Nottingham
United Kingdom
NG12 5GG
Telephone +44(0)115 9363100
Main Fax +44(0)115 9363200
www.bgs.ac.uk

À : Madame le Coordonnateur
du Projet de Gouvernance
des Ressources Minérales
(PGRM)
Lot II Y 20 bis AP
Ambaranjana Antanimora
Antananarivo
Madagascar

Keyworth, le 28 juillet, 2004

Madame,

Nous, soussignés, avons l'honneur de vous proposer nos services, à titre de consultant, pour *la réalisation des travaux de cartographie géologique de Madagascar, révision approfondie de la cartographie géologique et minière aux échelles 1/100.000 et 1/500.000 des zones Nord et Centre* conformément à votre Demande de propositions en date du 7 juin 2004 et à notre Proposition. Nous vous soumettons par les présentes notre Proposition, qui comprend cette Proposition technique et une Proposition financière sous enveloppe cachetée séparée.

Si les négociations ont lieu pendant la période de validité de la Proposition, c'est-à-dire avant le 19 novembre 2004, nous nous engageons à négocier sur la base du personnel proposé ici. Notre Proposition a pour nous force obligatoire, sous réserve des modifications résultant de la négociation du contrat.

Nous savons que vous n'êtes tenue/tenu d'accepter aucune des propositions reçues.

Veuillez agréer, Madame, l'assurance de notre considération distinguée.

Signature du représentant habilité :

BRITISH GEOLOGICAL SURVEY
BGS INTERNATIONAL

Nom et titre du signataire : M. David OVADIA, Directeur de BGS International

Nom du Consultant : Groupment de British Geological Survey, United States Geological Survey et Cabinet GLW

Adresse : Keyworth, Nottingham, NG12 5GG, Royaume-Uni
Tel +44 115 936 3465
Fax: +44 115 936 3474
E-mail: dco@bgs.ac.uk

INVESTOR IN PEOPLE

POSITIVE ABOUT DISABLED PEOPLE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Keyworth
Kingsley Dunham Centre
Keyworth
Nottingham
United Kingdom
NG12 5GG
Telephone +44(0)115 9363100
Main Fax +44(0)115 9363200
www.bgs.ac.uk

Á :
Madame le Coordonnateur
Projet de PGRM
Lot II Y 20 bis AP
Ambaranjana Antanimora
Antananarivo
MADAGASCAR

21 juillet 2004

A QUI DE DROIT

Ceci est pour certifier que Mr David Craig Ovadia, Directeur International de BGS a les pouvoirs, en tant que, représentant autorisé de BGS, une institution faisant partie de Natural Environment Research Council (NERC), le signer la proposition et tous documents y relatifs pour la **Réalisation des travaux de cartographie géologique de Madagascar, révision approfondie de la cartographie géologique et minière aux échelles 1/100.000 et 1/500.000 des zones Nord et Centre.**

Signé,

BRITISH GEOLOGICAL SURVEY
BGS INTERNATIONAL

Mr F. G. Curry
Secrétaire et Directeur Administratif et Financier du BGS

INVESTOR IN PEOPLE
POSITIVE ABOUT DISABLED PEOPLE

United States Department of the Interior

U.S. GEOLOGICAL SURVEY
Reston, Virginia 20192

JUL 2 0 2004

Madame Nadine Ranorosoa
Le Coordonnateur du Projet de Gouvernance
des Ressources Minerales (PRGM)
Lot II 20 bis AP Ambaranjana Antanimora Antananarivo
Madagascar

Dear Madame Ranorosoa:

The U.S. Geologic Survey is committed to supporting the geologic and related investigations proposed in this document. To facilitate this support, I designate Dr. Michael Foose as my official representative and authorize him to certify the CV's of personnel proposed by the USGS.

Sincerely,

P. Patrick Leahy
Associate Director for Geology

GLW Conseil

Antananarivo, 26 juillet 2004.

Madame le Coordonnateur du
Projet de Gouvernance des Ressources
Minérales (PGRM)

Madame le Coordonnateur,

Par la présente, nous soussigné, avons l'honneur de porter à votre connaissance que nous soumettons coinjointemnt avec British Geological Survey et US Geological Survey la proposition jointe pour la réalisation des travaux de cartographie géologique de Madagascar, révision approfondie de la cartographie géologique et minière aux échelles 1/100.000 et 1/500.000 des zones Nord et Centre de Madagascar.

A cet effet nous donnons pouvoir à Mr David Ovadia, Directeur International de British Geological Survey, pour signer et soumettre la proposition en notre nom.

Veuillez agréer, Madame le Coordonnateur, l'assurance de notre considération distinguée.

Le Directeur associé

Willy RANJATOELINA.

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

USGS
science for a changing world

GLW Conseil

A ce qui de droit:

LETTRE D'ASSOCIATION

PROJET DE GOUVERNANCE DES RESSOURCES MINÉRALES (PGRM)
Proposition Technique

Réalisation des travaux de cartographie géologique et minière aux échelles 1/100.000 et 1/500.000 zones Nord et Centre

Nous confirmons par la présente l'accord du British Geological Survey (Royaume-Uni) de s'associer exclusivement avec le United States Geological Survey (Etats-Unis) et GLW Conseil (Madagascar), pour la préparation de la proposition de, et si réussi, l'execution de la composante ci-dessus du projet mentionné ci-dessus sous la Coordination de l'Unité de PGRM du Ministre de l'Energie et des Mines, la République du Madagascar.

Veuillez agréer, Madame, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

DAVID CRAIG OVADIA
Directeur du BGS International

28 juillet, 2004

BRITISH GEOLOGICAL SURVEY
BGS INTERNATIONAL

United States Department of the Interior

U.S. GEOLOGICAL SURVEY
Reston, Virginia 20192

JUL 2 2 2004

Madame Nadine Ranorosoa
Le Coordonnateur du Projet de Gouvernance
des Ressources Minerales (PRGM)
Lot II 20 bis AP Ambaranjana Antanimora Antananarivo
Madagascar

Dear Madame Ranorosoa:

The enclosed document represents a proposal for geological and related investigations that has been jointly prepared by the British Geological Survey (BGS) and the U.S. Geological Survey (USGS). As the authorized representative of the USGS, I confirm the USGS's intention to support the execution of geological activities described herein. The specific responsibility to be performed by the USGS will be negotiated with the BGS.

Sincerely,

P. Patrick Leahy
Associate Director for Geology

Enclosure

B. REFERENCES DES CONSULTANTS

Brève description du consultant : Le British Geological Survey (BGS)

Le BGS est l'un des principaux organismes internationaux d'études géologiques:

- il jouit d'une bonne réputation pour la qualité de ses travaux scientifiques et du fait qu'il est en mesure d'offrir des services et conseils impartiaux à ses clients

- il a l'habitude de travailler en Afrique, y compris l'Afrique du nord, ainsi qu'au Moyen-Orient, en Asie et en Amérique Latine. Il a assuré dans ces régions la gestion et l'exécution de programmes majeurs d'assistance technique pour la réalisation de cartes géoscientifiques (géologiques, géochimiques et géophysiques) et de programmes liés au renforcement institutionnel, au transfert de technologie et à la formation professionnelle

- il emploie plus de 495 spécialistes géoscientifiques, informaticiens et techniciens, possède ses propres laboratoires modernes de cartographie et d'analyse numérique et dispose d'une infrastructure complète d'édition à ses sièges sociales de Keyworth (Nottingham) et d'Edimbourg, au Royaume-Uni.

Toutes les phases de ce programme se feront en respectant à la lettre les procédures de contrôle de qualité les plus rigoureuses en vigueur. Le BGS a créé un système de qualité qui respecte toutes les clauses de la norme internationale BS EN ISO 9001:1994. Ce système de contrôle est utilisé essentiellement dans le cadre d'exécution de contrats pour lesquels le client demande de façon spécifique la conformité à une assurance de qualité (AQ). Un programme de mise en oeuvre sur plusieurs phases de l'AQ pour toutes les activités effectuées par le BGS est en cours de réalisation. De plus, le système de qualité du BGS fait l'objet d'examens périodiques par des experts externes à l'Institution.

Hormis le système de contrôle décrit, il existe des contrôles récurrents et des certifications spécifiques des équipements de laboratoire de haute technicité. Ainsi la Section XRF du BGS fonctionne sous les procédures d'assurance de qualité des normes BS EN ISO 9000 et se trouve actuellement dans le processus d'obtenir l'accréditation NAMAS.

Domaines d'expérience, ressources humaines et gestion

L'expérience du BGS dans le domaine de la production de cartes géologiques et gîtologiques modernes, du développement de systèmes d'information géoscientifiques, environnementaux et de l'environnement minier, s'étend sur plus de quatre décennies et comporte l'étude, la supervision (y compris le contrôle et l'assurance de qualité), le traitement des données et l'interprétation.

Le BGS est le Service Géologique national du Royaume-Uni. Il a été fondé en 1835 et est aujourd'hui l'une des principales Institutions géologiques au monde. Il a une excellente réputation pour la qualité de ses travaux scientifiques et son impartialité. Un rapport indépendant publié par la division Industrie et Exploitation minière de la Banque Mondiale (1993) et adressé au Ministère britannique du Développement International mentionne que le BGS est un centre international d'excellence dans le

domaine des sciences de la terre de part la synergie entre ses activités au Royaume-Uni et à l'échelle internationale et *vice versa*.

Le BGS constitue l'un des principaux instituts du NERC, le « *Natural Environment Research Council* » (Comité de Recherche de l'Environment) du Royaume-Uni, fondé par charte royale en 1965. Il rend directement compte au bureau de la science et de la technologie du Ministère britannique du Commerce et de l'Industrie.

Répondant à sa mission officielle auprès de la nation britannique, le BGS est le principal employeur dans le secteur des sciences de la terre au Royaume-Uni. Au total, il emploie 783 personnes y compris le personnel administratif, financier et de soutien. Les spécialisations scientifiques et techniques comprennent des experts en acquisition, interprétation et gestion de données appliquées liées aux sciences de la terre (géologie, géochimie, minéralogie, géophysique, hydrogéologie) ainsi que l'informatique et la technologie de l'information (systèmes d'informations, banque de données, systèmes d'informations géospatiales (SIG), etc.). Il est également actif dans les secteurs de la cartographie géoscientifique et de la publication dans le domaine des sciences de la terre, sans oublier la dissémination d'informations vers les organismes d'état, le secteur privé, aux établissements académiques ainsi qu'au grand public.

Depuis 1965, le BGS travaille de façon très intensive à l'étranger et a ainsi effectué plus de 500 années/homme d'efforts dans plus de 100 pays répartis essentiellement sur le continent africain (entre autres Angola, Botswana, Egypte, Ethiopie, Ghana, Kenya, Malawi, Maroc, Mauritanie, Mozambique, Namibie, Sierra Leone, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe) ainsi qu'au Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Émirats arabes unis, Jordanie, Oman) et en Asie du Sud-Est (Indonésie, Malaisie, Sri Lanka, Thailande). Ces travaux ont en grande partie été réalisés dans le cadre de marchés d'assistance technique par le biais de différents organismes de financement comme le Ministère britannique du Développement International (DFID, intitulé auparavant l'Administration pour le Développement Outre-Mer - ODA), la Banque Mondiale, l'Union européenne, la Banque asiatique pour le Développement et différentes agences de l'ONU.

A l'heure actuelle, le BGS est encore en partie financé par le gouvernement britannique qui soutient des activités de recherche stratégique clés qui sont de son ressort exclusif au Royaume-Uni; mais le reste de son budget est financé par des contrats et marchés passés avec des Ministères britanniques, des gouvernements tiers, des bailleurs de fonds importants et le secteur privé, en conformité avec les politiques et réglementations actuelles mises en place à ce sujet par le gouvernement britannique.

Le BGS apportera au projet ses ressources et installations très complètes et vastes. Le BGS a pour habitude, lors de la réalisation de projets internationaux, d'offrir le support impressionnant qu'une organisation de ce type est en mesure d'accorder aux équipes travaillant sur place et au client avec lequel il travaille.

L'expérience internationale très vaste acquise par le BGS dans le secteur de la mise en œuvre et de la gestion de projets dans le domaine de l'aide et du développement, dans différents milieux physiques et culturels, ainsi que l'intérêt réel qu'il accorde au processus de développement et les capacités dont il dispose pour offrir des conseils impartiaux et une assistance aux clients, sans intérêts et motifs ultérieurs, sont des points forts supplémentaires.

Cartographie géologique et gîtologique

Elle regroupe les géologues-cartographes couvrant l'éventail des spécialisations en pétrologie, sédimentologie, minéralogie, géochimie et télédétection satellitaire. Nous attirons l'attention sur l'expérience à l'échelle planétaire du BGS en ce qui concerne la géologie précambrienne. Le BGS a fourni du personnel pour des études géologiques réalisées dans de nombreuses régions africaines et en Asie du Sud-Est et a entrepris des études géologiques et minérales de grande envergure pour le compte de gouvernements et d'organismes dans le cadre d'assistance multilatérale dans de nombreux pays dont, le Botswana, l'Egypte, l'Equateur, l'Indonésie, la Jordanie, le Kenya, le Maroc, la Sierra-Leone, le Sri Lanka, la Zambie et le Zimbabwe. Le BGS est actuellement engagé en Mauritanie dans un projet majeur de cartographique géologique dans la partie méridionale du pays, ainsi que dans un projet d'élaboration d'un SIG des ressources minérales de la totalité du pays. Le BGS en association avec le Bureau de levé géologique de la Norvège NGU, a entamé en 2003 la cartographie d'une zone de 220,000 km^2 au Mozambique du Nord pour une publication à échelle 1 :250,000 accompagnée de rapports au sujet du potentiel minéral. Toute information sera fournie simultanément en copie dure et digital.

L'économie géologique et l'exploration minérale

Le programme du BGS, «*Economic Minerals & Geochemical Baseline Programme*», permet une mise ensemble de connaissances et d'expertise sur tous les aspects de besoin du point de vue ressources, économie et industrie. Dans toutes ses activitiés ayant rapport aux mineraux, il fournit des services et produits, basés sur une infrastructure d'information très variée et des banques de données modernes et nationales.

Le programme participe activement aussi dans des groupes nationaux et internationaux et dans des organisations professionnelles. Celles-ci incluent L'International *Studies of Mineral Issues* ; Le *Non-Ferrous Metals Working Group* ; La *UK Mineral Industry Research Organisation* (MIRO); La *Confederation of British Industry (CBI) Minerals Committee*, et la Commission sur le charbon de UN-ECE.

A partir de sa base étendue d'expérience des minéraux et de l'exploitation minière, le British Geological Survey a développé une expertise considérable dans l'application de l'informatique, de banques de données spécifiquement relationelles et de systèmes d'information géographiques à l'économie géologique. Typiquement, cette aide technique inclue l'approvisionnement de banques de données recouvrant les aspects suivant de l'exploitation minière :

- L'exploration geóchimique
- Les occurrences de minéraux
- Les statistiques de l'exploitation minière
- Les titres miniers
- Les rapports d'exploration minérale de compagnies.

La géophysiques aéroportée

L'expérience du BGS dans le domaine des recherches géophysiques aéroportées s'étend sur plus de quatre décennies et comprend études (traitement des données,

interprétation, compte rendu et suivi des sols ultérieurs) et supervisions (incluant contrôle et assurance de qualité).

Le personnel est spécialisé dans les méthodes géophysiques appliquées à la terre, l'air et la mer. Le groupe allie l'application de techniques de pointe en modélisation et analyse numérique à l'expérience acquise au cours de 30 années d'intervention dans des programmes majeurs de recherche, d'exploration et de cartographie géophysique, à l'échelle nationale et internationale.

Le BGS possède également une expérience considérable du travail géophysique complémentaire (c.à.d. étude géophysique de terrain en vue d'évaluer les anomalies repérées par la/les méthodes aéroportées). La nature de l'objectif gouvernera les techniques de mesure retenues (magnétisme, gravimétrie, électromagnétisme en domaine fréquence et temps, potentiel spontané, spectrométrie de rayons gamma et polarisation induite).

Le BGS possède une gamme complète d'installations perfectionnées de traitement et de visualisation, visant une cartographie numérique intégrée. Un logiciel spécial pour l'interprétation géophysique, tel que la modélisation de programmes de champ potentiel 3D, a été développé sur place; son usage étant très répandu dans la réalisation de produits pour les secteurs pétroliers et miniers ainsi que pour la recherche scientifique ss. Des produits d'imprimantes couleur de haute qualité sont disponibles ainsi que toute la gamme des formats numériques permanents (CD-ROM, la WWW, etc.). De nombreuses sociétés de prospection (principalement des secteurs de recherche d'hydrocarbures marins) ainsi ont acquis la série du BGS « Geophysical Image et Interpretation Atlases».

Le BGS possède une vaste gamme de logiciels d'interprétation géophysique afin de satisfaire aux exigences de ses clients. Ceux-ci comportent:

Geosoft	Progiciel de visualisation et traitement de données aéroportées standard dans l'industrie
ARARAT	Progiciel de nivellement de réseau aéroporté/marin
Colmap	Progiciel de cartographie géophysique: cartes en relief en dégradé et couleur, grand format, échelle réelle, haute qualité
GRAVIMAG	progiciel de modélisation magnétique/ gravité 2.5D
Gmod/Bmod	Progiciel de modélisation magnétique/gravité 3D
VLFCDI	Construction de sections à densité de courant de pseudo-profondeur à partir de données VLF-EM
XMAP	Progiciel de visualisation multivariante, incluant analyse de prospective

Les Systèmes d'information géographiques

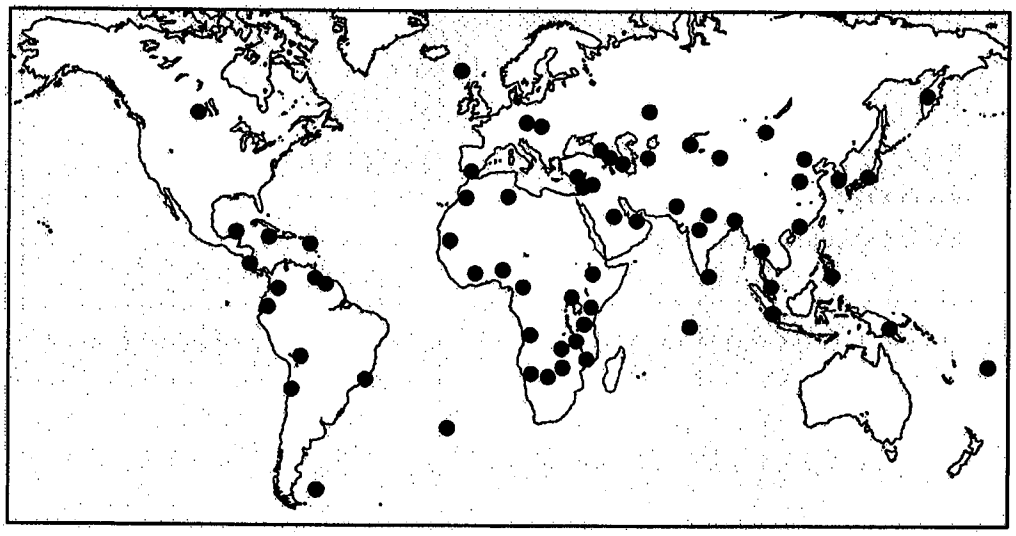
Le groupe des SIG est spécialisé dans les bases de données, les systemès d'information géoscientifiques et les systemès d'information géographique (SIG). Le Groupe allie l'application de techniques d'avant-garde en systemès d'information et systemès d'information géographique à des programmes majeurs de recherche, d'exploration et de cartographie géologique dans les secteurs privés et publics. BGS a des spécialistes avec une expérience étendue d'ArcInfo, ArcView, MapInfo, Intergraph MGE et logiciel Geographics. La provision d'accès à des données spatiales par l'Internet, et à

travers le siteweb d'E-commerce du BGS, est devenue un aspect important du travail du BGS. Le Groupe inclut des experts en télédétection satellitaire (LANDSAT, SPOT, ASTER) et en photogéologie pour cartographie géologique et l'exploration minière. Ce groupe a beaucoup d'expérience dans les terrains arides de l'Afrique et du Moyen-Orient (Maroc, Mauritanie, l'Egypte etc.)

Le BGS a une grande expérience des bases de données et du soutien des ordinateur dans les domaines suivants : (i) le développement de stratégies de systèms d'information (ii) la création la construction et la gestion de bases de données de bases de données de la géoscience et des applications comme le cadastre minier ; et (iii) le deloppement de I'informatique de la géoscience et la programmation de solutions du logiciel selon les exigences du client. E BGS a recueilli dans les 5-10 dernières années. A fin de concevoir et rendre effectif les bases de données en ORACLE BGS fait usage du logiciel (CASE) pour l'analyse des systèmes le dessir logique et physique et le développement de l'application dans l'environnent du client serveur. Le personnel du BGS a été formé dans tous les aspects de la gestion d'un système d'oracle multi-serveur distribué qui recouvre un réseau étendu; incluant le matériel et la spécification du logiciel, l'installation et l'entretien.

Tous ces groupes thématiques au sein du BGS ont acquis leur expérience au cours de 30 années d'intervention dans des programmes majeurs de recherche, d'exploration et de cartographie géologique aussi bien à l'échelle nationale qu'internationale.

ACTIVITÈS DU BGS INTERNATIONAL



● Travaux encours ● Travaux récents

Le BGS fournit des services de consultant spécialiste dans les domaines suivants

- Etudes régionales intégrées géologiques
- Géochimie et études géochimiques
- Prospection géophysique et interprétation
- Risques naturels: cartographie, surveillance et évaluation
- Sismologie et géomagnétisme
- Hydrogéologie et évaluation des ressources en eau souterraine
- Système d'information et gestion de données, cadastre minier et SIG
- Cartographie digitale
- Stages de formation professionnelle
- Développement et renforcement des institutions
- Prospection des hydrocarbures, géoscience des réservoirs et analyse de bassin
- Activités off-shore et géoscience marine
- Géoscience et gestion du littoral
- Levé cartographique en milieu urbain et géologie appliquée
- Impact de l'industrie d'extraction et contamination associée
- Gestion de l'environnement et des déchets
- Systèmes d'information sur les ressources minières
- Systèmes de recensement et de cadastres des mines
- Exploration des minéraux métalliques et modélisation
- Prospection, évaluation, promotion et marketing des minerais industriels
- Programme d'assistance aux gouvernements étrangers pour l'implémentation d'activité minière à petite échelle
- Etude d'isotopes et datation

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

L'organigramme suivant démontre la position occupée par le BGS International en gros dans l'ensemble du British Geological Survey

Executive Director – Dr David Falvey

Administration and Finance Directorate – Mr Frank Curry

Marketing, International & Corporate Development Directorate – Mr David Ovadia

BGS International ® Mr David Ovadia

Asia & Pacific Dr David Greenbaum	Latin America & Lusophone Africa Dr Bill McCourt	Francophone Africa Dr Eugene O'Connor	Europe, Middle East & Southern Africa Dr Richard Hughes

Geoscience Resources and Facilities Directorate – Dr David Morgan

Lands & Resources Directorate Dr Mick Lee	Environment & Hazards Directorate Mr David Holmes	Information Services & Management Directorate Mr Ian Jackson
Integrated Geoscience Surveys (North) Dr Martin Smith	Groundwater Systems and Water Quality Dr Denis Peach	Information Management Mr Jeremy Giles
Integrated Geoscience Surveys (South) Mr Poul Strange	Urban Geoscience and Geological Hazards Prof Martin Culshaw	National Geoscience Information Service Dr Chris Green
Continental Shelf and Margins Dr Robert Gatliff	Environmental Protection Prof Barry Smith	Digital Geoscience Spatial Model Mr Ian Smith
Economic Minerals and Geochemical Baseline Dr Mike Petterson	Coastal Geoscience and Global Change Dr John Rees	GeoHazarD Project Ms Jenny Walsby
Sustainable Energy and Geophysical Surveys Dr Nick Riley	Seismology and Geomagnetism Dr David Kerridge	Publications Production Mr Kevin Becken
Geological Survey of Northern Ireland Mr Garth Earls	Electrical Tomography Dr Richard Ogilvy	

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Projet de l'interprétation des données aéromagnétique du Kalahari Central**	Pays: **Botswana**
Lieu: **Le sud de Botswana bordant l'Afrique du sud (y compris la région du Complexe des Fermes de Molopo)**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **3 géophysiciens, 1 géologue, 2 experts en télédetéction, 1 géologue économiste, 2 spécialistes du SIG**
Nom du Client: **La Direction des Etudes Géologiques de Botswana**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **9 (composante du BGS)**
Adresse: **Private Bag 14, Lobatse, Botswana**	Nombre d'employés ayant participé à la mission: **14**
Date de démarrage: **08/2003** / Date d'achèvement: **07/2005**	Valeur approximative des services (en $US courants): **0.20M**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels: **Wellfield Consulting Services (Pty) Ltd, PO Box 1502, Gaborone, Botswana (consultant principal)**	Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés:

Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe):

La Direction du project par 'Wellfield Consulting'
Mr A S D Walker, géophysicien principal (BGS)
Mr R Key, géologue principal (BGS)
Mr J Mankelow, expert de SIG principal du project (BGS)

Description du projet:

L'interprétation des données magnétique aéroportée (de haute résolution) ancienne de 39 feuilles topographiques (1/4 degré) et leur intégration des autres données géophysiques et géologiques afin de décrire la géologie et la structure d'une région cachée par les dunes épaisses de désert de Kalahari. Le but de cette étude est la reconnaissance des minéralisations d'interêt économique, en particulier, les minéraux du groupe de platine, les métaux de base et précieux et la promotion et le développement de l'investissement privé dans le secteur de l'exploration minière. L'autre objectif est la formation du personnel homologue sur tous les aspects de l'interprétation géologique et géophysique et le SIG.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

La participation-jointe avec 'WCS' dans l'interprétation et l'integration de toutes les données géophysiques disponibles (y compris la télédetéction), la géologie et la géologie économique. L'incorporation de toutes les données numériques dans le SIG à l'aide d'ArcView 3.3. BGS est responsable de la conception et l'implementation du SIG. La formation du personnel homologue durant le projet.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **La technologie appropriée de la cartographie géologique moins chère.**		Pays: **Mongolie; Guyana**
Lieu: **Tsagaan Uur (Hovsgol), Bayan Olgiy sud, et les districts sud de Govialtay, Mongolie; La région de Bartica, Guyana**		Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **4 experts en télédetéction** **1 spécialiste informaticien/du SIG**
Nom du client: Le Ministère Britannique du Développement International **Department for International Development (DFID)**		Nombre d'employés ayant participé à la Mission: **5**
Adresse: **DFID, 1 Palace Street, London, SW1E 5HE, UK**		Nombre de mois de travail: **28**
Date de démarrage: **09/1998**	Date d'achèvement: **03/2002**	Valeur approximative des services (en $US courants): **0.32M**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:		Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe): **Dr D Greenbaum, Coordinateur du projet** **Dr E A O'Connor, Chef du projet/ Géologue specialise en télédetéction**		
Description du projet: **le projet est conçu pour identifier les technologies appropriées qui permettront aux organisations géologiques des pays en voie de développement d'effectuer des programmes de l'acquisition des données géologiques moins chères. Guyana et Mongolia ont été sélectionnés comme des cas idéals à cause de la contraste de leur climat et la géographie (la forêt tropicale et le desert aride). Les deux pays ont une économie basée sur les minéraux qui profiteront de l'application des techniques moins chères pour la cartographie géologique des nouvelles régions.**		
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **L'étude a concentrée sur l'utilisation des techniques de la télédetéction (Radarsat et Landsat 5 TM) et le 'global positioning systems' (GPS) et de l' internet. Les études de terrain ont été efectuées en coopération avec la Commission de la Géologie et des Mines de Guyana et le Ministère de l'Energie, de la Géologie et des Mines de Mongolie. Les résultas et le rendement de ce projet sont publiés sur l'internet pour l' application internationale. Ils sont accessibles sur le site web du BGS à l'aide des méthodes de la gestion des données 'AIS' et XML' (www.bgs.ac.uk/dfid-kar-geoscience/apptec/apptec.html).**		

Non du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Les eaux sousterraines des roches à faible perméabilité en Afrique**		Pays: **Ethiopie; Ghana; Tanzanie; Zambie**
Lieu: **Hintalo-Wajerat Woreda,Tigray sud, Ethiopie; Afram Plains, Ghana; Région de Tabora, Tanzanie; District de Siavonga, Province sud de la Zambie**		Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **5 hydrogéologues; 1 économiste**
Nom du Client: **Ministère Britannique du Développement International (DFID)**		Nombre d'employés ayant participé à la mission: **6**
Adresse: **DFID, 1 Palace Street, London, SW1E 5HE, Grande Bretagne**		Nombre de mois de travail: **24**
Date de démarrage: **06/1999**	Date d'achèvement: **05/2001**	Valeur approximative des services (en $US courants): **0.36M**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels:		Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés:

Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe):
Mr J Chilton, Coordinateur du projet
Mr J Davies, Chef du projet/ Hydrogéologue

Description du projet:
Développement des techniques appropriées de l'évaluation des resources des eaux sousterraines dans les roches à faible perméabilité dans l'Afrique sub-saharienne. Ces roches forment une source sûre d'eau pour les commaunités locales affectées par la pauvereté et les maladies. Les régions du projet ont été séléctionnées en réponse au demande de 'WaterAid'* et du besoin d'assistance, d'étude et de l'indication des méthodes de forage et de construction pour le développement des resources d'eau.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:
L'interprétation de l'imagerie satellite; l'étude géophysique; le forage des sondages et le pompage d'essai; les analyses hydrochimiques; la compilation des cartes du développement des eaux; la formation du personnel local; la production des manuels et la diffusion des connaissances via les seminaires et les ateliers scientifiques.

Water Aid*: organisation non-gouvernementale britannique

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Projet d'élaboration de 5 cartes géochimiques au 1:100,000 de l'Anti-Atlas. L'analyse des échantillons pour 25 éléments. La production de cartes géochimiques, de cartes thématiques (atlas géochimique) et la création des systèmes d'information géoscientifiques pour la promotion du secteur minier. La formation professionnelle.**	Pays: **Royaume du Maroc**
Lieu: **Région d'Quarzazate, Anti-Atlas**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **2 géochimistes supérieurs** **3 géologues et techniciens**
Nom du Client: **Ministre de l' Energie et des Mines, Maroc**	Nombre d'employés ayant participé à la mission: **5**
Adresse: **Le Directeur de La Géologie,** **Ministre de l' Enegie et des Mines,** **BP. 6208 Rabat-Instituts Haut Agdal, RABAT, Maroc.**	Nombre de mois de travail: **60**
Date de démarrage: **11/1998** / Date d'achèvement: **09/2001**	Valeur approximative des services (en USD courants): **1.13M**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés:

Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe):

Dr J H Powell / Dr E A O'Connor, Coordinateurs du project
Dr C C Johnson, Chef du projet/ Géochimiste supérieur

Description du projet:

Une étude géochimique régionale pour la production des cartes d'un seul élément au 1:100 000, les cartes thématiques régionales au 1:250 000 et les atlas géochimiques de cinq feuilles cartographiques de la région d'Quarzazate. Le but principal des ces produits est de fournir des données essentielles pour l'encouragement de l'investissement national et international dans le sectuer minier. L'objectif très important de ce projet est le transfert de la technologie et des compétences par la formation des homologues marocains. Les cinq feuilles sont Taliwine, Taznakht, Agadir Melloul, Qalaat Mgouna et Boumaine (au 1:200 000)

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

La collection de 15,000 échantillons des sédiments fluviaux sur une densité de 1 échantillon par 1 km^2 et des pans de 10% des localités. Les analyses XRF (effectués aux laboratoires du BGS en Grande Bretagne) ont été utilisés pour la détermination de 28 éléments pour chaque échantillon. La production en français des cartes géochimiques à un seul élément, des cartes thématiques régionales (avec leur notices explicatives), des atlas géochimiques et des CD-ROM. La formation des homologues marocains sur la création des bases de données (y compris l'emploi de 40 licenciés sur le terrain). La formation sur la préparation des échantillons, l'interprétation et la projection des données en Grande Bretagne.
La publication de 5 cartes géochimiques au 1:100.000 de l'Anti-Atlas. La publication des cartes géochimiques d'un seul élément à l'aide du système d'informations numériques, des cartes thématiques (atlas géochimique) géoscientifiques (en français). La livraison des programmes de formation et la création du système d'informations géospatiales (SIG). La publication de CD-ROM des donnés géochimiques et de bases de données pour la promotion du secteur minier.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Projet de production des cartes géologiques au 1:50.000 de Anti-Atlas du Maroc** *fait partie du Plan de National Cartographie Géologie (PNCG)	Pays: **Royaume du Maroc**
Lieu: **Trois régions de l'Anti-Atlas, Maroc :** **Bas Draa (Tan-Tan), Kerdous, et Boumaine**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Directeur de Projet/Coordinateur de projet** **Chef d'équipe (2)** **Géologues (9) ; Pétrographes (4)** **Géochronologues (1); Paléontologues (3)** **Expert-conseils en télédétection (2);** **Minéralogiste**
Nom du Client: **Ministre de l' Energie et des Mines, Maroc**	Nombre d'employés ayant participé à la Mission: **22 BGS + 7 homologues scientifiques marocains**
Adresse: **Le Directeur De La Géologie,** **Ministre de l' Enegie et des Mines,** **BP. 6208 Rabat-Instituts Haut Agdal, RABAT, Maroc**	Nombre de mois de travail: **40 (pendant 24 mois)**
Date de démarrage: **Octobre 1998** / Date d'achèvement: **Janvier 2001**	Valeur approximative des services (en USD courants): **1.1M**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:

Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe):

Dr J H Powell, Directeur du projet
Dr M R Gillespie, Dr M Smith, Dr C N Waters, M P Hawkins, – Géologue de terrains et expert-conseils (pétrographie, stratigraphie, cartographie). Dr E A O'Connor, Expert en télédétection. Prof. R Parrish - Géochronologue

Description du projet:

Une partie du Plan de National de Cartographie Géologique du Maroc. La publication de 8 cartes géologiques au 1:50.000 de l'Anti-Atlas et la présentation de rapports (en français). La création des systèmes cartographiques numériques et de bases de données minéralogiques. La formation professionnelle sur la cartographie géologique et la géochronologie des homologues marocains. La livraison des programmes de formation et d'un système d'informations géospatiales (SIG).

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

L'organisation du projet; l'élaboration des cartes géologiques (le levé de terrain, la photogéologie aéroportée et satellitaire de LANDSAT TM et SPOT, la pétrolographie, la stratigraphie, la paléontologie, la géochronologie); la création des systèmes d'information géoscientifiques pour la promotion du secteur minier; la création des systèmes cartographiques numériques et de bases de données sur les gisements minéraux. La formation professionnelle sur la cartographie géologique et la géochronologie.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

8

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la Mission: **Developpement du centre de la documentation et le système d'informations minières**	Pays: **Mozambique**
Lieu: **Maputo**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Chef du projet (géologue économiste avec une expertise des systèmes d'informations minéralogiques); expert de la gestion des informations; expert bibliographique; expert du SIG; spécialiste informaticien et programmeur**
Nom du Client: **Ministério dos Recursos Minerais e Energia (financé par la Banque mondiale)**	Nombre d'employés ayant participé à la Mission: **7**
Adresse: **Praça 25 de Junho, PO Box 217, Maputo, Mozambique**	Nombre de mois de travail: **59**
Date de démarrage: **03/2004** Date d'achèvement: **12/2006**	Valeur approximative des services (en USD courants): **0.98M**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:

Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe):

Dr W J McCourt, Coordinateur du projet
Mr T B Colman, Chef du projet (Géologue éconimiste et expert d'informations minéralogiques)

Description du projet:

Assistance de la Direction Nationale de la Géologie (DNG) par l' établissement d'un Centre de Documentation et un Système d'Information Minières. Les enregistrements sur papier et numériques forment une continuité au sein d'un seul système de la gestion d'informations. L'objectif principal du projet est de fournir au gouvernement et aux utilisateurs autorisés un accès immédiat à des groupes de données logiques, récentes et utiles pour l'information et la planification. Le developpement et l'encouragement de l'accès commercial et publique au système via l'Internet. Le projet forme une sous-composante du Projet de Renforcement de la Capacité de la Gestion des Resources Minières.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

(1) le Centre de Documentation—Support du personnel de la DNG et la récupération de tous les documents utiles à la DNG à Maputo et les directions régionales. La numérisation, la classification et l'enregistrement des documents dans un seul système de gestion d'information (SGI) et une base de données. Un système de documentation accessible (basé sur ordinateur) sera developpé en parallèle avec le SIG.

(2) SGI—BGS vont catégoriser, cataloguer, numériser, unifier et intégrer les résultas de l'exploitation minérale du gouvernement, du secteur privé et des projets d'exploitation dans un SIG environemental. Des groupes de données supplémentaires comme la topographie, l'index géographique, l'imagerie télédectée seront aussi importés dans un seul système de gestion. BGS developpera et installera des équipements d'Internet et d'e-commerce. Le personnel de la DNG recevera des formations au cours du projet et au siège social du BGS en Grande Bretagne.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Le levé Géologique du nord-ouest de la Mauritanie**	Pays: **Mauritanie**
Lieu: **Le nord-ouest de la Mauritanie aux frontières avec le Maroc, y compris le district de la mine de Zouérates**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Chef du projet (Expert Gitologue , Expert en Télédétection)** **Géophysicien expert, géologue expert Structuraliste, Stratigraphe expert, Pétrographe expert, Géochimiste expert, Expert en SIG, Cartographes**
Non du Client: **Ministère des Mines et de l'Industrie, Mauritanie (projet financé par la Banque mondiale)**	Nombre d'employés ayant participé à la Mission: **13**
Adresse: **Projet de Renforcement Institutionnel du Sectuer Minier (PRISM), BP 4530 Nouakchott, Mauritania**	Nombre de mois de travail: **23**
Date de démarrage: **01/2004** / Date d'achèvement: **12/2004**	Valeur approximative des services (en $US courants): **0.58M**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels: **Maurep s.a, Nouakchott**	Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés: **2**

Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe):
Dr E A O'Connor, Project Director (Géologue cartographe expert, Expert en Télédétection)
Mr P. E. J. Pitfield, Chef Adjoint du projet (Géologue cartographe expert)
Dr S Coats, Gitologue expert
Chef du projet : la gestion des équipes du terrain, l'allocation des taches, la coordonnination des progrès et des resultas. La communication opportune des résultats et des produits au Client.

Description du projet:
Le levé géologique au 1: 200 000 des régions de six feuilles topographiques, qui recouvrent des complexes archeéns et du protérozoïque inférieur. La collection de 120 échantillons pour la production et l'analyse des lames minces, 80 échantillons pour les analyses géochimiques de la roche totale, 4 échantillons pour la datation chronologique, l'édition des légendes géologiques au 1:200 000 et 1:500 000 et l'enregistrement de toutes les données numérique dans le SIGM à Nouakchott

Description des services effectivement rendus par votre personnel:
La cartographie géologique, l'échantillonnage et l'enregistrement des données sur le GPS. La création des bases de données numériques. La production des nouvelles cartes géologiques, les analyses pétrographiques, géochimiques et les études des échantillons par la microsonde, la production des rapports géologiques et la correction des légendes géologiques au 1: 200 000 et 1:500 000.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Projet de la cartographie géologique et la mise en place d'un système d'information géographique minier (SIGM)**	Pays: **Mauritanie**
Lieu: **Nouakchott**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Cartographes, cartographe structuraliste, pétrographe spécialiste des informations minéralogiques, cartographe spécialiste de gitologie, géophysiciens, géochronologue, expert en télédetection, géochimistes, expert en informatique**
Nom du Client: **Ministère des Mines et de l'Industrie (financé par la Banque mondiale)**	Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **19**
Adresse: **Projet de Renforcement Institutionnel du Sectuer Minier (PRISM), BP 4530 Nouakchott, Mauritanie**	Nombre de mois de travail: **146**
Date de démarrage: **06/2001** / Date d'achèvement: **12/2003**	Valeur approximative des services (en USD courants): **3.27M**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:

Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe):

Dr E A O'Connor, Coordinateur du projet
Mr P E J Pitfield, Directeur de projet
Mr R M Key, Géologue cartographe et chef-adjoint du projet

Description du projet:

Projet de production de 12 cartes géologiques au 1:200 000 des Mauritanides et de la zone précambrienne du Taslast. La compilation de données géologiques, géochimiques et géophsyiques au 1:500 000 du sud de pays. La production des cartes géologiques, (levé de terrain à l'aide de la photographie aérienne, les images satellites de LANDSAT TM et ETM). La création des systèmes d'informations d'indices miniers pour le pays entier afin de promouvoir le secteur minier. La formation professionnelle. L'utilisation efficace des données minérales.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

(1) la compilation de données topographiques, géologiques, géochimiques et géophysiques et des données du potentiel minéral au 1:500 000 du sud de la Mauritanie. Traitement de données Landsat TM et ETM pour la région du projet, l'élaboration de la mosaïque satellitaire et topographique géoréférenciée à l'échelle de 1:500 000. Le levé d'une région d'approximativement de 500 000 km^2 et échantillonage géochimique avec la formation sur le terrain des homologues mauritaniens. La production de huit des 12 nouvelles cartes géologiques au 1:200 000.

(2) BGS a conçu et installé une base de données d'indices miniers SIGM qui recouvre le pays entier avec une application utile sur le terrain, évaluation des ressources minérales, et évaluation de l'environnement. Les données commerciales sur l'exploration minérale ont été acquises pour les intégrer dans la base de données. Les nouvelles données de la cartographie géologique du nord de la Mauritanie, qui ont été assemblées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM, France), seront incorporées dans cette base de données. Le SIGM fournira l'accès aux autres données spatiales numériques comme les cartes topographiques numériques géoréférenciées et lesimages satellites. Il aura aussi la capacité d'autoriser l'entrée de données qui seront rassemblées dans l'avenir.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Le levé géologique du nord du Mozambique**	Pays: **Mozambique**
Lieu: **Les provinces de Niassa et Cabo Delgado**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Géologue cartographe, géologues structuralistes et géologues économistes**
Non du Client: **L'Office Géologique du Norvège (projet financé par le NDF et la Banque pour le Ministère des Resources Minérales et d'Enérgie du Mozambique)**	Nombre d'employés ayant participé à la mission: **6**
Adresse: **Norges Geologiske Undersøkelse N-7491, Trondheim, Norvège**	Nombre de mois du travail: **56**
Date de démarrage: **03/2003** Date d'achèvement: **12/2006**	Value approximative des services (en $US courants): **1.52M**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés:

Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe):

Dr W McCourt, Coordinateur des équipes du BGS
Dr R M Key, Chef d'équipe du BGS (1)
Dr R J Thomas, Chef d'équipe du BGS (2)

Description du projet:

Le levé géologique, en collaboration avec les géologues de NGU, du nord du Mozambique bordant la Tanzanie et le Malawi (les provinces de Niassa et Cabo Delgado) à une échelle générale de 1:250 000 et au 1:50 000 des régions séléctionnées. Le projet forme une sous-composante (le levé Géologique de Lot 1 et Lot 1xn) du Projet de la Construction de la Capacité de la Gestion des Resources Minérales, la composante 2: Projet du Développement de l'Infrastructure Géologique.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

Le personnel du BGS a la responsabilité de la reconnaissance géologique de 10 x 1° feuilles cartographiques à une échelle de 1:250,000 et la préparation des rapports explicatifs sur la géologie, le potentiel minéral et la planification de l'utilisation des terres. La formation du personnel homologue à Direcção Nacional de Geologia, (direction nationale de la géologie). La contribution dans la Base des Données Géoscientifiques et le Système d'Informations Minière Nationaux est une partie importante des exigences du projet. La présentation des produits finaux à une atelier pratique et leur publication dans les journaux scientifiques et les conférences internationaux.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

9

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux vos qualifications

Nom de la mission: **La compilation et l'interprétation des données géophysiques pour la Direction des Mines, PNG**	Pays: **Papouasie-Nouvelle-Guinée**
Lieu: **Port Moresby**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **géophysicien (chef du projet); informaticien expert/ géophysicien (developpement des bases de données); géologue/géophysicien (spécialisé de l'analyse sismique, la modélisation et l'interprétation)**
Nom du Client: **La Direction des Mines 'PMPNG' (financé par la Banque mondiale)**	Nombre d'employés ayant participé à la mission: **3**
Adresse: **Konedobu, Port Moresby NCD, Papouasie-Nouvelle-Guinée**	Nombre de mois de travail: **29**
Date de démarrage: **05/2002** Date d'achèvement: **03/2004**	Valeur approximative des services (en USD courants): **0.40M**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:
Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe): **Mr S D A Walker, Chef du projet (géophysicien)**	
Description du projet: **Amélioration de la capacité de la Direction des Mines pour gérer et interpréter les données géophysiques. Le projet est une composante du Projet du Renforcement Institutionel du Secteur Minier qui a été financé par la Banque mondiale.**	
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **Spécification des logiciels géophysiques et la réciption des équipements et logiciels informatiques; la conception et le développement d'une base de données géophysiques et son intégration dans un système d'information cohérent; l'incorporation de tous les groupes de données existants; le traitement et la modélisation des données et la liaison de cette base et le système SIG au programme de la cartographie Wau. La formation du personnel du PMPNG était une composante majeure du ce projet, en concentrant spécialement sur le projet de la région de Wau.**	

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Development d'une capacité de télédetéction au Ministère des Mines de la PNG**		Pays: **Papouasie-Nouvelle-Guinée**
Lieu: **Port Moresby et la région de formation à Wau**		Personnel spécialisé fourni par votre organisme **Chef du projet (spécialiste supérieur en télédetéction); géologue spécialiste en télédetéction/ géomorphologue analyste de l'imagerie; spécialiste du SIG (MapInfo)** **+ soustraitance d'un géologue spécialiste de la vérification des images de la télédetéction sur le terrain**
Nom du Client: **Ministère des Mines (projet financé par la Banque mondiale)**		Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **3 (BGS) + 1 (CSA)**
Adresse: **Konedobu, Port Moresby NCD, Papouasie Nouvelle Guinée**		Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **16**
Date de démarrage: **11/2002**	Date d'achèvement: **03/2004**	Valeur approximative des services (en USD courants): **0.32 M**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels: **CSA Group Ltd, Dublin, Ireland**		Nombre de mois de travail 4
Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe): **Dr S H Marsh, Chef du projet (géologue specialisé en télédetéction)** **Dr C Jordan, Expert en Télédétection**		
Description du projet: **Developpement de la capacité du Ministère des Mines de la PNG (MMPNG) pour le support de la ré-interprétation en cours de la géologie régionale nationale. La formation du personnel du MMPNG en utilisant le Project de Levé Géologique de Wau comme un exemple d'application. Le projet est une sous-composante du Projet de Renforcement Institutionel du Secteur Minier, qui a éte finance par la Banque mondiale.**		
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **L'assistance technique de l'acquisition des données numériques et d'analogue de télédetéction, des images satellites (Landsat, RADARSAT, SAR, SPOT, AIRSAR) et des photos aériennes; la mise à jour des équipements et logiciels informatiques du traitement des données; la formation du personnel homologue sur la gestion des données 'DoM', l'interprétation des données et la création des cartes; la production de l'image composite national, la production (en utilisant les données télédetéctées) de six cartes géologiques d'interprétation au 1:100 000 avec leur fiches explicatives, et la compilation d'une carte au 1:250 000 de la région de Wau; la production d'un manuel de procedures du traitement des images télédetéctées pour faciliter l'interprétation des structures géologiques.**		

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **La Cartographie géologique et prospection minière, au nord-est des Emirats Arabes Unis**	Pays: **Emirats Arabes Unis**
Lieu: **La région montagneuse du nord-est des Emarats Arabes Unis bordant Muscat et le Golf d'Oman**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **6 géologues; 6 géologues cartographes; 4 spécialistes en biostratigraphie; 4 experts en sismologie; pétrograghe; minéralogiste; expert en radiométrie; géophysiciens; géochronologue; géologues économiste; spécialiste en industrie minière; sédimentologue pétrographe; hydrogéologue; expert en télédétection**
Nom du Client: **Ministère des Ressources Pétrolières et Minérales**	Nombre d'employés ayant participé à la Mission: **28**
Adresse: **PO Box 59, Abu Dhabi, EAU**	Nombre de mois de travail: **250**
Date de démarrage: **03/2002** Date d'achèvement: **03/2006**	Valeur approximative des services (en USD courants): **9.95M**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels: **WesternGeco** **Fugro Airborne Services Ltd** **Institut Français du Pétrole**	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés: **10**
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe): **Dr D Greenbaum, Coordinateur du projet** **Dr M T Styles, Directeur de projet**	
Description du projet: **Une campagne de la cartographie géologique détaillée de terrain de la région montagneuse des ophiolites de Semail. La production de cartes géologique au 1:50 000 et au 1:25 000 de quelques zones séléctionnées. L'étude couvre aussi les dépôts quaternaires occupant la plaine désertique à l'ouest (au 1:100 000). L'éxécution d'une prospection des minéraux métalliques et industriels de la région. Les recherches parallèles et les travaux de laboratoire pour déterminer les évolutions géologiques régionales. La production d'une carte au 1:500 000 montrant la structure, la tectonique et les risques naturels de l'ensemble du territoire des Emarat Arbes Unis.**	
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **Le BGS menera toutes les campagnes de la cartographie géologique et les prospections minières, y compris les études pétrographiques, les analyses géochimiques, les études isotopiques, géochronologiques et paléontologiques. L'évaluation du potentiel des ressources d'eau sousterraine et les études de laboratoire associées. Il assumera également la publicastion des cartes et les rapports géologiques. Les résultats seront incorporés dans une base de données géoscientifique. De plus, les nouvelles données géophysiques seront acquises pour fournir une meilleur compréhension de la structure du profondeur. Le BGS sous-traitera la prospection géophysique, il gèrera les sous-traitants. Il supervisera l'acquisition et l'intégration des conclusions géophysiques dans l'ensemble du projet.**	

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Non de la mission: **La révision des cartes géologiques anciennes et leur mise à jour avec les données alternatives disponibles et de la télédetéction**	Pays: **Zambie**
Lieu: **La Direction de la Géologie, Lusaka.**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **1 géologue, 1 géologue d'exploration 1 expert en télédetéction, 1 géologue cartographe**
Non du Client: **L'Union européen et le Ministère des Mines et du Développement des Minéraux de la Zambie**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **4**
Adresse: **La sécretaire permanente Ministère des Mines et Développement des Minéraux Immeuble de Kent, BP 3169 Lusaka, Zambie**	Nombre de mois de travail: **48**
Date de démarrage: **11/1995** Date d'achèvement: **12/1999**	Valeur approximative des services (en $US courants): **1.21M**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés:
Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe): **Dr A J Reedman, Chef du project Mr A Macfarlane, Coordinateur du project Dr B Barclay, Géologue cartographe Dr E A O'Connor, expert en télédetection, cartographe**	
Description du project: **L'assistance technique du secteur d'exploitation minière, la publication de cartes géologiques, et la formation professionnelle sur la cartographie.**	
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **La publication de 28 cartes géologiques au 1: 100 000 et 4 cartes structurelles. La Formation professionnelle sur la cartographie du personnel homologue.**	

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **Le Programme de Rétablissement Economiques des Mines et de l'Industrie Minière de la Zambie – la composante de l'acquisition des données géologiques**	Pays: **Zambie**
Lieu: **Travail hors de Lusaka avec la concentration particulière sur les études du NW et le NE de la Zambie**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **4 géologues, 1 géologue d'exploration 1 expert en télédetéction, 1 géophysicien 1 géologue économiste/géochimiste 1 spécialiste du SIG/informaticien 1 géologue cartographe**
Non du Client: **Banque Mondiale/ Ministère des Mines et du Développement des Minéraux de la Zambie**	Nombre d'employés ayant participé à la mission: **10**
Adresse: **La Sécretaire Permanente Ministère des Mines et du Développement des Minéraux Emeuble de Kent, BP 3169 Lusaka, Zambie**	Nombre de mois de travail: **94**
Date de démarrage: **11/1997** Date d'achèvement: **12/2000**	Valeur approximative des services (en USD courants): **2.03M**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés:

Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe)::

Dr A J Reedman, Directuer du projet
Mr A Macfarlane, Coordinateur du projet
Mr P N Mosley, Chef du projet/ Géologue
Dr R M Key, Géologue cartographe supérieur (Chef-adjoint du projet)

Description du project:

L'Assistance technique, la production des cartes géologiques régionales. L'exploration géochimique, les études du potentiel minéral. Le renforcement du ministère de la géologie et des mines de la Zambie; la création des systèmes d'informations.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

L'assistance technique, la production de cartes géologiques à l'échelle de 1:100 000 et 1: 250 000 et la collection des informations sur les ressources minérales (d'or, des métaux de ba ses, des pièrres précieuses et les mineraux énérgétiques). La création d'une base de données nationale des indices miniers et géoscientifiques. La formation professionnelle.

Nom du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent mieux les qualifications

Nom de la mission: **La promotion de l'Institut de l'Environement et la Télédetéction (ERSI)**	Pays: **Zimbabwe**
Lieu: **Harare**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme **1 géomophologue et spécialiste de télédetéction**
Nom du Client: **Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) et l'Institut d'Environement et télédetéction (ERSI)**	Nombre d'employés ayant participé à la mission: **1**
Adresse: **GTZ, GmbH, Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5, 65760 Eschborn, Allemagne** **ERSI, Box 6640, Harare, Zimbabwe**	Nombre de mois de travail: **1**
Date de démarrage: **01/2000** / Date d'achèvement: **02/2000**	Valeur approximative des services (en $US courants): **10000**
Noms des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail des spécialistes fournis par les consultants associés:
Noms et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable d'équipe): **Mr C J Jordan, consultant de télédetéction**	
Description du projet: **L'évaluation du progrès effectué par l'ERSI sur les recommendations exigés par le BGS en 1999. Le support supplémentaire, la formation et le levé de terrain, si nécessaire.**	
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **A la suite de la réussite d'un contrat-conseil au début de 1999: Etude Pilote du Bassin acquifère de Mazowe et la livraison d'une expertise en télédetéction. Par conséquent, le BGS a gagné ultérieurement un autre contrat pour évaluer le progrès de l'ERSI sur les recommendations fournies dans le premier contrat. La révision du status du laboratoire de l'ERSI; l'organisation d'une formation sur le SIG et l'utilisation du Cartographe 'ER', des modules 'ERDAS-Imagine' et 'ArcView qui supportent les activités du projet; la formation sur les techniques de la vérification sur le terrain; l'organisation d'une journée scientifique sur l'application de la télédetéction et le SIG aux problèmes des eaux de surface; l'évaluation de la disponibilité des données géophysiques et de sondages.**	

Non du Consultant: **NERC/British Geological Survey**

USGS
science for a changing world

Résumé des Compétences du Service Géologique des **Etats-Unis l'USGS**

Fondé en 1879, l' USGS est aujourd'hui la plus grande organisation mondiale de sciences naturelles. Ses effectifs comprennent environ 10,000 personnes. Son budget annuel dépasse US$880,000,000 consacrés a la géologie, l'hydrologie, la cartographie, l'environnement et la biologie. Depuis son siège a Reston, en Virginie près de Washington, D.C. l'USGS gère deux pôles régionaux a Denver, au Colorado et a Menlo Park, en Californie, ainsi que presque 200 cellules tant aux Etats-Unis qu'a l'étranger.

L'USGS est reconnu comme une source mondiale d'information sur les sciences de la terre, la biologie et l'environnement. Ses banques de données sont obtenues par ses propres recherches ou en collaboration avec d'autres organisations nationales, internationales et universitaires et des associés étrangers. Ces banques de données renseignent sur les dangers de catastrophes naturelles: tremblements de terre, éruptions volcaniques, glissements de terrain; ainsi que sur les ressources minérales (industrielles, agricoles et métalliques), les ressources d'énergie (hydrocarbures et charbon), les ressources hydrologiques côtières et marines. L'organisation USGS maintient aussi des archives de télédétection par satellites, de topographie digitalisée (DLG et le DEM), des indexes géographiques et cartographiques, des recensements biologiques, environnementaux et d' écosystèmes, etc. Sur le plan international USGS intervient et est intervenu dans plus de 100 pays, en coopération avec les gouvernements nationaux, des organisations internationales et industrielles et les communautés universitaires.

L'USGS dépense annuellement plus de US$75,000,000 en travaux et recherches sur les ressources minérales, les relevés géophysiques et géochemiques et sur la cartographie géologique. Ces activités sont appuyées par des laboratoires spécialisées pour les analyses d'échantillons; et suivies par l'interprétation des données géochimiques et géophysiques. L'USGS assure aussi la production finale des résultats d'enquêtes et de recherches par ses publications de cartes et de monographies; par la construction de banques de données et la diffusion de ses résultats sur CD, sur SIG interactifs et sur l'Internet. Ces informations sont accessibles dans le domaine publique gratuitement ou a prix modique.

En tant qu'agence du gouvernement, l'USGS intervient surtout sur le territoire des Etats-Unis. Cependant, l'USGS maintient aussi une présence internationale active par ses activités géophysiques, géologiques, géochimiques et envers les ressource minérales dans beaucoup de pays différents depuis de nombreuses années. L'expérience et les compétences précises de l'USGS pour exécuter les travaux de sciences géologiques a l'étranger sont détaillées ci-dessous.

GÉOLOGIQUES: COMPÉTENCES et EXPÉRIENCE

L'USGS est fier se sa renommée mondiale en géologie et dans les domaines scientifiques connexes: la stratigraphie, biostratigraphie, la paléontologie, la géomorphologie, la géochronologie, la pétrologie, la minéralogie, la géochimie, la géologie structurale, l'étude des ressources minérales et énergétiques et leur évaluation ainsi que les phénomènes catastrophiques naturels. Les compétences de l'USGS en ces domaines sont disposées a travers le territoire national. Au siège et aux pôles précités s'ajoutent quatre cellules : a Tucson, AZ, Reno, NV, Spokane, WA et Anchorage, AK. ou résident le reste des 250 scientifiques et de leur personnel d'appui disponibles pour participer et soutenir les activités géologiques. L'USGS a une vaste expérience de la cartographie géologique sur toutes les gammes de terrains: sédimentaires marins, côtièrs, continentaux, sédimentaires de plateformes, accrétionaires complexes; ainsi que des terrains de tous les types ignés et volcaniques ou métamorphosés et polydéformés; et aussi des formes actuelles et des processi d'érosion et de géomorphologie. Actuellement l'USGS dépense plus de US$26,000,000 chaque année pour appuyer ces activités a travers 21 grands programmes multidisciplinaires et plus de 130 projets ancillaires.

Dans les laboratoires de ces sept foyers L'USGS possède les moyens institutionnels et matériels pour traiter les échantillons de terrain par une variété de techniques de laboratoire. Ceux-ci comprennent les moyens classiques tels que les microscopes pétrographiques, les appareils à rayons X, les microscopes électroniques et les microsondes. Des techniques plus avancées permettent l'analyse de tous les éléments chimiques majeurs et en traces (ppb), tandis que l'instrumentation et les techniques spéciales comme l'ablation au laser ICPMS, rendent possibles des études analytiques très détaillées. Les isotopes stables et radiogéniques sont détectées et mesurées et permettent les datations par une large variété de techniques. On notera que l'USGS en association avec l'Université de Stanford exploite la technique SHRIMP (la micro-sonde ionisante a haute résolution), qui permet a l'USGS de faire des datations sur des grains minéraux isolés. Le parc du matériel USGS comprend trois microsondes et plusieurs microscopes électroniques a balayage permettant l'accès direct à la caractérisation microscopique ordinaire d'échantillons géologiques.

Toute la fabrication des cartes USGS est faite sous forme digitale qui permet directement leur inclusion dans les SIG. En plus des produits cartographiques digitaux l'USGS publie aussi beaucoup de cartes sur support papier a l'aide de sa propre imprimerie cartographique de classe internationale située au siège a Reston, VA. ou plus de 12,000 cartes géologiques différentes en de nombreuses éditions on déjà été publiées.

Les pays où les scientifiques USGS ont exercé leurs compétences en cartographie géologique sur le terrain comprennent le Mexique, le Vénézuela, le Brésil, l'Argentine, le Chili, le Pérou, la Bolivie, le Costa Rica, le Libéria, le Chypre, l'Egypte, l'Indonésie, l'Oman, le Pakistan et l'Arabie Saoudite. L'USGS dresse actuellement la carte de deux coupures au Maroc.

USGS
science for a changing world

GÉOPHYSIQUE: COMPÉTENCES et EXPÉRIENCE

L'expertise géophysique de l'USGS'S reside principalement a Denver, Colorado et Menlo Park, en Californie. qui sont les deux foyers de la recherche scientifique primaire et du développement technique dans les domaines suivants : télédétection, enregistrements spectroscopiques, gravitmetrie, magnétisme, électricite, électromagnétisme, rayons gamma, magnétotellurie, radar au sol et techniques paléomagnétiques. Le suivi comprend l'application de ces techniques aux enquêtes géophysiques régionales qui appuient les programmes minéraux et les études régionales connexes. Les relevés géophysiques aéroportés sont un des outils le plus fréquemment utilisés dans ces études régionales.

L'USGS exploite son propre avion pour évaluer et développer l'instrumentation géophysique aéroportée. Cependant, pour la plupart des enquêtes géophysiques régionales, d'autres avions sont utilisés sous contrat. Les experts de l'USGS sont éprouvés dans la définition des spécifications de relevés géophysiques aéroportés: magnétiques, radiométriques (spectrométrie rayons gamma) et électromagnétiques; et, aussi pour d'autres systèmes géophysiques aéroportés moins communs et plus sophistiqués. Les données de ces relevés sont traitées aux laboratoires USGS utilisant les traitements informatisés les plus récents. Les capacités de l'USGS a mener a bien tous ces genres de relevés y compris l'interprétation et la publication des résultats, est démontrée par sa production de plus de 2,000 cartes de relevés géophysiques aéroportés.

Pour compléter ses relevés géophysiques régionaux, l'USGS apporte une expertise d'archivage pour cataloguer les enregistrements géophysiques. Ses vastes archives comprennent tous les enregistrements géophysiques effectués, sous forme digitale ou analogue. L'USGS est aussi en train de convertir ses anciennes données analogues en formats digitaux. Finalement, beaucoup de ces données sont intégrées a des jeux de données régionales pour diffusion mondiale sur le Web.

Le groupe géophysique USGS a travaillé à l'extérieur des Etats-Unis sur une large variété de relevés géophysiques aéroportés. Les pays où l'USGS a fait ces relevés comprennent le Mexique, le Panama, le Brésil, le Venezuela, le Libéria et l'Arabie Saoudite. En Arabie Saoudite l'intervention géophysique a été particulièrement détaillée et a compris de nombreux relevés pour lesquels l'USGS a rédigé les cahiers des charges, contracté avec des sociétés de service pour l'acquisition des données, a contrôlé la qualité des enregistrements saisis, a traité et interprété les données; et, finalement a compilé et publié les cartes et les rapports afférents.

USGS
science for a changing world

GEOCHIMIE: COMPETENCES et EXPERIENCE

Les laboratoires USGS de géochimie sont basés à Denver, CO. d'où ils s'acquittent des analyses ordinaires d'échantillons aussi bien que du développement de nouvelles méthodes géochimiques. Ces laboratoires USGS sont équipés d'instruments pour: l'activation neutronique, la spectrométrie de rayons gamma, le microsondage électronique, la microscopie électronique, le systeme SHRIMP, la radio-diffractométrie, 5 types différents de chromatographes, l'absorption atomique par flamme, la spectrométrie de masse au plasma accouplé; et, de compteurs de la radiation gamma, de 3 types de calorimètres, de plusieurs spectromètres a masse différents, d'ICP-AES et ICP-MS par ablation au laser, l'absorption atomique par la génératrice hydrique, et des instruments pour mesures d'élément spécifiques comme Hg, C et S.

Certaines des activités actuelles des laboratoires de chimie USGS comprennent le développement de nouvelles techniques de chromatographie ionique pour identifier et quantifier les complexes cyanométalliques; le développement d'un nouvel instrument d'analyse sur place pour le cyanure; le développement d'une méthode pour déterminer les traces de mercure dans les matrices organiques, le développement d'une méthode d'extraction séquentielle pour déterminer la présence d'éléments chimiques sélectionnés dans les rejets de mines, l'établissement d'un système de référence des matières dans les rejets de mines et le développement de groupes de normes de référence pour les microrayons.

L'USGS fait aussi régulièrement des relevés geochimiques régionaux pour appuyer ses évaluations de ressource minérales ou études environnementales. Les échantillons de ces relevés sont généralement analysés par des laboratoires du secteur privé en conjonction avec des laboratoires USGS. Les relevés géochimiques régionaux sur le territoire des USA font actuellement partie d'un programme de grande envergure de prise d'échantillons géochimiques pour produire un atlas géochimique recouvrant l'ensemble du pays. Plusieurs dizaines de milliers d'échantillons ont déjà été pris, analysés et catalogués.

En plus de ses compétences d'analyse géochimiques l'USGS a acquis une haute expertise de l'archivage des données et du développement de systèmes pour leur récupération. Ces archives géochimiques comprennent actuellement plus de 2 millions d'unités.

Jusqu'à présent, l'USGS a publié plus de 2,400 cartes géochimiques de diverses regions des Etats-Unis et un atlas géochimique national. L'USGS a aussi fait des relevés géochimiques au Venezuela, au Brésil et en Arabie Saoudite. Il entreprend actuellement la prise d'échantillons sur deux coupures au Maroc.

USGS
science for a changing world

TÉLÉDÉTECTION et SIG: COMPETENCES et EXPERIENCE

L'USGS est une des organisations mondiales a la pointe de la télédétection. Elle possède et gère les images du satellite LANSAT TM qui balaye toute notre planète. L'USGS en exploite les images dans son Centre de Données des Systèmes d'Observations des Ressources de La Terre (ÉROS). Ce centre EROS a la responsabilité d'acquérir, de gérer et de disséminer les informations saisies par avion et par satellites. EROS assure aussi les recherches sur l'utilisation et la technologie d'interprétation des produits de télédétection dans le but de perfectionner la cartographie terrestre. A travers ses activites internationales ÉROS se spécialise dans des projets qui utilisent la télédétection et les SIG (systèmes d'information géographiques) pour traiter les questions de développement durable, la gestion des ressources, les changements géomorphologiques(de la surface terrestre), et les systèmes d'alerte pour les catastrophes naturelles dans beaucoup de parties du monde. Les exemples de ces activités comprennent :

- Des recherches sur l'impact des climats et des activités humaines sur la productivité des terres arables et des sols en Afrique occidentale et a Madagascar;
- L'appui a la gestion des ressources naturelles, a la conservation de diversité biologique et a la dissémination de données géospatiales par les SIG et la télédétection.
- Le dépistages des risques d'inondation au Mozambique
- La production d'images-cartes pour développer les SIG de gestion des ressources.

En plus l'USGS utilise habituellement la télédétection pour ses enquêtes géologiques. Diverses formes de télédétection servent a cartographier les roches, a interpréter leurs structures et a définir des cibles pour l'exploration minérale. Dans ce dernier domaine l'USGS est un leader mondial dans la recherche sur les signatures spectrales de minéraux et dans l'utilisation de cette recherche pour dresser les cartes géologiques et identifier les corps minéralisés. Pour donner un exemple récent: l'USGS au Maroc a utilisé les images TM pour dresser les cartes géologiques préliminaires; et, les données hyperspectrales ASTER pour fournir des modèles topographiques digitaux et pour interpréter l'altération hydrothermale qui s'est révélée associée aux métaux précieux.

Pour les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG), l'USGS est l'agence de pointe aux Etats-Unis Son pole de cartographie nationale comprend plus de 2,500 individus qui produisent des planches SIG aux échelles nationale, régionales et locales. En sciences géologiques l'USGS a dépensé plusieurs millions de dollars pendant les 7 dernières années, pour développer la couverture SIG de cartes géologiques intégrées aux données géochimiques et géophysiques régionales et aux indices minéraux. Cette couverture sert au secteur publique a évaluer la dotation en ressources minérales et au secteur privé a la recherche de gisements minéraux. Sur le plan international l'USGS a assure la formation au SIG et a son utilisation à plus de 20 pays.

USGS
science for a changing world

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux les qualifications

Nom de la mission: **Pré-évaluation des ressources minérales de Madagascar**	Pays **Madagascar**
Lieu: **Antananarivo, Madagascar**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Cartographes, SIG, cartographe structuraliste, pétrographe spécialiste des informations minéralogiques, Gîtologue, Géologue, spécialiste de gîtologie, géophysiciens, expert en télédétection, expert en informatique, expert en évaluation de ressources minérales**
Nom du Client: **Projet de Gouvernance des Ressources Minérales**	Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **22**
Adresse: **PRGM** **20 bis AP Ambaranjana Antanimora Antananarivo Madagascar**	Nombre de mois de travail: **6**
Date de démarrage: **3/2003** / Date d'achèvement: **9/2003**	Valeur approximative des services (en USD courants): **$100,000**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:

Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe):

Dr. Steven Peters, USGS'
Dr. Cliff Taylor, USGS
Dr. Michael Foose, USGS

Description du projet:

Les objectifs de ce Projet étaient de passer en revue la géologie de Madagascar, de faire la synthèse des phénomènes de minéralisation connues, d'identifier les aspects majeurs des environnements géologiques à Madagascar, et de faire une évaluation préliminaire du potentiel en ressources minérales non encore découvertes. Un des enjeux principaux de ce travail était de discuter les différents types de gisements miniers et les observations acquises au cours des études de terrain affin de mieux définir le potentiel en ressources minérales de Madagascar.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

Production d'un rapport de 171 pages sur le potentiel en ressources minérales de Madagascar. Le rapport souligne les environnements géologiques favorables à des types de gisement minéraux sélectionnés, et détaille les observations géologiques, géochimiques, et géophysiques pour mieux évaluer le potentiel en ressources minérales de chaque zone. Il contient 14 planches, 28 tableaux et 1 SIG montrant des zones favorables à des accumulations minérales, les gisements connus, et une variété d'autres informations telles que l'hydrologie, la topographie, les infrastructures, et les zones protégées. Ce travail a été réalisé pour appuyer le PGRM. Le rapport a été contrôlé par des visites de Madagascar.

Nom du Consultant: **United States Geological Survey**

8

USGS
science for a changing world

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux les qualifications

Nom de la mission: **Télédétection/Système d'Information géographique (SIG) Appui à Madagascar**	Pays **Madagascar**
Lieu: **Madagascar**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Télédétection et biologiste**
Nom du Client: **ANGAP et National Institute of Geography and Hydrology (FTM)**	Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **4**
Adresse: **ANGAP, Ambatobe, près SNGF; BP 1424 Antananarivo 101 Madagascar** **Institute Géographique et Hydrographique National de Madagascar (FTM) Rue Dama Ntshoha; Ambanidia; BP 323 Antananarivo 101, Madagascar**	Nombre de mois de travail: **120**
Date de démarrage: **1994** / Date d'achèvement: **Active**	Valeur approximative des services (en USD courants): **Plus de $500,000**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe): **Mr. Jim Verdin, USGS** **Mr. Jim Rowland, USGS**	
Description du projet: **Depuis 1994, USGS a appuyé le Plan National d'Action Environnementale en travaillant avec ANGAP et FTM , en fournissant l'assistance technique, la formation, et les données pour aider à conserver les richesses en biodiversité de Madagascar .**	
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **USGS a fourni les données DMSP-OLS pour cartographier les feux. Ces données sont traitées par NOAA/NGDC pour chaque nuit durant la saison des feux à Madagascar. USGS continue à traiter ces données pour satisfaire les besoins des institutions participantes à Madagascar. Utilisant la technologie SIG un index des feux est enregistré pour les données historiques et actuelles. Cet index donne aux décideurs un outil qui donne des information consistantes sur les activités des feux. Avec cet index on peut répondre à des questions comme «Quelles sont les régions les plus susceptibles aux activités de feu?» ou «A quel moment les feux sont les plus prononcés?»**	

Nom du Consultant: **United States Geological Survey**

P

USGS
science for a changing world

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux les qualifications

Nom de la mission: **Maroc - USGS Projet de cooperation en Géochimie**	Pays: **Maroc**
Lieu: **les Hautes Montagnes de l'Atlas du Maroc**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **géochimistes, expert en informatique**
	Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **6**
Adresse: **Gouvernement de Maroc- Ministère des Mines et de l'Industrie**	Nombre de mois de travail: **24**
Date de démarrage: **10/2001** / Date d'achèvement: **actif**	Valeur approximative des services (en USD courants): **$250,000**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels: **le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes**	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés: **48**
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe): **Dr. James McNeal, Directeur de projet et géochimistes ; Mr. Allen Crider, expert en informatique**	
Description du projet: **Le projet comporte le développement d'une campagne régionale d'échantillonnage géochimique, principalement de sédiments fluviatiles, analyse des données géochimiques, la production de SIG, et formation des scientifiques du Maroc.**	
Description des services effectivement rendus par votre personnel: **Faire la collecte de 8.000 échantillons de sédiment fluviatile. Produire des cartes géochimiques d'une grande partie des Hautes Montagnes de l'Atlas du Maroc.**	

Nom du Consultant: **U.S. Geological Survey**

USGS
science for a changing world

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux les qualifications

Nom de la mission: **Maroc - USGS Projet de coopération pour la Cartographie Géologique - 2 contrats**	Pays: **Maroc**
Lieu: **Montagnes Anti - Atlas du Maroc**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **- Cartographes,** **- cartographe structuraliste, pétrographe spécialiste des informations minéralogiques, - cartographe spécialiste de gîtologie, - - géochronologue,** **- expert en télédétection, - géochimistes,** **- expert en informatique**
Ministère des Mines et de l'Industrie, Rabat, Maroc	Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **8**
Adresse: **Gouvernement du Maroc- Ministère des Mines et de l'Industrie, Rabat, Maroc**	Nombre de mois de travail: **24**
Date de démarrage: **1st Projet: 10/1998** **2nd Projet:07/2003** Date d'achèvement: **1st Projet: 12/2001** **2nd Projet: En cours**	Valeur approximative des services (en USD courants): **$750,000**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels: **Le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes l'École Nationale de l'Industrie Minérale**	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés: **48**

Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe):

Mr. Gregory Walsh, Directeur de projet et Géologue cartographe; Mr. William Burton, Géologue cartographe; Dr. John Mars, expert en télédétection (ASTER et SPOT) ; Dr. Richard Harrison, Géologue cartographe; Dr. James Quick, Coordinateur du projet et Géologue cartographe; Dr. Byron Stone, Géologue cartographe ; Dr. Thomas Armstrong, Géologue cartographe ; Mr. Jean Claude Thomas, expert en télédétection.

Description du projet:

Exécution de grille de carte géologique des 15 feuilles (1:50 000) à l'appui du Plan National de Cartographie Géologique (PNCG) dans les Montagnes anti - Atlas du Maroc. Etude structurale, stratigraphique, géochronologique, et géochimique. A étudié la partie du programme de cartographie, et a publié des cartes à travers le Service Géologique marocain auprès du Ministère d'Énergie et des Mines.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

- Actuellement une carte de 7 feuilles au 1:50,000 échelle dans le région du Jebel Sarhro de l'Anti Atlas de l'est en cours d'exécution ; 2 sont terminées et ont été publiées par le gouvernement du Maroc (1er Projet) et 5 sont en cours de réalisation. De plus, USGS a produit carte de base georeferencee pour la cartographie géologique en combinant des données télédétection ASTER et SPOT.

- Supervision de la compilation numérique de cartes géologiques. Établissement d'une carte géologique sur base de données SIG le Ministère d'Énergie et Mines. Publication d' article de journal et des cartes (deux feuilles) dans l'Anti - Atlas de l'ouest.

Nom du Consultant: **U.S. Geological Survey**

USGS
science for a changing world

Les services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux les qualifications

Nom de la mission: **Cartographie géologique du bouclier Précambrien de l'Arabie saoudite, investigations sur les ressources minérales et appui institutionnel**	Pays **Arabie Saoudite**
Lieu: **Arabie Saoudite**	Personnel spécialisé fourni par votre organisme: **Cartographes, cartographe géologue, cartographe structuraliste, pétrographe, spécialiste des informations minéralogiques, cartographe spécialiste de gîtologie, géophysiciens, géochronologue, expert en télédétection, géochimistes, expert en informatique, éditeurs de cartes, éditeurs de cartes.**
Nom du Client: Ministry of Petroleum and Mineral Resources	Nombre d'employés ayant participé dans la mission: **Plus de 400**
Adresse: **Ministry of Petroleum and Mineral Resources PO Box 757 Airport Road Riyadh 11189**	Nombre de mois de travail: **420**
Date de démarrage: **1967** / Date d'achèvement: **2002**	Valeur approximative des services (en USD courants): **Plus de $350 million**
Nom des consultants associés/ partenaires éventuels:	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés:

Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe):

Plusieurs managers de USGS ; tous les travaux se sont fait sous la supervision du Géologue en chef de USGS

Description du projet:

Cartographie géologique du bouclier Précambrien
Investigations sur les ressources minérales de l'Arabie saoudite
Utilisation de tous les outils (cartographie géologique, géochimie, géophysique, géochronologie, télédétection, etc....) pour appuyer la cartographie et les investigations minérales
Assistance technique et formation.

Description des services effectivement rendus par votre personnel:

Depuis plus de 35 ans USGS a maintenu une mission dans le Royaume d'Arabie Saoudite sous les auspices du Ministère du Pétrole et de Ressources Minérales, et a travaillé en coopération avec le Ministre adjoint des Ressources minérales (DMMR. Faisant partie d'un effort international pour comprendre la géologie et les ressources minérales du Royaume, les scientifiques de USGS ont produit des cartes de géologies régionales, ont évalué les gisements de métaux industriels, de base et précieux, et ont identifiés des terrains et des modèles de dépôt non existants aux USA.

Ces études ont générées plusieurs publications de cartes géologiques, géochimiques, et géophysiques, ainsi que d'innombrables études, rapports détaillés et documents de synthèse. Le résultat a été une remise à jour complète de la cartographie du bouclier Précambrien de l'Arabie Saoudite. De même, d'innombrables gisements ont été découverts. L'appui de USGS a aidé à fournir de la formation qui a conduit à la mise en place de la Saudi Geological Survey.

Nom du Consultant: **United States Geological Survey**

PRESENTATION

GLW Conseil est un Cabinet conseil offrant une gamme variée de services multidisciplinaires dans le domaine du conseil, de l'accompagnement des entreprises et de l'assistance technique aux administrations nationales ou étrangères.

Nous intervenons notamment dans les domaines suivants : les politiques de développement, l'environnement et le contrôle de la pollution, les infrastructures, les mines et hydrocarbures, le tourisme, le conseil et l'assistance administrative, commerciale, comptable et fiscale aux entreprises.

GLW Conseil compte une dizaine de spécialistes possédant de solides expériences dans les domaines d'intervention du cabinet. En outre, nous disposons d'un réseau de partenaires aussi bien nationaux qu'internationaux.

GLW Conseil est un des cabinets nationaux qui justifient d'une longue expérience en étude d'impact environnemental et de développement des outils de gestion de l'environnement étant donné que son personnel fut au cœur du développement des instruments de gestion de l'environnement à Madagascar. Il a également participé au développement de l'évaluation environnementale en Afrique francophone.

La reconnaissance de ses compétences et expériences en matière d'étude d'impact environnemental se situe au niveau international puisque son personnel est intervenu aussi bien à Madagascar que sur les Continents Africains et Nord Américain.

Les domaines d'activités de notre Cabinet sont les suivants :

*Gestion de l'environnement :

1. **Etudes Juridiques et Institutionnelles : Diagnostic, Evaluation et Elaboration.**

Toute amélioration de politique de développement ou d'environnement nécessite une revue et une évaluation des cadres juridiques et institutionnelles pour apprécier leur adéquation avec les nouveaux objectifs adoptés.

2. **Politiques et Stratégies : Evaluation, Elaboration et Développement.**

Définition claire des objectifs et des moyens et démarches pour leurs réalisations en tenant compte des contraintes identifiées et de la spécificité du secteur d'intervention.

3. **Evaluation Environnementale : Etudes Environnementales Stratégiques, Etudes d'Impact Environnemental, Elaboration et Mise en Place de Système de Management Environnemental (SME), Audit Environnemental, Système ISO14001, Plan d'Engagement Environnemental, Evaluation Environnementale et Sociale.**

L'évaluation environnementale constitue le meilleur outil disponible au niveau opérationnel pour l'intégration des contraintes environnementales dans les activités économiques et de développement.

Ces évaluations environnementales sont souvent concrétisées par des Plans de gestion environnementale.

4. **Formation et Assistance Technique.**

Elaboration de cursus de formation, réalisation de formation dans les différents domaines d'intervention notamment l'évaluation environnementale. Les formations peuvent être générales ou spécifiques. Ces formations s'adressent à des catégories d'acteurs ou des services particuliers.

*Assistance aux Entreprises :

1. **Assistance Administrative et Fiscale.**

De plus en plus les entreprises évoluent vers une optimisation des ressources et délèguent les fonctions qui ne sont pas spécifiques à leurs activités mais qui sont utilisatrices de ressources financières.

2. **Assistance Comptable.**

La fonction comptable est une des fonctions qui peuvent être non spécifiques.

3. **Recherche de partenariat.**

La mondialisation génère une création continue de nouveaux sites de production dans le pays. Ces nouveaux acteurs ont besoin d'accompagnement.

*Etudes techniques :

La réalisation des diverses prestations peut requérir des études techniques plus spécifiques soit au préalable soit en parallèle.

1. **Etudes minières**
2. **Etudes pétrolières**
3. **Etudes financières**
4. **Etudes de développement touristiques**

GLW Conseil

Services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux vos qualifications

Nom de la Mission : **Evaluation Environnementale du Projet de Reforme du Secteur Minier, Phase 2**	Pays : **MADAGASCAR**
Lieu : **Antananarivo**	Personnel spécialisé fourni par votre société/organisme (profils) :
Nom du Client: **Banque PRSM et Mondiale** **Ministère Mine**	Nombre d'employés ayant participé à la Mission : - **Environnementaliste** - **Juriste** - **Spécialiste EIE**
Adresse : **Ministère Mine –** **Ampandrianomby -Antananarivo**	Nombre de mois de travail ; durée de la Mission : **Durée : 2 mois** **Début : Décembre 2001**
Date de démarrage (mois/année) : **Début : Décembre 2001** Date d'achèvement (mois/année) :	Valeur approximative des services (en USD courants) : **USD 15,000**
Nom des consultants associés/partenaires éventuels :	Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés :
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe) : **Alain DASO, Coordonnateur PRSM**	
Descriptif du projet : **Evaluation de l'aspect environnemental du Projet PRSM I et préparation du volet environnement de PRSM II**	
Description des services effectivement rendus par votre personnel : - **Analyse de politique sectorielle ayant un impact sur l'environnement et la gestion du secteur minier** - **Analyse de la gestion environnementale du secteur minier** - **Etude des aspects environnementaux du PRSM II** - **Analyse de politique sectorielle ayant un impact sur l'environnement et la gestion du secteur minier** - **Analyse de la gestion environnementale du secteur minier** - **Etude des aspects environnementaux du PRSM II**	

Nom du Consultant : **GLW Conseil**

GLW Conseil

Services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux vos qualifications

Nom de la Mission : **Assistance pour la création de l'Agence de Promotion du Secteur Minier**		Pays : **Madagascar**
Lieu :Antananarivo		Personnel spécialisé fourni par votre société/organisme (profils) : **-Associés du Cabinet** **-Juriste** **-Géologue** **-Juriste** **-Marketing**
Nom du Client: **PGRM et BANQUE MONDIALE**		Nombre d'employés ayant participé à la Mission : **9**
Adresse : **PGRM** **Antananarivo**		Nombre de mois de travail ; durée de la Mission : **7 mois**
Date de démarrage (mois/année) : **Octobre 2003**	Date d'achèvement (mois/année) **Juin 2004**	Valeur approximative des services (en USD courants) : **USD 25,000**
Nom des consultants associés/partenaires éventuels :		Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés :
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe) : **Mme Nadine Ranorosoa, Coordonnateur du PGRM**		
Descriptif du projet : **Etude de faisabilité**		
Description des services effectivement rendus par votre personnel : - **Définition du statut juridique** - **Elaboration des profils de poste et procédures de gestion** - **Structure organisationnelle interne** - **Analyse du marché et stratégie commerciale** - **Analyse financière du Projet**		

Nom du Consultant : **GLW Conseil**

GLW Conseil

Services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux vos qualifications

Nom de la Mission : **Etudes de création de l'Institut de Gemmologie de Madagascar (IGM)**		Pays : **Madagascar**
Lieu : **Antananarivo**		Personnel spécialisé fourni par votre société/organisme (profils) : - **Associés du Cabinet** - **Juriste** - **Financiers** - **Commerciaux** - **Enquêteurs**
Nom du Client: **PGRM et BANQUE MONDIALE**		Nombre d'employés ayant participé à la Mission : **12**
Adresse : **PGRM** **Antananarivo**		Nombre de mois de travail ; durée de la Mission : **6 mois**
Date de démarrage (mois/année) : **Octobre 2003**	Date d'achèvement (mois/année) : **Mai 2004**	Valeur approximative des services (en USD courants) : **USD 22,000**
Nom des consultants associés/partenaires éventuels :		Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés :
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe) : **Mme Nadine Ranorosoa, Coordonnateur du PGRM- Ministère des l'Energie et des Mines**		
Descriptif du projet : **Etude de faisabilité**		
Description des services effectivement rendus par votre personnel : - **Elaboration du concept technique** - **Organisation interne et procédure de gestion** - **Plan de financement et projection financière** - **Rédaction des statuts juridiques**		

Nom du Consultant : **GLW Conseil**

Q

GLW Conseil

Services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux vos qualifications

Nom de la Mission **Etude d'exploitation de graphite**		Pays : **Madagascar**
Lieu : **Ampanihy- Madagascar**		Personnel spécialisé fourni par votre société/organisme (profils) : - **Géologue** - **Environnementaliste** - **Minier** - **Hydroloque** - **Socio-économiste**
Nom du Client: **Graphite et Mines de Madagascar**		Nombre d'employés ayant participé à la Mission : **6**
Adresse : **28, Cité Mahatazana** **Ampandrianomby** **ANTANANARIVO**		Nombre de mois de travail ; durée de la Mission : **4 mois**
Date de démarrage (mois/année) : **Aout 1998**	Date d'achèvement (mois/année) : **Decembre 1998**	Valeur approximative des services (en USD courants) : **USD 17,000**
Nom des consultants associés/partenaires éventuels :		Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés :
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe) : **Alan HICKLING, Directeur GMDS**		
Descriptif du projet : **Etude environnementale d'un projet d'exploitation de graphite**		
Description des services effectivement rendus par votre personnel : - **Etude géologique** - **Etude de l'exploitation** - **Etude d'impact**		

Nom du Consultant : **GLW Conseil**

Services rendus pendant les cinq dernières années qui illustrent le mieux vos qualifications

Nom de la Mission : **Cotrat d'agence pour FUGRO Airborne pty a Madagascar**		Pays : **MADAGASCAR**
Lieu : **MADAGASCAR**		Personnel spécialisé fourni par votre société/organisme (profils) : **- Associé du Cabinet** **- Juriste** **- Commercial** **- Administratifs et comptables** **- Secrétaire**
Nom du Client: **Fugro Airborne Geophysics (Pty)**		Nombre d'employés ayant participé à la Mission : **8**
Adresse : **Antananarivo**		Nombre de mois de travail ; durée de la Mission : **Environ 18 mois**
Date de démarrage (mois/année) **Avril 2004**	Date d'achèvement (mois/année) : **Fin 2005**	Valeur approximative des services (en USD courants) : **USD 45,000**
Nom des consultants associés/partenaires éventuels :		Nombre de mois de travail de spécialistes fournis par les consultants associés :
Nom et fonctions des responsables (Directeur/Coordinateur du projet, Responsable de l'équipe) : **Keith FISK, Head of Marketing Department** **Jerôme VIDAL, Resident manager**		
Descriptif du projet : **Agent et représentant de Fugro Airborne à Madagascar**		
Description des services effectivement rendus par votre personnel : **Assistance à la préparation des propositions techniques, Conseil pendant la négociation du contrat, Assistance pour l'exécution du Contrat, Aide à la prospection commerciale**		

Nom du Consultant : **GLW Conseil**

C. OBSERVATIONS ET SUGGESTIONS DU CONSULTANT SUR LES TERMES DE REFERENCE ET SUR LES DONNEES, SERVICES ET INSTALLATIONS DEVANT ETRE FOURNIS PAR LE CLIENT

OBSERVATIONS ET SUGGESTIONS DU CONSULTANT SUR LES TERMES DE REFERENCE ET SUR LES DONNEES, SERVICES ET INSTALLATIONS DEVANT ETRE FOURNIS PAR LE CLIENT

Sur les Termes de reference:

1. Nous consentons que l'échantillonage du sédiment du ruisseau est une partie importante d'une évaluation économique des deux régions du nord et centre. Cependant, nous sommes inquiets que l'extrêmement grand nombre d'échantillons (20,000) exigé aura un impact disproportionné sur le budget et les activités de terrain. Ces très grand nombre d'échantillons geochimiques pourrait augmenter le coût du projet grandement et pourrait changer le centre loin de la collection de données géologique. Nous suggérons qu'une réduction substantielle dans le nombre d'emplacements de l'échantillon (c.-à-d. densité de l'échantillon) devrait être considéré. La collection de minerai concentré de la cuvette à une certaine proportion de localités peut être une stratégie alternative précieuse.

2. La demande de fournir des analyses pour F pour chacun des 20,000 échantillons du sédiment du ruisseau n'est pas efficace de coût probablement quand a comparé à ce que fourniront les resultants. Estimer à $6.50 par échantillon, ces analyses coûteront ~ $130,000, les autres éléments de l'indicateur de systèmes epithermales sont également efficaces et ne s'attirent pas de coûts analytiques nécessairement supplémentaires.

3. La datation K/Ar est devenue presque obsolète - notre offre propose la substitution de dater par Ar40/Ar39 qui donnera des résultats plus exacts pour seulement une augmentation modérée dans coût de l'unité.

4. Nous sommes confus par la demande pour l'analyse majeur et traces geochimiques et analyses multi - élément. Nous interprétons ' analyses multi - élément être en rapport avec suites sélectionnées d'éléments approprié aux suites particulières d'ont minéralisé et de roches pas minéralisées. Néanmoins, nous exigeons l'éclaircissement supplémentaire comme à ce qui est voulu dire par 'multi – élément'.

5. Nous consentons que les déterminations de l'âge isotopes seront essentielles pour améliorer la compréhension de la structure géologique de Madagascar. Cependant, les 75 déterminations exigées dans le TDR sont un très grand nombre et prendraient un laboratoire dédié trois années pleines probablement pour compléter. Clairement, ce ne sera pas possible et donc le travail doit être fait dans plusieurs laboratoires différents. Ce n'est pas une solution idéale. Le coût de ces déterminations est estimé à plus que $180,000 lequel fait une partie seule très chère du budget.

6. Il est reconnu que les conseillers du projet ont besoin d'examiner, font des remarques sur, et approuvent les documents techniques produits par le consultant. Cependant, le consultant a besoin aussi d'être protégé de demandes répétées pour les changements. Il est suggéré que les conseillers auraient deux occasions de demander des changements aux documents

techniques. Après que ces demandes aient été rencontrées, le document est considéré pour être dans le format finale et acceptable.

7. Le projet a un programme prescrit pour les livraisons. Cela ne peut pas être rencontré s'il y a un délai indu dans la réaction des conseillers du projet. Il est suggéré qu'une période maximale pour reçu de commentaires qui sont acceptable à les deux partis soit consentie donc comme éviter des extensions du projet.

8. Un des principaux objectifs du projet est de stimuler l'investissement étranger pour développer le secteur des minéraux. Donc, bien qu'il n'y ait aucune exigence dans le TDR, nous proposons fournir des copies des rapports définitifs dans français et anglais. Ayant les versions en double dans les deux langues rendront les produits accessible à une audience beaucoup plus large. En outre, la plupart des compagnies l'exploitation et de l'exploration minière trans - nationale majeure sont de pays Anglophones.

<u>Sur les dinnees, services et installations devant etre fournis par le Client</u>: NON UTILISE

D. DESCRIPTIF DE LA METHODOLOGIE ET DU PLAN DE TRAVAIL PROPOSES POUR ACCOMPLIR LA MISSION

DESCRIPTIF DE LA METHODOLOGIE ET DU PLAN DE TRAVAIL PROPOSES POUR ACCOMPLIR LA MISSION

INTRODUCTION

Le descriptif de la méthodologie des phases 1, 2 et 3 du projet et du programme de formation se trouvent ci-dessous. Il est entendu que la date de commencement du projet est le mois de octobre 2004. Il est à noter que tout changement à cette date nécessiterait une revue du calendrier du planning, mais non pas des méthodologies présentées ci-dessous.

La zone du projet est représentée dans la Figure 2.

MÉTHODOLOGIE

Le plan proposé pour le projet entiér est montrée graphiquement dans la Figure 3 (Gantt Chart).

PHASE I MISE EN PLACE DU PROJET

La mise en place du projet constitue la première phase des services, avec une durée maximum d'un mois. Le plan proposé pour le phase I est montrée graphiquement dans la Figure 3 (voyez Mise en place et Compilations)

La mise en place de l'équipe d'experts

L'acquisition de données pertinentes, y compris :

Des bases topographiques
Toutes données géologiques et métallogéniques existantes
Données de la télédetection
Données géophysiques aéroportées produites pendant des phases complémentaires d'acquisition de données géophysiques ou données géophysiques du terrain disponibles
Tout autres données géologiques pertinentes, comme des cartes géologiques et hydrologiques existantes, des données géochimiques du secteur privé, des articles publiés récemment etc.

Acquisition des équipements et du matériel

L'acquisition des équipements et du matériel

L'équipement de terrain

Préparation et Synthèse

Traitement, évaluation et interprétation des données existantes
Données géologiques et métallogéniques

Données de la télédétection y compris des scènes LANDSAT ETM et JERS, ASTER et SRTM.
Données géophysiques aéroportées produites pendant les phases complémentaires d'acquisition de données géophysiques

Tout autres données géologiques pertinentes, comme les cartes géologiques et hydrologiques existantes, données géochimiques du DMG, secteur privé, articles publiés récemment dans les journaux internationals ets.

Production des produits finaux de la phase 1
Plan de travail pour des programmes de travaux de terrain à suivre

La mise en place de l'équipe d'experts

Les chefs de deux projets: Zone N et Zone Centre lancera le projet en rassemblant l'équipe de personnels experts prévue. Au début du projet une réunion de tous les experts techniques sera convoquée au Nottingham, Royaume-Uni et Washington, EU, par les deux chefs du projet pour discuter du planning et des descriptifs de tâches.

De même les chefs des projets se présentera aux responsables du Ministère des Mines et de l'Industrie et à la Direction des Mines et de la Géologie et PGRM à Antananarivo pendant cette phase du projet, avec l'intention de rencontrer des géologues homologues potentiels et autres spécialistes. En consultation avec les Consultants Ingenieurs, les possibilités d'accèder aux données de companies privées comme le Phelps Dodge, dont la phase de confidencialité vient d'expirer, seront préalable pour les phases de synthèse et de planning du projet. Tous vides de données à DMG et PGRM, Antananarivo pourront être comblés par BRGM, Orléans et des dispositifs seront mises en place pour accèder à ces données. Les CVs en détail de tout le personnel se trouvent dans la section Y. Le BGS et USGS tient à souligner que certains des personnel prévu ici à entreprendre le travail de terrain et la formation en Madagascar ont une expérience récente de travail de terrain en Madagascar. Certains ont des connaissances détaillées de la géologie et des conditions de la zone du projet. Parmi les experts prévus qui travailleront uniquement en RU et EU, la plupart ont une expérience précédente et des connaissances de la géologie de la Mozambique, Zimbabwe, Zambie, Botswana et Madagascar.

Acquisition de données

Une condition préalable aux phases suivantes du projet est l'acquisition et l'analyse de banques de données pour la zone du projet.. Il est à noter, donc, que tous les géologues prévus du BGS et USGS pour le présent projet se sont déjà familiarisee avec les spécification technique de systems SIG et banques de données et leur population. L'acquisition de toutes données serait entreprise par le chef de projet, principalement en Madagascar aussi en France, Afrique du Sud, Etats Unis, etc. Les ensembles de données mentionnées ci-dessus seront consultés et intégrés progressivement de façon sélective dans les nouvelles bases de données qui seront mises en oeuvre pour le SIGM du Projet.

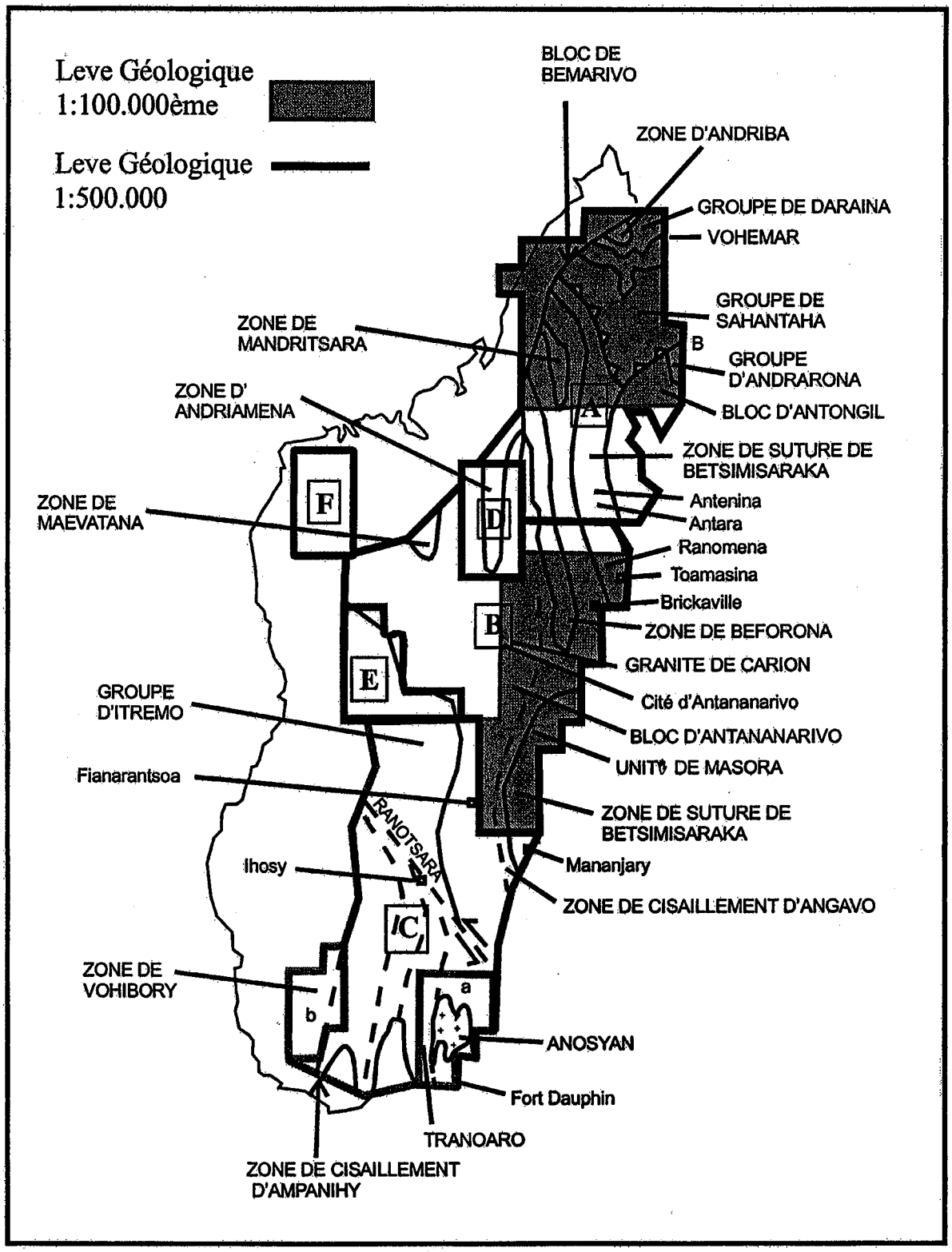


Figure 2 Zones de levés à 100 000ème (régions colorées A et B) et 500 000ème (non coloré et inclut la Zone F)

Ces données seront transcrites dans un format standard proposé par le Soumissionnaire, qui sera compatible avec le SIGM et approuvé par la PGRM. Par souci de qualité et d'homogénéité, seules les données ayant été validées (mode et densité de prélèvement, type d'analyse) par le Soumissionnaire seront retenues et incorporées dans la base de données.

Bases topographiques

Des cartes de bases topographiques à échelle 1 :500.000ème pour la région ont été obtenue. Les cartes topographiques en format papier et vectorielle au 1:100.000ème de la Madagascar seront achetées à FTM Antananarivo. Le BGS entend que les bases topographiques à échelle 1 :100.000ème pour les zones du projet date des années 1960, et qu'il y a eu un développement infrastructurel (voies de communication, pistes d'atterrissage, énergie, ressources en eau), considerable depuis. En tenant compte de ces changements (et à condition d'obtenir les permis nécessaires) le BGS rechercherait la possibilité de mettre à jour des versions vectorisées simplifiées de toutes les bases topographiques à échelle 1 :100.000ème des zones du projet, de sorte que les bases améliorées puissent être utilisées dans la production de cartes. Cette tache serait BGS-executée par une entreprise commerciale de traitement de données et surveillée par USGS-GLW.

Données de la télédétection

LANDSAT ETM

Les images satellites **Landsat Thematic Mapper ETM** de la région, seront acquises pendant le projet de la Banque Mondiale recouvrent les zones du projet. La Landsat Thematic Mapper ETM enregistre la radiation dans 7 bandes spectrales du spectre EM (trois bandes dans le visible, une dans la NIR, deux dans la SWIR, et une dans la TIR). La résolution spatiale est de 15 m dans le band panchromatique, les bandes réflectrices 9 bandes 1,2,3,4,5 et 7) et 60 m du canal thermal (bande 6).

La différence principale entre ceci et les données TM est l'inclusion d'une bande Panchromatique. Cette bande est centrée sur une région spectrale plus large, mais avec une 15m résolution spatiale. Fusionner de ceci avec les autres augments la résolution des bandes (à 15m) et d'où l'échelle à que dresser une carte peut être complété, en donnera une possibilité de faire la projection topographique à l'échelle1:25 000.

Pour assurer la qualité de la saisie des données au moins un exemple d'une 'Quick Look' de chaque scène à acquerir, de préférence dans le temps de l'hiver, sera demandé des fournisseurs des données. Ceux-ci indiqueront le plafond de nuages, si présent, et la qualité numerique totale des données avant leur achat. Les images Landsat seront traitées sur le système de logiciel d'analyse Imagine Advantage et ER Mapper proposée en fonction du sous-programme pour specifier.

Données ASTER

L'instrument de l'ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflectance Radiometer) est une entreprise en participation entre Japon et l'USA. L'instrument, qui

a été lancé dans une orbite polaire soleil - synchrone en décembre 1999 sur la plate-forme du TERRA NASA, est un radiomètre du traitement d'images multi - spectral avec 3 bandes VNIR (15m résolution), 6 bandes SWIR (30m) et 5 bandes TIR (90m). Les images couvrent un région 60km par 60km et ASTER peut visiter de nouveau toute place au moins chaques 16 jours sur terre, avec une facilité pour les chercheurs demander qu'images de l'enregistrement de l'ASTER de régions spécifiques.

Les capacités supplémentaires d'ASTER par rapport à Landsat permettent plusieurs applications supplémentaires dans la cartographie géologique. La stéréoscopie permet de visualiser de larges zones en stéréoscopie de façon similaire aux paires de photographies aériennes et augmente la capacité du géologue d'interpréter la géomorphologie et son lien avec la géologie sous-jacente. Il devient également possible de produire des MNT (modèles numériques de terrain), ainsi que des vues en perspective. Le nombre de bandes plus élevé dans le SWIR permet une meilleure discrimination entre les argiles, les carbonates et les sulfates, et facilite donc la cartographie des lithologies. Ces capacités de discrimination lithologique amplifiées interviennent également dans l'exploration minière, p.e. dans le ciblage de zones d'altération hydrothermale. Les bandes supplémentaires dans le TIR permettent une discrimination entre les roches basiques et acides, puisque le contenu total en silice d'une roche influe sur sa réponse spectrale dans l'infrarouge thermique. Voyez figure 4.

BGS et USGS proposent acquérir et utiliser ce type des données aussi bien que Landsat ETM et données JERS pour rehausser la vegetation et détails du sol. La figure 5 montre une image de l'Aster dans les bandes TIR de Madagascar du sud. L'image montre que les régions de la brûlure (bleu) ont causé par fermiers qui ont effacé des régions forestières pour agriculture aussi bien que régions de discrimination géologique et linéaments structurels.

La bande infrarouge (bande 3) d'Aster a deux détecteurs. On regarde verticalement vers le bas, l'autre regarde en arrière. Cela veut dire que la même région moulue est capturée d'angles différents deux fois, en autorisant une paire stéréo être créé de que un Modèle d'Élévation Numérique (DEM) peut être créé (Voyez Figure 6).

Données JERS

L'imagerie radar JERS (Japanese Earth Resources Satellite) fournit des informations supplémentaires concernant la structure du paysage (en même temps que de pénétrer tout nuage et autre aspect atténuant de l'atmosphère). JERS rassemble la données avec un enregistreur de données par la haute performance Radar de l'Ouverture Synthétique (SAR) et Sonde Optique (OPS). BGS/USGS acquerra données JERS à résolution pleine qui couvre les deux zones du projet. Voyez la Figure 7.

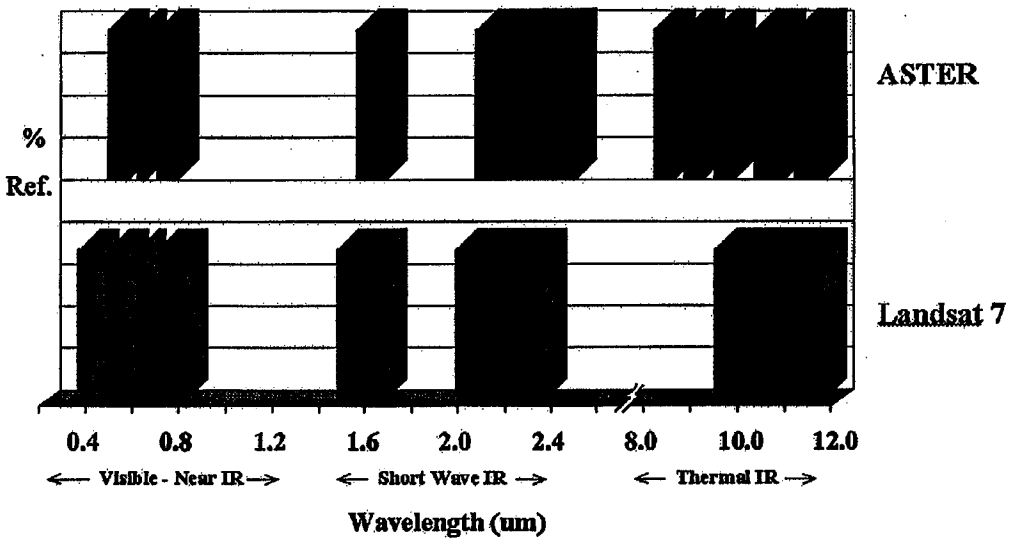


Figure 4 Distribution de bandes de la longueur d'onde entre Landsat 7 (ETM) et Aster

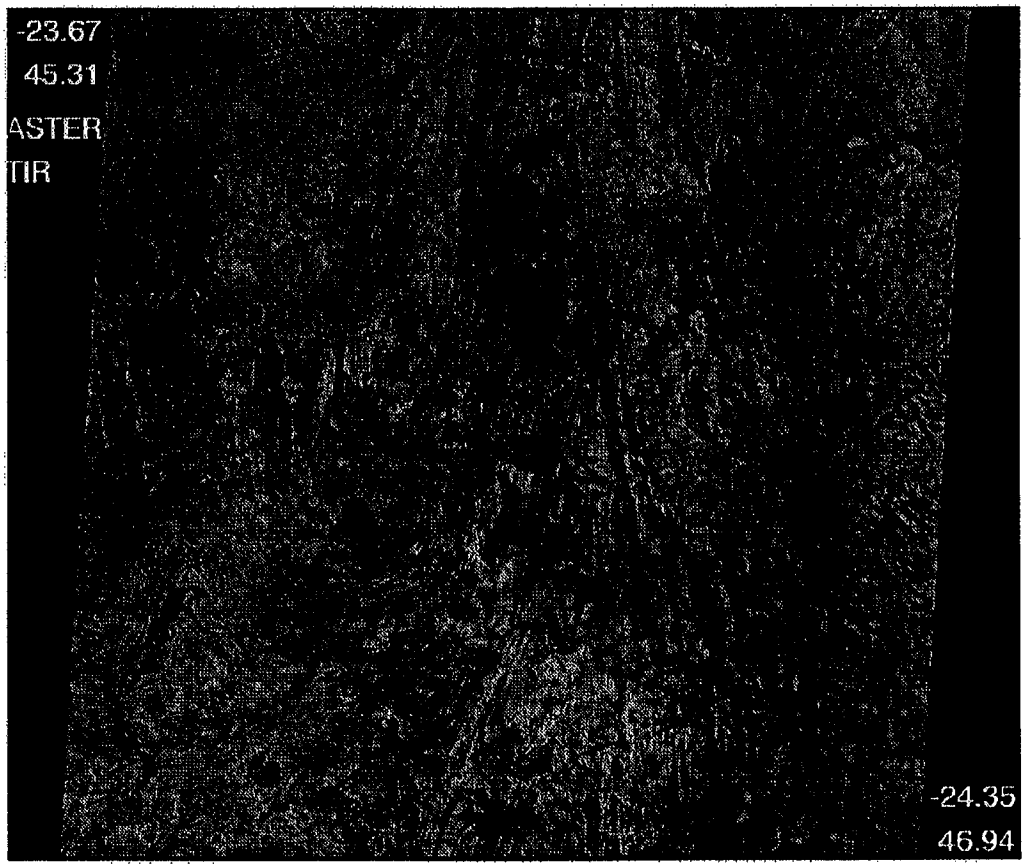


Figure 5 L'image avec les bandes TIR montre que les régions de la brûlure (bleu) ont causé par fermiers qui ont effacé des régions forestières pour agriculture aussi bien que régions de discrimination géologique (verte et rouge) et linéaments structurels.

Figure 6 Un image des minéraux (siliceux, calcrete et ferrique) de la proportion de données du swir de l'Aster superposée sur un modele de le terrain numérique dérivée des données d'Aster DEM en Mauritanie du nord.

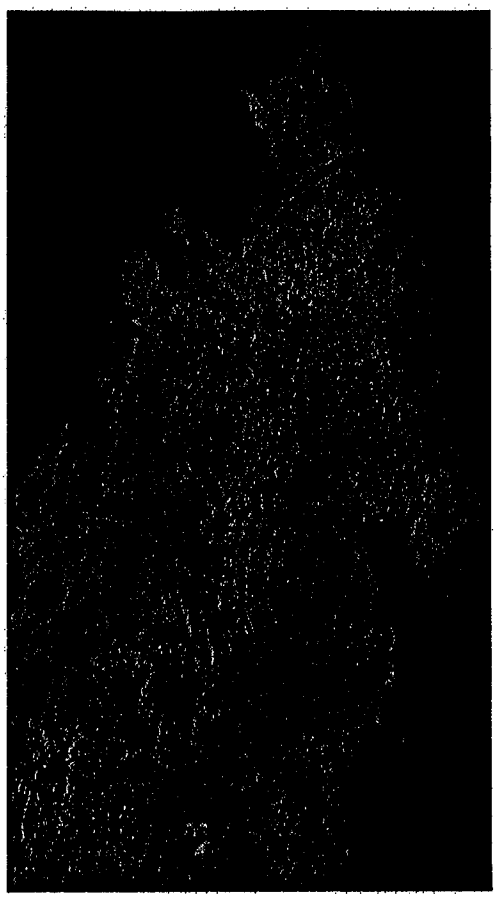


Figure 7 Image radar JERS avec une résolution de 100m du region septentrional du Madagascar.

Données SRTM

La Mission de la Topographie du Radar de la Navette (SRTM) a obtenu les données de l'élévation sur une échelle proche globale pour produire la base de données topographique numérique à haute résolution la plus complète de Monde. SRTM a consisté en un system du radar spécialement modifié qui a volé sur le plateforme Space Shuttle 'Endeavour' pendant une mission de 11 jours en février de 2000.

SRTM a utilisé d'une technique appelé interferometry du radar. Dans interferometry du radar, deux images du radar sont prises d'emplacements légèrement différents. Les différences entre ces images tiennent compte du calcul d'élévation de la surface, ou changement.

L'USGS peut acquérir la données de ce détecteur pour parties de Madagascar qui aidera avec création de DTM (Modèle d'Élévation Numérique) pour usage dans les études geomorphologiques et mettre à jour de la données topographique vectorielle (voir figure 8).

Figure 8 Une exemple de DTM avec contours dérivés de données SRTM au Madagascar central

Données géophysiques aéroportées

Il est noté dans les termes de référence (paragraphe 4.1.4 que «le consultant obtiendra, sans frais, de la DMG les données geophysiques relatives aux zones des projets définies, qui forment une partie d'une phase séparée ou d'un project séparé du même programme, et qui devront être disponibles au commencement de la phase de cartographie). Il est présumé, donc, que les données géophysiques aéroportées seront disponibles pendant cette phase du projet. Cependant, il est à noter que tout délai à la livraison de cette banque de données aura de graves conséquences pour l'execution et

la performance de la phase d'interprétation de données et du travail de terrain du projet.

Tout autres données existantes non acquises

Pendant cette phase, des renseignements seront prises aussi pour l'acquisition de banques de données géochimiques dans le secteur privé. La valeur commerciale de ces banques de données n'est pas connue à présent, ainsi le coût de leur acquisition n'est pas inclu dans l'offre présente. Il est proposé que l'acquisition de ces banques de données serait discutée entre le client, l'ingénieur conseil et le consultant, et ensuite une décision devrait être prise sur l'achat. Leur acquisition est très désirable afin de permettre une évaluation complète du potentiel minier de la zone du projet.

Acquisition des équipements et du matériel

Afin que les phases suivantes du projet puissent avancer sans délai quelconque, l'acquisition du matériel et de l'équipement du terrain doit se faire aussitôt que possible. Grâce à sa participation au projet de Cabinet GLW, la BGS a établi des liens fermes avec des fournisseurs commerciaux, et est confiant que le matériel et l'équipement peuvent être achetees ou louées avec un délai minimum.

La phase finale de cette tache sera l'identification et la procuration d'un bureau avec amènagements, d'hébergements pour le personnel de BGS/USGS à utiliser en période de travail à Antananarivo, une réserve avec une garde sécurisée pour l'équipement de terrain y compris les véhicules.

Equipement de terrain

Voir ci-dessous un inventaire complet de l'équipement de terrain qui sera **achetée**
Les matières consummables seront achetées.

Vehicules		
Toyota hilux, double cabine (ou équivalent) avec spécification du terrain dur- Diesel	7	
Pieces de rechange	7	ensembles
accessoires	7	ensembles
utils	7	boites
remorques	7	
Radeaux et accessoires pour navigation sur les rivières	4	
Equipement de cartographie		
marteaux,	50	
jumelles	50	
clinomètres	50	
loupes manuelles	50	
carnets de notes	50	
sachets à échantillons et des sachets de travail sur le terrain	10000	
sachets à échantillons geochimiques fluviales	40000	
ordinateurs portables avec logiciel Office, Arcview et ER Mapper	8	
matériel de bureau: scanneurs, fotocopier, fax, ordinateurs, imprimantes, internet		
sacs à dos	50	
livres de la note du Champ	200	
lunettes de sécurité	50	
cas de la carte	50	
sifflet	100	
Sacs a dos	100	
Lits pliants	50	
Matériel pour camp de base		
tentes (grandes)	12	
Tentes (moyennes)	12	
tentes (petites)	12	
tonneau	12	
équipement de cuisine	6	
générateur	3	
équipement de secours d'urgence	25	
provisions médicales	25	
accessoires généraux	6	

Matérial divers	
instruments de navigation GPS (Garmin)	25
telephones par satellite	10
appareil photo digital	14

Tableau 2 Inventaire de l'équipement de terrain.

Préparation et Synthèse

Traitement, évaluation et interprétation des données existantes
Données géologiques et métallogéniques

Le BGS-USGS effectuera les évaluations suivantes de données existantes pour les zones bien plus grande recouverte par le projet:

- une recherche de la littérature afin d'établir une bibliographie préliminaire, une liste des indices de minéraux connus et une lithostratigraphie provisoire. Cette recherche considerée des informations publiées ou inédites se rapportant au projet (par exemple des cartes, rapports, articles, thèses, etc), les annales d'université, les données du BRGM et les archives de la DMG et de Projet de Gouvernance des Ressources Minérales (PGRM) d'Antananarivo

- Une recherche des données géologiques de base issues des cartes géologiques, voire hydrogéologiques, aux différentes échelles (1: 1 000.000, 1: 500.000, 1: 100.000, 1: 50.000) qu'elles soient sous forme de carte imprimée et publiée, de carte inédite ou d'ébauche inédite.

- Une recherche des données sur les indices et les gisements de minéraux métalliques et industriels, les métadonnées correspondant aux campagnes d'échantillonnage géochimique réalisées dans les zones A et B, et les données considérées de reference avec en particulier la position des données de reference.

Il faudra passer les banques de données ci-dessus pour la zone du présent projet par une nouvelle évaluation, faisant attention aux détails en particulier de la structure, la stratigraphie, la distribution spatiale d'unités géologiques avec un potentiel minier élevé, le potentiel économique et la métallogenèse de la zone du projet. La nouvelle évaluation sera entreprise par les experts techniques de BGS/USGS (géologues et géologues miniers) sous la direction des chefs des projets.

Les taches suivantes seront entreprises simultanément:

- Actualisation des banques de données d'indices industriels et de mineraux métalliques
- Actualisation de la bibliographie
- Indexation et scanning des documents et de cartes pertinents qui fera partie de SIG
- Production d'une banque de données géoréférencées dans ArcView de métadata géochimique disponible auparavant

Données de la télédétection y compris des scènes LANDSAT ETM, JERS et ASTER

Au fur et à mesure de la compilation des cartes et ébauches de cartes géologiques existantes, il sera fait appel à l'interprétation des images LANDSAT ETM , JERS et ASTER avec en vue notamment d'homogénéiser, moderniser et synthétiser la cartographie de l'ensemble de la zone du projet. Cette interprétation sera particulièrement appliquée dans les zones suivantes: zones peu ou non couvertes par les relevés géologiques antérieurs (zones septentrional du Nord), zones cibles pour le potentiel minier.

Le BGS et USGS a beaucoup d'expérience dans la sélection de bande visible et réflectrices IR pour la cartographie géologique et l'exploration minière. La bande 3 correspond à la bande d'absorption du chlorophyll rouge des plantes vertes, et est importante dans la discrimination de la végétation. Elle est utile dans la délinéation des limites de la terre et de la géologie. Elle démontre un meilleur contraste que les bandes 1 & 2 à cause de la réduction des effets atmosphériques. La bande 4 est utile quant à la détermination du contenu biomass (en proportion avec avec la bande 3) dans l'identification de cultures, la distinction caduc/conifère et les contrastes terre-eau. Des traits géologiques en rapport avec la végétation (e.g.linéaments) peuvent être visible. La bande 5 a un maximum de reflectance de roches dénudées. C'est utile dans la discrimination de pétrographies solides et superficielles. En proportion avec la bande 7 utile pour la cartographie de l'altération hydrothermale des roches. La proportion des bandes 5/1 est sensible au contenu de fer. La bande 7 contient d'importantes informations géologiques en rapport avec l'absorption de mineraux porteurs de hydroxyl comme les craies. La bande 5/7 identifie des altérations hydrothermales (si la végetation est absente). La combination de bande 4, 5, 7 est utile pour la cartographie structurale et pétrographique.

Les images Landsat seront traitées sur le système de reproduction d'images Erdas Imagine du BGS et USGS en fonction du sous-programme suivant:

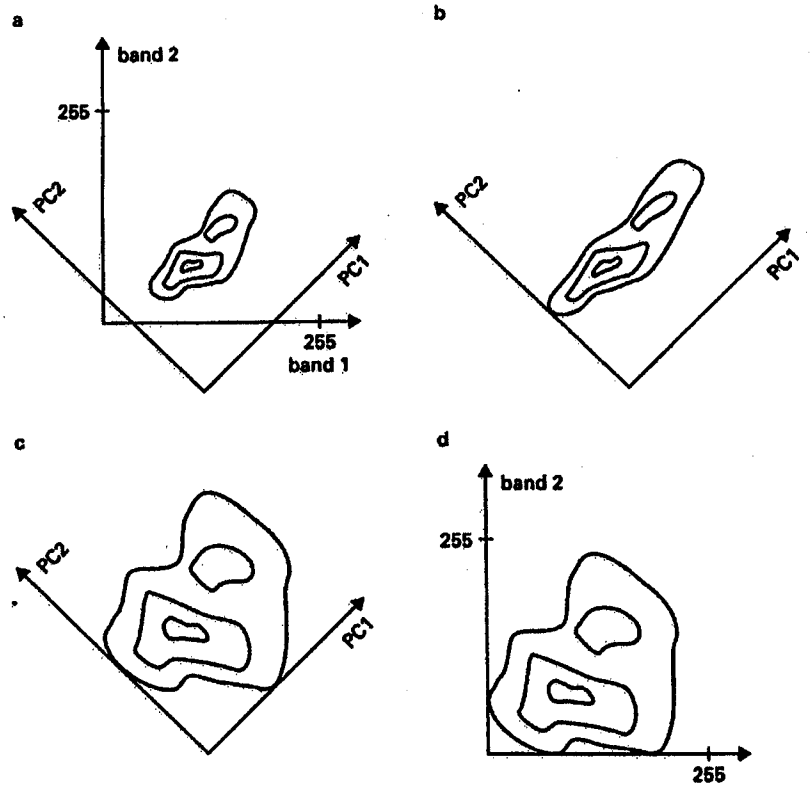
Dans l'application d'un étirement manuel du contrast aux trois bandes, le contrast couleur n'a pas montré une amélioration marquée. Celà était dû au haut degré de redondance au sein des données – l'information dans une bande était similaire à celle des autres bandes – le trait commun de l'imagerie satellite. Un étirement de 'dé-corrélation' sera appliqué à l'imagerie afin d'améliorer la variation de couleur dans l'imagerie. Un étirement de 'dé-corrélation' a étiré une image couleur pour produire presque toutes les colours concevables dans le spectre RVB sans modifier les couleurs basiques de chaque type de surface dans la scène. Par example, les régions qui ont été montrées comme une coleur rouge/grise dans l'image brute, peuvent se faire montrer comme un cramoisi de couleur vive dans l'image suivant l'étirement de 'dé-corrélation'. Les bandes originelles ont été projetées dans les nouvelles PCs comme des combinations linéaires, additive en utilisant les "eigenvectors". Un "eigenvector" est un facteur de chargement pour la contribution de chaque bande à une composante d'image (tel que la variation géologique). Tableau 1 est un example d'"eigenvectors" d'une image à six bandes. La valeur du PC de pixel est obtenue par la somme des résultas de la multiplication du ND de chaque bande par son eigenvector associé (les rangs dans le tableau 1).

	Eigenvalues	Eigenvectors					
Band/PC		1	2	3	4	5	7
PC1	2242	0.27	0.21	0.37	0.31	0.68	0.42
PC2	284	0.58	0.32	0.40	0.27	-0.48	-0.32
PC3	18	-0.48	-0.11	0.11	0.67	0.18	-0.52
PC4	11	-0.44	0.01	0.37	0.23	-0.50	0.60
PC5	6	0.31	-0.14	-0.67	0.57	-0.16	0.29
PC6	1	-0.27	0.91	0.32	0.00	0.00	0.00

Tableau 1 "Eigenvectors" d'une image à six bandes.

Les valuers ND données à chaque pixel à partir des analyses PC sont temporaires. Un étirement a été appliqué aux données. Les valeurs ND finales de chaque pixel ont été déterminées par les procedures suivantes (cette étape et l'étape 3). La figure 9 montre deux bandes extrêmement corrélées par rapport aux axes de bande originaux et aux nouveaux axes PC. Les axes PC tournés ont permet d'étirer les données dans deux directions à des angles droits au lieu de leur projections seulement sur les axes majeurs de la distribution élliptique originelle. L'espace définie par les nouveaux axes PC peut donc se faire remplir plus suffisament (figures 9b et c, comparées avec figure 9a). Les données ont été étirées le long des axes PC jusqu'à la gamme 0-255 totale (figure 9).

Les transformations PC et les axes tournés ont été inversées par la suite à leur position originelle dans l'espace de la bande (Figure 9a). Ceci a résulté dans un étirement extrême des données, qui a énormément amélioré le contraste couleur dans l'imagerie sans perdre la position relative des pixels originaux. Ce processus a été appliqué aux données TIR de l'Aster montré dans Figure 5.



Figures 9a-d

- Orthocorrection des images sur le réseau national Laborde de Madagascar en utilisant des cartes topographiques au 1: 100 000ème.
- Correction des mosaïques d'images et extraction des images de cartes pour les fiches de chaque quadrangle
- La combinaison à 3 bandes la plus appropriée est choisie tant que seulement 3 bandes de données ETM et ASTER peuvent être montrées à chaque fois. Une

combinaison des longueurs d'ondes visibles et infrarouge est choisies pour fournir les meilleures images pour l'interprétation géologique

- Un étirement est appliqué à l'imagerie pour améliorer et déterminer les traits géologiques. Le d'image brut à 3 bandes a contenu le contrast du couleur limité et il a exploité une région limitée dans l'espace du RVB. Dans l'application d'un traitement du contraste aux trois bandes, le contraste couleur n'a pas montré une amélioration marquée. Celà était dû au haut degré de redondance au sein des données.
- Un étirement de 'dé-corrélation' est appliqué à l'imagerie afin d'améliorer la variation de couleur dans l'imagerie. Un 'dé-corrélation' produit une image couleur pour produire presque toutes les couleurs concevables dans le spectre RVB sans modifier les couleurs basiques de chaque type de surface dans la scène. Par exemple, les régions qui ont été montrées comme une couleur rouge/grise dans l'image brute, peuvent se faire montrer comme un cramoisi de couleurs vives dans l'image suivant l'étirement de 'dé-corrélation'.
- Réalisation d'interprétations géologiques des images pour les cartes. Cela peut se faire à l'écran avec mémorisation dans des fichiers vectoriels en vue d'une utilisation lors de travaux ultérieurs de SIG.
- Une expérimentation avec d'autres types de traitement de statistiques tel que « Principal Components » et « Band Ratios » de données provenant de Landsat et Aster sera entreprise afin d'extraire des variations subtiles dans les réactions spectrales de chacune de ces bandes composantes qui sont d'habitude fortement corrélées.
- L'imagerie radar JERS en général n'est pas affectée par les nuages et comme elle est monochrome elle est meilleure montrer les données de hautes fréquences linéaires telles que les failles et les fractures. En fusionnant ces deux séries de données nous pouvons incorporer leurs forces relatives dans une image hybride. Voir Figure 10.

Figure 10 L'Image Landsat 4.5.7 intégrée au radar JERS du nord du Madagascar

Banques de données géophysiques produites pendant la phase d'acquisition de données géophysiques complémentaire

Stratégie d'interpétation

La méthodologie proposée pour l'interprétation de données (magnétiques et radiométriques) géophysiques aéroportées à haute résolution acquises récemmentest démontré ci-dessous. Notre interprétation serait pour la plupart qualitative, ciblant la délinéation des différentes pétrographies et caractéristiques structuraux majeurs (cisaillement, failles, région de plis et dyke, etc.) Cependant, nous inclurons aussi la création détaillée de profiles aéromagnétiques de caractéristiques 2-D pour aider à la compréhension de la géologie profonde. Des analyses supplémentaires automatisées profondeur au sous-sol magnétique pourraient être utiles pour, par exemple, des études d'investigation de la nappe phréatique.

Traitement et interprétation des données géophysiques aéroportées et sur terrain seront effectués par les géophysiciens en Angleterre et EU.

Magnétisme

Etant donné l'exposition limité dans la zone du projet, nous pensons que les données aéromagnétiques en particulier s'avéreront d'une valeur immense dans l'extrapolation de pétrographies connues à travers des zones dissimulées.

L'examen visuel de la carte de champ magnétique total à contours en couleur permet d'effectuer une évaluation générale et rapide de la répartition des roches majeures et des caractéristiques structurelles. Celles-ci sont indiquées respectivement par l'arrangement des modèles à contours contrastants ou 'texture' et des terminaisons abruptes ou déplacements de ces modèles, combinés de temps à autre à des gradients linéaires importants. Un examen de ce genre est essentiel à l'évaluation préliminaire des données, mais une information plus définitive sur la répartition des pétrographies spécifiques et sur les caractéristiques structurelles est fournie par les diverses transformées mathématiques (la plupart étant disponible dans l'ensemble Geosoft OASIS montaj™, complémentées la large bibliothèque innovative de logiciels pour l'affichage, le modélisation et l'analyse géophysique développée par le BGS que nous décrivons ci-après. Nous proposons d'appliquer quelques unes ou toutes ces transformées dans le présent projet et, bien entendu, informerons notre personnel homologue de leur application et de leurs avantages. Il convient également de remarquer que les caractéristiques structurelles sont typiquement mises en valeur par des présentations en relief ombrées et celles-ci seront préparées en utilisant l'azimut de soleil approprié et l'élévation où elles seront vues fournir a une information complémentaire utile.

a) **Réduction au pole.** Dans ce procédé, le champ magnétique total observé est transformé en champ qui serait observé si le champ inducteur était vertical (c.à.d. situé au pôle magnétique). Ceci présente les avantages de simplifier le modèle des anomalies et d'ajuster l'emplacement des anomalies de manière à ce qu'il soit situé directement au-dessus de la source. Le procédé est particulièrement avantageux dans les latitudes magnétiques faibles où la relation spatiale entre la forme de l'anomalie et la géométrie de sa source n'est pas souvent simple.

Néanmoins, le procédé est également connu pour être instable dans les régions de très faibles latitudes magnétiques et si ceci est le cas, nous essayerons l'autre technique à savoir celle de réduction à l'équateur. Ici encore, ceci a pour conséquence de produire des anomalies qui sont symétriques par rapport à la source mais cette technique présente l'inconvénient d'introduire des allongements et des crêtes subsidiaires qui compliquent l'image. Ici encore, si cette procédure se révèle peut utile, nous demanderons à notre personnel du siège social d'étudier certains développements récents dans les solutions de domaine spatial aux problèmes de transformation à latitudes magnétiques faibles.

b) **Premier et second dérivés verticaux.** Il s'agit, respectivement, du gradient vertical et du gradient vertical du premier dérivé vertical. Ces procédés améliorent les hautes fréquences (qui reflètent les caractéristiques géologiques peu profondes) et éliminent les effets régionaux à ondes longues. Par ailleurs, ils aident à résoudre les anomalies complexes provenant de l'interférence entre les anomalies adjacentes. Des crêtes se produisent sur les sommets des sources alors que le profil des corps et les contacts géologiques sont indiqués par des inflexions et des gradients abruptes. Le second dérivé vertical a un pouvoir résolvant supérieur au premier mais il exige des données de très haute qualité étant donné que le 'bruit' est amplifié au même degré qu'un signal à faible incidence. Néanmoins, nous prévoyons que les données seront de haute qualité dans les régions actuelles de levé où il y aura probablement moins de sources de bruit causé par l'homme ainsi qu'une faible demande des changements fréquents de hauteur de vol.

c) **Dérivé horizontal.** Ce procédé met en valeur la réponse des caractéristiques peu profondes et produit des crêtes d'anomalies situées approximativement au-dessus des bords de corps larges. Le procédé constitue un outil complémentaire utile pour la cartographie de ces corps. Il convient également de noter que le dérivé horizontal peut être calculé dans n'importe quelle direction horizontale appropriée pour rehausser la détectabilité de certaines géométries.

d) **Signal analytique 3-D.** Cette fonction est indépendante à la fois de la direction de la magnétisation et de la direction du champ magnétique de la terre, donc tous les corps ayant la même géométrie produisent le même signal analytique. Les crêtes de cette fonction sont symétriques et situées directement au-dessus des bords de corps larges et au-dessus des centres des corps étroits. Dans les régions équatoriales, les cartes à signal analytique sont également des analogues utiles de présentations de 'réduction au pôle', étant donné qu'elles ne sont pas soumises à l'instabilité de cette transformée dans les latitudes magnétiques faibles. En dernier lieu, les cartes à signal analytique définissent également les positions des sources indépendamment de la magnétisation restante qui peut se révéler considérable dans certaines régions.

e) **Continuation ascendante.** Ce procédé transforme le champ magnétique observé en celui qui serait observé à des hauteurs de vols plus élevées. Au fur et à mesure que la distance de continuation augmente, l'effet des caractéristiques peu profondes et étroites diminue. Ceci, à son tour, clarifie la réponse magnétique des pétrographies et structure profondes qui toutes les deux ont évidemment un rapport important avec les gisements.

f) **Cartographie de susceptibilité apparente.** L'interprétation automatique du champ magnétique réduit au pole peut fournir une solution aux anomalies en terme de magnétisme ou susceptibilité pour une source de géométrie particulière. Un modélage contraint dans le domaine spatial peut fournir des cartes de susceptibilité apparente pour une source de dimension spécifié et indiquer les propriétés de sources possibles.

Capture des linéaments et des signatures et analyse des données magnétiques

Des images digitales assistées des données de terrain potentielles et leur dérivés et transformations peuvent fournir un nouveau modèle structural d'une région en utilisant une analyse linéament et une cartographie de texture. Des images à relief coloré seront analysées pour des linéaments et des textures. L'analyse des fréquences azimuthales de linéaments peut identifier l'encadrement structural et mettre en rapport les occurences miniers avec la structure. Quelquefois la séquence structurale peut être identifiée en rattachant les linéaments géophysiques aux traits exposés de la géologie.

La figure 11 illustre un exemple d'une récente interprétation qualitative de données aéromagnétiques entreprise par BGS en recourant à certaines des procédures listées ci-dessus.

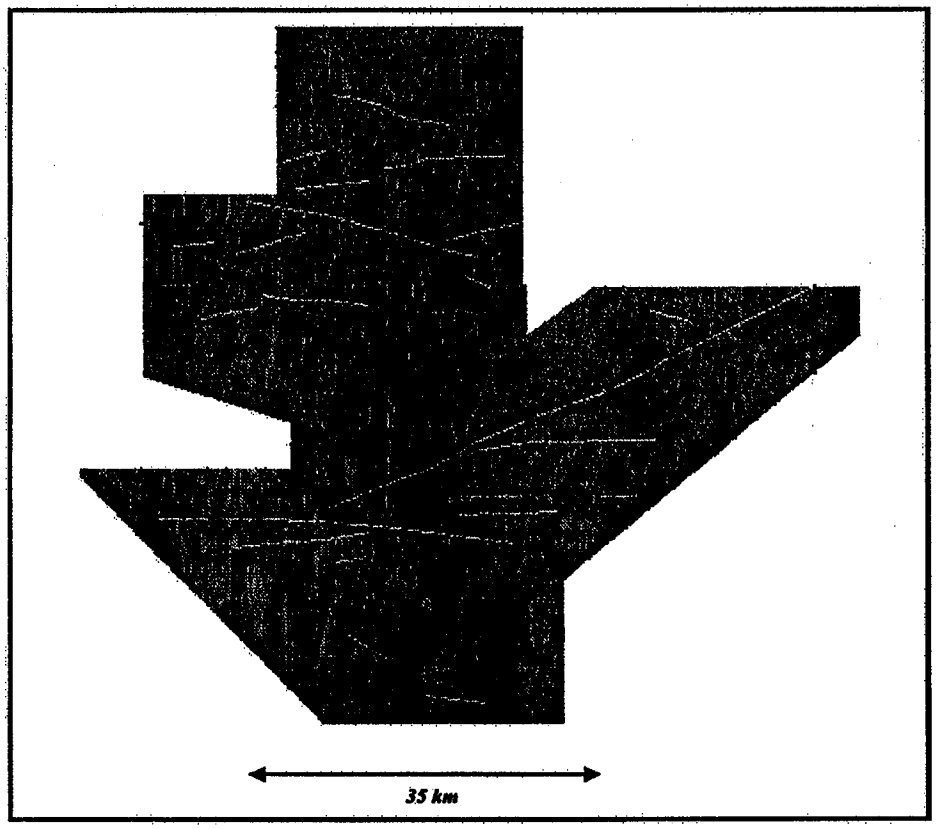


Figure 11 Interprétation qualitative de données aéromagnétiques avec linéations (brun) et failles (blanc) – exemple de socle precambrienne du Nord Ouest d'Afrique.

Radiométrie

Le TDR cite seulement du magnétisme comme l'ensemble de données de la production de l'étude de l'aerogeophysique dans section 4.1.4. Si les données géophysiques radiométriques multi-canal seront fournies par le Client ils fournissent des renseignements importants quant à la pétrographie de gîte, l'altération et et les signatures placer. Un aspect clé de l'usage de données radiométriques serait l'identification de signatures zones minéralisées et leur utilité dans l'identification d'autres zones avec un potentiel de minéralisation. La préparation d'images pour : compte total K., eU, eTH, eU/K, eTh/K, eU/eTh, et un diagramme ternaire K-eU-eTh permettra l'identification des formations géologiques principales et zones de minéralisation potentielles. L'analyse de données radiométriques avec étirement de contraste à l'intérieur de formations géologiques, par exemple, peut souligner d'avantage de variations subtiles. Voyez figure 12.

Interprétation intégrée et analyse limitée de prospectivité

Une valeur supplémentaire peut être ajoutée en interprétant les associations spatiales de données multi-variées et de leurs produits interprétés, en utilisant une analyse de prospectivité menée par des données ou des connaissances. Dans un tel système, les interactions des données peuvent être évaluées par rapport à un modèle de gisement particulier et une carte de favorabilité pour un type de gisement particulier peut être produite. Afin de faire un essai de l'utilité de cette approche dans le présent projet, BGS étenderait l'interprétation des données de haute résolution pour incorporer la cartographie de prospectivité sur une zone limitée pour laquelle d'autres banques de données digitales (géochimie, gisements de mineraux etc) sont disponibles pour des types sélectionnés de gisements en collaboration avec le client.

Un bon exemple est le type d'analyse de prospection dont BGS a été l'un des pionniers, exemple illustré aux figure xx. La figure xx comprend linéaments géophysiques et saisis au loin, failles géologiques cartographiées, zones de champ magnétique résiduel élevé, venues aurifères cartographiées et analyses géochimiques (arsenic et bismuth). Ces données sont traitées pour produire une image des perspectives de recherche minière.

Les autres formes spécifiques d'intégration que nous appliquerons comportent des présentations de groupages de données. Par exemple, magnétisme ombré de premier dérivé vertical sur la répartition de potassium (indiqué en couleur). Ceci, et des formes plus complexes d'analyse à plus de trois dimensions devraient également conduire à une caractérisation plus complète des pétrographies et aider ainsi avec la cartographiegéologique.

Il est proposé qu'un fichier ArcView sera établi pour chaque feuille de carte interprétée. Celui-ci et les données de soutien (cartographie géologique, télédétection, géochimie, prospectivité etc) pourraient être disponibles aux intéressés commerciaux soit sur le WWW soit sur CD. Cette suggestion répond directement aux voeux du client de promouvoir l'intérêt et l'investissement du secteur privé au secteur minier de economie muritanienne.

Figure 12 Une image du radiometrique ternaire K(bleu)-eU(rouge)-eTh(vert) de partie du desert de Sahara de l'ouest. Un ceinture de dunes majeure paraît comme une zone bleue à travers l'image. Il suit la limité entre le socle à faciès de métamorphisme de granulite- amphibolite dans le NO et une séquence sédimentaire sus-jacente dans le SE. Le pieces jaune-vertes-orange tachetées dans le socle correspondent pour repasser la formation de fer et formations sedimentaires stratifers associés. Formations différents de la sequence sédimentaire dans le SE sont bien différenciées par le radiometriques (comme les bandes de couleur bien marqué).

Tout autres données géologiques pertinentes, telles que cartes existantes géologiques hydrogéologiques, données géochimiques du secteur privé, articles récents *etc.*

Un grand effort sera fait pour investiguer toutes banques de données existantes qui n'ont pas été acquises.. Leur évaluation, traitement (si nécessaire) et interprétation dépendra du type de données, mais visera la production d'interprétations préliminaires géologiques et métallogeniques de la zone du projet. L'interpretation de telles données sera entreprise des experts techniques appropriés en Angleterre et EU (selon la nature des données).

Gitologie

Préambule

La méthodologie des phases 1, 2 et 3 du projet doivent être compatibles avec la pré-évaluation USGS des ressources minérales non combustibles non découvertes (Peters et coll., 2003), qui a délimité les concessions minérales qui puissent permettre des occurrences minéralisées de chromite, de nickel, d'éléments du groupe du platine (ÉGP), cuivre, plomb et zinc, titane, diamants, éléments des terres rares (ÉTR), gemmes, uranium, or et graphite.

La pré-évaluation USGS comprend la description des types de gîtes minéraux et de zones les plus probables dans les zones des travaux de terrain et la liste des informations géologiques détaillées qui seraient nécessaires pour confirmer ces types de gîtes. Parmi ceux-ci figurent à la fois les dépôts connus de Madagascar et la possibilité d'occurrence d'autres types de gîtes minéraux, sur la base de la géologie compatible avec les modèles de gisements minéraux.

Les réunions préparatoires avant travaux sur le terrain comprendront des discussions et la formation des membres des équipes de terrain et leurs homologues malgaches en matière d'identification des spécimens, des importantes caractéristiques géologiques à rechercher et des milieux géologiques spécifiques favorables aux gisements minéraux. Les réunions après les travaux de terrain seront structurés de manière à ce que équipes de terrain puisse présenter ses résultats géologiques et discuter spécifiquement des éléments de preuve en faveur ou non des types de gisements minéraux identifiés dans la pré-évaluation USGS des ressources minérales non combustibles non découvertes (Peters et coll., 2003) qui seront ensuite à planifier les activités de cartographie et de prélèvement d'échantillons pour la saison suivante sur le terrain.

Acquisition préliminaire de données, synthèse et préparation des investigations sur le terrain

La phase d'installation du projet constitue la première partie du projet et sera d'une durée d'un mois.

Une condition préalable aux phases suivantes du projet est l'acquisition et l'analyse des données connues et disponibles des gisements minéraux pour les deux zones des travaux de terrain. Les activités de la phase I seront centrées sur la compilation des

données des gisements minéraux et de géologie économique connues avant d'arriver sur le terrain.

Les données à assembler sont le lieu, le nom et les détails connus des gisements minéraux, des prospects, des occurrences minéralisées et de l'activité d'exploration qui sera compilée en ensembles de données numériques. Ce processus sera effectué en collaboration avec les homologues malgaches et offrira de la formation en matière de développement de base de données, de manipulation de données et l'application des données à la cartographie géologique et à l'évaluation des ressources minérales. Ces ensembles de données seront compatibles avec les ensembles de données existants et avec la structure des données utilisée pour enregistrer toutes les informations GIS recueillies durant ce projet. Les données et les informations doivent être notées en format standardisé sur des jeux de cartes pour le terrain qui permettent aux équipes de chaque zone des travaux de terrain de vérifier sur le terrain et d'ajouter aux données connues provenant de levés précédents. Cette compilation sera combinée avec de nouvelles observations et des prélèvements complémentaires d'échantillons qui seront acquis au cours du projet afin qu'ils fassent partie du rapport final qui accompagne les cartes géologiques.

La compilation requiert également l'acquisition d'ensembles de données géologiques et métallogéniques produites au cours de la pré-évaluation préparée par l'USGS et comprendra LANDSAT, de nouvelles données de géophysique aéroportée et les prélèvements d'échantillons précédents disponibles dans les zones des travaux de terrain. Les premières parties de la phase de cartographie de ce projet comprendront les compilations géologiques en se servant de données de télédétection (LANDSAT, SPOT, ASTER, etc.). Ces données seront examinées pour leur application à la localisation de zones minéralisées. En particulier, des tests seront effectués sur les zones essentielles pour tester la capacité des systèmes satellites spectraux et multi-spectraux à identifier les halos d'altération (altération argileuse, altération carbonatée, etc.) qui peuvent être associées aux gisements minéraux. De la même façon, l'imagerie satellite sera examinée ainsi que les récentes données géophysiques aéroportées de localisation de structures qui puissent permettre de localiser les fluides de formation du minerai et la formation des gisements minéraux. Les zones cibles sélectionnées et étudiées au cours de la phase préliminaire seront les zones examinées de manière plus détaillée au cours de la phase de cartographie de ce projet.

Au cours de cette première phase, sera donné un cours de brève durée sur la géologie économique axée sur les types de gisements minéraux les plus probables à Madagascar. Ce cours abrégé fera une large place aux observations que l'on devra faire sur le terrain et aux milieux géologiques les plus favorables pour chaque type de gisement. Un autre aspect important de ce cours sera la promotion du travail d'équipe avec les homologues malgaches.

Les équipes géologiques chargées du travail de terrain certifieront qu'elles ont examiné la pré-évaluation USGS des ressources minérales non combustibles non découvertes de Madagascar et qu'elles sont au courant des types de dépôts et des caractéristiques géologiques, géochimiques et géophysiques associées à ces types de gisements dans les zones des travaux de terrain tel qu'indiqué dans la pré-évaluation.

Dans le cadre de l'exécution de cette première phase, une compilation des données existantes de gisements minéraux sera effectuée et des évaluations et interprétations préliminaires seront données dans un rapport qui inclura les bases de données numériques et la discussion sur le cadre géologique et métallogénique de chaque zone des travaux de terrain .

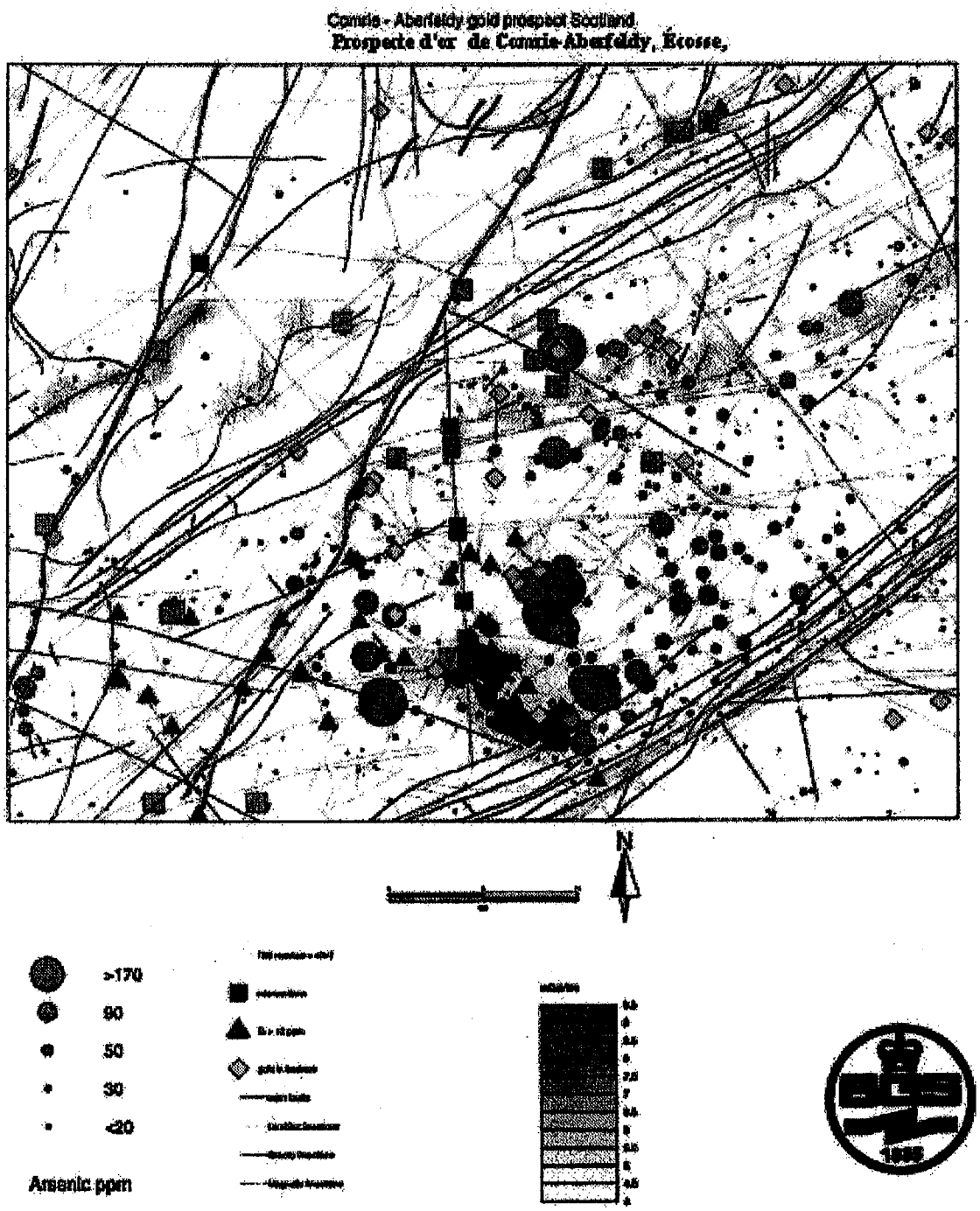


Figure 11 Interprétation intégrée et analyse limitée de prospectivité sur une zone y comprend linéaments géophysiques et saisis au loin, failles géologiques cartographiées, zones de champ magnétique résiduel élevé, veines aurifères cartographiées et analyses géochimiques (arsenic et bismuth)

Production préliminaire d'interprétations, de rapports et de produits finaux geologiques et métallogéniques

Interprétation géologique préliminaire

Au moyen de l'intégration des informations disponibles (relevés et études antérieurs, images satellites, données géophysique aéroportées, indices de gisements et topographie) le BGS préparera une interprétation géologique et structurale préliminaire, orientée vers les applications telle que la gîtologie prévisionnelle de toute la zone à relever à l'échelle du 1: 500.000ème et sur un fond topographique reconstitué. Ce procédé d'intégration sera entrepris par des experts Anglais, Americains et Malgaches.

La couverture envisagée ira plus loin qu'une simple carte géologique et comprendra également les cartes géochimiques des mêmes planches au 1/100.000, accompagnées de l'inventaire des indices et des minéralisations connues sous forme d'une base de données géoréférencées. Les travaux de terrain pour la préparation des cartes géochimiques, de la carte gîtologique provisionnelle et de l'inventaire des indices et des minéralisations connus, seront effectués en même temps que le levé géologique.

Les services comprendront en plus l'établissement d'un Système d'Information Géologique et Minier (SIGM). Le Soumissionnaire s'attachera à établir un système informatisé qui permettra de garantir la conservation des données produites, ainsi que la saisie des données futures, et qui facilitera l'accès par des investisseurs à l'information géologique et minière du Madagascar. Ce système permettra le stockage des données digitales des levés, et facilitera l'exploitation et l'actualisation des données géologiques et minières du pays. Il permettra par la suite, le cas échéant, à travers un réseau Intranet au niveau de la DMG, l'accès à cette information pour la formulation de la politique géologique et minière nationale.

Les données géologiques, structurales, lithostratigraphiques, métallogéniques, géophysiques et lineaments (dérivées d'interprétations des images satellite) seront capturées et déposées dans des couches différentes d'un ArcView SIG. Lors de la phase finale du projet, une synthèse sera faite de toutes les informations, contenues dans le SIG, à l'aide d'un nouveau module d'ArcView (**ArcSDM ou Spatial Deposit Modelling**). Il s'agit d'une extension d'ArcView qui permet de combiner les données de la télédétection, la géophysique aéroportée, la géochimie et la géologie en un modèle intégré, servant de guide pour la recherche de nouveaux gisements minéraux. Cette évaluation du potentiel minier représentera une partie importante du rapport final, servant également de guide à la synthèse de la géologie du Precambrien de Madagascar.

Nous proposons d'intégrer toutes les données numériques dans une base de données relationnelle, excepté pour les grands fichiers en format grille numérique (raster) qui pourront être stockées dans le SIG dans un format adapté (p.e. format MrSID). Les résultats des levés géophysiques seront conservés dans un format adapté (Geosoft) et pourront être intégrés dans le SIG sous format grille.

Nous proposons de créer les bases de données suivantes dans la version la plus récente d'Access (inclus dans Microsoft Office 2000 ou XP):

- La base de données bibliographiques
- La base de données des gîtes et indices minéraux
- La géochimie régionale
- Les observations de terrain (affleurements, structures, lithologie, etc.).

Les coordonnées des éléments spatiaux seront stockées en Latitude/Longitude afin de permettre une transformation aisée en coordonnées UTM pour les feuilles individuelles ou dans la projection Laborde pour les cartes aux échelles régionale et nationale.

Les bases de données seront rattachées au SIG afin de pouvoir afficher leur contenu sur les cartes produites.

Le BGS prendra en compte la stratigraphie établie d'un commun accord avec le superviseur et approuvée par la PGRM. Toutes les cartes, rapports, notices explicatives, qu'ils soient provisoires ou définitifs, géologiques ou gîtologiques, seront basés sur ces principes lithostratigraphiques et se conformeront dans la limite du possible, aux directives du moment. Au cours du relevé de terrain et dans un souci d'uniformité des normes et de continuité, les sections de référence de chaque unité lithostratigraphique devront être mesurées et soigneusement décrites, selon la méthode prescrite par le projet de Code Malagache de la Stratigraphie.

L'interprétation géologique préliminaire sera faite en Angleterre et EU par des géologues avec des connaissances et de l'expérience de la zone du projet.

Interprétation préliminaire de la géologie minière

Les données gitologiques compilées proviendront de sources existantes, comme par exemple, des publications, des rapports non publiés, des sources commerciales, des cartes, des discussions avec des géologues locaux et des équipes actuelles de cartographie. Le BGS utilisera en plus ses excellentes bibliothèques liées à des bases de données internationales et d'autres sources. Cette phase de compilation est essentielle pour systématiser le recueil des données et pour mettre au point des modèles métallogéniques des gisements dans les régions du projet.

Sur la base de l'interprétation géologique, géophysique et de l'inventaire des indices connus de gisements ou minéralisation, le BGS réalisera une interprétation gitologique préliminaire au 1: 500 000ème dans les régions du projet qui devra mettre en évidence les zones favorables pour les différents types de gîtes avec le développement des modèles correspondants

L'interprétation préliminaire de la géologie minière sera entreprise en Angleterre et E.U. par les géologues miniers du projet, qui a une connaissance détaillé de la minéralisation et de la métallogenèse des zones du projet.

Reportage récapitulatif

Les chefs de projet présentera un rapport détaillant la méthodologie suivie pour les travaux de compilation et pour l'interprétation géologique et structurale, une revue des travaux et études antérieurs, une évaluation de la qualité et du plan de travail, y compris le chronogramme d'activité de la phase de relevé de terrain. Le rapport

contiendra aussi une série de recommendations concernant des feuilles à l'échelle 1:100.000 à être cartographiée en détail dans la Phase 2 du projet.

Formation

Généralités sur la formation

Le BGS/USGS reconnaît que la formation est une composante très importante de ce projet. Cette formation se déroulera en continu tout au long de la durée de ce dernier afin de garantir le caractère soutenable du plan national et de renforcer les capacités futures de la DMG. Elle se concentrera sur la formation sur le terrain mais tiendra compte des besoins plus importants du projet. Cette formation continue, ainsi que les contacts qui se maintiendront entre l'équipe du BGS et ses homologues malgaches sera complétée par des ateliers organisés par des spécialistes de passage et également par le biais de séminaires présentés à la suite des deux premières campagnes. Le calendrier prévu pour la formation sera approuvé par le client en consultation avec l'Ingénieur conseil et le consultant, en tenant compte des conditions requises dans les Termes de Référence (paragraphes 5.34, 5.35,et 5.36)

Le calendrier du programme de formation prévu est démontré graphiquement dans la Figure 3 Gantt.

Formation de terrain

Les méthodes et stratégies de réalisation des cartes et de prélèvement d'échantillons sur le terrain seront mises au point pendant les campagnes de levé de terrain. Dès les premières semaines de cette phase, la cartographie constituera un élément important de la formation sur le terrain sous l'encadrement de géologues principaux du BGS. Ces éléments sont expliqués aux alinéas suivants.

Les géologues malgaches de terrain seront déployés comme membres de l'équipe de terrain afin que le personnel professionnel malgaches puisse être exposé le plus possible à ce projet et dans le but de favoriser le transfert global de technologie. Ce cours portera sur l'enregistrement des données détaillées liées à la structure, à la lithologie, à la minéralisation et aux occurrences minières. En ce qui concerne ces occurrences, il sera fait tout particulièrement référence aux caractéristiques structurelles et lithologiques de la minéralisation, avec utilisation du système GPS et d'autres équipements. Ce personnel apprendra ainsi à compléter des cartes d'enregistrements et à prendre des notes sur le terrain. Le BGS accordera une grande importance aux activités de préparation soignée, prudente et homogène de cartes sur le terrain au 1:100 000ème.

Ces homologues auront l'occasion de visiter les autres zones sur le terrain et le groupe de cartographie recevra des encouragements pour formuler et publier des études sur l'évolution géologique des zones des cartes. Ce personnel devrait participer à la rédaction de sommaires liés à la géologie, à la minéralisation et à la définition de coupes appropriées de référence stratigraphiques. Cette formation quotidienne à la fois homogène et complète devrait permettre à la majorité des géologues de produire de façon indépendante des cartes de qualité de séquences structurelles et lithologiques

complexes et devrait être d'un niveau suffisamment élevé pour leur permettre d'assurer la formation future de géologues plus jeunes.

Formation collective

Ateliers

Le BGS propose de convoquer trois conférences/ateliers de formation de trois semaines à l'Antananarivo. La première aura lieu à la fin de la phase de compilation e la première campagne de terrain, et la deuxième environ six mois plus tard après la première phase de levés de terrain et la troisième aura lieu un an plus tard, á la fin des levés de campagne de terrain. Le but de ces conférences/ateliers sera de présenter les résultats des études aux parties intéressés. Les participants seront sélectionnés par le client, mais devraient inclure des représentants de la communauté géologique malgache aussitôt que des représentants de compagnies minérales privées. La conférence/ateliers sera animée par les experts techniques du BGS-USGS, des conseillers scientifiques internationales et ne dureront pas plus d'une semaine.

La liste suivante présente plusieurs exemples de cours possibles. Cette liste n'est ni définitive ni forcément complète et n'est pas présentée par ordre de priorité. Elle porte sur les domaines intéressants touchant tout particulièrement le projet. Le calendrier et les thèmes de ces cours seront fixés en consultation avec le client et les Ingénieurs conseil.

Les détails de la composition des modules sont comme suit:

- cours de présentation sur la télédétection (formation de base pour le traitement et l'interprétation des images; études réalisées par le GPS)
- géologie structurelle (enregistrement des données, classification des structures pliées, planaires et linéaires; leur importance et leur interprétation)
  <u>Un mois de formation sera consacré aux méthodes structurelles dans la cartographie du terrain</u>
- interprétation tectonique, metamorphique et structurale régionale (analyse des terrains, zones de défauts, de cisaillement et de déformations, géométries, cinématique, potentiel de minéralisation)
- géologie et économie (minéralisation et mode d'occurrences, métallogénie, types de gisements de minerais et procédures sur le terrain en vue d'une évaluation des occurrences et gisements de minéraux)
- stratigraphie et sédimentologie
- exploration minière (contrôles de la minéralisation, modélisation et gisements de minerais et évaluation du potentiel minéral et ciblage)
- géochimie régionale et d'exploration
- évolution structurelle et métamorphique des terrains Archeens et Protérozoïques (exemples tirés de l'Afrique)

- informatique, conception, étude et gestion de bases de données (utilisation d'ACCESS, méthodologie générale des bases de données, intégration de séries de données, etc.)

Formation individuelle

Formation RU/EU pendant les phases 1 et 3
Un stage de formation d'une durée de duex mois pour quatre représentants de la DMG, durant les travaux de preparation des produits finaux, aura lieu aux sièges du consultant. Le programme de formation sera convenu en consultation avec le client, l'Ingénieur conseil et le consultant, mais devra inclure toutes les étapes de la production finale des cartes et des procédures de reportage.

Les formations techniques en RU et EU seront accompagnés, si nécessaire, par un cours de formation en anglais, fourni par un professeur expérimenté dans l'enseignement de l'anglais comme langue étrangère. La formation sera donnée aux sièges du Consultant (Royaume-Uni, Etats Unis).

Une formation plus poussée de géologues malgaches des sciences de la terre, couvrant les différentes facettes de la géologie, sera organisée dans les sièges du Consultant.

Les modules proposés incluent:

- la cartographie conventionnelle et numérique
- la télédétection (traitement et géocorrection des images, interprétation et numérisation à l'écran),
- le SIG ArcView et la cartographie numérique (théorie, étude, conception de la structure graphique et liens avec la base de données, etc.),
- la gestion de l'information digitale : conception, étude et gestion de bases de données (utilisation d'ACCESS, méthodologie générale des bases de données, intégration de séries de données, etc.),
- l'analyse, l'interprétation et l'exploitation de données et informations géoscientifiques par le biais du SIG à des fins d'étudier les fénomènes géologiques
- les techniques d'analyse d'échantillons géochimiques et géochronologiques en laboratoire,
- la pétrographie et la minéralogie métamorphique par technique microscopique, imageante et par microsonde,
- la géologie structurale (enregistrement des données, classification des structures plissées, planaires et linéaires; leur importance et leur interprétation),
- l'interprétation tectonique et structurale régionale (analyses de terrain, failles, zones de cisaillement, géométrie, cinématique, potentiel de minéralisation), l'évolution structurale et métamorphique des terrains precambriennes.

Ces formation individuelles consisteront chaque en un stage de formation au siège du Consultant d'une durée de deux mois. Les stagiaires sélectionnés par la PGRM travailleront aux côtés des spécialistes du Consultant. Cette activité de formation fournira une base technique adéquate permettant les stagiaires de la DMG de transmettre leurs compétences à leurs pairs dans la DMG à l'Antananarivo.

La formation en anglais est importante pour les homologues malgaches, non seulement pour faciliter leur séjour au Royaume-Uni et Etats Unis, mais également dans la mesure qu'elle leur donnera l'aptitude à lire des journaux scientifiques en anglais et étendra la portée de leurs discussions verbales avec le personnel du Consultant.

Établissement d'un Système d'Information Géologique et Minier (SIG)

Un élément clef du projet sera le Système d'Information Géographique (SIG) qui permettra d'afficher, d'interroger et d'analyser des données géoréférencées dans le but de produire des cartes thématiques, qui serviront à promouvoir et à stimuler les programmes d'exploration minière dans le precambrienne du Madagascar. Le système servira à encoder, stocker et gérer des données spatiales et non-spatiales en format digital dans des bases de données connectées au SIG. La conception technique, le développement et la mise en œuvre du système proposé sont décrits ci-dessous.

Ce système devez inclure les jeux de données suivants :

- Cartes topographiques vectorielles (échelle 1:100 000)
- Cartes géologiques vectorielles (échelle 1:500 000 pour l'ensemble du pays et 1:200 000 pour certaines zones)
- Données ponctuelles des gîtes et indices minéraux
- Carte métallogénique
- Données ponctuelles géochimiques
- Données géophysiques (cartes numérisées)
- Cartes à linéaments structuraux
- Images satellitaires Landsat, Aster, JERS et SRTM

Le système SIG sera basé sur une plate-forme d'ordinateur standard dans l'industrie qui permettra une assistance continue au Mali. Seuls des fournisseurs de bonne réputation seront priés de soumettre des offres afin d'assurer une continuité dans l'assistance technique. Les ordinateurs seront du type PC fonctionnant sur processeurs Intel Pentium IV standard. Le système d'exploitation sera la dernière version française de Microsoft Windows et tous les fournisseurs seront priés de fournir les version française des programmes et manuels de gestion.

De plus, tout matériel annexe sera compatible avec les systèmes retenus.

Pour la version station de travail, le choix existe entre Windows 2000 et XP. Ces deux nouveaux systèmes contiennent toutes les capacités techniques de leur prédécesseur mais sont basés sur une technologie logicielle plus récente. Nous préconisons donc l'acquisition du systèmes XP Professional.

De la même façon, les logiciels proposés pour le Projet seront basés sur les produits d'importantes sociétés, pour qu'ils puissent être optimisés à l'avenir et personnalisés aux exigences particulières du Projet. Les principaux composants seront les version françaises les plus récentes d'ArcGIS8 de ESRI pour le Système d'Information Géographique (SIG) et Microsoft Office (contenant Ms Access comme programme de gestion de base de données).

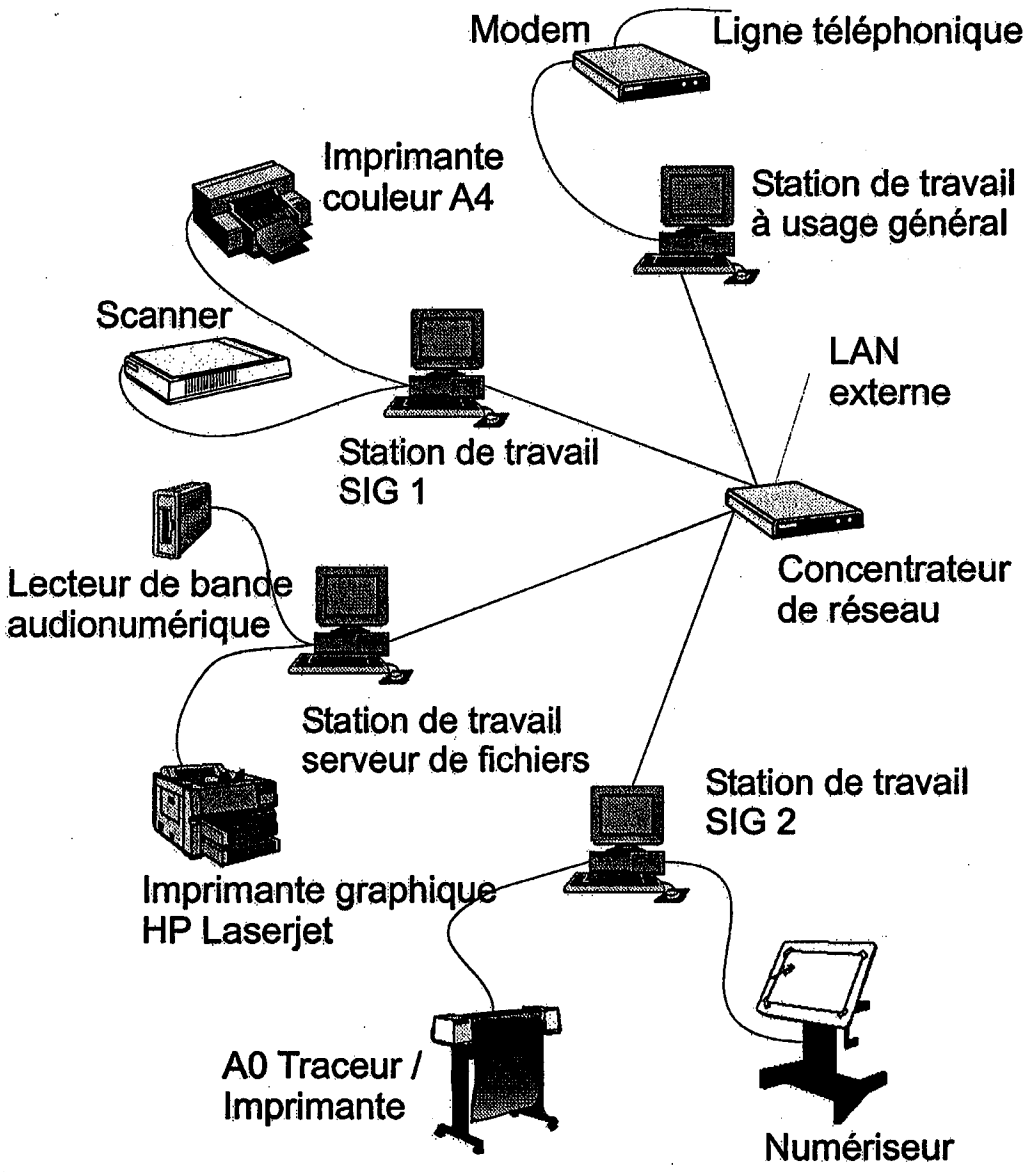


Figure 12 Représentation schématique de l'interconnexion des divers types d'équipement

ArcGIS et Access sont deux produits logiciels modernes qui permettent d'importer des données, et de les exporter vers d'autres produits de base de données et du SIG de sorte que la compatibilité avec les systèmes futurs, au Ministère ou ailleurs au Madagascar, puisse être assurée.

Dans notre expérience, d'autres ministères désireront échanger l'information du SIG de manière à maximiser l'investissement dans des ressources peu abondantes. Microsoft Access et ArcGIS acceptent également la connectivité avec d'autres systèmes de base de données (ODBC), ce qui permet de relier directement entre eux des systèmes de base de données provenant de fournisseurs différents sans perte de qualité et avec des conversions minimales entre les données. En tant que leaders du marché dans les secteurs respectifs, la compatibilité ODBC des deux logiciels sera

maintenue avec tous les systèmes futurs qui pourront être proposés par d'autres fournisseurs.

Le système SIG sera compatible avec une station de travail géophysique, équipée du logiciel ER Mapper ou équivalent. Les données aerogeophyisiques peuvent facilement être intégrées dans ArcGIS et le Consultant utilise les deux progiciels de façon courante pour réaliser des cartes géophysiques et géologiques intégrées. Les données géophysiques aéroportées peuvent p.ex. être exportées vers ArcGIS en tant que grille TIFF géoréférencié; d'autres couches d'information pertinente peuvent alors y être superposées dans un format approprié (p.e. contours, géologie, ...). Une autre exemple serait de produire une carte de base géologique en couleurs, recouverte par des données géophysiques sous forme de contours. Les deux techniques s'avèrent très utiles pour identifier et afficher les unités géotectoniques et les métallotectes.

Le matériel proposé sera installé sur un ensemble de **deux** stations de travail informatiques, qui seront connectés en un simple réseau sans serveur dédié, basé sur des connexions Ethernet à un seul concentrateur. Figure 12)

Ce système est simple à installer, facile à gérer et permet un certain degré de travail indépendant dans le cas peu probable d'une défaillance du réseau. Une défaillance survenant dans une partie d'un réseau de ce genre n'entraîne pas l'arrêt complet du système. Le réseau permettra initialement de connecter jusqu'à huit stations de travail mais il sera simple de l'incorporer ultérieurement dans un réseau local (LAN) plus élaboré qui pourrait être installé dans le futur au sein de la DMG.

Mise en oeuvre du SIG proposé

Dans le but de préserver les données existantes, nous recommandons que les données soient transférées dans le nouveau SIG proposé. Cette approche a les avantages suivants :

- Elle permet à la DMG de travailler avec un seul outil SIG, facilitant ainsi la mise à jour des bases de données connexes.
- Elle offre un système plus compréhensif, cohérent et convivial que s'il faut opérer deux systèmes différents.
- Elle crée un contexte national pour l'évaluation de la prospectivité du soubassement precambrienne.

Les données géoréférencées seront détenues dans le système ArcGIS du SIG, soit comme images raster géoréférencées, soit en format vectoriel (polygones, lignes et points) avec leurs attributs respectifs. Les données seront détenues dans un système entièrement structuré qui sera conçu sur la base d'un modèle spatial minutieusement construit. Les catégories suivantes de données peuvent être identifiées:

- Données spatiales en format vectoriel ;
- Données géologiques vectorielles avec leur attributs concernant la lithostratigraphie, les délimitations de failles, intrusions, etc. ;
- Données métallogéniques vectorielles, basées sur l'information provenant des indices minéraux, des analyses géochimiques et pétrochimiques ;
- Données géophysiques quadrillées provenant de relevés géophysiques de format GEOSOFT ;

- Données géochimiques quadrillées provenant du Projet de cartographie géologique , ou de rapports et cartes d'archive;
- Données topographiques vectorielles représentant des points (lieux), lignes (routes, chemin de fer) et polygones (régions, provinces, etc.) provenant d'autres sources, notamment les cartes 1/100 000 et la carte digitale du monde (DCW) ;
- Données points telles que des indices miniers, mines et carrières, sources d'eau, échantillons géochimiques, analyses pétrographiques, résultats de datage isotopique, etc. ;
- Données spatiales en format matriciel ;
- Images digitalisées de cartes existantes topographiques, géologiques, géophysiques et géochimiques ;
- Images numériques satellitaires en format géoréférencié ;
- Images numériques produites par le logiciel de géophysique.

Les données vectorielles peuvent être directement lues dans ArcView en format de fichiers de formes ArcView (SHP), couvertures ArcInfo et PC ARC/INFO, ArcCAD, et fichiers CAD (DXF, DWG, et DGN). Les données d'autres SIG peuvent être importées à partir de formats MapInfo, Atlas GIS et ASCII. ArcView SIG lit directement les formats de données d'images numériques suivants: ADRG, BIL, BIP, BMP, BSQ, CADRG, CIB, MGRS Coordinate Display, DIGEST (ASRP/USRP), EPS, ERDAS® IMAGINE®, GeoTIFF, GIF, JPEG, Landsat, NITF, PICT, RLC, TIFF (incluant TIFF 6.0), USGS DOQ, SPOT®, et SunRaster.

Les bases de données peuvent soit être ouvertes directement (texte, dBASE, INFO) dans ArcGIS, soit être connectées via SQL (ODBC) à d'autres bases de données, notamment Microsoft Access, Excel, ORACLE et tout autre système avec une interface ODBC.

Le logiciel SIG ArcGIS sera installé avec ses extensions : « Spatial Analyst 2 », « Image Analyst » et « Arc-SDM » .

L'extension Spatial Analyst permet la modélisation et la création de données de matrices, la génération de surfaces (conversion des thèmes caractéristiques aux thèmes grille), l'analyse de surfaces (création de tampons de distance à partir de caractéristiques structurales telles que les failles), l'analyse de la prospectivité, la modélisation de terrain (pente, hachures, visibilité), et le calcul de contours. L'intégration directe de ces outils dans l'interface de l'utilisateur graphique d'ArcGIS permet aux utilisateurs d'exécuter rapidement ces opérations spatiales.

Avec Image Analyst, il est possible d'afficher rapidement et de manipuler les données d'images, de géoréférencier les images aux fichiers de formes, d'ajouter les points du GPS et les images de référence, d'effectuer la valorisation des images, ou de cartographier automatiquement les délimitations des caractéristiques. Les catégorisations multispectrales des images peuvent servir à la cartographie et à l'extraction des données.

Arc-SDM (Spatial Data Modeller – « Modélisation de Données Géoréférencées ») est en cours d'adaptation pour la version ArcGIS 8. La nouvelle version du Arc-SDM sera installée dès qu'elle devient disponible sur le marché. Le Spatial Data Modeller fut développé pour l'application d'un nombre de méthodes statistiques et de systèmes-

experts à l'analyse de données géoréférencées. Il permet d'intégrer des données de télédétection, de géophysique aéroportée, de géochimie et de géologie en un modèle unique, qui peut être appliquée à l'évaluation du potentiel minier d'une région.

L'extension Arc-SDM peut être utilisée également pour produire des cartes de prospectivité pour des types particuliers de minéralisation, basées soit sur un jeu de « points d'apprentissage » comprenant des gîtes actuelement connus de la minéralisation en question, soit sur les connaissances des paramètres clef contrôlant la formation des gisements, tels que définis/identifiés par un expert minier. Cette « cartographie de la prospectivité » représentera une partie importante de la phase finale du projet.

Personnalisation et Adaptation du SIG aux besoins du DMG

ArcGIS 8 possède une interface qui permet aux utilisateurs confirmés d'exécuter les fonctions SIG standards. Le logiciel manque toutefois certaines fonctionnalités désirables pour les moins initiés, que nos proposons de développer en Visual Basic for Applications (VBA).

Des scripts/macros commandes VBA seront développées pour exécuter entre autres les fonctions suivantes :

- Mise en page de cartes automatique
- Restriction d'accès par la création de mots de passe
- Affichage d'un écran de bienvenu
- Création de zooms prédéfinis
- Créations de zooms basés sur une maille de référence ou un polygone
- Adaptation de la légende pour n'inclure que les formations géologiques affichées à l'écran
- Affichages de thèmes et de vues spécifiées
- Création de rapports d'analyse automatiques en format Word
- Création de routines d'importation et d'exportation génériques
- Validation sélective de données
- Création d'un répertoire géographique.

Le BGS a développé son propre SIG personnalisé pour les informations minières du Royaume-Uni (MINGOL) qui utilise une gamme de fonctionnalités personnalisées similaires à celles décrites ci-dessus.

Des scripts VBA seront développés pour automatiser la mise en page des cartes qui seront produites au cours du projet, à savoir :

- 92 cartes géologiques à l'échelle 1:100 000
- des cartes géochimiques à l'échelle 1:100 000
- 5-6 feuilles géologiques à l'échelle 1:500 000.

Une sélection de routines de recherche géoréférencées sera préprogrammée pour répondre aux requêtes courantes des utilisateurs du SIG. Ces routines seront tous les indices minéraux à l'intérieur du polygone, défini à l'écran accessibles par le bias de menus déroulants personnalisés, p.e. « Affichez une liste de.. »

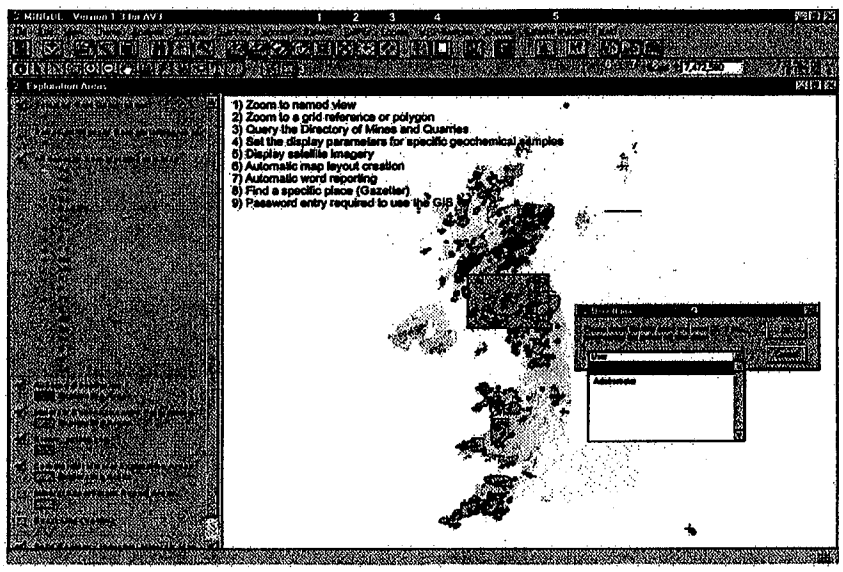


Figure 13. Ecran exemple du SIG pour l'information minière au Royaume-Uni (MINGOL), développé en ArcGIS 8.

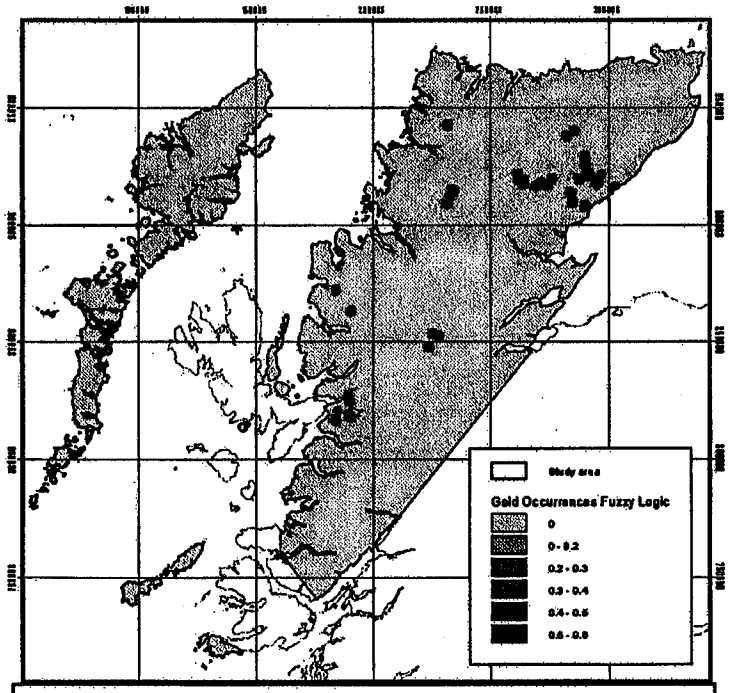


Figure14 Carte de prospectivité pour l'or épithermal et mésothermal, lié aux granites, dans la partie nord des Highlands en Ecosse

Compatibilité avec les données Geosoft

Le SIG proposé est compatible avec les données de format Geosoft, qui sont facilement intégrées dans ArcGIS 8. Le BGS utilise les deux logiciels de façon courante pour produire des cartes géologiques et géophysiques intégrées. Des données géophysiques aéroportées, par exemple, peuvent être visualisées dans Geosoft et exportées vers ArcGIS en tant que grilles TIFF géoréférencées. On peut y superposer des contours importés comme fichiers.shp (shape) et ajouter la géologie comme vecteurs (un exemple du Royaume-Uni, produit par le BGS, est représenté dans la Figure 15).

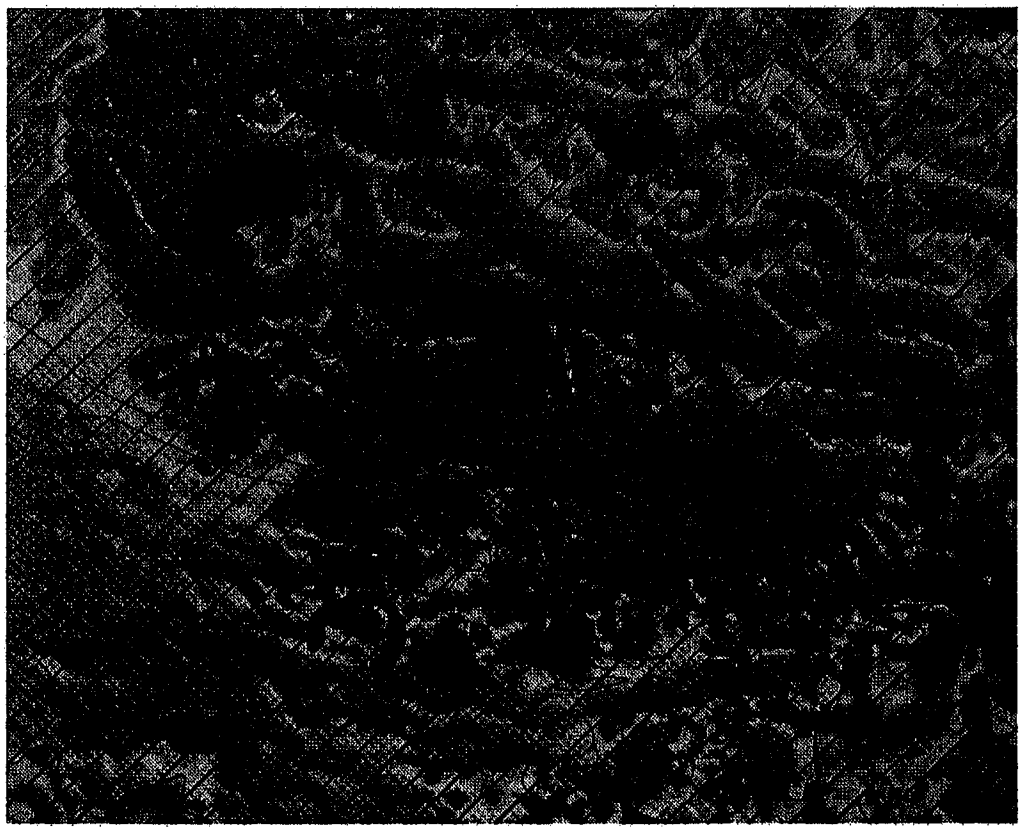


Figure 15 Image ArcGIS à trois couches représentant le gradient magnétique horizontal, importé de Geosoft, la géologie cartographiée et le positionnement des lignes de vol

Saisie des données

La collecte et saisie de données dans le système SIG durant la Phase 1 démarrera deux mois après le début du Projet. Ces activités, y compris la personnalisation du logiciel, continueront tout le long de la Phase 1. Les procédures couvriront la méthode de saisie de données avec des routines standard établies pour les numériseurs grand-format, ou des instructions détaillées sur le scanning et la numérisation directe à l'écran de cartes analysées. Le Consultanta constaté que la numérisation directe sur

écran est la méthode la plus rapide pour numériser de grandes cartes géologiques mais cette méthode exige un niveau plus élevé de compétences et d'expérience. L'utilisation d'une table de numérisation grand format est préférable pour l'utilisateur moins chevronné et demande moins d'expérience pour géoréférencier les documents. Les attributs seront dans certains cas entrés directement à partir du numériseur. Des attributs supplémentaires seront saisies via le logiciel de base de données. Les métadonnées seront enregistrées à la date et au nom de la personne effectuant la numérisation, et cette opération constituera un contrôle de qualité complémentaire.

Validation de données

Les données numérisées seront validées en utilisant des procédures de contrôle qui seront minutieusement vérifiés par le Soumissionnaire et les homologues maliens, puis déclarés corrects avant de terminer la session. Les procédures de validation seront appliquées pour vérifier que la numérisation et la conversion raster à vecteur ont été faites correctement. Une imprimante couleurs grand-format sera inclus dans le Projet, étant donné que des tirages d'essai à l'échelle originale peuvent être complétés pour validation minutieuse avant la production finale.

Enregistrement et sauvegarde des données

Les différentes couches thématiques de données seront enregistrés selon une structure de répertoire conçu avec soin et, une fois validés, seront protégés par lecture seule afin d'empêcher les utilisateurs d'en changer le contenu. Des copies de sauvegarde seront gardées sur deux supports différents – bandes audionumériques et CD-ROM lecture seule.

Le stockage de très grandes images matricielles telles que des documents scannés ou images satellitaires, risque de poser un problème et il sera peut-être nécessaire, dans certains cas, de stocker sur CD-ROM ou bande numérique

Les Bases de données

Nous proposons d'intégrer toutes les données numériques dans une base de données relationnelle, excepté pour les grands fichiers en format grille numérique (raster) qui pourront être stockées dans le SIG dans un format adapté (MrSID ?). Les résultats des levés géophysiques seront conservés dans un format adapté (Geosoft ?) et pourront être itégrés dans le SIG sous format grille.

Nous proposons de créer les bases de données suivantes dans la version la plus récente d'Access (inclus dans Microsoft Office 2000 ou XP) :

- La base de données bibliographiques
- La base de données des gîtes et indices minéraux
- La géochimie régionale
- Les observations de terrain (affleurements, structures, lithologie, ...).

Les coordonnées des éléments spatiaux seront stockées en Latitude/Longitude afin de permettre une transformation aisée en coordonnées UTM pour les feuilles individuelles ou dans une autre projection adéquate pour les cartes aux échelles régionale et nationale.

Les bases de données seront rattachées au SIG afin de pouvoir afficher leur contenu sur les cartes produites.

Les attributs, notamment les emplacements miniers, seront normalement enregistrés dans les tables de la base de données Microsoft Access, et non pas dans le format .dbf interne à ArcGIS. Ceci permettra la saisie des données via des moyens conviviaux, une saisie protégées par mot de passe et la gestion des données en utilisant les facilités de ce logiciel. En ce qui concerne les données alphanumériques, qui ne sont pas géoréférencées, elles seront également stockées dans les bases de données Access. Les bases de données bibliographiques, par exemple, pourront se rapporter au pays tout entier et non pas simplement à un point ou une région particulier.

Les attributs décrivant des entités géoréférencées peuvent avoir une structure complexe : un gîte minéral, par exemple, peut contenir un grand nombre de minéraux différents. Ce type d'information peut seulement être encodé de façon efficace dans une structure de base de données relationnelle, qui permet la création de routines de recherche complexes, du style « toutes les occurrences contenant de la chalcopyrite d'un type particulier ». Les résultats de ce genre de recherche peuvent alors être transférés vers le SIG pour affichage à l'écran. Nous avons une expérience considérable des bases de données relationnelles, liées au SIG, aussi bien sur sysstème d'ordinateur central (mainframe) que sur des ordinateurs personnels (PC).

La conception des bases de données inclura la création d'écrans de saisie conviviaux. L'interface de la base de données possédera des éléments graphiques tels que des menus déroulants, des barres défilantes « scroll bars », des boutons de navigation, etc. La validation des données se fera par le biais de listes d'utilisateurs attitrés et de règles de validation. Des clefs primaires seront imposées afin d'interdire l'introduction de duplicata. Des liens entre les tables seront obligatoires pour éviter la saisie de données dans certaines tables sans que les tables associées existent.

La plupart du temps, la saisie de données se fera par le biais d'écrans de saisie, mais dans les cas où des données existent déjà en format digital utilisable, tel que des feuilles de calcul par exemple, le nous procéderons à une conversion directe des fichiers existants. Des données imprimées de façon bien lisible pourront le cas échéant être scannées et transférées par le biais d'un logiciel OCR (Optical Character Recognition).

Extraction de données

Des routines de recherche seront conçues pour répondre aux requêtes standards et les utilisateurs seront formés pour développer leurs propres routines, soit en introduisant des paramètres de recherche, soit en utilisant les modules de conception de recherche incorporés dans le logiciel (les « Assistants - *Wizards* »).

Gestion de données

Les bases de données sera entièrement documentée avec une description détaillée des diverses entités, relations et attributs. Des « dictionnaires de données » seront rédigés et utilisés comme « méta-données » techniques.

Les données stockées dans des bases de données Access séparées peuvent être jointes, et ceci permettra de connecter autres bases de données comme le bibliographique PANGIS. Si ceci n'est pas encore possible en raison d'un manque de liaison de réseau, une copie de la base de données PANGIS pourra être gardée sur le SIG. Une référence bibliographique des indices miniers pourra donc être trouvée en utilisant les données gardées dans PANGIS.

Enregistrement et sauvegarde des données

Là où les données sont utilisées par plusieurs utilisateurs sur le réseau local, les fichiers seront normalement sauvegardées sur une station de travail faisant fonction de « serveur de fichiers ». Ceci permettra l'entrée simultanée de données provenant de plusieurs stations de travail ainsi que l'extraction des attributs par la station de travail du SIG. L'emplacement des données sur une seule et unique station élimine les problèmes posés par les copies multiples des mêmes données existant sur différents ordinateurs. Un programme de sauvegarde régulière de cette station « serveur » sera institué de sorte qu'il n'y ait pas de perte de données en cas de défaillance de machine ou de corruption des fichiers de données.

Autres sources

Les données seront obtenues de diverses sources extérieures, notamment le Modèle Numérique du Monde (MNM) et les données bibliographiques. La qualité de ces données est très variable et il existe des inexactitudes connues dans le MNM. Les données d'infrastructure pourraient être obtenues d'autres agences au Madagascar et la qualité de ces données sera décrite et introduite dans la description des métadonnées. L'intégration de ce genre de données peut être difficile en raison des diverses normes de collecte des données à différentes échelles cartographiques.

Les données bibliographiques peuvent inclure des rapports de sociétés qui pourront renfermer des cartes géologiques, géochimiques et géophysiques. L'enregistrement de ces cartes est souvent difficile car les projections cartographiques utilisées ne sont pas toujours répertoriées et leur précision est inconnue. Lorsque ceci est possible et utile, de telles données seront incluses mais dans certains cas un niveau d'index sera affiché dans le SIG.

Normes et normalisation de données

Des normes seront proposées pour toutes les entités spatiales et non-spatiales. Elles comprendront les suivantes:

- Classification lithostratigraphique pour les cartes géologiques du Madagascar;
- Classification lithologique basée sur le programme de classification des roches du Soumissionnaire, qui à son tour est basé sur le programme des roches pyrogènes

IUGS et les normes internationales similaires pour les roches sédimentaires, métamorphiques et superficielles ;

- Classification minérale basée sur des principes internationaux ;
- Définitions de domaines pour classification à utiliser pour type, style, morphologie et modification des indices miniers ;
- Projection et coordination de systèmes à utiliser pour les cartes et le SIG. Les données seront pour la plupart stockées probablement en latitude/longitude, mais pour la production des cartes, une projection standard utilisée au Madagascar sera prévue. Ceci permettra le recouvrement de données sur des cartes locales ;
- Contrôle de qualité des normes spatiales à utiliser par la DNGM, en particulier les normes et les procédures à employer en recourant au GPS ;
- Définitions de domaines incluant codes et conversions pour tous les attributs des données spatiales et non-spatiales non-mentionnées ci-dessus ;
- Définition de métadonnées pour toutes les données spatiales et non-spatiales, indiquant les détails sur la source, la couverture, la date de saisie, etc., comme dans la norme utilisée par le Soumissionnaire qui suit l'une des normes existantes de métadonnées internationales. Ceci sera situé au niveau des métadonnées de découverte (laissant l'utilisateur extérieur découvrir les données disponibles) et au niveau technique décrivant en détail le contenu du SIG et de la base de données.

Une documentation détaillant les normes et dictionnaires employés dans les bases de données et le SIG sera soumis à la CPG.

La mise en oeuvre du SIG se conformera aux normes internationaux et aux lois du droit d'auteur. Seulement le nombre spécifié de licences d'emplacement de logiciel sera appliqué au système. L'entretien et la garantie du système seront dépendantes de fournisseurs locaux d'ordinateurs et de logiciels et cela influencera sur le type et le fabricant des modèles choisis.

Produits SIG à livrer

- Logiciel SIG ArcView 8 installé et fonctionnel qui acceptera, validera, stockera et traitera les données géoréférencées
- Base(s) de données Access installée et fonctionnelle qui acceptera, validera, stockera et traitera les attributs des entités géoréférencées, ainsi que les données alpha-numériques des entités non- géoréférencées
- Documentation complète, fournie avec les logiciels et les équipements
- Documentation technique sur la conception et la mise en oeuvre du SIG et de la base de données
- Manuels d'utilisateur du SIG
- Manuels d'apprentissage sur les concepts SIG, sur l'objectif et l'utilisation d'un SIG, sur la gestion d'un SIG et de systèmes Informatiques, et sur la validation, l'encodage et l'utilisation des données.

PHASE 2

Introduction

Cette section décrit les grades lignes del'approche aux etudes dans les zones du Nord et du Centre pendant la phase Phase 2 du projet. Elle est organisée comme suit:

I. LA CARTOGRAPHIE GÉOLOGIQUE

a) Vue d'ensemble

i. En général
ii. L'histoire du travail au centre est et nord du Madagascar
iii. Commentaires sur le rafinement de la compréhension géologique et la réinterprétation de l'information structurelle détaillée pour la reconstruction des événements historiques
iv. Structures à échelle régionale de premier ordre dans la zone d'étude

b) Questions Critiques

c) Méthodologie et considérations de terrain

i. Deploiement
ii. Bases de données de terrain et enregistrement d'échantillons
iii. Formalisation stratigraphique
iv. Définition des coupes types lithostratigraphiques
v. Formalisation des roches métamorphiques
vi. Formalisation des roches ignées
vii. Géologie structurale et métamorphique

II. GÎTOLOGIE

a) Introduction

b) Cartographie des occurrences de minéralisation

c) La Zone des travaux septentrionale

i. Ceinture de roches vertes du Beforona-Alaotra, la zone des travaux septentrionale
ii. Gisement minéraux dans les Roches Protérozoiques , Zone septentrionale
iii. Gisement minéraux dans les roches Phanérozoiques, Zone des travaux septentrionale
iv. Gisements minéraux superficiels dans la zone des travaux septentrionale
v. Autres types de gisement minéraux possibles dans la zone des travaux septentrionale

d) La Zone des travaux centrale

i. Ceinture de roches vertes du Beforona-Alaotra méridional, Zone des travaux centrale

ii. Districts aurifères de la zone des travaux centrale
iii. Latérite superficielle et gîtes alluvionnaires, zone des travaux centrale
iv. Autres Types de Dépots, Zone Centrale de Terrain

III ÉCHANTILLONNAGE GEOCHIMIQUE

a) Objectifs d'échantillonnage géochimique

b) L'approche du Projet (Géochimie)

c) Méthodologie et plan de travail (Géochimie)

d) Moyens auxilaires

e) Produits de l'étude

f) La formation Professionnelle

g) La stratégie d'échantillonnage géochimique des sédiments fluviatiles
i) Phase I – Orientation
ii) Phase II - Traveaux de Terrain

IV ETUDES DE LABORATOIRE

a) Géochimie des sediments fluviatiles

i. Introduction
ii. La structuration de la base de donnés géochimiques
iii. Études et Interprétation

b) Lithogéochimie

c) Géochronologie

i Plan de Travail et Philosophie pour la Géochronologie et la Géochimie Isotopique
ii Méthodologies et approches disponibles
iii Roches Ignées
iv Roches Métamorphiques et Histoires Thermales
v Études d'origines
vi Datation des événements de formation sur des zones de cisaillement
vii Quantité et type de travail
viii Valeur ajoutée

d) Pétrologie et Chimie Minérale

e) Études Métamorphiques

IV HYDROGEOLOGIE

a. Introduction

b. Information Géologique

c. Information Topographique

d. Préparation des Chartes et des Produits

e. Contexte

f. Compilation de Données Hydrogéologiques pour la Production de Cartes Digitales

g. Analyse de Données, Interprétation et Présentation avec SIG

h. Vérification et Actualisation des Produits

i. Préparation de Cartes Finales des Ressources d'Eau Profonde et de Rapports

V QUESTIONS D'ENVIRONNEMENT ET D'ÉTUDES GÉOMORPHOLOGIQUES

Références

ANNEXE 1

I LA CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE

a) Vue d'ensemble:

(i) En général

Les roches Précambriennes du Madagascar peuvent être subdivisées en quatre blocs tectoniques majeurs, dont trois sont représentés dans les zones de projet A et B. Le bloc tectonique de Bekily (Figure 16) se trouvant au sud et à l'est de la zone de cisaillement Ranotsara est entièrement hors de la zone d'étude proposée et donc n'est pas inclue dans cette évaluation initiale.

Les caractérisiques principales de ces blocs et de leurs subdivisions de groupes sont résumées dans la Table 1. En termes les plus simples le bloc d'Antananarivo Archéen à Protérozoique, qui forme la base de la plupart de l'île, a été juxtaposé tectoniquement contre le bloc d'Antongil Mesoarchéen à l'est pendant l'événement Pan –Africain I et ces terranes fusionnées ont été charriées par le bloc Protérozoique Bemarivo du nord et du nord-est dans l'événement Pan Africain II (voir Tableaux 1 et 2).

La zone de collision entre les **blocs d'Antananarivo et d'Antongil** est délimitée par le **ceinturon de Betsimisaraka** (Groupe d'Ambodiriana); une zone de suture Néoprotérozoique océanique (Collins et Windley, 2002, Collins et al., 2003c). Le mur inférieur du ceinturon de Betsimisaraka est représenté comme la principale frontière tectonique sur la figure 16, puisque le bloc d'Antongil est de cette frontière ne montre aucune trace de rajeunissement isotopique et parait être resté stable depuis l'Archéen.

Le **bloc d'Antongil** comprend une partie du craton Dharwar ouest du subcontinent indien (3190Ma gneisses pénétrés par 2540-2510Ma granites) qui s'est séparée du Madagascar et a commencé son mouvement vers le nord pendant le Crétacé tardif. Les métasédiments du groupe Protérozoique d'Andrarona reposent mal sur les roches crystallines Antongil.

Le **bloc d'Antananarivo,** par contraste, est un microcontinent Néoarchéen, isolé par les ceinturons Pan-Africain, qui s'est effondré du Craton du Congo et a eu une histoire tectonique plus longue. Ce bloc consiste largement de gneisses granitoides, de granitoides et de paragneisses subordonnés. Les protoliths orthogneiss ont été formés c.2,500Ma et c 800Ma (Tucker et al., 1999b; Kröner et al. 2000) et étaient fortement déformés et métamorphosés en facies granulites dans le Néoprotérozoique tardif (Kröner et al., 2000; Collins et al., 2003a). Une des caractéristiques principale est la nappe charriée Neoarchéen Tsaratanana qui est préservée en tant que plissements concaves/klippe avec le domaine granitique. Cette nappe charriée inclue les ceinturons granulites-gneiss d'Andriamena (pas dans la zone d'étude), de Beforona, de Maevatana et de Mandritsara avec des lentilles de complexes mafic-ultramafic metavolcaniques. Le bloc d'Antananarivo est recouvert par le Groupe Palaoprotérozoique d'Itremo dans la partie ouest-centrale de l'île (en dehors de la zone du projet). L'emplacement du Groupe d'Itrémo remonte `a la période avant l'effondrement. L'assemblage entier fusionné a été brèché par des plutons granite et des gabbro 820-720Ma qui sont interprétés comme un arc du type Andéen.

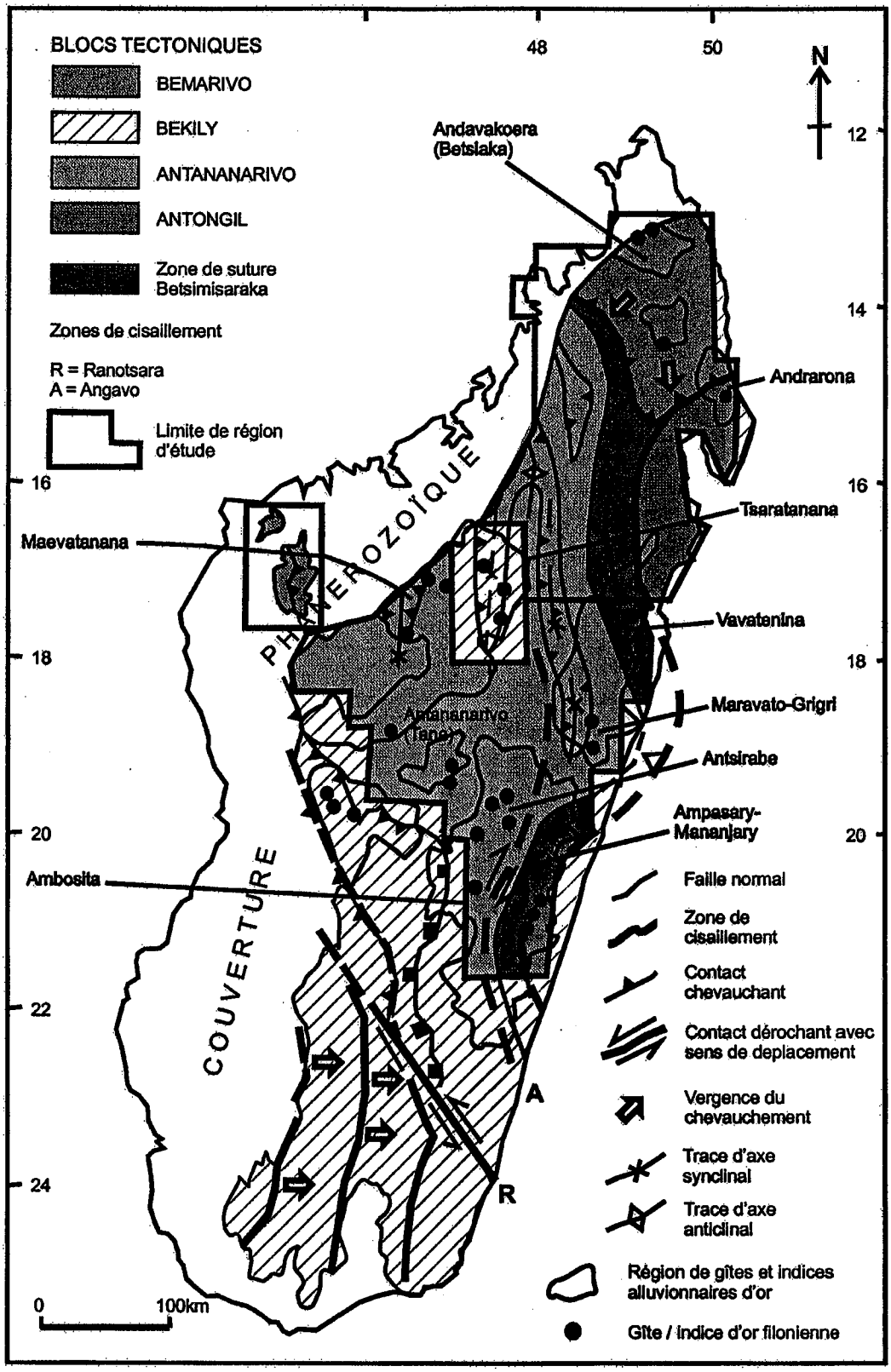


Figure 16 Éléments tectoniques principaux et les indices d'or

INTERVALLE (Ma)	TERRAIN	CEINTURES/ DIVISIONS	ASSOCIATION LITHOLOGIQUE	MÉTAMORPHISME	AGES DES PROTOLITHES (Ma)	ÉVENÉMENTS MAGMATIQUES (Ma)
CAMBRIEN 520-510	BLOC DE BELMARIVO	SAHANTAHA	Roches métasedimentaires. principalement quartzite	Faciès à amphibolite intermédiaire a des granulites		
		VOHEMAR	Roches plutoniques et métaplutoniques felsiques	Faciès à amphibolite supérieur a des granulites	753±1.7 (U-Pb)	
		DARAINA	Roches métasedimentaires et métavolcaniques calco-alcalines	Faciès à amphibolite intermédiaire a supérieur	715	
		ANDRIBA	Roches métasedimentaires et roches métaplutoniques felsiques	Faciès à amphibolite supérieur a des granulites		
NEOPROT-EROZOÏQUE A CAMBRIEN 721-527	ZONE DE SUTURE DE BETSIMISARAKA	ANTARA	Mélange: Roches paragneissiques et roches métamafiques-ultramafiques	Faciès à amphibolite intermédiaire a des granulites		
		MANANJARY	Mélange: Roches paragneissiques et roches métamafiques-ultramafiques	Faciès à amphibolite intermédiaire a des granulites	800-550 (U-Pb) (3200-3000 héritage)	
NEOPROT-EROZOÏQUE 865-594	BLOC D'ANTONGIL	ANDRARONA	Roches métasedimentaires	Faciès à schiste vert	865, 594 (Rb-Sr)	
	BLOC D' ANTANANARIVO	FIANARANTSOA	Roches plutoniques calco-alcalines a alcalines	Faciès à amphibolite supérieur a des granulites	2550	820-720, 630-561, 537-527
NEO-ARCHÉEN 2750-2490	NAPPE DE CHARRIAGE DE TSARATANANA	BEFORONA	Para-/ortho-gneisses felsiques, complexes stratifiées mafiques-ultramafiques et cortèges des dykes de gabbro	Faciès à amphibolite supérieur a des granulites	2750-2500 (3260 U-Pb héritage)	880-770, 594 (U-Pb)
		ANDRIAMENA				
		MANDRITSARA				
		MAEVATANA		Faciès à amphibolite supérieur		
MESO-ARCHÉEN 3400-2750	BLOC D'ANTONGIL	ANTONGIL	Ortho- / para-gneisses, metasediments & granites	Faciès à amphibolite intermédiaire a supérieur	3126 (U-Pb)	2530-2520 (U-Pb)
		MASORA				

Tableau 3 Sommaire des subdivisiones lithotectoniques du socle de Madagascar du nord-central (régions A, B et F)

INTERVALLE (Ma)		ÉVÉNEMENT	KINEMATIQUES	COMMENTAIRE
<70		Distension entre Madagascar et le portion de Seychelles de la plaque lithosphérique d'Inde	Reactivation de zones de cisaillement Pan-Africain de direction nord-sud	Formation du bassin de Mascarene
300-180		Distension (séparation des continents) de Madagascar d'Afrique avec le fissuration de Gondwana oriental et occidental	Reactivation de zones de cisaillement Pan-Africain de direction nord-sud; charriage au sud-este	Séparation définitive pendant le Jurassique inférieur et ouverture du océan proto Indique (Bassin de distension de Somali)
520-510		Pan-Africain II	Terrain de Bemarivo chevauchant vers à sud sur les blocs amalgamé d'Antananarivo et d'Antongil	Amalgamation définitive de Gondwanaland; Zones de cisaillement d'extension, haut vers au nord
550-527		Deformation en extension et magmatisme post-collision	Zones de cisaillement d'extension d'échelle crustal parallèle à le fabrique gneissique e.g. Zone de cisaillement Angavo-Ifandiana	Magmatisme granitique subalcalin à alcalin
719-530	630-550	Pan-Africain I: Collision entre le bloc amalgamé d'Antananarivo et le bloc d'Antongil; magmatisme synextensional dans le bloc d'Antananarivo	Bloc d'Antananarivo chevauchant vers a l'este sur le bloc d'Antongil (craton de Dharwar occidental)	Formation de la zone de suture océanique de Betsimisaraka
	719-637	Fermeture du paleo-océan de Mozambique		
825-720		Cortège magmatique mise en place à l'interieur du bloc d'Antananarivo amalgamé avec le nappes de charriage de Tsaratanana et d'Itremo		Arc de type Andean marge continental au-dessus une zone de subduction incliné à l'ouest
>825		Mise en place de la nappe de charriage de Tsaratanana sur le bloc d'Antananarivo	Nappe de charriage de Tsaratanana chevauchant sur le bloc d'Antananarivo	

Tableau 4 Sommaire de l'evolution tectonique de Madagascar du nord-central (régions de A, B, F)

Le **bloc de Bemarivo** comprend le ceinturon Cambrien orogènique le plus jeune au Madagascar. Le ceinturon central, dominé par les massifs batholithiques mis en place avec des roches migmatitiques, sépare le ceinturon metasédimentaire de Sahantaha (*Sambirano Group* de Peters et al., 2003) des roches intrusives calc-alkaline d'Andrina et le ceinturon Dariana (Groupe de Daraina-Milanoa) metasédiments and metavolcaniques au nord. (Figure 16). Les âges de crystallisation du granite (Tucker et al., 1999a) ressemblent ceux des Seychelles et du rhyolite Malani en Inde de l'ouest (Torsvik et al., 2001a; Torsvik et al., 2001b; Tucker et al., 2001). Ces trois régions ont été liées et interprétées comme des arcs de terrane Protérozoiques moyens (Tucker et al., 2001).

(ii) L'histoire du travail au centre est et au nord de Madagascar

L'étude géologique du Madagascar a été organisée par des géologues français, à partir du travail pionnier de Lacroix (1921-23) sur la minéralogie du Madagascar, jusqu'au début des années 1970s. Sous la direction d'Henri Besairie, le Service Géologique a produit une série incomparable de rapports géologiques et de cartes à échelle 1:100.000, 1:200 000: 1:500 000 et 1:2 000 000 de toute l'île. Leur travail a été synthétisé en trois publications principales: Besairie (1968-1971), Jourde (1971), et Hottin (1976). Besairie (1968-1971) a subdivisé les roches de base du Madagascar en trois groupes principaux: 1) le '*Système Androyen*' basal; 2) le '*Système du Graphite*'; et 3) le '*Système du Vohibory*'. Les distinctions entre ces systèmes ont été fondés principalement sur les grades métamorphiques en descendance de haut en bas. Jourde (1971) a divisé le Madagascar du nord et du centre en deux systèmes principaux: un "*l'Antongilien*" inférieur qui affleure dans les carottes des anticlines et est séparé du système "*l'Andriaménien*"supérieur. A l'extrême nord, les séries de Daraina-Milanoa ont été interprétées pour recouvrir avec disconformité le système Antongilien. Hottin (1976) a continué a travaillé sur ces deux sythèses et a ajouté beaucoup de ses propres interprétations afin de produire une subdivision à trois niveaux de roches au centre et au nord du Madagascar basée sur la litologie et la position structurale. Il a subdivisé les anciennes roches Antongils des gneiss et migmatites retouvées à travers le centre de l'île. Des roches du ceinturon d'Andriamena, d'Aloatra, de Beforona et d'Androna recouvrent ces roches et ont été séparées d'elles par un événement orogènique. Ces trois divisions ressemblent en général au bloc d'Antongil, le bloc d'Antananarivo et la nappe de Tsaratanana identifiée et discutée par Collins et ses collègues (Collins, 2000; Collins et al., 2000; Kröner et al., 2000; Collins and Windley, 2002). Au nord du bloc d'Antongil, Collins et ses collègues (Collins, 2000; Collins et al., 2000; Collins and Windley, 2002) ont décrit une unité supplémentaire tectonique – le ceinturon Bemarivo – qui tend environ vers l' est-ouest qui est dominé par les roches Néoprotérozoiques et a été métamorphosés pendant le Cambrien (Tucker et al., 1999a; Buchwaldt et al., 2003).

Commentaires sur le rafinement de la compréhension géologique et la ré-interprétation de l'information structurale détaillée pour une reconstruction des événements historiques:

Les cartes publiées auparavant (surtout les cartes 1:100 000 et 1:200 000) sont fortes en information lithologique et minéralogique. Il manque des données structurales, cependant, et ceci a mené récemment à un nombre de projets structurals entrepris par une série de groupes universitaires. Au nord et à l'est, les études principales incluent:

Martelat et al. (2000), Nédelec et al. (2000), Collins et al. (2003a; 2003b), Goncalves et al. (2003). D'autres études structurales ont ciblé le sud (Martelat et al., 1997; Martelat et al., 1999; de Wit et al., 2001) et le centre du Madagascar (Collins et al., 2000; Fernandez and Schreurs, 2003; Fernandez et al., 2003; Nédélec et al., 2003). Il n'y a pas eu d'études structurales publiées récemment sur le bloc de Bemarivo. Au centre et au sud du Madagascar il y a une fabrique primitive reconnue qui est plate pour la plupart et associée aux nappes de masses granitoides connues sous le nom de 'granites stratoides'. L'âge de ces granites suscite de la controverse et varie de c.630 Ma (Paquette et Nédélec, 1998) à c.550 Ma (Tucker et al., 1999b; Kröner et al., 2000). La signification tectonique de cette fabrique primitive n'est pas comprise non plus et pourrait avoir un rapport à l'extension pendant l'effondrement orogènique, ou autre événement de contraction primitive. À travers le bloc d'Antananarivo et le sud du Madagascar cette fabrique primitive (S1), et S1-parallèles de nappes granites sont pliées en large plis droits et ouverts avec un axe nord-sud. De discrètes zones de cisaillement verticales N-S découpent l'île et se montrent clairement dans le sud. Elles pourraient avoir un rapport avec la D_2 direction de déformation (Martelat et al., 2000) et ont été interprétées come des zones pures de cisaillement (Martelat et al., 2000; de Wit et al., 2001) et comme des zones de coulissage avec un déplacement latéral considérable (Nédélec et al., 2000). La minéralisation de graphites est d'habitude associée aux zones de cisaillement et est exploitée commercialement. On a démontré qu'elle est dérivée du Manteau local (Pili et al., 1997; Pili et al., 1999). La grandes zones de cisaillement sinistrale de Ranotsara découpe NW-SE à travers la base, déformant toutes structures précédentes (Figures 13).

La déformation au Madagascar de l'est est dominée par - la contraction est-ouest et la zone de cisaillement inclinée vers l'ouest qui ont été interprétées par Collins et al. (2003a) comme des chevauchements vers l'est. Ces auteurs ont identifié une série de domaines structurales, chacune avec une histoire structurale individuelle. Ils ont trouvé la corrélation entre les structures et des données géochronologiques publiées pour suggérer deux événements E-O contractionaux principaux, l'une entre ~640 et 560 Ma, l'autre de 530-515 Ma. Cette dernière période est contemporaine avec le métamorphisme de faciès-granulitiques dans la suture Betsimisaraka (Fitzsimons et al., 2004) et le ceinturon de Bemarivo (Buchwaldt et al., 2003) et a été interprété par Collins et al. (2003c) comme la collision finale entre le craton Dharwar et le centre du Madagascar.

(iii) Structures à échelle régionale de premier ordre dans la zone d'étude

La nappe de charriage de Tsaratanana (Figure 16) se manifeste tant que des séries de ceinturons N-S à tendances synclinicales comprenant des faciès gneisses haut-amphibolites à granulites qui contiennent des couches et des lentilles de tonalite, metavolcaniques mafiques, gabbro, de complexes chromites ultramafiques, metapelites, quartzite et marbre (Table 3). Certains travailleurs ont comparé cet assemblage à des ceinturons de roches vertes (greenstone) mais ils ressemblent plus au ceinturons granulite-gneiss Archéens de Windley (1995). Ceci aura peut-être d'importantes implications pour l'évaluation du potentiel économique de ces ceinturons.

La base de la nappe de charriage est délimitée par une zone mylonite d'une épaisseur de plusieurs centaines de mètres. Goncalves et al., (2003) ont montré que la zone

mylonite sous le ceinturon Andriamena possède une onde progressive du haut tension à l'est développée pendant un racourcissement est-ouest. L'âge de l'emplacement de la nappe de charriage de Tsaratanana reste incertain. Il a été placé après la période abondante de métamorphisme de faciès granulites (Collins et al., 2003a) et avant le magmatisme 790-780Ma dans les ceinturons de Maevatanana et d'Andriamena.

La zone de suture Betsimisaraka (Figure 16) est un ceinturon de charriage très déformé de ≤100km de large, inclinant vers l'ouest de paragneisses (métasédiments faciès amphibolite-granulite) qui contiennent des masses en loupe de roches mafic-ultramafic et des schistes grafitiques (Groupe d'Ambodiriana). Beaucoup de la minéralisation des émeraudes se passe dans cette zone. Une étude récente a démontré que des protoliths aux roches métasédimentaires Néoprotérozoiques ont été dérivées du craton Dharwar (Collins et al., 2003c). Ces paragneisses inclinent typiquement l'ouest et ont des extensions descendantes de linéation. A travers la zone rubanée, les gneisses cataclastiques et augen sont fréquents et des ceinturons mylonites sont présents sur plusieurs kilomètres de large. Des indicateurs kinématiques sont présents et indiquent une traduction du haut tension à l'est. Cette zone de déformation peut-être reconnue dans l'imagerie satellite. Une déformation de contraction dans la zone de suture a été interprétée avoir eu lieu entre 630 et 517Ma (Collins, 2003a; Fitzsimons et al., 2004). Santosh and Collins (2003) notent une corelation avec la zone de charriage de Palghat-Cauvery du sud de l'Inde, qui est probablement une zone de suture, avec une suture Betsimisaraka.

La zone de charriage d'Angavo (Figure 16) est un haut ceinturon de déformation large de 30km fortement incliné s'étendant de l'est de Fianarantsoa (Lardeaux et al., 1999; Martelat et al., 2000) vers le nord à l'est d' Antananarivo (Nédélec et al., 2000). Les deux événements structuraux principaux dans la zone de charriage ont été datés à 590-530Ma et 530-500Ma respectivement (Martelet et al., 2000). Collins et al., (2003a) ont conclu que la zone de charriage Angavo expose une déformation coaxiale (voire déformation irrotationelle pure) plutôt qu'un décrochement significatif comme suggéré par Nédélec et al. (2000). L'extrapolation au nord de cette zone de charriage coincide avec ce qui est considéré être une zone charnière anticlinale entre les ceinturons Andriamena et Beforona.

Le Ceinturon de Charriage de Bemarivo (Figure 16) est une large zone de charriage imbriqué inclinant vers le nord. Des fabriques C/S dans les zones de charriage indiquent des déformations du haut tension au sud avec un développement local d'ultramylonites. Les roches des ceinturons de Daraina et d'Andriba ont été déformées en plis raides avec un clivage axial planaire fréquamment retournés au sud et au sud est. Le contacte de base de la séquence inférieure du Groupe de Daraina est délimitée localement par une zone mylonite qui préserve le type-C/S et les fabriques asymétriques indiquant des extensions descendantes au nord est. Il semble que le Groupe Dariana ait été charrié imbriqué de roches de haut-grade gneissiques, brèchées par des plutons granitiques et ensuite a subit une déformation ductile extensionelle.

b) Questions Critiques

L'ojectif primordial du projet proposé est une révision rapide de la géologie du Madagascar et de son potentiel minéral utilisant des conceptes et des technologies de pointe. Etant donné la courte durée il n'est pas possible avec les ressources disponibles, ni est-ce nécessairement désirable, de reproduire le travail héroique et minitieux des Français. Au lieu, cette information de levé initial, qui décrit avec justesse la disposition des lithologies principales, sera utilisée dans l'interprétation de la télédétection, en supplément aux données acquises sur le terrain et identifiera les zones clefs où le travail doit être ciblé afin de fournir un cadre robuste d'unités spaciotemporelles géologiques.

Une revue en profondeur des connaissances actuelles de la géologie et la localisation de minéralisation connue au Madagascar a souligné divers aspects qui exigent une investigation plus poussée. Ceci inclu:

Le Bloc d'Antongil - Davantage de travail est nécessaire afin d'identifier les ceinturons de roches vertes et les zones de charriage qui caractérisent normalement ces zones cratoniques Archéen et qui ont considérablement plus de potentiel minéral, surtout pour Au, Cu, Ni, PGE's, ets. Dans le craton Dharwar en Inde du sud de nouveaux et d'anciens ceinturons de roches vertes sont reconnus (i.e. Supergroupe Dharwar et Groupe Sargur). Le Groupe Sargur de plus haut grade, qui est présent en tant qu'inclusions schistoses dans le Péninsule Gneiss, détient les célèbres mines d'or Kolar et Hutti. Le rapport des faciès des schistes verts du ceinturon Andarona avec les besoins du socle doit être établi. Ceci représente peut-être le Supergroupe Dharwar, qui détient aussi des dépots d'or. Des d'ecouvertes de diamands décrites dans le Journal des Mines (12/09/03) dans le segment Masora indique le potentiel pour des colonnes de kimberlite dans ce bloc. Des systèmes tardifs de fracture seront délinéés pendant la phase de compilation en tant que première démarche vers l'identification de sites favourables à l'emplacement kimberlite.

La zone de Suture de Betsimisaraka- Ce mélange tectonique, qui est d'une importance fondamentale à l'architecture du socle de Madagascar et détient d'importantes ressources minérales (Table 3), est toujours peu connu. Ceci est dû en partie aux problèmes d'accès dans le terrain montagneux recouvert d'épaisses forêts. La zone est bien définie sur la télédétection et ceci permettra aux sections clefs / subzones d'être identifiées.

Le Bloc de Bemarivo - Celui-ci est peut-être le moins connu / compris des blocs tectoniques, certainement en termes de contraintes d'âge radiométriques. Le travail de levé géologique serait donc concentré sur l'élucidation de la nature du bloc et de ses contacts, qui à leur tour fournirons d'importantes indications pour le potentiel minéral.

Les Ceinturons Synclinaux de Nappe de Tsaratanana Les gneisses dans tous les ceinturons contiennent des nappes et loupes de roches plutoniques mafic et ultramafic et incluent des complexes lités de chromite et de minéralisation Ni-Cu. La minéralisation de filons d'or semble aussi être associée spacialement avec la zone de base mylonitique. Aucune donnée moderne ni description ne sont disponibles pour ces ceinturons. Ainsi ils exigent une investigation non seulement à cause de leur potentiel

minéral redoutable mais aussi pour voir s'ils sont égaux aux ceinturons de roches vertes Archéen. Une telle interprétation détient des implications importantes pour une évaluation prometteuse. L'âge de l'emplacement de la nappe de Tsaratanana reste incertain. La datation des fabriques mylonitiques à la base de la nappe de charriage devrait fournir cette information.

L'Extrémité Nord de la Zone de Charriage d'Angavo. Il existe une différence d'opinion sur la nature de la zone de charriage. Il faut éclaircir ceci avec une étude structurale. La zone de charriage semble se méler à une zone charnière antiforme entre les ceinturons synclinaux d'Andriamena et de Beforona (Nappe de Tsaratanana). Il est urgent de confirmer ceci. Il est possible que la zone de charriage peut être extrapolée vers le nord et découpe en deux le lien entre les ceinturons.

Zone de granites subalcaline de 'stratoid' - Beaucoup de sills granitiques jusqu'à des dizaines de kilomètres larges ont été placés en zones de charriage à extension du côté est du bloc d'Antananarivo (côté ouest de la zone de charriage d'Angavo) pendant le Néoprotérozoique tardif. Il existe une abondance de preuve de rétrogression hydratée, d'intrusion pegmatite et de nombreuses promesses d'or associées à cette zone. Cette zone semble être très prometteuse méritant plus d'attention.

Zone de Déformation Est-Ouest dans le Bloc d'Antananarivo – Une inflexion de gauche principale de tendance-EO dans la foliation régionale a lieu dans le bloc d'Antananarivo juste au nord de la cité de Tana (latitude environ 18°40'N). Elle consiste pour la plupart de gneisses portant des graphites en bordure d'un bloc de roches migmatitiques compétents et de granitoides au nord. Sur l'imagerie elle constitue une brèche prononcée topographique, probablement dûe à la réactivation d'une faille fragile. Cette zone devrait donner des structures de dilation convenable pour la minéralistion hydrothermale aux coudes de dégagement (e.g. la région d'or Itasy-Tsironomandidy) et elle mérite une investigation plus détaillée. Tout recouvrement aérogéophysique de cette zone sera utilisé afin de définir davantage l'étendue de cette zone de déformation.

Le Contact du Socle Phanérozoique - La discordance entre le recouvrement Phanérozoique (des parties des basins et socle Diego et Mahajanga semblent former un locus pour des formations de failles d'extension (détachement) apparentées au bassin rift du Mozambique. L'or épithermal et la minéralisation barite se trouvent le long de cette zone de contact (Région d'or Andavakoera-Betsiaka). Des investigations viseront l'identification des controles lithostructuraux et l'âge de la minéralisation.

d) Méthodologie et considérations de terrain

(i) Deploiement

L'accés dans les régions du nord et centrales de Madagascar sera accompli avec les véhicules des roues quatre quatre sur les routes existantes aussi loin que possible et radeaux gonflables ou autre embarcation de la rivière sur les cours d'eau navigables. Les camps de la base temporaires seront mis à points stratégiques le long de c'achemine de que les équipes déploieront le long des pistes existantes, les sentiers pour piétons et les cours de l'eau pour exécuter l'étude alors à pied. Où nécessaires les

partis de terrain utiliseront à pied des petits camps. Dans le bloc du nord il y a la provision pour louer de petits vaisseaux maritimes pour transporter personnel, véhicules et matériel autour de la côte.

(ii) Bases de données de terrain et enregistrement d'échantillons

Les coordonnées de chaque point d'observation, coupe, point de mesure et d'échantillonnage seront enregistrées à l'aide d'un GPS avec une précision inférieure à 30m. Les données seront enregistrées dans une base de données compatible avec le système développé et défini (e.g. MS Access). Les coordonnées de ces points seront figuree dans la base de données géoréférencées aux cartes. Les points GPS seront mesurés soit en UTM, soit en degrés décimaux.

Toutes les observations de terrain ainsi que les échantillons à analyser (avec les résultats de l'analyse) et de référence seront identifiées par leurs coordonnées et répertoriés dans une banque de données géoréférencées dans un format SIG ArcView. Toutes les coordonnées seront déterminées par GPS et converties au système de coordonnées utilisé pour la banque de données, en utilisant les paramètres de conversion du Cadastre minier.

(iii) Formalisation stratigraphique

Le cadre lithostratigraphique sera déterminé en conformité avec les pratiques traditionnelles établies en Madagascar à l'échelle nationale et en conformité avec les principes et classifications stratigraphiques internationaux.

Le BGS établira toutes les informations géologiques sur la classification lithostratigraphique fournie par le superviseur et approuvée par la DMG. Toutes les cartes, rapports, notices explicatives qu'elles soient provisoires ou finales, géologiques ou gîtologiques, se baseront sur ces principes lithostratigraphiques et se conformeront dans la limite du possible, aux directives du moment. Dans le souci d'uniformité des normes et de continuité, durant le relevé de terrain, les sections de référence de chaque unité lithostratigraphique seront mesurées et soigneusement décrites.

La séquence tectono- a litho-stratigraphique fera l'objet de mesures analytiques, d'examens et d'affinements. Des coupes types seront sélectionnées, mesurées, documentées et photographiées pour illustrer de façon formelle ces séquences. Les données de forage seront consultées dans le cas échéant. Alors que l'échelle au 1 :100.000ème sera employée pour la lithologie différenciée, celle au 1:500.000ème le sera pour les associations plus uniformes.

La nomenclature et la classification des standards internationales seront adoptées pour les ensembles lithostratigraphiques (groupes de roches) et géochronologiques (temps). Les représentations traditionnelles seront conservées à condition qu'elles ne constituent pas un conflit avec les nouvelles données et qu'elles maintiennent une continuité par rapport aux précédentes cartes publiées.

(iv) Définition des coupes types lithostratigraphiques

Une coupe type sera identifiée pour chaque formation définie. Ces coupes devront être documentées en détail et échantillons représentatifs seront prélevés et remis à la DMG avec les descriptions macros et pétrographiques ainsi que les coordonnées GPS du point de prélèvement qui seront converties aux coordonnées cartographiques de la base topographique au 1: 100 000ème.

La séquence géologique des événements sera déterminée par rapport aux éléments passés liés à l'érosion et à la sédimentation, ainsi qu'aux intrusions et aux événements volcaniques, au passé métamorphique, au passé de minéralisation et aux événements tectoniques et structurales.

(v) Formalisation des roches métamorphiques

Les roches métamorphiques rencontrées seront décrites en conformité avec le programme de classification des roches du BGS, le programme qui est basé sur une révision des programmes de classification internationale.

(vi) Formalisation des roches ignées

La nature des groupes ignés intrusifs et étendus sera définie par rapport à leur hiérarchie en ce qui concerne leur emplacement plutonique et tectonique, leur type d'emplacement, leur altération et minéralisation, leur chimie et lithologie, leurs associations relatives avec une définition de suites et de lithodèmes et cela en conformité avec les pratiques internationales, en tenant compte de la nomenclature, des unités locales et régionales traditionnelles dûment établies et en utilisant de préférence ces dernières. Dans toutes les disciplines géologiques, dans le laboratoire sur le terrain et dans les bureaux, cette activité utilisera de préférence les classifications internationales de l'IUGS et la classification TAS des roches volcaniques.

La méthodologie employée sera guidée, en autre, par la sous-commission de l'IUGS (Union internationale des sciences géologiques) en ce qui concerne les présentations systématiques des roches ignées.

(vii) Géologie structurale et métamorphique

Le BGS/USGS réaliseré toutes les observations (structurales et degré de métamorphisme) utiles et nécessaires à la reconstitution de l'évolution tectono-métamorphique de la zone. Les caractéristiques structurales principales qui être enregistrées et reportées sur les cartes sont :

- pendage en degrés (avec des symboles spécifiques pour les pendages horizontaux, verticaux et inverses)
- orientation de l'axe du pli
- foliation et/ou schistosité
- orientation de la linéation
- linéaments sur image satellite

- failles (type, avec indication de déplacement)
- indicateurs kinématiques
- critères de polarité
- toute autres indications utiles àl'interprétation structurale.

Pour détails supplémentaires ver l'annexe 1

II GÏTOLOGIE

Planification et exécution du programme de terranes à suivre:

a) Introduction

Avant et après chaque saison sur le terrain, l'équipe de terrain géologique fournira la documentation détaillée et standardisée des observations spéciales qu'elle entend faire et a faites sur le terrain pour chaque type de dépôt indiqué dans la pré-évaluation USGS (Peters et al., 2003) comme pouvant être présent dans les zones des travaux de terrain. Cette documentation comportera l'examen des moyens d'utilisation des données de télédétection pour évaluer le potentiel minéral de chaque zone et le cadre structural le plus probable pour le contrôle de la minéralisation. Les sites identifiés comme ayant des caractéristiques favorables pour un type de gisements minéraux seront ciblés pour un suivi de collecte d'échantillons et d'observations. Cette revue pourra également être employée à donner une formation complémentaire en géologie économique aux participants malgaches.

b) Cartographie des indices de minéralisation.

Attention tout spécialement portée à l'observation et à la documentation des indices de minéralisation. Les indices directs de minéralisation tels que roulants minéralisé, affleurements, chapeaux oxydés (y compris chapeaux de fer), filons de quartz, etc. seront marqués sur les cartes par les symboles standard et les caractéristiques structurales accompagnant ces symboles seront mesurées. En outre, des caractéristiques géologiques spécifiques qui puissent indiquer un environnement de gisement de minerai, tel que spécifié dans les modèles de gisements minéraux de la pré-évaluation USGS, seront documentées. Changements de faciès, zones de redox, altération et stockwerk sont des exemples typiques.

Les nouvelles activités minières ou d'exploration non comprises dans les compilations actuellement connues seront ajoutées aux fichiers de données du projet et annotées sur le terrain et sur les cartes de compilation.

Le prélèvement d'échantillons géochimiques sera effectué sur ou près des sites minéralisés connus et nouvellement documentés et sur le roulant minéralisé. En outre, des analyses pétrologiques pertinentes et des grilles de prélèvement d'échantillons de pierre concassée et de régolite ou de sol seront conçues et mises en œuvre. L'analyse sera compatible avec les signatures géochimiques connues des modèles spécifiques de gisements minéraux qui puissent se trouver dans la zone de la carte.

La combinaison et la division des couleurs de différentes bandes spectrales obtenues à partir de plusieurs systèmes satellites différents se sont révélés être des outils extrêmement efficaces pour trouver certains types de gisements de minerai. Lorsque les conditions apparaissent favorables, des études d'orientation seront réalisées en se servant des données LANDSAT et ASTER pour déterminer l'endroit et la façon dont ces systèmes peuvent être appliqués avec la meilleure efficacité. Sur la base de ces études, des travaux de suivi serviront à chercher l'altération, les structures et autres caractéristiques que l'on sait contrôler la minéralisation et qui ont servi à identifier l'altération associée aux gisements de minerai. D'où nous proposons que pour chacun des deux zones A et B le logiciel d'analyse de l'imagerie des satellites sera fourni sur les ordinateurs portatifs afin que le traitement interactif de données qui couvre des emplacements spécifiques puisse être emporté sur place.

Lors de la cartographie, l'accent sera principalement mis sur l'identification et l'évaluation des structures géologiques. De grandes structures, comme les zones de cisaillement et les failles chevauchantes sont des chemins bien connus d'écoulement des fluides et constituent localement des pièges dans lesquels se localise la minéralisation. De nombreuses structures ont également des histoires compliquées qui offrent des opportunités d'événements de minéralisation répétés. Par exemple, de vastes zones de cisaillement de forte intensité dans le Sud et Centre de Madagascar contiennent des saphirs, grenats et biotites automorphes qui traversent la foliation mylonitique et attestent de l'introduction de fluides minéralisateurs une fois que la déformation du métamorphisme de forte intensité s'est arrêtée. En dehors de l'investigation sur le terrain, les structures seront évaluées grâce à des données géophysiques aéroportées et de télédétection.

Il convient d'insister sur le fait que, alors que seront incorporées dans l'évaluation du potentiel de ressources minérales dans les parties septentrionales et centrales les conclusions et recommandations de la pré-évaluation USGS du potentiel de ressources minérales de Madagascar, les investigations sur le terrain ne se limiteront pas aux types de minéralisation mentionnés dans la pré-évaluation. Tous les examens usuels et prélèvements d'échantillons de zones potentiellement minéralisées seront effectués. À cet égard, le gîtologue apportera tout son soutien au géologue de terrain en servant d'expert-conseil tant pour les visites sur le terrain que pour les discussions hors du terrain. Le gîtologue aidera à évaluer les éléments de preuve obtenus sur le terrain et fera des recommandations concernant le besoin d'informations complémentaires spécifiques et aidera à synthétiser le potentiel minéral de la zone en se fondant sur l'intégration de tous les résultats de terrain. L'une des principales utilités de la pré-évaluation sera d'évaluer de manière interactive le potentiel minéral et ce faisant d'abandonner les idées qui ne semblent plus valables et d'élaborer de nouvelles idées qui aident à diriger la poursuite des études sur le terrain.

c) La zone des travaux septentrionale

Le potentiel d'occurrence de minéraux dans la zone des travaux septentrionalesera traitée séparément dans : (1) les roches vertes de l'Archéen tardif du Bloc Antananarivo septentrional au Sud de la faille Tsaratanana dans la partie Sud-Ouest de la zone des travaux de terrain; (2) les roches métamorphiques et volcano-sédimentaires du Méso et Néoprotérozoïque du Bloc Bemarivo dans la partie centrale de la zone des travaux de terrain (3) roches sédimentaires, volcaniques et intrusives du

Phanérozoïques dans la partie Nord-Ouest de la zone des travaux de terrain et (4) terranes alluviaux et latéritiques à l'intérieur et sur les bords de la zone des travaux de terrain (Figure 17).

(i) Ceinture de roches vertes du Beforana-Alaotra, la zone des travaux septentrionale

Le Bloc d'Antananarivo, dans la partie Sud de la Zone des travaux septentrional, contient les parties septentrionales de la grande ceinture de roches vertes de Beforana-Alaotra qui contient des roches favorables à la présence de chromite du Bushveld, chromite podiforme, dépôts magmatiques Ni-sulfure associés à des dépôts de komatiite, d'ÉGP hydrothermal et des dépôts synorogéniques de nickel-cuivre. La cartographie de terrain notera spécifiquement la présence de roches métavolcaniques, intrusives mafiques et ultramafiques et leurs contacts intrusifs et les auréoles de contact. En outre, la géochimie du sol, pan-concentré et sédiments fluviatiles pour le contenu en Ni, Cu et ÉGP sera compilée, interprétée et complétée. La collecte standardisée des observations de terrain des minéraux sulfurés, de la rouille, du chapeau oxydé et d'éventuelles sources de soufre sera documentée et fera l'objet d'un rapport. Enfin, les anomalies aéromagnétiques feront l'objet de recherches et seront interprétées. Les investigations sur le terrain seront conçues de façon à déterminer lesquels des gîtes de chromite sont associés à des intrusions mafiques stratifiées qui font partie des gneiss sous-jacents et qui sont associés à des séquences métabasaltiques sus-jacentes.

(ii) Gisements minéraux dans les roches du Protérozoïque, Zone des travaux septentrionale

Les roches métamorphiques et volcano-sédimentaires du Méso et Néoprotérozoïque du Bloc Bemarivo, dans la partie centrale de la Zone des travaux septentrionale, contient des gîtes de cuivre dans la zone d'Antsiranana qui sont associés à des roches contenant de l'épidote du Système Vohibory dans le Daraina-Milanoa, qui ont des caractéristiques similaires aux gites de sulfures massifs des types Cyprus, Kuroko et Besshi et qui sont peut-être des équivalents métamorphosés de ces gîtes. Les gîtes ont également des similarités avec les dépôts de Cu de Messina d'Afrique du Sud, qui sont des gisements épigénétiques liés au magmatisme du Karoo. Les investigations sur le terrain seront conçues de façon à documenter la lithologie et l'altération (épidote, albite et hématite) et des indices de magmatisme Karoo. En outre, la géochimie antérieure du sol, du pan-concentré et des roches sera compilée, interprétée et complétée pour le contenu en Cu, Zn, Co, Ag, Ni, Cr et les anomalies aéromagnétiques des zones feront l'objet d'investigations.

(iii) Gisements minéraux dans les roches du Phanérozoïque, Zone des travaux septentrionale

Les roches sédimentaires, volcaniques et intrusives du Phanérozoïque, dans les parties du Nord-Ouest et le plus à l'Est de la Zone des travaux septentrionale, contiennent des roches qui sont favorables à la présence d'or épithermal, de barytine litée et de gisement Pb-Zn de type sedex. En outre, les basaltes du Crétacé contiennent des similarités avec les gisements basaltiques de type Cu et les gisements volcaniques Cu couches rouges. Les roches du Phanérozoïque sont elles aussi favorables aux gîtes

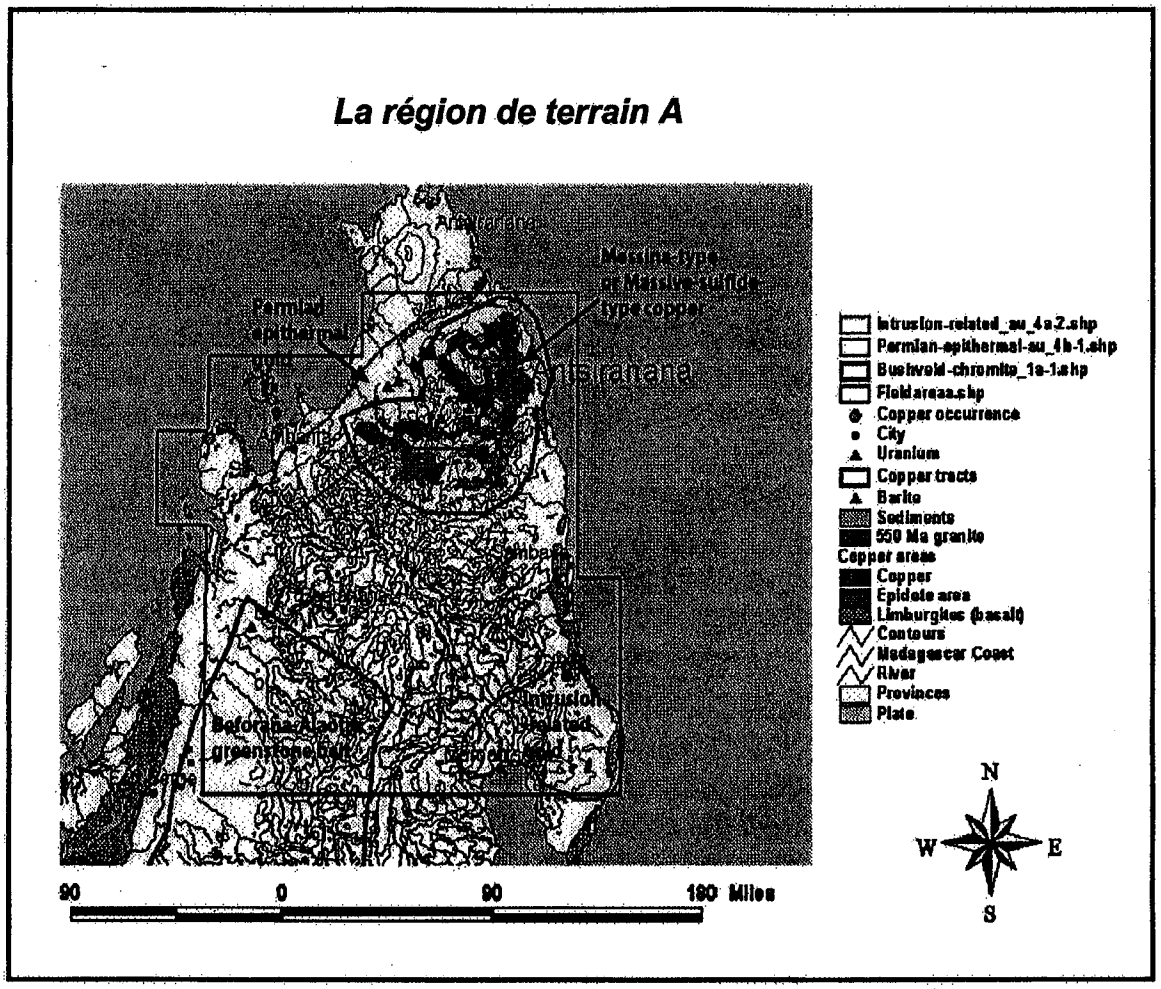


Figure 17 La région de terrain A qui montré des exemples de types de gîtes minéraux potentiels qui peuvent être présents. Les exemples incluent de l'or épithermale Permien (la note gisements stratifiés de barytine aussi); gisements de cuivre du type du sulfure massifs dans gneiss Proterozoïque épidotisé, l'or en relation des intrusions dans le sud-est; roches mafiques dans le sud-ouest qui peut contenir des gisements de Cr, de Ni-Cu et de PGE. Les roches basaltiques jeunes peuvent contenir des gisements du cuivre.

liés à la carbonatite, corindon dans le basalte, Ni de type Norilsk et Pb-Zn disséminé dans le grès. La cartographie de terrain identifiera la lithologie et la structure des unités renfermant des gîtes et ceci servira à interpréter les résultats du prélèvement d'échantillons géochimiques pour les types de gîtes ci-dessus. Il semble que cette zone convienne tout particulièrement pour l'application de division des couleurs en se servant des données satellites ASTER pour localiser les enveloppes d'altération hydrothermale qui pourraient être associées à des dépôts aurifères épithermaux. L'imagerie Aster sera ainsi spécifiquement utilisée pour l'étude de parties de cette région où l'imagerie est disponible et la végétation, la couverture nuageuse et d'autres facteurs rendent une telle étude pratique.

(iv) Gisements minéraux superficiels dans la Zone des travaux septentrionale

Les terranes alluvionnaires et latéritiques à l'intérieur et sur des bords de la zone des travaux de terrain seront désignés dans la pré-évaluation USGS (Peters et al., 2003) comme favorables pour des gîtes de placer (Au), aluminium dans bauxite latéritique et l'or latérite. C'est pourquoi les observations sur le terrain dans cette zone seront axées sur son caractère géomorphologique et utiliseront, lorsque cela sera possible, l'imagerie aéroportée et satellite pour aider à localiser les zones favorables. La cartographie de la géologie des dépôts portera une attention spéciale à l'âge, le type et la répartition et aux drainages anciens qui contiennent des gîtes alluvionnaires et des terrasses d'or, d'ÉGP et les pierres précieuses. Une étude plus détaillée de la géomorphologie et du paléo-drainage pourra être souhaitable et pourra constituer une bonne étude pour les étudiants travaillant sur des diplômes d'études supérieures. La faisabilité de ces travaux complémentaires sera débattue et négociée avec le client

(v) Autres types de gisements minéraux possibles dans la Zone des travaux septentrionale

La Zone des travaux septentrionale est également favorable à la présence d'or lié à une intrusion (partie Sud-Est du bloc) (Figure 14), filon de quartz-or faible en sulfure, pegmatite ÉTR, étain et tungstène magmatique, kimberlite diamantifère (bloc Antongil), graphite et dépôts MVT-Pb-Zn et critères compatibles avec ces gisements seront identifiés au cours de la cartographie de terrain s'ils sont présents.

d) La zone des travaux centrale

Le potentiel d'occurrence de minéraux dans la Zone des travaux central sera traitée séparément dans: Le potentiel Ni-Cr-ÉGP de la ceinture de roches vertes du Beforona Alaotra méridional au Nord de la Zone des travaux central; (2) dépôts d'or filonien dans les roches métamorphiques et les zones de cisaillement des blocs Antongil et Antananarivo et (3) latérite superficielle et gîtes alluvionnaires (Figures 18 et 19).

(i) Ceinture de roches vertes du Beforana-Alaotra méridional, Zone des travaux centrale

La partie septentrionale de la zone centrale des travaux centrale contient les parties méridionales de la grande ceinture de roches vertes de Beforana-Alaotra qui contient des roches favorables à la présence gisements minéraux de chromite du Bushveld, chromite podiforme, dépôts magmatiques Ni-sulfure associés à des dépôts de komatiite, d'ÉGP hydrothermal et des dépôts synorogéniques de nickel-cuivre. La cartographie de terrain notera spécifiquement la présence de roches métavolcaniques et intrusives mafiques et ultramafiques et leurs contacts intrusifs et les auréoles de contact. En outre, la géochimie du sol, des sédiments fluviatiles et pan-concentrés pour le contenu en Ni, Cu et ÉGP sera compilée, interprétée et complétée. La collecte standardisée des observations de terrain des minéraux sulfurés, de la rouille, du chapeau oxydé et d'éventuelles sources de soufre sera documentée et fera l'objet d'un rapport. Enfin, les anomalies aéromagnétiques feront l'objet de recherches et seront interprétées.

(ii) Districts aurifères de la zone des travaux centrale

Quatre des 13 districts de dépôts d'or filonien de Madagascar se trouvent dans la zone des travaux centrale dans les roches métamorphiques et les zones de cisaillement des blocs Antongil et Antananarivo sont les champs d'or filonien et de placer aurifère de Marovato-Grigri, Antsirabe, Ambositra et Ampasary-Mananjary (Figure 18). L'Ampasary-Mananjary a le plus de production d'or de Madagascar. Il est possible que les dépôts d'or filonien soient conformes aux modèles de gisements or-quartz faible en sulfure ou Homestake.

Les travaux de terrain dans le district de Marovato-Grigri documenteront, décriront et feront l'analyse géochimique des filons de pyrite-quartz et des lentilles de quartz stratiformes identifieront et évalueront les exploitations souterraines, les fosses, les galeries d'accès et les installations du district.

Les travaux de terrain dans le district d'Antsirabe documenteront les caractéristiques disséminées des gîtes y compris des veinules de quartz et quartz-pyrite stratiformes discontinues et localiseront et documenteront les puits et les exploitations souterraines. Aucune information n'est donnée sur la teneur ou la production. Ces gîtes Antsirabe présentent des similarités avec les modèles de gisements filoniens Au Homestake et Au-quartz. Ils ont un caractère disséminé, ce qui veut dire qu'ils peuvent être susceptibles d'être exploités à ciel ouvert si le prélèvement d'échantillons par le biais d'excavation de tranchées et de forage permettent de donner un aperçu d'une réserve exploitable.

Les travaux de terrain dans le district aurifère Ampasary-Mananjary enquêtera sur le rapport entre la minéralisation aurifère et la zone de cisaillement, le plissement et les contacts lithologique et structuraux de Nondiana-Angavo, tout particulièrement dans la zone minière riche d'Ampasary, où les galeries de mines seront cartographiées et documentées. Des investigations complémentaires seront centrées sur la nature des deux générations de minéralisation Au (2 Ga et 900 Ma) et la nature et la minéralogie sulfurée des filons de quartz lenticulaires interstratifiés. La présence de fer près des gîtes Au peut indiquer des gisements de formations de fer rubanées sous la latérite et un modèle oxyde de Fe-Cu–Au devrait faire l'objet d'une investigation dans cette zone.

(iii) Latérite superficielle et gîtes alluvionnaires, Zone des travaux centrale

Les travaux de terrain dans la Zone des travaux centrale feront également des investigations et documenteront le potentiel de gîtes aurifères contenant de la latérite, d'aluminium et de Ni-Co-(ÉGP) (Figure 16), en se servant d'imagerie LANDSAT, ASTER et JERS pour améliorer la cartographie superficielle. Les nombreux dépôts d'or placérien seront évalués au cours de ce processus pour déterminer leur source et le potentiel de gisements restants.

(iv) Autres types de dépôts, Zone des travaux centrale

Les travaux de terrain documenteront également les caractéristiques et les détails des gîtes de Ni de type Norilsk, ÉGP hydrothermal, Ni-Cu-ÉGP synorogéniques, étain et tungstène magmatique, diamants kimberlitiques, pegmatites ÉTR et gemmes, et

gisements de graphite s'ils sont présents dans la zone des travaux de terrain. Des échantillons choisis seront prélevés pour chercher des éléments de preuve que des événements de saturation sulfurée se sont ou non passés dans certaines de roches mafiques et ultramafiques de la zone. La preuve de saturation sulfurée peut indiquer la formation de dépôts sulfurés magmatiques contenant Ni, CU et ËGP. Ces événements

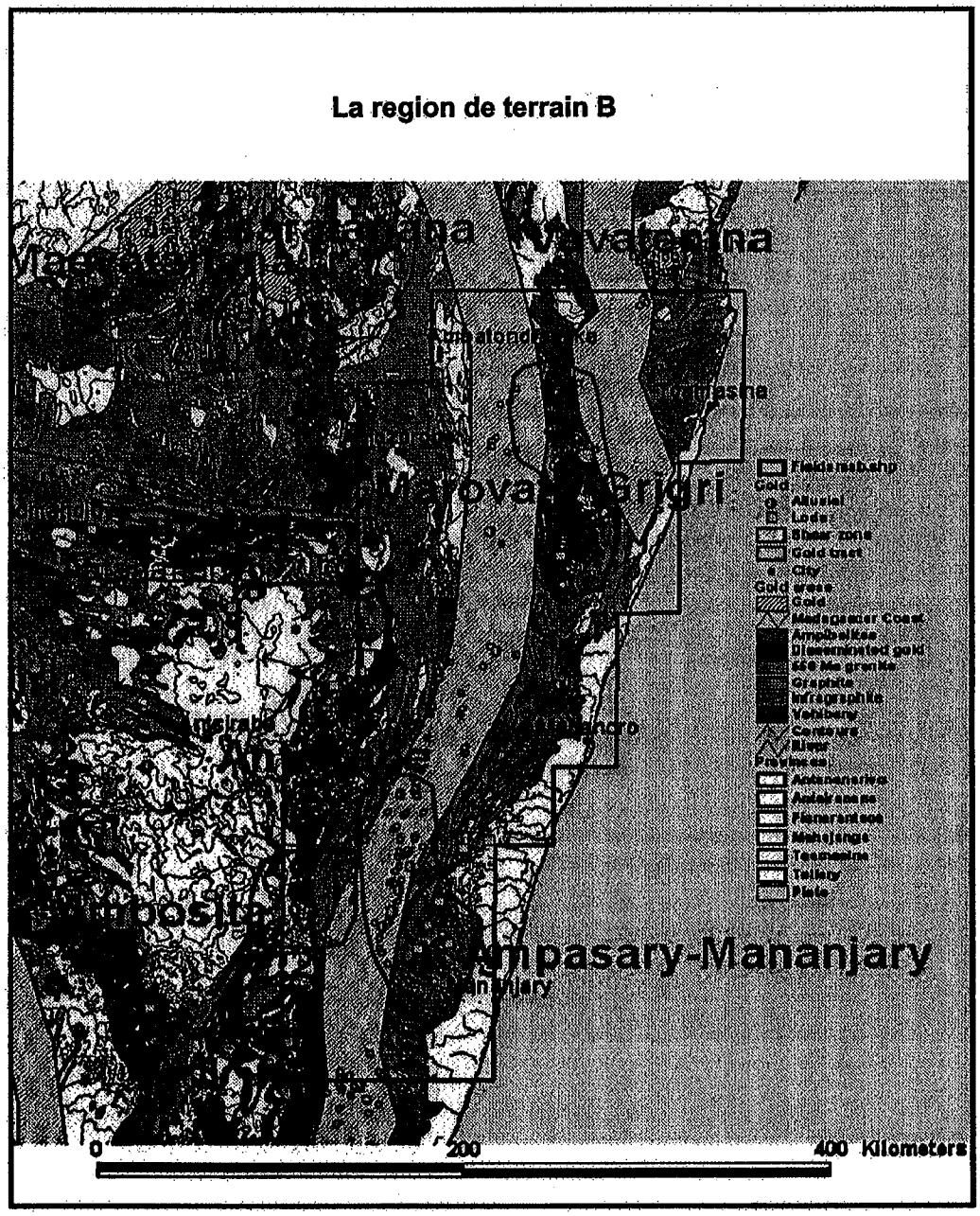


Figure 18 Gisements d'or dans la region de terrain B qui sont associé avec la zone de cisaillement d'Angavo. Les principaux districts auriferes dans la zone sont les champs auriferes de Marovato-Grigi, d'Ansirabe, d'Ambosita, et d'Ampasary-Mananjary.

peuvent souvent être détectés en divisant les couleurs des éléments chimiques. Par exemple, des valeurs très basses de Pd/Cu ont été utilisées pour documenter la séparation de sulfures non miscibles dans les magmas mafiques.

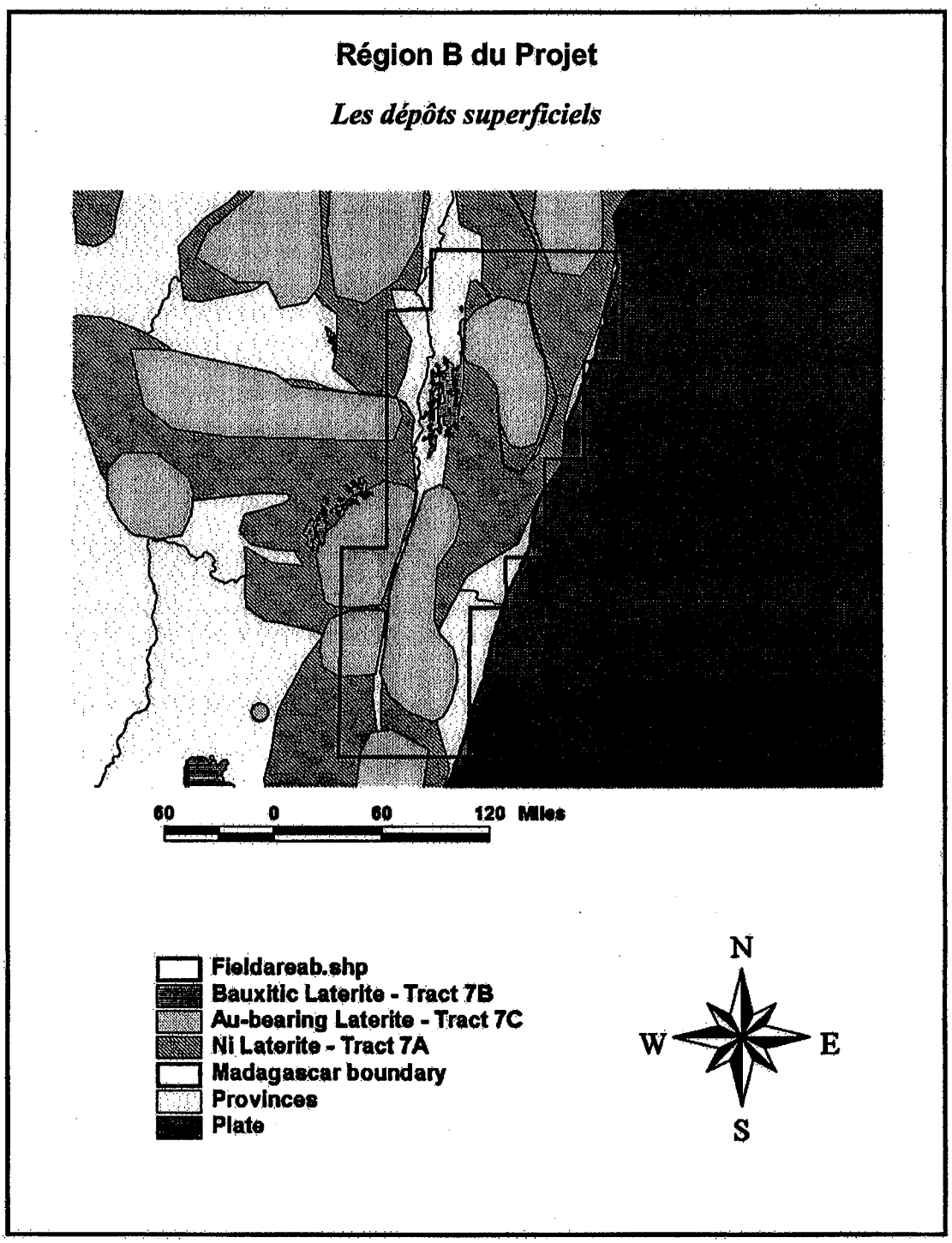


Figure 19 La region de terrain B qui contient des étendues permissive pour dépôts surficieles de latérite de nickel, d'aluminium et d'or

III ÉCHANTILLONAGE GÉOCHIMIQUE

Les campagnes d'échantillonnage géochimique des sédiments fluviatiles (stream sediments) et la géochimie de la roche totale

a) Objectifs d'échantillonnage géochimique

L'analyse géochimique des échantillons de roches pour les éléments majeurs et traces, sera utilisé, en conjonction avec la pétrographie, pour caractériser les différentes lithologies des Zones Nord et Est.

La cartographie géologique au 1:100 000 sera accompagnée par une campagne d'échantillonnage géochimique, qui sera principalement la collection des sédiments fluviatiles. Cette campagne sera une étude géochimique polyvalente des Zones Nord et Est pour la production d'une base de données géochimiques géo-référenciées à une densité de 1échantillon par 5 km^2.

b) L'approche du projet (la Géochimie)

BGS apportera à ce projet l'expérience acquise des projets réalisés au Royaume-Uni et au niveau international dans des environements physiques, climatiques, sociaux et culturels très différents. Il y apportera aussi les procédés opérationnels développés dans le cadre des études réalisées dans le monde entier.

Grâce à l'expérience et l'expertise acquises au Royaume-Uni (des études géochimiques nationales et régionales) et au niveau international, le BGS a établi des normes de la production de cartes géochimiques dont un grand nombre ont été adoptées par le projet IGCP 259 "d'établissement d'une base de données géochimiques globale". Le BGS a joué un rôle très important dans le cadre de ce projet et lors de la production de ces recommandations pour l'IGCP. Ces dernières seront adoptées comme un principe de base des méthodes employées dans le cadre du travail faisant l'objet de cette offre, en particulier tous les aspects de l'exploration minière.

Les cartes géochimiques ont une réputation très bien établie car elles forment une composante essentielle des bases d'informations des sciences de la terre nationales. La compréhension de la distribution des éléments chimiques apporte des avantages directs à l'évaluation et au développement des ressources par l'établissement des objectifs de l'exploration minérale, la réalisation de cartes géologiques complémentaires et l'obtention d'informations géologiques additionnelles et d'autres séries de données (exemples: les bases de données des indices miniers). Ces informations intégrées permettent également de mieux comprendre la métallogénie, les provinces métallogènes et la modélisation de gisements. Les cartes et les données géochimiques ont des applications de plus en plus nombreuses pour résoudre les problèmes environementaux, y compris la détermination des impacts de l'exploitation minière et de l'industrie, la planification de l'utilisation des terres, l'hygiène et la santé.

Toutes les phases de ce programme seront faites selon les procédures du contrôle de la qualité exigé afin de s'assurer que les bases de données géochimiques finales soient compatibles avec d'autres séries de données et que les données fournies respectent les

normes souhaitées par le BGS-USGS. Le BGS a créé un système de qualité qui respecte toutes les clauses de la norme internationale BS EN ISO 9000: 1994. Ce système est exploité essentiellement dans le cadre des contrats qui demandent d'une façon spécifique la conformité à une Assurance de Qualité (AQ). BGS est en cours de réaliser un programme de la mise en œuvre de plusieurs phases de l'AQ dans ses activités. Le système de qualité du BGS fait l'objet d'examens périodiques par des experts extérieurs. BGS est fier de sa réputation pour la qualité de son travail. Par conséquent, il considère que les procédures de contrôle de qualité constituent un facteur important de la détermination de coûts des ces activiés.

Le programme d'échantillonnage géochimique de chaque zone sera planifié par les deux géochimistes du projet. On estime qu'approximativement 10 000 échantillons de sédiments fluviatiles seront collectés de chaque des Zones Nord et Est durant les saisons de travail de terrain. C'est un grand nombre d'échantillons qui demandera un programme dédié uniquement à la collection des échantillons géochimiques. Cela fait un total de 20 000 échantillons.

Le BGS envisage d'effectuer l'échantillonnage par le recrutement des assistants géologues locales. Les expériences acquises par le BGS révèlent que cette approche permet de mieux comprendre la géologie, le potentiel minier et les procédés/commandes géochimiques de surface des zones étudiées. Ceci ajoutera une certaine valeur aux données géochimiques lors de leur interprétation. Ce principe permettra également de maximiser la participation et la formation des géologues malagaches et l'emploi des ouvriers locaux, plus tous les avantages que cela apportera à l'économie de la région. Les travaux sur le terrain seront confiés à des équipes locales (malgaches) placées sous la direction du BGS avec l'assistance des homologues malgaches. Les équipes de terrain auront un nombre suffisant de spécialistes d'échantillonnage qui travailleront en paires avec un encadrement adéquat, dans le but de réaliser le programme d'échantillonnage dans les délais prévus. Le BGS a déjà travaillé de cette façon au Royaume-Uni et dans plusieurs pays étrangers, y compris le Maroc.

Le travail des équipes d'échantillonnage géochimique sera coordonner avec la campagne de la cartographie géologique au 1:100 000 et de la reconnaissance au 1:500 000 et elles seront sous la responsabilité des Géologues cartogarphes de terrain. Les géologues de terrain seront aussi responsables de la collection des échantillons géologiques pour les analyses chimique de la roche totale.

c) Méthodologie et plan de travail (Géochimie)

La partie géochimique du project sera gérée par les deux géochimistes du Projet qui coordonnera l'échantillonnage géochimique avec les autres géoscientifiques du projet. L'objectif principal des géochimistes sera l'étude des sédiments fluviatiles et l'analyse des échantillons géologiques. La géochronologie et l'interprétation des résultas géochimiques seront effectuées par des géologues/pétrographes qui ont une experience des lithologies concernées. Les géochimistes du Projet participeront dans la routine du travail de terrain et d'interprétation des données. Dr C Johnson et Dr J. Ridgway sont nominés respectivement pour la position des Géochimistes du Project des Zones Nord et Central. Ils ont acquis une grande experience des études des

sédiments fluviatiles dans plusieurs parties du monde. La composante géochimique de ce travail dans les deux zones sera similaire et la logique entre les méthodes analytiques et l'échantillonnage des deux zones est essentielle. Le travail sera subdivisé en cinq phases:

Phase I : l'Orientation
Phase II : les Travaux de terrain
Phase III : les Travaux de laboratoire
Phase IV : la Structuration de la base de données géochimiques
Phase V : les Etudes et l'interprétation

La programmation de ces phases est représentée sur la Figure 3 (Gantt Chart).
La description détaillée de la réalisation de ces phases est illustrée dans l'Annexe.

d) Les moyens auxiliaries

Equipments de terrain

- Des tamis au nylon de 2mm et 250 µ ou 180 µ
- Les batées (pour les concentrés)
- Les loupes
- Les sachets d'échantillons Kraft™ et sachets en plastique
- Les sacs à dos
- GPS (satellite de positionnement géospatial)
- Les fiches de terrain
- La pelle
- Les conteneurs d'échantillons
- Les cartes topographiques au 1:100 000 pour le marquage des localités des échantillons ou *Appui informatique*
- Des ordinateurs portables à utiliser sur le terrain et deux ordinateurs 'PC avec 'MS Office Professional' à l'Antananarivo.

e) Les produits de l'étude

1. Une base de données géospatiales référenciées qui résument la couverture des ensembles anciens de données géochimiques. Ces derniers, là où ils sont disponibles, seront aussi enregistrés dans une base de donnée.
2. L'orientation du Géochimiste repportera la méthodologie détailléé d'échantillonnage qui sera utilisée en se basant sur l'experience acquise des études anciennes.
3. Une qualité assurée et une base de données géochimiques géo-référenciées des analyses chimiques et des informations sur les site des échantillons des sédiments fluviatiles de la Zone Nord et le Zone Est.
4. Un rapport résumant la géochimie régionale des sédiments fluviatiles de la Zone Nord.

f) La formation professionnelle

La formation des homologues malagaches sur les travaux de la cartographie géochimique et les différentes applications de données. Ceci sera effectuée à l'aide d'un mélange des formation officielles et au cours du travail. Les homologues malagaches participeront à la planification et l'implementation du programme d'échantillonnage géochimique et ils apprendront lors du travail avec le géochimiste consultant.

La formation officielle sera livrée au cours d'une ou deux ateliers pratiques à l'Antananarivo, qui seront intitulées ***Atelier(s) de la Cartographie Géochimique Régionale***. Leur sujets seront séléctionnés de:

- L'application de la cartographie géochimique
- La cartographie géochimique régionale théorique
- La cartographie géochimique régionale pratique
- Les exemples de la cartographie géochimique régionale à travers le monde
- IGCP 259: les recommendations pour la cartographie géochimique régionale
- Les sources d'informations pour la cartographie géochimique régionale
- Le contrôle de la qualité des données géochimiques
- La planification d'une campagne de la cartographie géochimique régionale

L'étude géochimique des Zones Nord et Est produira des données et des informations nouvelles, qui mériteront sans doute la publication dans un journal géochimique international. A l'achèvement du projet, le géochimiste aidera les homologues malagaches de préparer une publication pour un conférence ou un journal scientifique international.

g) La stratégie de l'échantillonnage géochimique des sédiments fluviatiles

<u>Phase I – l'Orientation</u>
La phase d'orientation déterminera les campagnes d'échantillonnage anciennes qui ont été effectuées dans les Zones Nord et Est de Madagascar. Cette phase assemblera les données littéraires sur l'échantillonnage géochimique général au Madagascar et les environements similaires dans le monde entier. Ces information seront utilisées pour rafiner la stratégie d'échantillonnage définie au dessous.

Phase II - Travaux de Terrain

1. Les échantillons des sédiments fluviatiles seront collectés par des paires d'échantillonnage composées d'une personne malagache locale (de la région à échantillonner) et géologues malgaches de la science de la terre ou la géographie qui sera responsable de la localisation du site d'échantillonnage et l'enregistrement des information de base sur le site. Les paires d'échantillonnage constitueront une équipe d'échantillonnage et on envisage que 2 paires d'échantillonnage constituera une équipe d'échantillonnage (voyez Tableau 5).

2. Chaque équipe d'échantillonnage sera sous la responsabilité du géologue de terrain et elle seront formées sur les méthodes d'échantillonnage par le géochimiste.
3. Les taux d'échantillonnage seront affectés par une variation selon les conditions de terrain en question et la nature de l'accès mais chaque équipe d'échantillonnage sera obligée de collecter 7 échantillons par jour.
4. Les sites d'échantillonnage seront pré-présenté sur les cartes topographiques au 1:100 000 (voir Figure 20). Les échantillonneurs doivent essayer de collecter l'échantillon au plus proche possible au site déterminé. Les coordonnées réels du site seront enregistrés sur le GPS. Les Zones Nord et Est seront subdivisées à des régions des basins versants qui formeront les régions d'échantillonnage de base à cibler.
5. Les sites d'échantillonnage des sédiments seront localiser sur des petits cours d'eau (pas les grandes rivières) avec des canals du drainage actifs. Les sédiments seront collectés avec une petite pelle et tamisés sur place à l'aide d'un tamis non-métallique regroupé comme montré sur la Figure 21.
6. Le tamissage sur place est une partie cruciale de la stratégie comme il réduit la quantité d'échantillonnage à transporter et permet d'avoir un échantillon plus homogène. Le processus de tamissage demandent souvent deux tamis, le premier avec un filet de 2 mm pour éliminer les pièrres plus grande, le deuxième est un tamis plus fin de 180 - 250 µ pour collecter les matériaux très fins. Le filet à utiliser sur les tamis sera déterminée durant la phase d'orientation du projet.
7. Une fiche de terrain comme montrée sur la Figure 22 sera complété à chaque site d'échantillonnage. Les informations de ces fiches seront enregistrés d'une base de données au camp de terrain.
8. Dans des régions des minéralisation connues, des batées (concentrés de pan) de minéraux lords seront collectés pour les analyser davantage à la direction du client.
9. Les échantillons seront collectés dans des sachets de papier Kraft™ pour faciliter le séchage au camp de terrain. La quantité des échantillons collectés dependra du plan analytique choisi mais on l'estime d'un minimum de 100 g.
10. Pour le contrôle d'erreur analytique et d'échantillonnage, il faut collecter un échantillon duplicata pour chaque cent échantillons.
11. Après le séchage, les échantillons seront divisés en deux partie au camp de terrain, la quantité exigée sera prise et envoyée aux laboratoires analytiques dans des petits tubes plastiques **et le reste restera dans le sachet qui sera livré au Client pour le stockage.**

Géologues expatriées	Géologues Malgaches	Ouvriers locales	Chauffeurs	Voitures 4 x 4	Remorques
2	4	4	2	2	2

Tableau 5 La composition d'un équipe géologique et géchimique

Le calcul approximatif des taux d'échantillonnage demandés. Par exemple, un saison de travail de terrain de 5 mois (cités comme 120 jours de travail) demandent 6 paires d'échantillonnage pour collecter 5000 échantillons à un taux de 7 échantillons par jour. Cinq milles échantillons doivent être collectés de chaque zone durant chaque saison de travail de terrain.

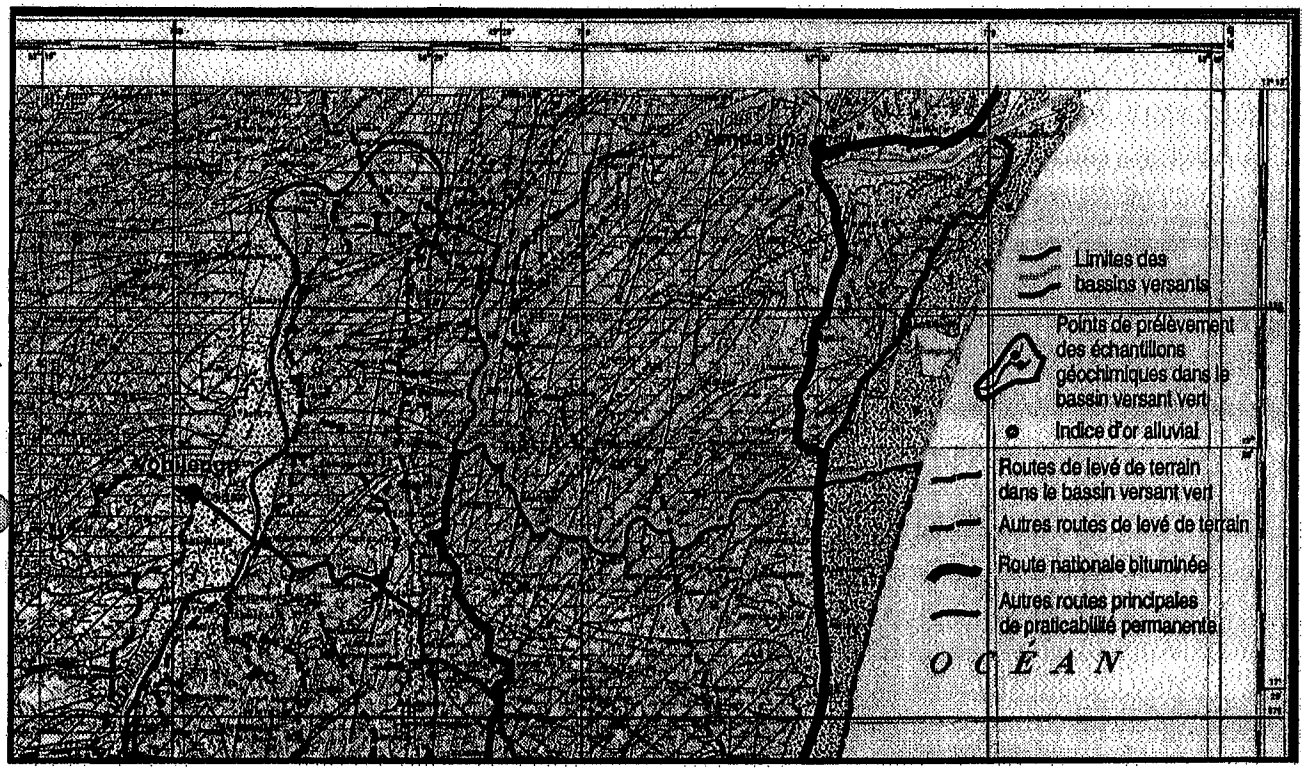


Figure 20 Un exemple de cheminement et des points d'échantillonage géochimique basé sur une secteur de la carte géologique de Fenerive (1967) dans la region B.

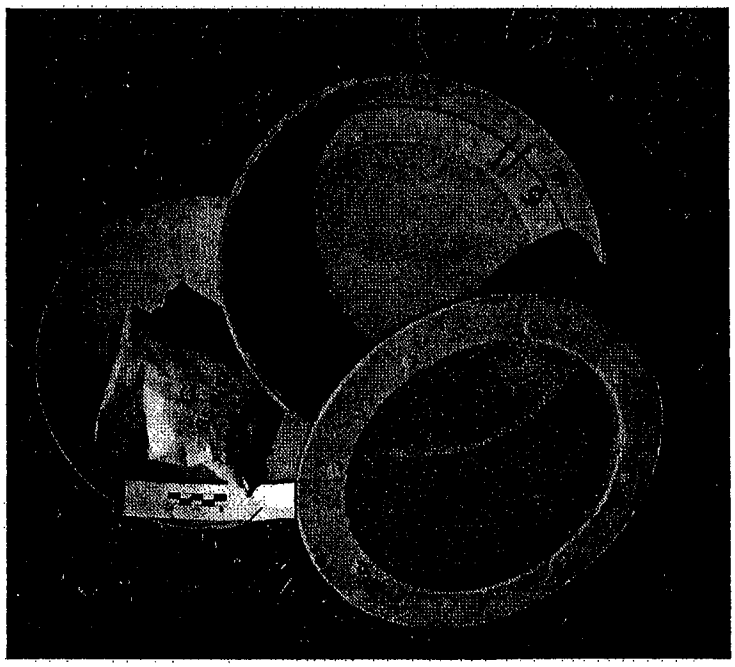


Figure 21 Exemple d'un ensemble du tamis en bois utilisé pour sédiment du fleuve qui se prends avec maille du tamis du nylon.

GPS

Nom de la carte (1:50 000)

Numero de la carte (1:50 000)

Date

Preleveurs d'echantillon

Code d'area:

Numero d'emplacement:

Numero de double:

Code de type d'echantillon

Latitude

Longitude

Est -X

Nord - Y

Temps:

Ordre fluvial:

Dimension du cours d'eau:

Regime du cours d'eau:

Code de contamination:

Code d'usage de terre:

Code des mineraux:

Types des roches

Notes:

Figure 22 Exemple de la fiche de terrain utilisée au cours des prélèvements des sédiments fluviatiles (Maroc)

STREAM SEDIMENTS : INFORMATION DE TERRAIN

Nom de la carte (1:50 000): Tikirt

Date: 03/03/99

CCS: 10

Préleveur d'échant. A: CCJ

B: DMF

Code d'area: L1

Numéro de emplacement: 345

Code de type d'échantillon: C

Echantillon double:

Quitter

Aide

Latitude: N 30.89782

Longitude: W 7.23667

Est (X): 34567

Nord (Y): 87654

Temps: 1

Ordre fluvial: 1

Dimension: 1

Régime du cours d'eau: 1

Contamination:

Code de contam.: A B

Code d'usage de terre: 3

Code des minéraux: gal chal

Types des roches: GRES, CALCAIRES

Notes: filons de calcite. Qlqs morceaux de verre

VERSION 2.1 26 février 1999

Figure 23 Exemple de la fichier de saisi ACCESS de la base de données de terrain

III ÉTUDES DE LABORATOIRE

a) Geochimie de sediments fluviatiles

(i) Introduction

Le client a demandé spécialement la détermination d'un nombre minimum des éléments sur les sédiments fluviatiles. Ils sont les suivants:

a. As, Sb, S, F, Hg, Ba
b. Zn, Pb, Cu, Ni, V, Mn
c. Sn, W, Mo, U
d. Au, Ag, Bi, Te
e. Nb, Y, Ce, La

Ils sont tous des éléments indicatifs d'un certain style de minéralisation. On recommende que l'étude géochimie soit applicable aux problèmes géologiques et environementaux. Par conséquent, il faut déterminer une gamme d'élements plus grande que celle-ci. Les échantillons seront soumis pour l'analyse à un laboratoire commercial. Le choix du laboratoire dependra non seulement de coût mais aussi de la qualité des données produites. Tout plan d'analyse est souvent un compromis entre le coût et la qualité. Le plan que BGS recommende satisfit les demandes exigées par le Client.

1. Les échantillons séchés et tamisés seront acheminés au laboratoire analytique.
2. La comminution de chaque échantillon pour produire un échantillon complétement homogène pour l'analyse. Comme le tungsten (W) est l'un des éléments à déterminer, on recommende que la cumminution des échantillons doit être effectuée dans des pots d'agate et ne pas dans l'acier durci.
3. Le tableau 6 représente le plan analytique suggéré. Ce tableau montre aussi les limites de detéction entendues.
4. En plus des échantillons duplicata collectés, des autres échantilllons du contrôle seront analysés pour évaluer la qualité des données analytiques et la variabilité analytique. Ces échantillons du contrôle incluront des échantillons repliques et des échantillons de référence standard (voir les figures 24 et 25).
5. Les résultas seront envoyés au géochimiste qui surveillera le soulèvement des gâches et alértera immédiatement les laboratoires des érreurs ou des données de pauvre qualité.

(ii) La Structuration de la base de données géochimiques

Les analyses chimiques et les informations du site de chaque échantillon seront chargés **dans une base de données relationnelle sur 'MS Access'**. Les données seront validés pour s'assuer que les échantillons ne manquent pas et que tous les échantillons sont localisés correctement sur les cartes topographiques. L'exactitude de la localisation dependra de la qualité et l'échelle des cartes topographiques mais il doit être mieux que ± 150 m. **Les copies des cartes de la localisation des**

Spectrométrie de masse a source ICP (ICP-MS) avec attaque à l'eau regale aqua-regia

Élément	Limités de détection	Élément	Limités de détection
Au	0.2 ppb a 100 ppm	**Ag**	2 ppb a 100 ppb
Al*	0.01% a 10%	**As**	0.1 ppm a 10,000 ppm
B*	1 ppm a 2,000 ppm	**Ba***	0.5 ppm a 10,000 ppm
Be*	0.1 ppm a 1,000 ppm	**Bi**	0.02 ppm a 2,000 ppm
Ca*	0.01% a 40%	Cd	0.01 ppm a 2,000 ppm
Ce*	0.1 ppm a 2,000 ppm	Co	0.1 ppm a 2,000 ppm
Cr*	0.5 ppm a 10,000 ppm	Cs*	0.02 ppm a 2,000 ppm
Cu	0.01 ppm a 10,000 ppm	Fe*	0.01% a 40%
Ga	0.1 ppm a 100 ppm	Ge*	0.1 ppm a 100 ppm
Hf*	0.02 ppm a 1,000 ppm	**Hg**	5 ppb a 100 ppm
In	0.02 ppm a 1,000 ppm	K	0.01 % a 10 %
La*	0.5 ppm a 10,000 ppm	Li*	0.1 ppm a 2,000 ppm
Mg*	0.01% a 30%	**Mn***	1 ppm a 10,000 ppm
Mo	0.01 ppm a 2,000 ppm	Na*	0.001% a 10%
Nb*	0.02 ppm a 2,000 ppm	**Ni**	0.1 ppm a 10,000 ppm
P	0.001% a 5 %	**Pb**	0.01 ppm a 10,000 ppm
Rb*	0.1 ppm a 2,000 ppm	Re	1 ppb a 1,000 ppb
S	0.02% a 10%	**Sb**	0.02 ppm a 2,000 ppm
Sc*	0.1 ppm a 100 ppm	Se	0.1 ppm a 100 ppm
Sn*	0.1 ppm a 100 ppm	Sr*	0.5 ppm a 10,000 ppm
Ta*	0.05 ppm a 2,000 ppm	**Te**	0.02 ppm a 100 ppm
Th*	0.1 ppm a 2,000 ppm	Ti	0.001% a 10%
Tl	0.02 ppm a 100 ppm	**U***	0.1 ppm a 2,000 ppm
V	2 ppm a 10,000 ppm	**W***	0.1 ppm a 100 ppm
Y*	0.01 ppm a 2,000 ppm	**Zn**	0.1 ppm a 10,000 ppm
Zr*	0.1 ppm a 2,000 ppm		

* Cette attaque seria partielle pour les éléments marqué avec un astérisque

Determination de **F** avec **Électrode d'Ion Specifique**, limité de détection 10 ppm

Tableau 6 Le plan analytique suggéré de 52 éléments avec les limites de detection. Les elements d'intérét sont en gras.

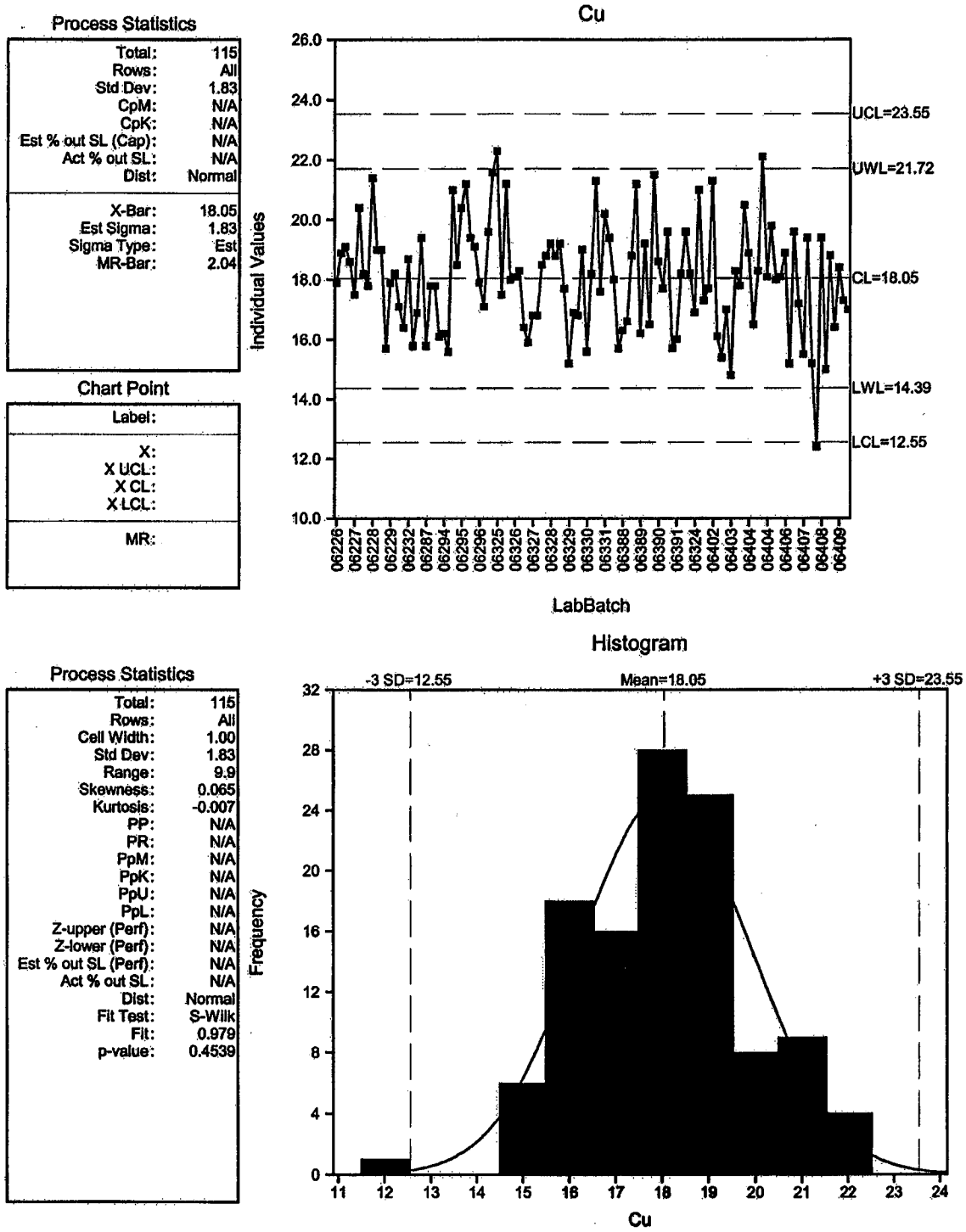


Figure 24 Exemple de graphique de contrôle (graphique Shewhart) du Cu des échantillons de reference standards MB1 (Maroc)

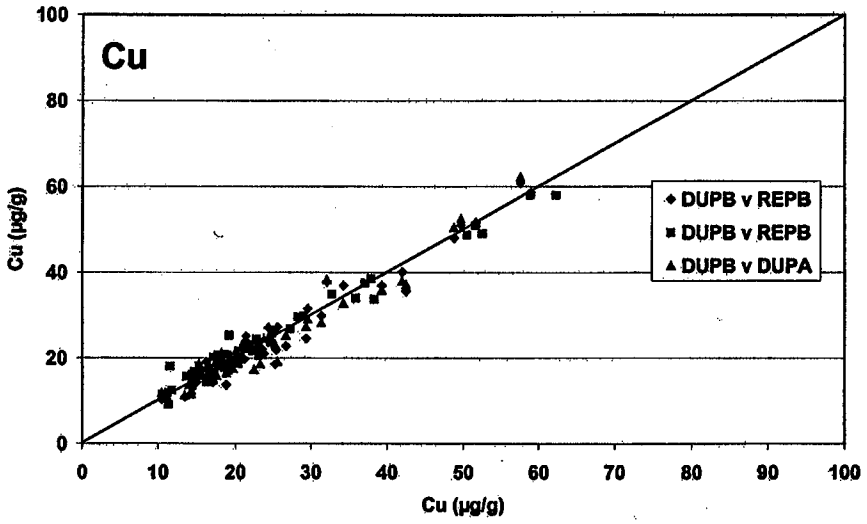


Figure 25 Exemple de graphique X-Y des échantillons doubles (duplicatas) et Répliques

échantillons (avec les numéros d'échantillons) seront produites pour le Client. La base de données sera liée aussi à un SIG (Système d'Information Géoscientifiques) pour que le client puisse utiliser les résultas géochimiques des sédiments fluviatiles.. **La base de données des résultas des sédiment fluviatiles sera disponible sur un CD-ROM.**

(iii) Les Etudes et l'Interprétation

L'étude géochimique des sédiments fluviatiles fera l'objet d'un **rapport final** qui sera produit par le géochimiste du projet. Ce rapport incluira une description détaillée des méthodes utilisées pour la collection et l'analyse des échantillons. Ces dernières forment une information essentielle pour tous utiliseur des résultas géochimiques. Des statistiques de résumé simples seront exécutés sur les résultas avec des commentaries sur les tendances géochimiques régionales des éléments, une interprétation des différentes associations des éléments et les résultas anomals. Le géochimiste aidera aussi les géologues et le gîtologue à utiliser les résultas géochimiques dans l'interprétation de leur travaux. Voyez Figures 26 et 27.

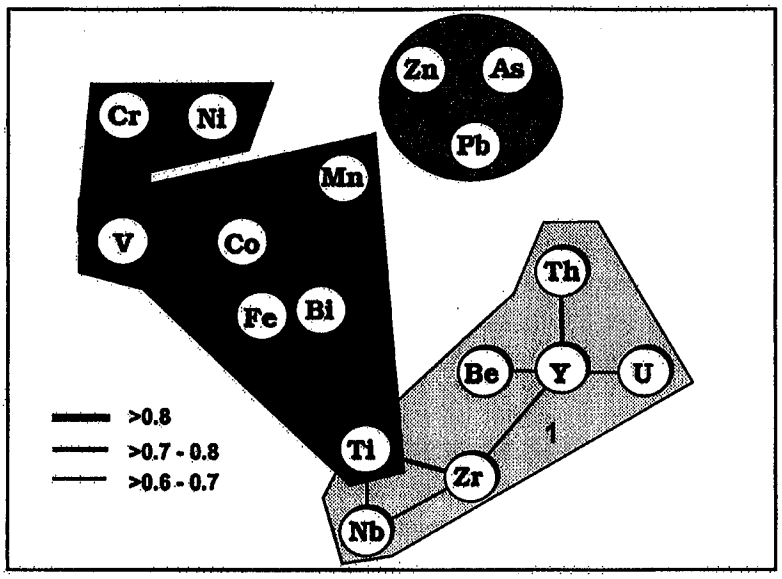


Figure 26 Diagramme de la matrice de corrélation (base sur les coefficients de corrélation de Pearson

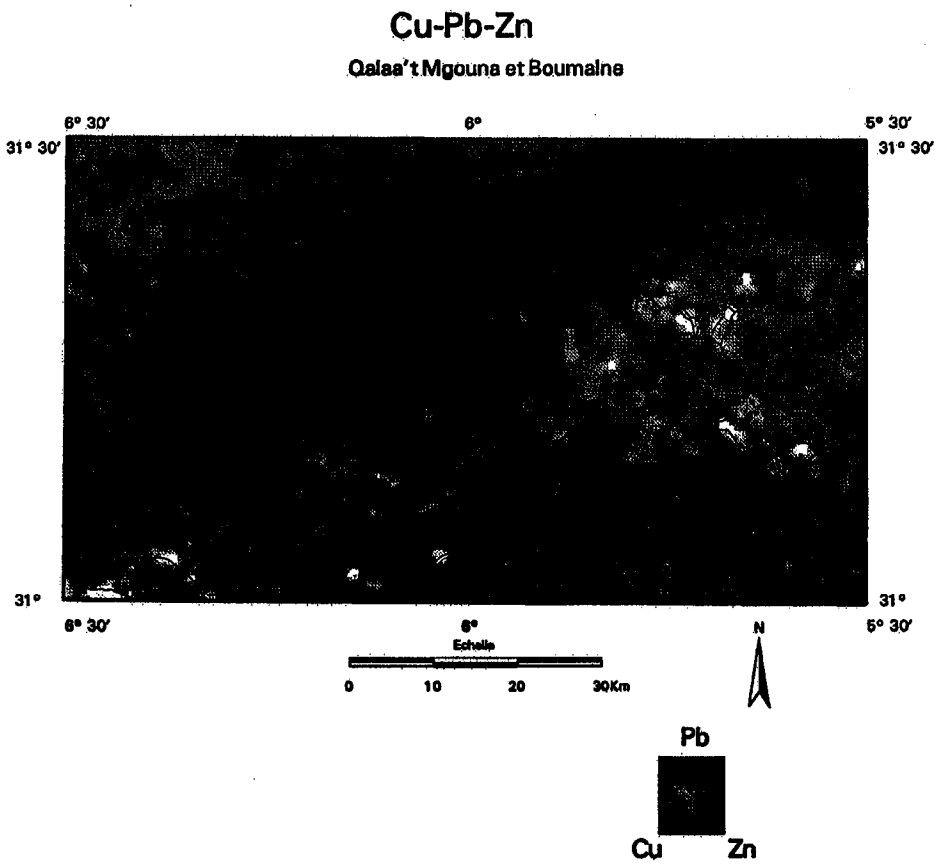


Figure 27 Résultats de Cu-Pb-Zn dans les stream-sédiments présentés sous forme de carte à trois composants (carte ternaire)

b) Lithogéochimie

Les conditions indiquent 500 analyses standardes majeurs + de traces d'eléments pour la caractérisation régionale lithogéochimique, ainsi que 200 analyses de haute précision / de haute exactitude majeur + de traces d'éléments pour des études détaillées lithogéochimiques et pétrogénétiques. Les deux phases d'échantillons devraient inclure une possibilité pour les éléments de terres rares (REE) ainsi que d'une force de haut terrain (HFS) et de larges lithophiles ion (LIL) analyses d'éléments. La taille d'échantillon devrait être, selon l'idéal, entre 2-4kg mais dépendra de la taille de la graine des lithologies respectives.

La sélection initiale d'échantillons sera basée sur les résultats de la cartographie géologique, avec une identification de lithologies clefs, d'associations lithologiques et de séquences de roches, afin de guider la caractérisation régionale lithogéochimique. Un échantillonnage plus détaillé et ciblé, basé sur davantage de cartographie et des données lithogéochimiques régionales initiales, viseront des séquences et associations lithologiques afin d'investiguer la provenance, l'évolution et l'origine des roches. Spécifiquement, les données HFS et REE fourniront des apperçus utiles au rapport entre diverses séquences métabasiques, démontrant s'ils sont des événements magmatiques co-génétiques our discrets et aident à caractériser l'origine, l'évolution aussi bien que de discriminer la nature et le cadre tectonique des magmas. Les données d'éléments REE et LIL aideront à contraindre l'origine, l'évolution et le cadre tectonique des diverses suites de roches mieux évoluées, intermédiares et ignées acides dans le complexe du socle.

D'intérêt particulier, au Madagascar, sera la correlation de la géochimie des lithologies de socle à travers des discordances structurales majeurs, afin d'évaluer leur nature et signification, aussi bien que de contraindre l'origine des lithologies dans les zones structurales.

La lithogéochimie fournira aussi un outil fort pour la caractérisation de la composition des lithologies du socle (e.g. ortho- vs para- gneiss) et aideront à éclaircir leur histoire métamorphique, grade et évolution. De telles données permettront aussi des corrélations avec les terrains avoisinants, afin d'aider à contraindre l'évolution géologique et tectonique de la région.

Les données lithogéochimiques aideront aussi dans la delinéation de cibles pour les investigations d'explorations minérales, particulièrement dans les roches ultramafiques et felsiques ignées, aussi bien que dans la sélection d'échantillons pour analyses isotopiques et datation.

c) Géochronologie

(i) Le plan du travail et la philosophie de la géochronologie et la géochimie isotopique

Madagascar était le sujet de plusieurs études isotopiques et géochronologiques qui ont éte effectuées principalement par des chercheurs universitaires dans les 10 ans derniers. Ces études ont fourni un contexte temporel de l'évolution tectonique de l'île.

Malgré leur utilité, ces études ne sont pas bien liées au contexte géologique détaillé (la déformation, les chemins métamorphiques Pression-Température (P-T), les relations géologiques détaillées, les signatures géochimiques). Comme il est clair dans les termes de référence et que certaines études ont utilisé les méthodes d'évaporation TIMS Pb sur le zircon, BGS croit que ces méthodes sont inférieures et leur robustes ne sont pas suffisants. En travaillant du près et en coordination avec les géologues du BGS/USGS dans le cadre du programme de levé de terrain, notre approche sera l'intégration de toutes les données pétrographiques, géologiques et géochimiques appropriées pour séléctionner seulement les meilleurs échantillons pour la datation et la géochimie isotopiques détaillées. Par conséquent, toutes les questions géologiques fondamentales, concernant les études isotopiques intrinsèques à chaque bloc tectonique /chaine mobile, seront résolus à un haut degré de confience. Ces questions inclueront par exemple (1) l'âge des protolithes, (2) l'origine des roches méta-sédimentaires du point de vue de la datation des minéraux détritiques, (3) les âges modèles des protolithes des roches ignées, métamorphiques et méta-sédimentaires à l'aide des méthodes Sm-Nd, Lu-Hf et Rb-Sr, (4) l'âge des basaltes du Crétacé et leur provenances mantellique et les contaminants crustaux à l'aide de la datation 40Ar-39Ar et la géochimie U-Pb et Sr-Pb-Nd-Hf, (5) la datation des évenements de déformation comme le mouvement de la zone de cisaillement, et (6) la datation des facteurs/chemins métamorphiques P-T à l'aide d'une varieté des minéraux accessoires et les méthodes de datation *in-situ* U-Th-Pb isotopiques et intra-cristal.

(ii) Les méthodologies et les approches disponibles

NIGL/BGS sont experts des méthodes U-Th-Pb utilisant les dations de haute précision TIMS *in-situ* et LA-ICP-MC-MS intra-cristal des minéraux accessoires incluant le zircon, la baddeleyite, la rutile, la monazite, le xénotime, la titanite, et le pyrochlore etc. Nous avons aussi l'accès à la datation par la microsonde ionique de l'état-d'art SHRIMP (state of the art ion microprobe dating), la dation par la microsonde électronique (là où elles est utile et appropriée) et la datation 40Ar-39Ar par chauffage en échelon (step-heating). Nous *n'utilisons pas* la datation TIMS d'évaporation de Pb sur le zircon car on croit qu'elle est inférieure et difficile à y faire suffisament de confience. En plus, nos laboratoires effectuent l'état-d'art de l'analyse isotopique Sr-Pb-Nd-Hf sur la roche totale et les minéraux pour la géochimie isotopique et les déterminations des âges modèles. Nous avons aussi une gamme complète des méthodes d'analyse isotopique qui seront utilisées si nécessaire. La force de nos laboratoires se situe dans leur capabilités de fournir une seule source des méthodes isotopique pour résoudre tous les problèmes géochronologiques du projet du Madagascar. Notre approche est de comprendre (avec nos collègues du Madagascar, de l'USGS et du BGS) la nature des questions géologiques posées, et d'évaluer les informations disponibles pour trouver une réponse isotopique et identifier les matériaux (échantillons, roches, minéraux et les zones des minéraux) et les méthodes de résoudre le problème avant le réalisation du travail de terrain. Finalement, la précision de la détermination de l'âge peut varier et cela depend de la nature de la question. Lorsque une haute précision (±1Ma) est exigée, nous utiliserons la datation TIMS d'U-Th-Pb et les méthodes LA-ICP-MC-MS *in-situ*. Là où les grandes incertitudes sont tolérées (p.ex. les études de la provenance), nous utiliserons des méthodes moins chères et moins longues, par exemple, LA-ICP-MC-MS (±5-20 Ma). Les âges modèles Nd seront déterminés pour toutes les roches

analysées pour l'âge du protolithe et l'origine des minéraux détritiques et l'initial Hf sera aussi déterminé pour les roches de la datation du zircon. Voyez figure .....

(iii) Les roches ignées (le Crétacé et le Précambrien)

Là où l'âge du protolithe est demandé, on utilisera les méthodes de datation U-Th-Pb pour le déterminer à l'aide de la méthode TIMS ou la méthode LA-ICP-MC-MS sur un ou plusieurs minéraux accessoires. Les âges modèles seront déterminés pour tous les protolithes ignées pour faciliter les interprétations de la contamination et la résidence crustales. Pour la datation des roches basaltiques du Crétacé, on utilisera les méthodes de datation d'argon. Les informations géochimiques isotopiques seront cruciaux pour l'évaluation des contaminants et on peut appliquer aussi les méthodes Sr-Pb-Nd-Hf. Le personnel des laboratoires NIGL a un record durable de publication sur les experience qui ont acquis des projets de la datation de haute précision et la géochimie isotopique des roches ignées des chaines orogéniques. Nous notons aussi que ce personnel a une experience considérable (et plusieurs publications) de la datation des roches mafiques et anorthositique, qu'elles seront difficiles à dater par la plupart des autres laboratoires. Il est probable que ces types d'échantillons sont très importants pour le projet, leur collection nécessitera la coordination proche entre les géochronologues afin d'améliorer les chances du succès.

(iv) Les roches métamorphiques et les histoires thermales

Le personnel des laboratoires NIGL a une grande experience dans le domaine de la géochronologie précambrienne détaillée et de haute precision; et des études détaillées de la liaison entre les données du pression-température (des études pétrolographiques basées sur THERMOCALC) et la croissance des minéraux accessoires et leur datation par les méthodes intra-cristal *in situ* comme LA-ICP-MC-MS ou SHRIMP. Les laboratories NIGL étaient les premiers au niveau mondail dans le developpement des outils de ces datations *in-situ* et leur liaison avec la géochimie des éléments traces sur le grenat-la monazite- le xénotime pour déduire les conditions P-T des zones datées des minéraux accessoires, y compris le zircon, le xénotime, la monazite, la titanite et la rutile. Pour les roches métamorphiques, on appliquera cet expertise et ces méthodologies à une gamme de minéraux accessoires (pas seulement le zircon) pour caractériser complètement le prograde, l'abondance et l'histoire de refroidissement des échantillons. On entend que cela sera une amélioration considérable parapport aux études insuffisantes de la chronologie métamorphique dans la littérature publiée, qui ont utilisé les méthodes isotopiques limitées comme la datation SHRIMP et la datation TIMS d'évaporation de Pb sur le zircon dont la précision est faible. On utilisera une variété des minéraux (l'apatite, la rutile, la titanite, la monazite et le zircon) qui ont un grand intervalle des températures de fermeture (closure) (variant de ~400°C à >1000°C) pour caractériser les histoires de refroidissement des échantillons et là où cette question est essentielle pour la compréhension des tectoniques régionales. Le Professeur Parrish a publié un article scientifique très essentiel sur cette méthodologie générale et il a suffisament d'expertise de répondre à ces questions avec succès.

(v) Les études d'origine

Pour les échantillons qui nécessitent l'identification de leur provenances, on appliquera notre experience considérable et les méthodes avancées pour caractériser

cette provenance. La plupart des études anciennnes ont appliqué des méthodes de faible précision SHRIMP sur le zircon. Notre approche est d'utiliser LA-ICP-MC-MS sur des zircons individuels et des minéraux détritiques (p.ex. les inclusions de la monazite dans le grenat détritique) pour obtenir des précisions d'âge équivalentes ou mieux que la datation SHRIMP pour la majorité des cas, et de compléter ces données avec une datation TIMS de précision plus haute des grains individuels. En plus, nos développements récents nous permettent de dater des cristaux individuels du zircon et de déterminer l'âge modèle isotopique Hf des mêmes grains. Par conséquent, ils permettent non seulement de déterminer un âge mais aussi la résidence crustale de chaque minéral détritique. Cet approche est très supérieur à la caractérisation de la distribution d'âge d'un seul minéral. Le personnel de NIGL (Professeur Parrish, Dr Horstwood, Dr Noble) ont mis au point plusieurs méthodes combinées de ce genre et ils les ont appliqué aux terranes différents dans le monde entier.

(vi) La datation des évenements de déformation et le mouvement sur les zones de cisaillement

Par la séléction prudente sur le terrain des échantillons, qui contrainnent des évenements de déformation sur une échelle régionale (par la collaboration avec les collègues du Madagascar/BGS/USGS), nous allons déterminer l'âge de ces évenements par l'application des méthodes de datation appropriées aux échantillons en question. Notre approche ici n'est pas seulement de concentrer sur le zircon, mais utiliser une gamme complète des minéraux pour résoudre la question. Le Professeur Parrish a en particulier plus de 20 ans experience de la conception des méthodes et des études de conduite contraindant les évenements de déformation pour les terranes métamorphiques déformés dans le temps et à un haut degré de précision.

(vii) La quantité et l'envergure du travail

Comme les objectifs détaillés du travail isotopique ne sont pas encore identifiés (mais selon les termes de références et les familiarités avec la base de données géoloqiques et isotopiques du Madagascar), il est clair que les questions résumées au dessus doivent être discutées dans les blocs A,B,F qui forment la base de l'offre joint entre BGS/USGS. Un nombre approximatif de 75 échantillons a été spécifié pour la datation par le système U-Th-Pb et environs ~10 échantillons alcalins ou basaltiques seront datés à l'aide de 40Ar-39Ar ou U-Th-Pb (soit la géochimie de la roche totale ou les minéraux accessoires). Le personnel du NIGL participera dans la collection des échantillons sur le terrain pour s'assurer que les meilleurs échantillons soient collectés et que BGS/NIGL effectueront la datation de ce programme durant le projet comme spécifié au dessus. Le travail entendu est résumé comme suivant:

Les visites de terrain par Prof. Parrish et Dr Horstwood pour aider dans la collection appropriée des échantillons.

75 échantillons de roches précambriennes seront datés à l'aide de la méthode ID-TIMS, LA-ICP-MC-MS ou la méthode de la microsonde ionique SHRIMP sur un ou plusieurs minéraux accesoires. Au même temps, on essayera de garder les coûts dans un niveau raisonable et de trouver une réponse aux questions posées. Les âges modèles Nd de toutes les roches ignées et méta-sédimentaires (parmi les 75 échantillons collectés) seront aussi déterminés et les mesures isotopiques Hf sur le

zircon seront déduits dans plusieurs cas.

La dataion de 10 échantillons ignés des roches basaltiques ou alcalines (comme spécifie dans les termes de réferences) à l'aide d'une des méthodes suivantes: la méthode U-Th-Pb si les minéraux accessoires appropriés (le zircon, la baddeleyite, la titanite, etc.) sont disponibles ou la méthode 40Ar-39Ar de chauffage en échelon si la sanadine, hornblende ou le mica frais sont disponibles ou la méthode 40Ar-39Ar de la roche totale s'ils sont suffisament frais.

(viii) La valeur ajoutée

Notre équipe fournira les âges modèles Nd de toutes les roches appropriés et datées à l'aide de la méthode U-Th-Pb. Pour les échantillons désignés pour la détermination de provenance, on mésurera les âges modèles Hf sur les zircons individuels et les âges des grains des minéraux individuels. On appliquera les méthodes de datation à plusieurs minéraux accessoires de tous les échantillons s'elles puissent améliorer la fermeté de l'interprétation, par exemple, la monazite et le zircon pour la cristallisation ou plusieurs minéraux accessoires pour caractériser l'histoire de refroidissement / métamorphisme.

Notre approche, de l'application d'une gamme intégrée et détaillée des méthodes de datation sur une grande variété de roches, guarantira le succès dans la résolution des questions du projet en ce qui concerne le contexte géologique (l'âge de cristallisation, la provenance de sédiments, l'âge de l'abondance du métamorphisme, l'âge de l'histoire de refroidissement, l'histoire de la résidence crustale des grains détritiques et des roches...). Cet approche n'est pas probablement offert par les autres laboratoires associés avec les autres entreprenurs du projet. Par consequent, cet aspect est un facruer important qui renforce l'offre du BGS-USGS.

d) Pétrographie et Chimie Minérale

Un total de 800 sections minces normales et 200 sections polies seront préparées pour une description pétrographique / identification et analyse minérale.

Des échantillons seront sélectionnés et soumis au laboratoire en deux phases à la fin de chaque saison de terrain. Ceux-ci seront proportionnés entre les deux zones de levé principales, unités tectono/lithostratigraphiques et lithodémiques et les roches de types représentatives. On soulignera les types de roches qui donneront le maximum d'information sur les conditions protolites, métamorphiques et l'évolution pétrogénétique. La premiere phase consistera d'environ 40% du nombre total afin de permettre une plus grande flexibilité dans la sélection à la deuxième phase, une fois le travail de terrain est terminé.

Tous les 200 échantillons sélectionnés pour une analyse chimique de toute la roches datation radiometrique +/- seront soumis à une étude pétrographique.

Les 200 sections minces polies seront divisées en (i) assemblage de minéraux formant des roches – pour la plupart des silicates (pour une variété d'études y compris des études détaillées paragénétiques et P-T), et (ii) assemblages de minéraux aurifères

(pour déterminer les phases métallifères et leurs inclusions). Les sections métallifères pourraient inclure des graines d'or montées (filon et placer) pour une analyse microchimique pour caractériser des populations d'or.

L'objectif initial de tout le travail pétrographique est de déterminer les noms correctes pétrographiques. Il est essential qu'une approche systématique bien rigoureuse soit adoptée sur le terrain ainsi qu'au laboratoire. Tous géologues adhèrerons à des lignes directrices afin d'assurer une comparabilité directe des lithotypes.

Ces données seront entrées dans une banque de données pétrographiques qui sera liée à une banque de données fournissant des détails de l'emplacement, du cadre, de l'unité lithostratigraphique / lithodémique, assocaiés au types de roches, etc. Les attributs suivant s'y retrouveront:

Identification unique (fournit un lien aux banques de données apparentées)
Numéro d'échantillon / lame mince
Type de plaque
Nom pétrographique familier
Nom péetrographique systématique
Code lithologique
Texture / microstructures
Granulométrie
Minéraux majeurs (avec pourcentage modale estimé)
Minéraux mineurs (avec pourcentage modale estimé)
Minéraux accessoires
Paragenèse
Minéraux d'alteration
Type d'alteration
Minéralisation
Photomicrographie
Microanalyse des minéraux
Géochimie de roche entire
Susceptibilité magnétique
Determination isotopique
Commentaire

Ces paramètres dans italix lieront avec les autres bases de données. Chaque description du petrographique sera accompagnée par les microphotographies dans lumière polarisée plane et sous nicols traversées. Les images du microchimiques scannees et prises par le microprobe de l'électron de sections sélectionnées qui montrent la distribution d'éléments clés seront aussi incluses.

e) Les etudes métamorphiques

Les études métamorphiques seront utilisées pour la synthèse et l'assemblage des données anciennes et les placer mieux dans un nouveau contexte géologique. Tous les terrains géologiques de Madagascar ont une grande variété lithologique incluant les pélites, les calcschistes et des roches métamafiques qui sont appropriées à l'indication du grade métamorphique et les études hypsométriques. Elles permettront aussi de

comparer les systèmes chimiques indépendents et la détermination experimentale de leurs paramèteres.

Le point du départ de ces nouvelles études sera des échantillons bien localisés at avec un contexte géologique et structural bien détaillé et, si approprié, des informations d'orientation sur le terrain. Ceci est essentiel pour l'établissement d'une liaison crédible entre les observations microscopiques, les analyses et les structures cartographiques et de terrain. Les lames minces seront composées des lithologies clés pour établir l'assemblage minéralogique complet, équilibré ou déséquilibré, et les indications de polymétamorphisme. Les analyses des microstructures sera effectuée pour l'établissement de la chronologie de la croissance minérale avec le respect des évenements de la déformation, et en particulier la chronologie de la formation des porphyroblastes avec le respect du développement du plissement et la foliation. Ces méthodes sont nécessaries pour la caractérisation complète des évenements métamorphiques et de déformation enregistrés dans les terranes polymétamorphiques. Cette étude permettra la sélection des échantillons les plus frais et d'un potentiel plus approprié et utile pour les analyses de la microsonde électronique. Les analyses seront effectués à l'aide de l'instrument Cameca SX50 au BGS à Nottingham par un personnel très experimenté dans l'analyse du silicate et les minéraux de minerais. Notre procédure d'analyse des micas et des amphiboles incluent toujours la détermination de la Fluorine. Les études incluront la caractérisation normale des minéraux et des études hypsométriques spécifiques.

Les études hypsométriques reposent sur les analyses des assemblages équilibrés des minéraux pour fournir des résultas fiables. Cet exercice n'est pas toujours simple et direct. Les grains de minéraux adjacents sont probablement très proches de l'équilibre et ils peuvent enregistrer la phase de déclin du métamorphisme et même les évenements rétrogrades, mais pas le pic du métamorphisme qui est plus intéressant. Les noyaux des grains peuvent donner des estimations de température et de pression (P-T) plus hautes mais il est incertain qu'ils sont plus équilibrés. Notre pratique normale est l'analyse des noyaux et des auréoles des grains et faire des scans lignés à travers les phases porphyroblastiques et, dans certains cas, la production des cartes microchimiques pour l'évaluation de l'équilbre probable. Les profiles de zonage peut être modélisé, dans certains cas, pour donner une estimation de l'évolution de P-T. S'il y a plusieurs types de textures d'un espèce minéral, tous les types seront analysés et la la signification de toute variation sera évaluée. Tous les analyses seront basés sur les scans des lames minces et les micrographes numériques des grains étudiés.

Les données collectées seront utilisées pour calculer les températures et les pressions en utilisant des thermomètres paires de minéral et les baromètres appropriés sur la composition apparente comme le grenat-pyroxène, le grenat-cordiérite, le grenat-hornblende, le grenat-biotite et l'orthopyoroxène-clinopyroxène dans les roches mafiques. Les programmes tel que 'Thermocalc' seront utilisés pour estimer les températures à partir de la totalité des assemblages minéralogiques. C'est notre pratique de calculer les paires minérales individuelles plutôt que les compositions moyennes car elles donnent une indication meilleure de l'équilibre probable et une indication plus réelle de la distribution et la validité des conditions calculés. Nous portons plus d'attention aux composants 'supplémentaires' dans les minéraux qui peuvent affecter la certitude et la fiabilité des pressions et des températures entendus.

Certaines types de roches aurant une variation durable de la composition fluidale durant le métamorphisme, en particulier, la proportion de CO_2 dans la carbonate et les échantillons à graphite. Ceci peut affecter considérablement les assemblages minéralogiques trouvés et la réflection des conditions métamorphiques dans les roches. Ceci peut rendre certains géothermomètres de ces roches dangereux.

Toutes les études minéralogiques seront liées aux analyses géochimiques de la roche totale pour faciliter l'évaluation des effets de la variation de la composition apparente des minéraux et les assemblages formés. Ceci est un ajout aux informations utilisées pour l'indication des types de roche mère, le cadre tectonique etc.

IV LES ÉTUDES HYDROGEOLOGIQUES

(a) Introduction

Selon les termes de référence, la contribution des hydrogéologues sera dans les trois secteurs suivants:

1. Section 4.1.1: les informations géologiques.

Le consultant compilera les informations hydrologiques, incluant les puits (les souces et les sondages) et les données analytiques correspondantes (les paramèteres hydrogéologiques et hydrologiques). De plus, il compilera les informations sur les réserves naturels (les resources d'eau sousterraine et de surface) et les zones réservées (les régions de recharge).

2. Section 4.1.2: les informations topographiques.

Les informations topographiques doivent contenir les données concernant les infrastructures (les routes du transport, les bandes de terrissage, l'énergie, les resources d'eau etc) de la zone d'étude.

3. Section 4.3: la préparation des cartes et des produits finaux.

Le carte digital des informations hydrogéologiques avec les données de sondages forés et la qualité des eaux dans ces sondages.

Les termes de référence contiennent deux thèmes importants:

1. La première demande est une appréciation totale sur la distribution des eaux souterraines dans les différentes régions du Madagascar. Cette étude inclut une compréhension du development des resources aquifères, y compris les méthodes optimum d'extraction et d'exploitation durable de ces resources. Ceci exige de connaitre les types des données hydrogéologiques nécessaires et comment les collecter durant l'installation des sondages et des puits pour l'évaluation des resources des aquifères.

2. La deuxième est une appréciation totale sur la classification de ces données dans un SIG et leur manipulation pour la production des cartes des nappes phréatiques

convenables pour l'usage dans au niveau régional et pour la planification des projets des eaux souterraines.

Les informations hydrogéologiques obtenues de ces études formeront une source des données supplémentaires – une couche des données hydrogéologiques– pour la production des cartes géologiques au 1:500,000 et spécifiques au 1:100,000.

Les logs géologiques et les échantillons de roches provenant des sondages des eaux sousterraines peuvent fournir des indications sur les zones profondes altérées et latéritiques (comme l'expérience de BGS en SE de Nigeria et du nord de la Tanzanie).

(b) Le contexte général

Dans la région nord du Madagascar, les eaux sousterraine hébèrgées par les roches granitiques et métamorphiques (de faible perméabilité) sont une source importante d'eau pour les commaunités rurales. Dû à leur nature disseminée, les sondages installés dans les villages peuvent être une source très importante des données géologiques surtout dans les régions qui reposent sur des dépôts superficiels épais comme la latérite. Le BGS a démontré les méthodes d'acquisition des données durant les phases des programmes d'exploration et du developpement de l'eau sousterraine rurale effectuées dans plusieurs pays de l'Afrique Sub-saharienne, y compris les terrains du socle cristallin du Précambrien de la Tanzanie, Malawi, Zimbabwe et de Botswana. Ces programmes ont permet de produire un modèle conceptuel des eaux souterraines dans un granite du socle altéré, qui peut être applicable au Madagascar.

Les eaux souterrains hébègées par les roches granitiques du socle se trouvent généralement dans trois zones aquifères principales, qui sont contrôlées en grande partie par la topographie et l'altération: une zone altérée proche de la surface, une zone alterée profonde et une zone fracturée dans le substratum au dessous de la zone altérée. La Figure 28 montre un modèle conceptuel des nappes phréatiques et leur flux dans ces zones dans un profile typique colline-à-vallée dans les terrains du granite-gneiss du socle cristallin.

L'aquifère proche de surface (les unités 1a et 1b) est composé des sables altérées, qui sont souvent en conjonction avec les ferricrêtes et reposent sur des argiles lessivées des sables. La zone peut avoir une épaisseur de quelques mètres. Les zones des Ferricrêtes se developpent souvent sur les sommets et les pentes supérieures des collines, avec des dépôts plus sableux plus loin vers le bas de la colline, qui évoluent à des sols argileux dans les lits dess vallées. Les latérites des côtés de la vallée subissentle ravinement. Cet aquifère est inconfiné et reçoit une recharge abondante durant la saison mouillée. L'eau tend d'écouler rapidement vers le bas de la colline en déchargeant rapidement vers le bas de la vallée sous forme des sources ou des flux de base des rivières. Les sources se trouvent à la base de pentes de la vallée à la jonction entre les sables des bords de la vallée et les argiles du lit de la vallée. Des eaux sousterraines peu profondes sont présentes dans cette zone durant la saison mouillée et pour un mois ou deux d'après. La majorité des puits sont creusés traditionnellement dans cette zone à des profondeurs de 5 à 10 mètres. Vers la fin de la saison sèche, la majorité de ces puits se sèchent ou gardent un peu d'eau à leur base. Les sondages des zones profondes très perméables à latrines fournissent une source d'eau sous terraine très contaminante des eaux de la zone proche de la surface. Par conséquent, il ne faut

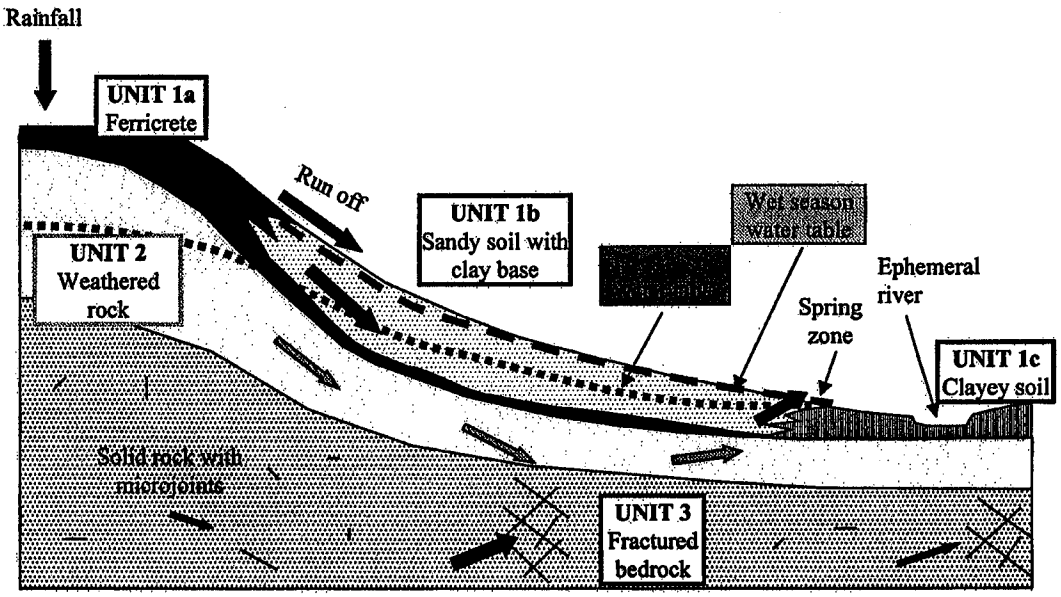


Figure 28 Modèle Conceptuel des eaux sousterraines dans un granite du socle altéré.

pas les creuser dans les environs des points d'eau (sondage, puits, source ou rivière).

Les sols latéritiques (Ferrallites) forment le manteau de la majorité des terrains de la moitié orientale du Madagascar dans les régions de savannah nord et la forêt tropicale centrale. Ils ont une couleur rouge (l'hématite) et jaune (la goéthite) et ils sont des sols très altérés et lessivés avec un grand contenu des argiles kaolinitiques et des oxydes et des hydroxides d'aluminium et de fer. Cettte composition donne aux ferrallites une microstructure stable et forte. Ils se developpent généralement sur des surfaces à faible relief avec des matériaux profonds pré-altérés, qui sont dérivés d'une grande variété de roches mères.

Dans les régions déboisées, ces sols latéritiques subissent une érosion marquée avec la réduction des ravinements ou 'lavakas'. Ces derniers sont formés par l'éffondrement des tunnels de la zone sous-surface peu profonde, qui sont érodés par l'excés de flux de l'eau de recharge durant et après la chute des pluis tropicales. Les tunnels s'éffondrent par la suite laissant un ravinement à côtés aïgues et avec des petites sources à son amont.

Les lits de la vallée sont caractérisés par des dépôts des sols gris et argilleux (unité 1c) qui peuvent avoir une nature kaolinitique à smectitique. Ces structures s'appellent 'Dambos' en Tanzanie et Malawi et des Bas-fonds au Madagascar central, où ils sont plus maricageux que les 'dambos' continentaux.

L'aquifère altéré plus profond (Unité 2) comprend un substratum fracturé et moins altéré juste au dessous des couches d'argiles (kaolin) proches de surface. L'épaisseur de cette zone est variable, mais elle ne dépasse pas 40 mètres. Elle est souvent plus épaisse le long des côtés des vallées et moins épaisse à leur milieu. Elle reçoit une recharge moindre que celle reçu par la zone proche de surface car elle s'inhibe par les horizons argilleux altérés. Les eaux sousterraines tendent de se drainer plus lentement

à travers cette unité et, par conséquent, ces eaux peuvent être disponibles autour de l'année. La transmissivité tend d'être plus haute près du sommet et se décline avec la profondeur – ceci explique le déclin des débits des sondages peu profonds en parallèle avec la diminution des niveaux des eaux durant les saisons sèches.

La zone altérée repose sur des zones linéaires du substratum fracturé (unité 3), qui s'afleurent souvent au dessous des vallées formées le long des zones fracturées. Les zones fracturées ont des épaisseurs et des larguers limités mais elles peuvent avoir une haute perméabilité et contenir des quantités importantes d'eau sousterraine. Cependant, elles reçoivent une recharge limitée car les vallées sont formés généralement par des sols riches en argiles qui inhibent la recharge. Par conséquent, les débits des sondages seront diminués après une certaine période du temps s'ils sont épuisés ou si la recharge est absente.

Le tableau est un résumé de la compréhension actuelle de l'hydrogéologie de la région, en se basant sur les données disponibles. Il sera utilisée pour l'obtention d'une révision du potentiel des eaux sousterraines de chaque unité hydrogéologique dans la région d'étude, y compris tous les indicateurs de la qualité de l'eau sousterraine et une indication des techniques de terrain, qui peuvent s'utiliser pour l'augmentation de la chance de trouver une source convenable des eaux souterraines.

Durant et avant le forage, les données d'enregistrement (comme la géologie, les directions des eaux, les débits des sondages et la qualité de l'eau) seront ajoutées à la base de données hydrogéologiques. Cette dernière sera numérique ou sur papier, avec les localités des sites de sondages marquées sur les cartes ou sur un SIG (le Système d'Informations Géographiques) et les données associées enregistrées sur le papier ou sur des tableaux ou la base de données numériques. Les nouvelles informations seront utilisées pour la mise en jour des cartes, des modèles conceptuel et la table du potentiel des eaux sousterraines afin d'améliorer la compréhension des resources de ces eaux et augmenter le succès des projets du developpement des eaux sousterraines dans l'avenir.

c) La compilation des données hydrogélogiques pour la production des cartes digitales

La compilation des données hydrogéologiques et les autres données associées sera effectuée avec la coopération de la Direction de l'eau et le projet PAEPAR, Ministère de Mines, Antananarivo, dans une série d'étapes comme suivant:

1. LA COLLECTION DES DONNÉES, LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ ET LA MISE À JOUR DES BASES DE DONNÉES DES EAUX SOUTERRAINES.

- L'identification des unités géologiques principales en utilisant une carte géologique régionale. Une grande partie dela région nord du Madagascar repose sur des roches granitiques et gneissiques.
- La localisation des linéations majeures interprétées sur les images satellites – qui peuvent être des zones fracturées hébèrgeant les eaux souterraines.
- La collection des données de ces eaux à partir de toutes les sources disponibles.

- La localisation de tous les points d'abstraction des eaux souterraines avec le GPS et sur les cartes topographiques.
- L'obtention des données hydrogéologiques et hydrochimiques de base.
- La saisie des données dans le système d'information des eaux souterraines (la base de données) et la vérification de la qualité des données avant et après la saisie.

Rendements/résultas

- La connaissance des méthodes de l'organisation du developpement des eaux souterraines
- La distribution des sites d'abstraction des eaux sousterraines
- La compréhension des paramètres hydrogéologiques et hydrochimiques
- La compréhension des procedures des données pour la préparation des cartes
- La mise à jour de la base de données avec des données de bonne qualité

2. L'ANALYSE DES DONNÉES, L'INTERPRÉTATION ET LA PRÉSENTATION À L'AIDE DU SIG

- Le triage et le filterage des données.
- L'analyse des données pour l'identification de la nature et la distribution des aquifères présents.
- L'évaluation des resources des eaux sousterraines disponibles dans les différentes régions.
- La présentation des paramètres combinés à l'aide du SIG
- Les données de bonne qualité
- L'analyse et l'interprétation des résultas
- L'élaboration des ébauches (draft) des cartes des différents combinations des paramètres

3. LA VÉRIFICATION ET LA MISE À JOUR DES RENDEMENTS / RÉSULTAS

- Les visites de terrain pour la vérification des ébauches (draft) des cartes
- L'analyse des données et la ré-interprétation, pour la mise à jour des lots du résultas
- La vérification des résultas
- La mise à jour des résultas

4. LA PREPARATION DES CARTES ET DES RAPPORTS FINAUX DES RESOURCES DES EAUX SOUTERRAINES

- La préparation finale des cartes hydrogéologiques
- La préparation des résultas locales des resources des eaux souterraines
- Les cartes régionales et locales au 1:500,000 et 1:100,000
- Les rapports régionaux et locaux des resources des eaux sousterraines

Pour une étude complète de l'hydrogéologie des roches à faible perméabilité du socle cristallin du Précambrien dans un environement mouillé comme le cas au nord et le centre du Madagascar. Les données suivantes sont nécessaires:

- La chute de pluie, l'évaporation, l'hydrologie de la région, les caractères du drainage des ruisseaux et l'inondation
- La décharge des eaux souterraines (sources) et les zones de recharge
- La distribution des types et les structures des roches principales en se basant sur les cartes géologiques existantes et les données de la télédetéction.
- L'interprétation des fractures à l'aide des photos aériennes et satellites
- Les traits de l'altération des roches et la formation des dépôts secondaires proches de surface.
- Les données géophysiques générées durant la localisation des sondages.
- Le forage des sondages et la construction des méthodes utilisées
- Les données obtenues durant le forage et des sondages d'essai.
- Les types et la distribution des systèmes de l'abstraction des eaux souterraines.
- Les fluctuations de la nappe phréatique, actuelles et anciennes, est ce qu'il y avait une survillence/contrôle des mouvement de la nappe phréatique en relation avec la chute des pluies, du flux et d'abstraction à partir des zones faillées et altérées.
- Les zones du potentiel de recharge, est-elle possible sur le lieu.

L'objectif finale du projet sera la production des cartes du developpement des resources des eaux sousterraines du style RUWASA pour le pays entier. La distribution actuelle des données géologiques et hydrogéologiques à Uganda indiquent clairement qu'il est seulement possible de le faire pour certaines régions. Comme un interime, la production des cartes hydrogéologiques comme celles compilées par BGS pour les projets de Nigeria, Ghana et la Tanzanie est possible par l'utilisation des données limitées disponibles. Ces cartes seront un bon outil pour les communautés locales pour la définition des meilleurs méthodes du developpement et l'anticipation des resources des eaux souterraines. Les compagnies du forages et les techniciens travaillant dans ces zones seront formés sur les méthodes de la collection des données suffisantes pour la production des cartes détaillées du style RUWASA dans l'avenir.

V LES QUESTIONES DU MILIEU DE L'ENVIRONMENT ET LES ÉTUDES GÉOMORPHIQUES

a) Introduction

La géomorphologie du Madagascar détient un rapport direct avec la roche de fond et la géologie de surface, le passé tectonique, le climat et la végétation locale. Une analyse de l'interaction de ces facteurs formera la clef à l'étude géomorphologique et en soulignera l'impact sur les systèmes courants et passés du paysage. Par exemple, l'interaction des systèmes fluviaux, la géologie de la roche de fond et du levé seront étudiées afin de déterminer les dépots de graviers aurifères. De plus, la végétation et son enlèvement du paysage sera étudiée pour déterminer son impact sur les régions montagneuses (tels que la ravinement / les glissements de terrains) et l'érosion / la déposition du littoral.

La télédétection est l'outil idéal pour la cartographie de la géomorphologie et de la végétation dans les divers terrains du Madagascar. Il est a noté que celle-ci n'est pas au lieu de la cartographie de terrain mais elle permet un travail plus efficace en fournissant des cartes de reconnaissance et d'interprétation.

Divers satellites reçoivent des images qui peuvent être utilisées pour distinguer la géomorphologie et la végétation. Les satellites conseillés pour ce projet sont les Landsat ETM$^+$ et JERS. Des images de ces deux détecteurs de satellite se trouvent ci-dessous pour illustrer la méthodologie proposée pour ce projet de cartographie. La méthodologie, en résumé ci-dessous, a été rafinée par le personnel du BGS sur des terrains ressemblants au Madagascar tels que la Guyane et la Papouasie-Nouvelle-Guinée.

L'œil humain perçoit selon une gamme assez étroite du spectre électro magnétique, entre environ 0.4µm et 0.7µm . Le détecteur Landsat reçoit des images selon la gamme de vision humaine mais il y a aussi des bandes dans l'infrarouge qui sont traitées par un logiciel avancé pour relever les caractétistiques d'intérêt. Un logiciel de traitement d'images digitales est utilisé afin de relever l'information contenu dans l'imagerie satellite. L'imagerie radar JERS fournit des informations supplémentaires concernant la structure du paysage (en même temps que de pénétrer tout nuage et autre aspect atténuant de l'atmosphère). Elle est ainsi très utile au géomorphologue. Le Landsat et JERS seront fusionnés afin de fournir une image hybride avec les qualités positives des deux détecteurs. Voyez figure

b) Méthodologie en bref

Le Landsat ETM et l'imagerie radar JERS formeront le pivot de l'interprétation géomorphologique. L'ombrage dans le Landsat et la structure inhérente dans le radar fournissent de l'information 3D à un interprète expérimenté mais ceci sera soutenu par une mission de radar de navette (SRTM) pour les données topographiques qui seront utilisées pour produire des vues de perspective virtuelle du pays ageet de modèle au relief retouché. L'échelle maximum d'interprétation de ces données est d'environ 1:100.000 et si une cartographie plus détaillée est nécessaire il faudra acquérir une imagerie satellite spatiale de hauteur ou la photographie aérienne verticale stéréoscopique. En fait, il est conseillé que même pour les échelles de plus de 1:100.000 le projet devrait être équippé de la photographie aérienne si elle peut être obtenue puisqu'elle s'est toujours montrée très utile auparavant pour la cartographie géomorphologique, géologique et de risques.

Le traitement d'images digitales sera entrepris pour relever les structures géomorphologiques et la végétation. L'imagerie Landsat et l'imagerie radar JERS seront traitées et interprétées individuellement ainsi que fusionnées pour faire usage des forces de chaque type d'image. L'information cartographique actuelle et les séries de données (géologiques et topographiques) seront intégrées à l'imagerie avec un Système d'Information Géographique (SIG) avant interprétation. L'interprétation sera exécutée sur écran d'ordinateur avec la technique 'heads up'et des copies dures de graphiques avec des grilles de cartes seront produites à échelles convenables pour usage en tant que notes de terrain en conjonction avec le GPS.

Une expérience dans un terrain géomorphologique semblable tel que la Papouasie-Nouvelle Guinée et la Guyane a démontré que l'imagerie radar est un outil fort dans la cartographie géologique régionale, et les données JERS en échantillon pour cette

méthodologie le confirme. Il existe trois zones géomorphologiques principales au Madagascar 1) le Plateau Central, 2) la Côte Est 3) le Plateau Bas et les Plaines de l'Ouest et chacune possède des caractéristiques et procéedés géomorphologiques bien différents. Ces zones sont clairement visibles dans la figure 7.

Figure 30 montre comment une traverse de la côte est (Zone B) se montre sur l'imagerie Landsat et détient une couche de géologie raster transparente dessus pour information. En commençant à l'ouest il y a un escarpement majeur qui a une forêt bien établie poussant sur des dépots latéritiques. Le bord à l'est de l'escarpement est traversé d'érosion fluviale qui découpe la face de la falaise. La portion centrale démontre clairement la capacité de Landsat de relever les caractères structurales dans les roches de fonds et montre comment les systèmes fluviaux suivent de préférence la route définie par la géologie des roches de fonds comme ils découlent vers l'est. Une forêt tropicale épaisse, des lagunes et des baies côtières dominent le tiers est de l' image.

Les procès d'érosion et de déposition sont inquiètants au Madagascar. L'élèvement et le déboisement finissent par une érosion rapide et des glissements de terrains. Voyez Figure 31. L'emplacement du déboisement sur l'imagerie aidera à prévoir les taux d'érosion et l'impact sur l'environnement et la société. Figure 32 démontre que l'érosion à Tangorombohitr Ankarana sur la côte du nord ouest (Zone A) peut être relevée sur une image satellite accompagnée de la déposition marine de sédiments qui en suit.

Les systèmes de courants et de relictes fluviaux ont laissé des dépots de traces de pierres précieuses et minéraux lourds au Madagascar. Clairement l'imagerie peut aider l'imagerie radar en général n'est pas affectée par les nuages et comme elle est monochrome elle est meilleure pour montrer les données de hautes fréquences linéaires telles que les failles et les fractures. En fusionnant ces deux séries de données nous pouvons incorporer leurs forces relatives dans une image hybride. Figure 10 est l'image Landsat 457 de la Zone A, avec le radar en supplément comme

Figure 29 Une traverse de la côte est (Zone B) se montre sur l'imagerie Landsat dans bandes 457 en RVB. Zone de forêt bien établie poussant sur des dépots latéritiques (brun fonce) ; l'escarpement est traversé d'érosion fluviale (orange et rouge) ; forêt tropicale épaisse, des lagunes et des baies côtières dominent le tiers est de l' image (bleu)

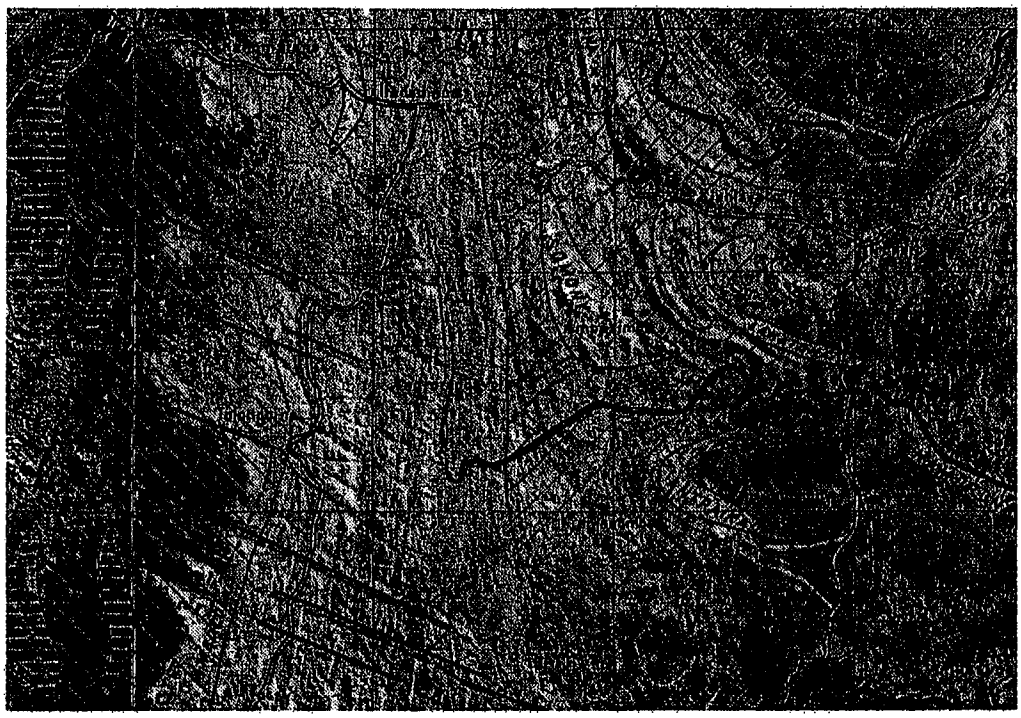


Figure 30 Image ETM Landsat de la côte est du Madagascar. Les bandes 4,5,7 recouvertes d'une cartes raster de géologie. La barre échelle est de 5km à travers.

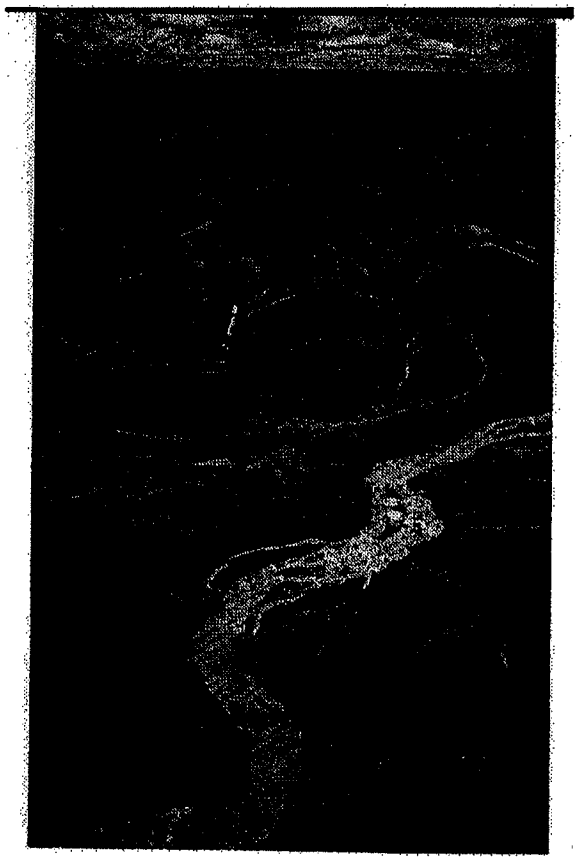


Figure 31 Les procès d'érosion et de déposition dans l'Ouest de Madagascar

Figure 32. Imagerie Landsat à couleur réelle de la côte ouest du Madagascar montrant l'érosion de la terre et les dépositions marines ainsi que le transport de sédiments. La barre échelle à de l'image à droite est de 2kms

couche de base fournissant une structure de plus ey la capacité de nier tous nuages caractéristiques des climats tropicaux.

Équipment portable de terrain.

Il a été dit que des copies dures de graphiques de l'imagerie seront utilisées sur le terrain pour les emplacements et les notes de terrain. Il est aussi conseillé le géomorphologue/expert de télédétection soit fourni d'un laptop équippé d'un logiciel de traitement d'images de sorte que d'autres traitements et interprétation puissent être entreprisent sur le terrain. Détection de dépositions du courant fluvial, mais quand intégré à une analyse de l'enlèvement il peut être utilsé pour discerner des traces de 'fossiles'.

Une des faiblesses des données Landsat est qu'elles sont touchées par la dispersion atmosphérique et l'atténuation, voire, elles ne peuvent pas 'voir' à travers les nuages.

References

Besairie, H., 1966. Gîtes mineraux de Madagascar. Annales Géologiques de Madagascar, Fascicule XXXIV, Tananarive (two volumes) 437p + 93p.

Besairie, H., 1968-1971. Description géologique du massif ancien de Madagascar. Document Bureau Géologique Madagascar. no. 177. no. 177a: centre nord et centre nord-est; 177b: région côtière orientale; 177c: région centrale- système de graphite; 177d: région centrale - système du Vohibory; 177e: le sud; 177f: le nord. Bureau Géologique Madagascar, Antananarivo.

B.R.G.M., 1985. Or (In Madagascar). Partial Report filed at the library of the Service Géologique, Antananarivo, 329-350p.

Buchwaldt, R., Tucker, R.D. and Dymek, R.F., 2003. Geothermobarometry and U-Pb Geochronology of metapelitic granulites and pelitic migmatites from the Lokoho region, Northern Madagascar. American Mineralogist, 88: 1753-1768.

Campbell, S.D.G. and Pitfield, P.E.J., 1994. Structural controls of Gold Mineralization in the Zimbabwe Craton - Exploration Guidelines. Zimbabwe Geol. Surv. Bull. 101, 270pp.

Collins, A.S., 2000. The Tectonic Evolution of Madagascar: Its place in the East African Orogen. Gondwana Research, 3: 549-552.

Collins, A.S., Fitzsimons, I.C.W., Hulscher, B. and Razakamanana, T., 2003a. Structure of the eastern margin of the East African Orogen in central Madagascar. Precambrian Research, 123: 111-133.

Collins, A.S., Johnson, S., Fitzsimons, I.C.W., Powell, C.M., Hulscher, B., Abello, J. and Razakamanana, T., 2003b. Neoproterozoic deformation in central Madagascar: a structural section through part of the East African Orogen. In: M. Yoshida, B. Windley and S. Dasgupta (Editors), Proterozoic East Gondwana: Supercontinent Assembly and Breakup. Special Publication of the Geological Society, London, 206, pp. 363-379.

Collins, A.S., Kröner, A., Fitzsimons, I.C.W. and Razakamanana, T., 2003c. Detrital Footprint of the Mozambique Ocean: U/Pb SHRIMP and Pb Evaporation Zircon Geochronology of Metasedimentary Gneisses in Eastern Madagascar. Tectonophysics, 375: 77-99.

Collins, A.S., Razakamanana, T. and Windley, B.F., 2000. Neoproterozoic extensional detachment in central Madagascar: implications for the collapse of the East African Orogen. Geological Magazine, 137: 39-51.

Collins, A.S. and Windley, B.F., 2002. The Tectonic Evolution of central and northern Madagascar and its place in the Final Assembly of Gondwana. Journal of Geology, 110: 325-340.

Colvine, A.C., Fyon, J.A., Heather, K.B., Marmont, S., Smith, P.M. and Troop, V.G., 1988. Archaean lode gold deposits, Ontario. Ont. geol. Surv. misc. Paper 139, 136pp.

Coutinho, M.G.N. and Alderton, D.H.M., 1998. Character and genesis of Proterozoic shear-zone-hosted gold deposits in Borborema Province, northeast Brazil. Trans. Inst. Min. Metall., Sect. B. 107, B109-B119.

de Wit, M.J., Bowring, S.A., Ashwal, L.D., Randrianasolo, L.G., Morel, V.P.I. and Rambeloson, R.A., 2001. Age and Tectonic Evolution of Neoproterozoic ductile shear zones in southwestern Madagascar, with implications for Gondwana studies. Tectonics, 20: 1-45.

Fernandez, A. and Schreurs, G., 2003. Tectonic Evolution of the Proterozoic Itremo Group metasediments in central Madagascar. In: M. Yoshida, B. Windley and S. Dasgupta (Editors), Proterozoic East Gondwana: Supercontinent Assembly and Breakup. Special Publication of the Geological Society, London, pp. 381-399.

Fernandez, A., Schreurs, G., Villa, I.M., Huber, S. and Rakotondrazafy, M., 2003. Age constraints on the tectonic evolution of the Itremo region in Central Madagascar. Precambrian Research, 123: 87-110.

Fitzsimons, I.C.W., Collins, A.S., Hulscher, B. and Kinny, P.D., 2004. Sutures, shear zones and multiple tectonic events in the East African Orogen: SHRIMP U-Pb monazite

and zircon constraints on the timing of metamorphism in Western and Eastern Madagascar. In: T.R.K. Chetty and Y.J. Bhaskar Rao (Editors), International Field Workshop on the Southern Granulite Terrane. National Geophysical Research Institute, Hyderabad, India, pp. 13-15.

Foster R.P., and Piper, D.P., 1993. Archaean lode gold deposits in africa: Crustal setting, metallogenesis and cratonization. Ore Geology reviews, 8, 303-347.

Goncalves, P., Nicollet, C. and Lardeaux, J.-M., 2003. Finite strain patterns in Andriamena unit (north-central Madagascar): evidence for late Neoproterozoic-Cambrian thrusting during continental convergence. Precambrian Research, 123: 135-157.

Groves, D.I., Barley, M.E., Barnicoat, A.C., Cassidy, K.F., Fare, R.J., Hagemann, S.G., Ho, SE., Hronsky, J.M.A., Mikucji, E.J., Mueller, A.G., McNaughton, N.J., Perring, C.S., Ridley, J.R. and Vearncombe, J.R., 1992. Sub-greenschist to granulite-hosted Archaean lode-gold deposits of the Yilgarn craton: a depositional continuum from deep-sourced hydrothermal fluids in crustal-scale plumbing systems. Geology Dept. (Key Centre) and Univ Extn., Univ. Western Australia Publ. 22, 325-337.

Groves, D.I. and Foster, R.P., 1991. Archaean lode gold deposits. *In:* R.P. Foster (ed.) Gold metallogeny and exploration. Blackie and Son Ltd., 63-103.

Ho, S.E., 1987. Fluid inclusions: their potential as an exploration tool for Archaean gold deposits. Geol. Dep. Univ. Ext., Univ. Western Australia Publ., 11, 239-263.

Hodgson, C.J., 1993. Mesothermal lode-gold deposits. *In*: R.V. Kirkham et al. (eds) Mineral Deposits Modelling. Geological Association of Canada, 635-678.

Hottin, G., 1976. Présentation et essai d'interprétation du Précambrien de Madagascar. Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 2nd series, IV: 117-153.

Jourde, G., 1971. Essai de synthèse structurale et stratigraphique du Précambrien malagache. Compte Rendu Sociète Géologique France: 59-70.

Jourde, G., Rasamoelina, D., Raveloson, S.A. and Razanakolona, J., 1974. Geological map of the Milanoa-Vohemar area, W33-X33, 1:100000. Service Géologique de Madagasikara, Antananarivo.

Jourde, G., Razanakolona, J., Rasamoelina, D. and Raveloson, S.A., 1967. Geological map of the Betsiaka-Antanamboa-Ampisikinana area, V.32-X-32. 1:100000. Service Géologique de Madagasikara, Antananarivo.

Kröner, A., Hegner, E., Collins, A.S., Windley, B.F., Brewer, T.S., Razakamanana, T. and Pidgeon, R.T., 2000. Age and Magmatic History of the Antananarivo Block, Central Madagascar, as Derived from Zircon Geochronology and Nd Isotopic Systematics. American Journal of Science, 300: 251-288.

Lacroix, A., 1921-23. Minéralogie de Madagascar, Paris, 1755 pp.

Lardeaux, J.M., Martelat, J.E., Nicollet, C., Pili, E., Rakotondrazafy, R. and Cardon, H., 1999. Metamoprhism and tectonics in southern Madagascar: an overview. Gondwana Research, 2, 355-362.

Martelat, J.E., Lardeaux, J.M., Nicollet, C. and Rakotondrazafy, R., 1999. Exhumation of granulites within a transpressive regime: an example from southern Madagascar. Gondwana Research, 2, 363-367.

Martelat, J.-E., Lardeaux, J.-M., Nicollet, C. and Rakotondrazafy, R., 2000. Strain pattern and late Precambrian deformation history in southern Madagascar. Precambrian Research, 102: 1-20.

Martelat, J.E., Nicollet, C., Lardeaux, J.M., Vidal, G. and Rakotondrazafy, R., 1997. Lithospheric tectonic structures developed under high-grade metamorphism in the southern part of Madagascar. Geodinamica Acta, 10: 94-114.

Nédélec, A., Bouchez, J.-L. and Grégoire, V., 2003. Quartz fabric evidence for early Pan-African penetrative east-directed shearing in the Itremo Supracrustal Group of central Madagascar. Terra Nova, 15: 20-28.

Nédélec, A., Ralison, B., Bouchez, J.-L. and Grégoire, V., 2000. Structure and metamorphism of the granitic basement around Antananarivo: A key to the Pan-African history of central Madagascar and its Gondwana connections. Tectonics, 19: 997-1020.

Paquette, J.-L., Moine, B. and Rakotondrazafy, M., 2003. ID-TIMS using the step-wise dissolution technique versus ion microprobe U-Pb dating of metamict Archean zircons from NE Madagascar. Precambrian research, 121: 73-84.

Paquette, J.-L. and Nédélec, A., 1998. A new insight into Pan-African tectonics in the East-West Gondwana collision zone by U-Pb zircon dating of granites from central Madagascar. Earth and Planetary Science Letters, 155: 45-56.

Pili, E., Sheppard, S.M.F. and Lardeaux, J.-M., 1999. Fluid-rock interaction in the granulites of Madagascar and lithospheric correlations in East Gondwana. Gondwana Research, 2: 341-350.

Pili, E., Sheppard, S.M.F., Lardeaux, J.M., Martelat, J.E. and Nicollet, C., 1997. Fluid flow vs. scale of shear zones in the lower continental crust and the granulite paradox. Geology, 25: 15-18.

Peters, S.G., Bawiec, W.J., and Sutphin, D.M., eds., 2003, Pre-Assessment of Madagascar's Undiscovered Nonfuel Mineral Resources: U.S. Geological Survey Administrative Report, 169 p. 6 tables, 4 figures, and 13 plates, with tract sheets and CDROM.

Premoli, C., 1995. Mineral Potential of Central Africa: an Australian overview. African Mining '95. The Institution of Mining and Metallurgy, London, pp499-514.

Pretorius, A.I., Van Reenen, D.D. and Barton, J.M., Jr., 1988. BIF-hosted gold mineralization at the Fumani Mine, Sutherland greenstone belt, South Africa. S.Afr. J. Geol., 91, 429-438.

Rambeloson, A.R., 1999. Gold in Madagascar. Gondwana Research, 2, 423-431.

Santosh, M. and Collins, A.S., 2003. Gemstone mineralization in the Palghat-Cauvery region, Madagascar. Gems and Gemmology, 32, 80-99.

Tabeart, C.F., 1987. Controls on deposition of gold, copper and bismuth at Renco Mine, Zimbabwe. Afr. Min., Inst Min. Metall., London, 347-363.

Torsvik, T.H., Ashwal, L.D., Tucker, R.D. and Eide, E.A.P.R., 2001a. Geochronology and paleomagnetism of the Seychelles microcontinent: The India link. Precambrian Research, 110: 47-59.

Torsvik, T.H., Carter, L.M., Ashwal, L.D., Bhushan, S.K., Pandit, M.K. and Jamtveit, B., 2001b. Rodinia refined or obscured: palaeomagnetism of the Malani igneous suite (NW India). Precambrian Research, 108: 319-333.

Tucker, R.D., Ashwal, L.D., Hamilton, M.A., Torsvik, T.H. and Carter, L.M., 1999a. Neoproterozoic silicic magmatism of northern Madagascar, Seychelles, and NW India: clues to Rodinia's assembly and dispersal. Geological Society of America , Abstracts with Programs, 31(7): 317.

Tucker, R.D., Ashwal, L.D., Handke, M.J., Hamilton, M.A., Le Grange, M. and Rambeloson, R.A., 1999b. U–Pb geochronology and isotope geochemistry of the Archean and Proterozoic rocks of north-central Madagascar. Journal of Geology, 107: 135-153.

Tucker, R.D., Ashwal, L.D. and Torsvik, T.H., 2001. U-Pb geochronology of Seychelles granitoids: a Neoproterozoic continental arc fragment. Earth and Planetary Science Letters, 187: 27-38.

Windley, B.F., 1995. The Evolving Continents, 3rd ed. Wiley, Chichester.

Windley, B.F. and Razakamanana, T., 1996. The Madagascar-India connection in a Gondwana framework. In: M. Santosh and M. Yoshida (eds) The Archaean and Proterozoic terrains in southern India within East Gondwana. Gondwana Res.Group Mem., 3, 25-37.

ANNEXE 1

LES GISEMENTS AURIFERES DE MADAGASCA

L'or a été trouvé sans la plupart des régions du socle Précambrien cristallin de Madagascar (Rambeloson, 1999). Les indices de l'or filonienne primaire sont présents dans les roches de l'Archéen et Proterozoïque comme remplacements disseminés stratiformes épigénétiques, stockworks et systèmes filoniennes de coupure. La plupart de ces dépôts de l'or primaire de Madagascar appartiennent à la classe d'or du filon mesothermale dépose comme defini par Hodgson (1993). L'or epithermal est présent dans association avec les roches Phanerozoïques ou leurs contacts avec les ceintures Précambriens (e.g. Betsiaka, Andavakoera district) et peut produire aussi près centres volcaniques de roches Cenozoïques (Peters et al., 2003).

Historiquement, le total production enregistré de l'or de Madagascar est approximativement 150 tonnes, tout ont derivé de dépôts de <10 tonnes et principalement de dépôts d'alluvial et d'eluvial. Douze principaux groupes de dépôts de l'or filonienne et d'alluvial sont présents, neuf de qui mensonge dans Madagascar du nord et central. Les tableaux 7 et 8 en résument quelques-uns des traits des dépôts de l'or primaire dans chacun des neuf districts auriferes.

C'est evident de la Figure 16 qu'il y a un rapport spatial clair entre gisements/ indices filoniens d'or et des structures de premier ordre; l'existence la plus notable en ce qui concerne le suivre:

(i) Indices d'or d'Ampasary-Mananjary le long de mur de la zone de suture de Betsimisaraka.
(ii) Indices d'or de Maravato-Grigri, de Maevatanana et de Tsaratanana le long d'où près le contact chevauchant basal de la nappe de Tsaratanana.
(iii) Indices d'or d'Antsirabe et d'Ambosita près de la zone de cisaillement d'Angavo et la ceinture de distension des granites 'stratoid'.

Là aussi paraît être un groupe de gisements/indices d'or le long d'où près du contact chevauchant basal du Groupe d'Itremo dans le bloc d'Antananarivo légèrement à l'extérieur des regions A et B du projet. Les indices d'or filonienne dans la partie de l'est du district aurifere d'Antananarivo peuvent être associés avec une extrapolation du nord d'un faille de détachement affaisé à l'ouest plus tardif (Windley and Razakamanana, 1996; Collins, 2000). Ce détachement est une expression du crustal supérieure d'effondrement de distension répandue de l'orogen de Madagascar, comme indiqué dans le bloc d'Antananarivo par rétrogradation aqueuse de faciès granulite à l'faciès d'amphibolite, intrusion des granites et pegmatites tardifs portent gemmes (de Wit et al., 2001).

Caractéristiques et descriptions des gisements d'or primaires dans le Precambrien de Madagascar (Besairie, 1966; BRGM, 1984; Premoli, 1996 and Peters et al., 2003) sont semblable aux dépôts dans les domaines productifs de l'Archéen et du Paleoproterozoïque.

Les caractéristiques unifiants de ce style de mineralization incluent le suivre:

- Les gisements The deposits sont de quartz filonien de bas contenu du sulfures
- Ils se produisent dans roches de tous les ages qui incluent les domains des haut métamorphisme haut mais sont trouvés dans l'Archéen le plus communément.
- À une échelle régionale les gisements sont associés spatialement avec les zones de cisaillement et failles majeurs et petites intrusions felsiques.
- La plupart des minéralisations sont hoté par, et invariablement associés avec zones de cisaillement et failles inverses de pendage pronounces.
- Les minéralisation peuvent se presenter dans la plupart des types de roches et typiquement amener la forme de felons de quartz, zones de'écrasement, stockworks et disseminations dans zones hautement tectonisés.
- Les minéraux associés incluent pyrite, moin communément pyrrhotite, sulfures de métals de base, arsénopyrite, tourmaline et molybdénite

District aurifere	Cadre géologique	Structures	Types de gisement	Mineralisation	Production historique
Andavakoera (Betsiaka)	Roches sedimentaires du permien a triasique du bassin de Diego sus-jacent sur les groupes Protero-zoïques d'Andriba et de Daraina-Milanoa du bloc de Bemarivo	Zone de direction nord-este le long du contact basale avec filons de quartz concordant déplacé par faille tranversales de direction nord-ouest. Réseaux de failles / fractures d'extension	Filons epithermales à épontes avec textures de remplissage de fissures ouverts; stockworks et tuf silicieux de source chaude hydro-thermale? dans les roches sediment-taires au-dessus	Quartz et baryte avec sulfures de metals de base (chalcopyrite, galena et sphalerite) et or natif (qualité 800 fine). Pas zonation	Periode principal de production 1909-1926. Développement à –55m avec une totale de 17km de exploitation souterrain Teneur 3-300g/t (Av 20g/t) Production c.7 tonnes incluant placers
Andrarona	Plutons sous-alcalines que faire intrusion dans les roches d'Archéen tardif (granites, ortho-gneisses et roches migmatitiques	Réseaux de cisaillement ductile-fragile le long des zones de contact	Filons et zones de stockwork de bas sulfurisation en relation à intrusions	Quartz bleuté portent tourmaline rutile, pyrite +/-arsenopyrite containing or (qualitié 850-975)	Tous de exploitation de placer Teneur de mineral primaire (filonienne) 6-30g/t
Tsaratanana Nord	Ceintures de granulite-gneiss Archéen (nappe de charriage) avec complexes mafiques-ultramafiques métamorphisé et métavolcanites mafiques	Filons concordants et gisements stratiformes structuralment controlé dans une region d'un réseau complexe de interference des plis	Filons de quartz-or mesothermales, bas en sulfures	Quartz avec tourmaline, rutile, Ag, Bi, Pb, Mo, Cu, Ba et pyrite; or (qualité 750-900)	Développement à –90m. Teneur c.14g/t avec largeurs des filons de 0.15-0.9m Production d'or filonienne primaire c.92kg
Vavatenina	Zone de suture de Betsimisaraka. Mélange tectonique avec schistes, gneisses, métaultra-mafites et mylonites qui forme le limité du bloc Mesoarchéen d'Antongil	Duplexes, fauille divergents et zones d'imbrication terminal en relation des zones principaux de cisaillement / de faille	Filons et zones de veinules de quartz-or mesothermales, bas en sulfures	Filonettes de quartz+feldspath portant or (qualité 950)	Production <100kg

Tableau 7 Districts auriferes dans le secteur A du projet (Madagascar septentrional). Voir Figure 16 pour les emplacements.

District aurifere	Cadre géologique	Structures	Types de gisement	Mineralisation	Production historique
Maevatanana	Ceinture de granulite-gneiss Archéen (nappe de charriage) avec roches métasedimentaires	Filons concordants et gisements stratiformes controlé structuralment	Filons mesother-males de quartz-or, bas en sulfure; disseminations stratiformes et stockworks dans quartzites ferrugineux		Developpement souterrain a –34m Teneur 18-30g/t avec filons de largeur ≤0.3m; Disseminations c.7g/t Exploitation extensive des placeres Estimated resource c.4 tonnes to 200m depth
Marovato-grigri	Gneisses, amphibolites et gabbroïdes d'Archéen tardif du bloc d'Antananarivo	Réseaux de cisaillement ductile-fragile concordant à subconcordant avec la foliation regionale	Gisements filoniennes mesothermales de quartz-or, bas en sulfures	Quartz avec pyrite et chalcopyrite	Developpement souterrain (galerie à flanc de coteau) à longitude de 400m Production inconnu Teneur 10-15g/t dans filons de largeur 0.35-1.5m et c.1g/t dans un filon lenticulaire de largeur 13m
Atananarivo (Tana)	Roches métasedimentaires (paragneisses) du bloc d'Atananarivo	Réseaux de cisaillement ductile-fragile avec stockworks et disseminations stratiformes	Filons mesothermales de quartz-or, bas en sulfures; dissemina-tions stratiformes et stockworks dans roches ferrugineux et zones graphitiques		Developpement a –25m; 1901-1921 Production (1901-1921) 1.26 tonnes en grand mesure de placers et la region de Itasy-Tsironomandidy dehors secteur B Teneur 1.5-2.0g/t
Ampasary-Mananjary	Zone de suture de Betsi-misaraka a la bordure de secteur Masora du bloc d'Antongil. Mélange tectonique des schistes, gneisses, métaultra-mafites et mylonites	Zones de cisaillement ductile-fragile localement le long des bordures des massifs granitiques	Filons mesothermales de quartz-or, bas en sulfures et disseminations dans zones de cisaillement et les failles divergents	Quartz portant pyrite, arsenopyrite; rare chalcopyrite et galena; Or (qualité 945-995, locale-ment 800 avec haut Ag et Bi)	Production (1901-1921) 8.6 tonnes en grand mesure de placers Teneur 30-80g/t (moyen 50g/t) dans un largeur de 0.2m et un longeur de direction de 4km Quelques dépôts 8-13.5g/t dans 0.15-0.4m
Antsirabe	Gneisses, roches métasedimentaires et migmatitique du bloc d'Antananarivo ouest de la zone de cisaillement d'Angavo	Inflexion de libéré, et failles divergents en relation à zones de cisaillement décrochés	Stockworks meso-thermales de quartz-or, bas en sulfures et remplacements disseminés en relation d'un front migmatitique	Quartz avec pyrite et Or très fin	Developpement souterrain a –45m Production (1901-1921) 1.49 tonnes Teneur bas dans un largeur de 20m Teneurs exploitables dans zones de largeur de 0.5-10m

Tableau 8 Districts auriferes dans le secteur B du projet (Madagascar central). Voir Figure 16 pour les emplacements

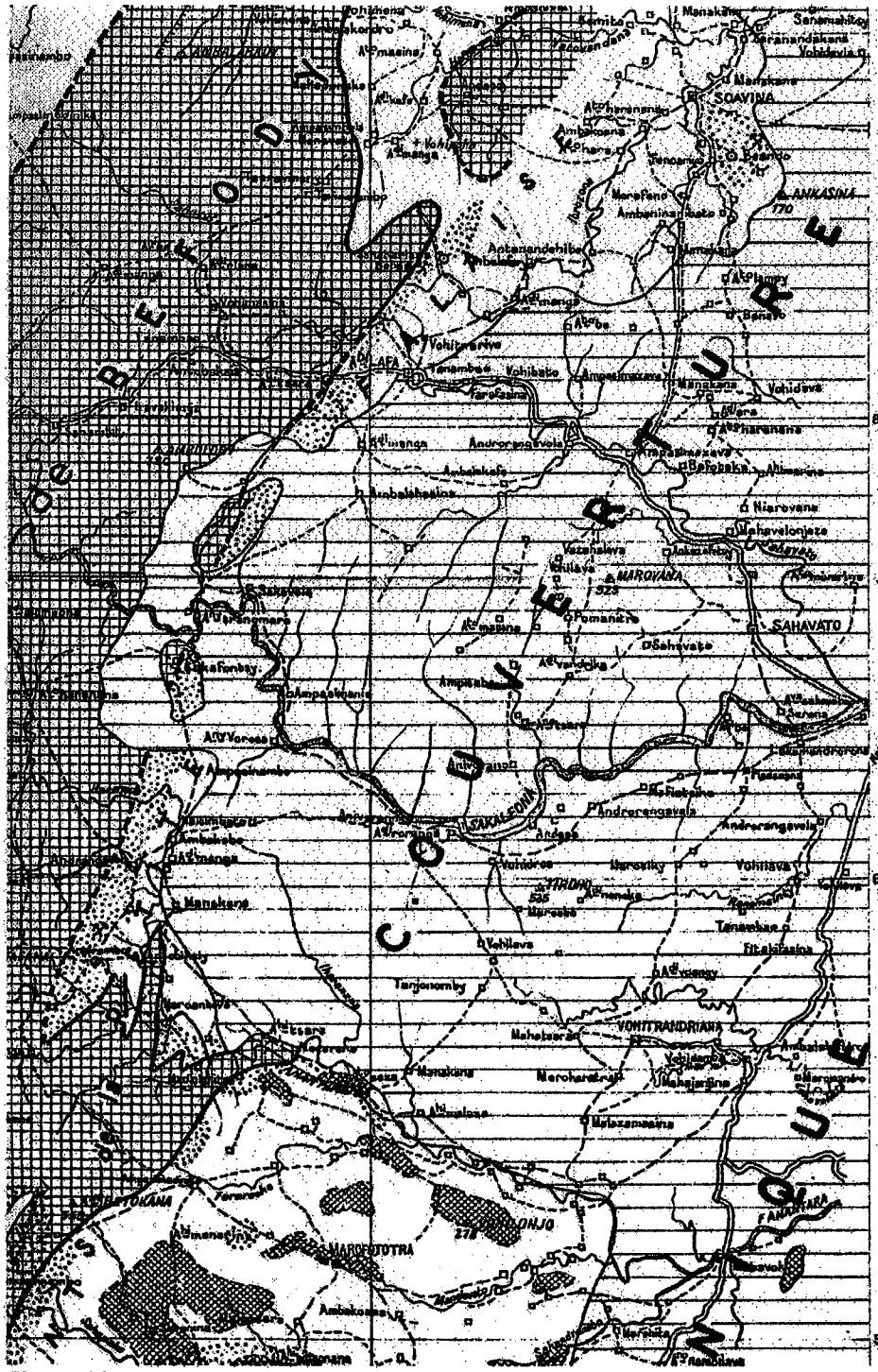


Figure 33 Extrait d'une carte au 1:200,000 preparé par H de la Roche (1952) 'Structure regionale et repartition des gisements dans le region aurifere de Mananjary'. Étude géologique de la region aurifere de Mananjary, Madagascar. Rapport des travaux du Bureau Géologique No 49 (Publ. 1953). Notez la zone aurifere de Petite Falaise (ornament du point rouge) et 'recherches filonniennes' (symbols des mines) dans les schistes le long du contact cisaillé de l'est du massif granitique de Befody dans la zone de suture de Betsimisaraka.

CONTROLE STRUCTURALE DE LA MINERALISATION AURIFERE

Dans le cadre du modèle génétique généralement admis de dépôt en veine Archéen, il est reconnu qu'un amas de dépôt aurifère se présente à travers une large variété de milieu métamorphique, et que les caractéristiques des dépôts, particulièrement ceux de type structural, sont une fonction du niveau de métamorphisme. Groves et al., (1993) ont fait valoir qu'il y a un continuum de croûte génétique de dépôt de veine aurifère s'étendant dans la croûte de moins de 5 km à > 20 km. Les gisements montrent une tendance structurale lourde, allant de structures friables dans les domaines de faciès de schistes vertes, en passant par des structures- hôtes friables-malléables dans les domaines de faciès de schistes vertes, à des structures hôtes malléables d'amphibolite à grade inférieur de faciès granulite (e.g. Colvine et al., 1988).

L'or associé à l'altération hydrothermale était, soit synchronisé avec un pic de métamorphisme, soit dans le cas de terrains de haut grades, sur imprima l'assemblage minéral du pic métamorphique e.g. la ceinture Sutherland Greenstone de Kaapvaal craton (Pretorious et al., 1988) et la Mine de Renco (>20 tonnes d'or) dans les roches de faciès granulite de la ceinture du Limpopo Mobile, Zimbabwe (Tabeart, 1987).

Résumé des traits caractéristiques et contrôles de minéralisation aurifère mésothermale

La plupart des minéralisations aurifères méso thermale se présente comme des grains libres, pris dans des sulphide dans des veines cisaillées (veines emprisonnées dans des zones de cisaillement), mais aussi comme or emmêlé dans du sulphide dans des zones de cisaillement. Des systèmes tendus veines/fractures, des accumulations complexes et des remobilisations de sulphide éparpillé sont aussi localement développés. Le contrôle de minéralisation par plissement est également important, là où les plissements sont à l'intérieur, ou adjacents aux zones de déformation, ou sont développés dans des domaines de moindre tension entre zones de cisaillement majeur et zones de déformation. Dans le contexte de plissement de séquences multi couches, l'or se présente dans des poches plissées et le long de limbes cisaillés.

Les structures minéralisées s'étendent de la série entière des types cinématiques allant de glissement abrupt ou oblique, en passant par poussée en avant ou des mouvements raides inverses, jusqu'à des fautes normales ou des zones de cisaillements. Quelques unes de ces structures peuvent se développer de manière synchrone avec les mouvements des zones de déformation majeure ou l'emplacement des granitoïdes contemporains, tandis que dans d'autres cas la réactivation de systèmes structuraux antérieurs peut être en cause. Dans tous les cas, la minéralisation est interprétée comme ayant eu lieu tardivement dans l'évolution structurale.

L'influence locale des contrôles lithologiques sur la distribution des structures et de l'or est aussi reconnue. Les zones de cisaillement porteuses d'or sont situées communément le long de contacts lithologiques et spécialement là où il y a un haut degré de contraste de composition.

L'or est typiquement localisé:

1- Soit dans les veines ou zones de cisaillement du second ou d'un ordre supérieur, incluant les ensembles liés à l'intérieur, ou adjacents aux zones de cisaillement/déformation du premier ordre.
2- Soit sur des sites particulier le long des zones de cisaillement associées à des duplications, inflexions, en échelon/segmentation, contrastes lithologiques, vestiges de pression, plissements liés à des cisaillements, etc.

Stratégie pour une approche structurale de délinéation des périmètres prospectifs pour l'or et pour d'autres gisements métallifères contrôlables structuralement.

Il a été reconnu depuis longtemps dans les terrains Précambrien l'importance des zones de déformation majeure et de cisaillement, des bouleversements de premier ordre et des fautes se détachant (généralement d'une longueur de centaines de kilomètres) comme principal cheminement conduisant aux fluides hébergeant des minerais.
A Madagascar, il y a une relation spatiale démontrable entre ces structures majeures et les présences connues d'amas d'or. Ces structures s'étirent communément en épaisseur sur une centaine de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres .Des zones de déformation prononcées comme la zone de suture Betsimisaraka serait favorable à démontrer le cloisonnage hétérogène de zones à efforts intenses (mylonites / phyllonites) alternant avec et enveloppant des blocs intra cisaillement à faible efforts relativement.

L'identification/ la délinéation de discontinuités structurales et l'élucidation de leur cinématique et de l'histoire de leur développement fournissent (i) un cadre espace-temps à l'évolution tectonique et (ii) les contraintes sur les zones les plus prometteuses. Cette première approche atteint les larges zones cibles.

Ces grandes structures seront définies par compilations cartographiques à échelle initiale régionale/ district par l'une ou plusieurs de ce qui suit :

(i) alignements majeurs exprimés par l'imagerie satellite (e.g. Landsat TM)
(ii) discontinuités majeures dans la stratigraphie magnétique (Données aéromagnétiques)
(iii) des ruptures majeures de séquence ou tendance structurale dans une litho stratigraphie cartographiée régionalement
(iv) des changements brusques dans le style de déformation ou degré et type de magmatisme

Les ages relatifs de ces structures peuvent être déduits de :

(i) leur orientation régionale, leur linéarité et sens du mouvement
(ii) accolement à un tronc commun, transsection et/ou déplacement d'une zone vers une autre
(iii) juxtaposition relative de terrains/ blocs d'âge et/ ou de grade métamorphique différents relations avec d'autres structures (plissements, fabriques planes ou linéaires) et/ou magmatisme

L'expérience partout ailleurs dans d'autres milieux Précambriens a montré que ces structures du premier ordre ne sont pas de manière omniprésente minéralisées, et que les gisements économiques d'or sont associés à des structures d'un ordre plus élevé ou proche d'elles. Ceci peut être le reflet d'une canalisation de fluide plus précise et une propagation moins cohérente de cisaillements friables- malléables subsidiaires, par opposition à de grand volume et de flux de fluide plus diffus de zones de cisaillement/ déformation majeur. Les structures internes porteuses d'or se développent communément comme le résultat de réactivation des structures friables malléables du premier ordre et spécialement s'il y a un changement dans l'orientation du stress du champ profond. Les structures externes porteuses d'or montrent rarement une connection physique avec les cisaillements majeurs et les zones de déformation.

Ces éventails de fautes minéralisées et zone de cisaillement géométriquement reliés se développent communément dans les méandres et virages le long des structures. Ainsi, tandis que les zones de cisaillement du premier ordre et les fautes fournissent une base générale pour la sélection de cible à l'intérieur d'une zone, une exploration plus ciblée peut être atteinte avec une compréhension plus détaillée de :

(i) la géométrie des dépôts de minerai et leurs contrôles structuraux spécifiques locaux
(ii) la cinématique des structures majeures, leur histoire tectonique et l'évolution du régime du stress du champ profond
(iii) la relation géométrique et temporelle précise entre structures minéralisées et déformation de la croûte et zones de cisaillement.

Analyse structurale des zones de cisaillement/ déformation et application à l'exploration minière

Etant donné (a) l'importance des fautes et des zones de cisaillement/ déformation dans la localisation des gisements épigénétiques de minerai, (b) la reconnaissance de structures d'échelle régionale et leur importance fondamentale dans l'évolution et le développement du sous-sol, et (c) jusqu'à maintenant la relative absence d'enregistrement systématique de ces structures du premier ordre et de celles qui sont minéralisées et leur sont liées, une partie de l'acquisition de données de terrain devant se concentrer sur l'élucidation de ces structures en termes de géométrie, cinématiques et histoire de leur déformation.

Examen d'affleurement, analyse structurale devraient apporter des informations sur les systèmes de stress ayant opéré, le sens du cisaillement/ déplacement, la distribution des stress et les processus de déformation.

Les paramètres importants à enregistrer comprennent:

(i) l'orientation, la nature et les dimensions des zones de fractures
(ii) l'orientation des structures aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des limites des zones de fractures (foliations, formation d'espace plane, linéarité, fautes, veines, etc)
(iii) compensations apparentes, rotations de structures et autres indications du sens du mouvement (i.e. utilisation d'indicateurs cinématiques)
(iv) mesures sur des marqueurs adéquats de contraintes (initialement objets sphériques ou ellipsoïdaux) pour détermination fine de contrainte.

Indicateurs cinématiques utilisés pour déduire l'orientation des fractures :

(i) mesure de tension par entaille de veines (surtout dans les systèmes friables-malléables ou réactivation semi friable de fracture/ zones de déformation malléables)
(ii) orientations de fractures synthétiques et antithétiques Reidel (principalement dans les systèmes friables ou semi- friables)
(iii) lissage ou rainurage de fautes planes (applicable aux structures friables)
(iv) Directions des foliations, particulièrement l'inflexion/ la rotation des structures
(v) Relations C et S des structures (i.e. la direction de la schistosité entre les surfaces de fracture)
(vi) Direction des bandes de fracture S-C' (ou structure C- prime) dans les régimes malléables et friables-malléables. Ils sont comparables aux fractures R1 dans les systèmes friables
(vii) Cohérence de l'asymétrie du plissement
(viii) Rotation des structures à l'intérieur de la zone de fracture
(ix) Boudinage asymétrique (couches, lentilles, granulats, cristaux, etc.... atténués, cassés ou déplacés)
(x) Pression associée aux porphyroclasts et leur rotation (de forme σ et δ)
(xi) Asymétrie de séries de noeuds présentes

Ces indicateurs qui dépendent de critères asymétriques sont souvent équivoques et beaucoup d'observations sont nécessaires avant que l'orientation des fractures puisse être établies de manière certaine. Etant donné l'aspect multi mouvements des histoires de plusieurs zones de fractures, les indicateurs cinématiques peuvent donner des résultats conflictuels. Dans de telles situations les indicateurs friables et friables-malléables sont apparus généralement plus tard dans l'histoire que ceux qui se sont développés sous les conditions malléables.

Cibler les structures minéralisées de zone de fracture

L'utilisation de l'analyse structurale pour prédire les sites favorables à l'accumulation minérale hydrothermale exploite le concept de base que les fluides de minéralisation vont migrer préférentiellement vers des endroits à faible contrainte (stress) moyenne durant les déformations régionales. C'est pourquoi les plis et les intersections de fractures sont hautement prospectifs. Ainsi dan les zones où dominent des contre fractures abruptes, les moindres sections de dépression se comportent comme des poches de libération. Les sites antidilatation tendent à donner plus de minéralisation diffuse.

Le ciblage détaillé dépend d'une interprétation plus sophistiquée de la structure régionale avec un accent sur l'interprétation de l'environnement structural particulier qui entoure le dépôt minéral.
En ce qui concerne les zones de fracture et les fautes, sont concernés :
(i) Inflexions prononcées dans la zone de fracture/ de faute
(ii) Ecartements par rapport à la zone de fracture
(iii) Intersections de fractures et fautes individuelles à l'intérieur d'une zone, ou intersections avec d'autres zones de fracture du premier ou second ordre.
(iv) Imbrication d'écartements aux confins de zone de fracture

(v) Segmentation en échelon et duplex
(vi) Plissement à l'intérieur ou adjacent à la zone de fracture

Des lithologies spécifiques et des contrastes lithologiques dans et de manière adjacente aux zones de fracture e.g. proximité de la zone de fracture par rapport à des roches mafiques ou ultra mafiques en particulier dans le gneiss granitoïde, proximité de la marge de pluton granitoïde ; roches ferrigineuses (formation fer), séquences multi couches, etc.

En ce qui concerne les plissements:

(i) Particulièrement plissement en forme de nez et cisaillement axial
(ii) Cisaillement disloqué ou faute asymétrique
(iii) Association d'axes de faute avec des intrusions felsique, suggérant des structures volcano- tectoniques
(iv) Plissement, enchevêtrement de substrats felsique, mafiques, clastiques et/ou BIF
(v) Traces de plissement axial parallèle aux marges de granitoïde voisin

En particulier les plissements et les séquences multi couches génèrent des environnements en dilatation favorables à la localisation de gisements hydrothermaux.

En ce qui concerne les plutons granitoïdes :

(i) Contacts entre roches de compétence contrastante sub- parallèle aux marges du granite
(ii) Fautes/ zones de fractures, radiales relativement au granite de contact
(iii) Eventails concentriques d'intrusions felsiques à côté des granitoïdes
(iv) Structures en dôme à côté des granitoïdes et particulièrement le long de batholithes exposés

Cibler à une échelle locale devient plus un problème tri dimensionnel qu'une exploration régionale. Des considérations additionnelles doivent être ajoutées :

(i) Relever les formes *en échelon* de veines, les fractures, les fautes, et les minerais connus
(ii) Conjuguer les ensembles d'entailles en tension et les veines de fractures
(iii) Association des fracturations et veines avec les phénomènes tectoniques
(iv) Veines en extension dans les axes principaux de stress compressant, là où des veines en position peu profonde ou subhorizontale se trouvent
(v) Relation entre présences connues de minerai avec les linéarités tectoniques
(vi) Ecartements des zones de fracture, plissements et courbures contrôlant le développement de déposition de minerai

Conclusion

Les synthèses régionales du cadre structural d'un endroit utilisant la télédétection est une première approche vitale pour en évaluer son potentiel, et en plus pour permettre de mettre en exergue de possibles corridors cibles liées aux zones de fractures et

fautes du premier ordre, aux plissements et aux intrusions granitoïdes. Une base plus détaillée pour la sélection de cibles peut être donnée par la reconnaissance de schémas structuraux spécifiques et de combinaisons lithologiques qui sont propice à la minéralisation hydrothermale et particulièrement l'or. L'hétérogénéité des structures, l'évolution structurale et les unités lithologiques à l'intérieur de Madagascar semble apporter un grand nombre et une grande variété de sites potentiellement minéralisés. L'utilisation de la géologie structurale pour définir les zones prospectives (Tableau 6) doit être considérée comme complétant plutôt que remplaçant les autres méthodes (e.g. géochimie) et les traits d'évidence (e.g. auréoles d'altération).

	Programme et activité	Interprétation structurale
1	Evaluation régionale impliquant la revue des cartes géologiques existantes, des données aéromagnétiques, des cartes tectoniques et structurales, de la littérature publiée, des rapports et thèses non publiés	Synthèse structurale. Mise en évidence des ruptures et alignements structuraux majeurs. Information sur l'histoire structurale.
2	Interprétation par télédétection utilisant le satellite multispectral et l'imagerie Radar ainsi que l'imagerie aerogéophysique.	Identifier le cadre structural du premier ordre, les zones de fractures, les plissements majeurs, les intrusions et la distribution principale des associations lithologiques
3	Mise en relation avec la distribution de présence connue d'or (y compris l'or alluvionnaire).	Identifier l'association spatiale et possiblement structurale entre présence d'amas connus d'or et le cadre structural
4	Réaliser les traverses des structures du premier ordre et examiner quelques affleurements localisés dans l'espace et connus d'amas d'or	Vérifier les zones de fracture; obtenir le schéma de la structure interne de zone de fracture; confirmer la relation/contrôle structural général des gisements aurifères
5	Réévaluer l'imagerie et interpréter les photos aériennes (si disponibles)	Identifier les cibles structurales favorables à la minéralisation
6	Réaliser l'interprétation structurale sur le terrain et examiner les affleurements connus d'amas d'or dans où à côté des zones cibles	Interpréter les relations cinématiques aux grandes structures et prédire la (les) direction(s) potentielle(s) des structures porteuses d'or dans les zones cibles
7	Elaborer un programme adéquat d'exploration des traverses géochimiques / géophysiques en relation avec l'interprétation de minéralisation structuralement contrôlée.	
8	Mettre en œuvre le programme d'exploration et contnuer les observations structurales	Interpreter la nature et la direction des structures possiblement porteuses d'or; réviser le modèle structural si nécessaire.

Tableau 9. Organigramme pour une exploration aurifère régionale intégrée systématique iloliquant l'analyse structurale (adapté de Campbell et Pitfield, 1994)

PHASE 3: PRÉPARATION DES PRODUITS FINAUX

Après les campagnes de terrain, il sera procédé à la préparation des cartes et des produits finaux des levés. Nous proposerons la structure de la base de données adéquate qui sera soumise à l'approbation du PGRM et les Ingenieurs conseilles.

Dressage des documents cartographiques analogiques

Nous envisageons la production des cartes au 1/2 000 000, 1/1 000 000, 1/500.000 et 1/100.000 selon la manière suivante:

- Le matériel topographique de base fera l'objet d'un retraitement informatique. Les couches d'information vectorielle, qui en seront extraites, seront re(digitalisées) et incorporée aux données géologiques de la carte finale dans le SIG.
- Les tracés linéaires géologiques seront saisis à partir de manuscrits fournis par des géologues ou directement à travers la saisie numérique de données sur le terrain . Cette saisie se fera par la visualisation des originaux et par numérisation sur écran, dans la mesure du possible ou, le cas échéant, par numérisation sur table digitante. Les données vectorielles déjà en format digital, p.ex. disponibles directement à partir d'images de télédétection interprétées et données aerogéophysiques, seront également incorporées.
- Les tracés linéaires seront épurés, des polygones seront formés et des couleurs seront attribuées selon la légende stratigraphique définie. Le texte, la symbolique et les annotations marginales seront ajoutés. Quatre épreuves couleurs (tirage sur papier) seront fournies en vue d'une vérification par la PGRM et le DMG.
- Les corrections nécessaires seront faites et une épreuve couleur finale sera fournie en vue d'homologation avant impression définitive du nombre requis de chaque carte.

La préparation et la production des tirages papier au 1/100.000 et des versions digitales des cartes géologiques commenceront dans le premier trimestre qui suit la première campagne de terrain principale. La deuxième partie de cette production cartographique, qui comprend des cartes géologiques, des cartes échantillonnage et des cartes avec les observations de terrain se fera après la premiere et deuxième campagne de terrain.

Documents digitaux

Les données des cartes numériques en format SIG, utilisées pour l'impression des cartes analogiques, seront remises a la PGRM sur CD-ROM Toute référence aux formats digitaux prendra en compte les spécifications suivantes:

- Les caractéristiques géologiques, lithologiques et lithostratigraphiques, structurales (pendage et direction des couches, orientation des axes de plis, linéations, etc.) seront présentés en couches digitales pertinentes séparées, codées et avec les attributs selon les spécifications de la banque de données du SIG.
- On s'assurera que les données géologiques, structurales et afférentes sont en concordance avec les données de la topographie et des infrastructures.

- La carte géologique digitale remise sera liée avec les bases de données des affleurements (lithologie, structure, minéralisations),des échantillons prélevés et des résultats d'analyses de laboratoire.

Rapports

L'étape définitive de production des cartes au 1/100.000, des cartes d'échantillonnage, des cartes des observations de terrain et des cartes géologiques aura lieu approximativement après la reprise de la seconde phase des travaux de terrain. Cela se fera en parallèle avec la finalisation des cartes gîtologiques et géologiques au 1/500.000. Les rapports accompagnant les cartes géologiques seront également complétées. La base de données avec les indices minéraux géoréférenciés sera finalisée après le démarrage de la deuxième campagne de terrain.

Tous les produits documentaires seront révisés par le Consultant. La liste des produits finaux sera présentée à la PGRM à la fin du Projet lors d'un atelier de travail. Les observations, modifications et amendements aux cartes et aux rapports, décidés de commun accord avec la PGRM, seront notés et les corrections appropriées seront faites. Les produits révisés seront envoyés à la PGRM pour vérification et, par la suite, soumis à la DMG pour approbation finale.

Tous les plans, cartes, bases de données, dessins, spécifications, études, rapports, autres documents et logiciels, compilés ou acquis pour le compte du Projet, seront remis à la DMG qui en demeurera le propriétaire, de même que, tous les droits d'auteur seront transféres de juro au nom de la DMG.

Nous proposons néanmoins de conserver un jeu complèt des documents et logiciels dans nos archives pour des raisons de sécutité à long terme (perte, destruction, etc...) sous-entendu qu'aucun des deux partenaires de notre association ne pourrons les utiliser pour d'autres fins que les objectifs du Projet sans autorisation préalable de la DMG.

Nous recommandons que tous les produits de documentation élaborés dans le cadre de ce projet soient également livrées sur CD-ROM en format de lecture Adobe Acrobat PDF *(Portable Document Format)* parce que :

- ce format est universel et compatible avec tous les environnements informatiques existants ;
- les fichiers peuvent être lus et manipulés avec le progiciel de consultation gratuit Adobe Acrobat Reader ;
- l'indexation, la recherche et des liens rapides entre des cartes et des sections particulières des textes peuvent être intégrés ;
- des aides-mémoire et des icônes peuvent être incorporées afin de faciliter la navigation du contenu du CD
- ce format garde en outre la qualité originale du produit imprimé, y compris des cartes, coupes et figures
- Acrobat ajoute également des éléments d'interactivité, des aides à la navigation, d'indexation et de recherche qui augmentent l'utilité du produit comme moyen de recherche et d'acquisition d'information

Les produits définitifs

Les produits définitifs qui seront livrés à la fin des services comprendront:

- Cartes digitales (vectorielles) d'échantillonnage (analyses chimiques, datations, analyse pétrographiques, etc.). Les cartes digitales seront accompagnées d'une banque de données géoréférencée contenant les coordonnées des échantillons, la formation géologique á laquelle appartient l'échantillon, la description lithologique macroscopique de l'échantillon, le type d'analyses effectuées et les résultats, les photos, etc.
- Cartes digitales (vectorielles) des observations de terrain accompagnées d'une banque de données géoréférencées contenant un résumé des observations de terrain réalisées.
- Cartes digitales (vectorielles) géologiques finales au 1 :500.000éme et au 1.100.000éme, y compris les légendes.
- Cartes digitales (vectorielles) métallogéniques á l'échelle 1 :500.000 et 1 :1.000.000, y compris les légendes.
- Cartes digitales (vectorielles) métamorphiques á l'échelle 1 :500.000 et 1 :2.000.000, y compris les légendes.
- Cartes digitales (vectorielles) des lignes structurales, des linéations d'étirement et des couloirs de cisaillement á l'échelle 1 :100.000éme.
- Cartes digitales (vectorielles) tectoniques á l'échelle 1 :500.000 et 1 :1.000.000, y compris les légendes.
- Cartes digitales (vectorielles) de prédiction des gisements á l'échelle 1 :500.000 et 1 :1.000.000 y compris les légendes.
- Cartes digitales (vectorielles) géomorphologiques de synthèse á l'échelle de 1 :500.000.
- Coupes structurales.
- Trois copies papier et une copie digitale (format traitement de texte, avec l'édition réalisée et prête pour l'impression) des notices explicatives régionales. Une notice seulement sera préparée par groupe de feuilles correspondant á des régions définies sur la base des environnements géologiques. En plus des sections habituelles (pétrologie, tectonique, géochronologie, etc.) une attention spéciale sera portée á Zonage géo - tectonique et délimitation des domaines tectono - métamorphiques.
- Implications métallogéniques de ce zonage. Modèles métallogéniques applicables á la zone de travail et leurs relations avec les différentes lithologies et/ou contextes tectono - métamorphiques.
- Estimation préliminaire des ressources potentiellement disponibles.
- Evolution géomorphologique et néo - tectonique de la zone de travail (y compris le domaine de la plate-forme continentale) en relation avec le potentiel de formation de gisements sédimentaires (alluvionnaires et sous-marins) d'or et de pierres précieuses.
- Base de données actualisées et géoréférencées avec les observations de terrain correspondant aux indices de gisements métalliques et industriels.
- Cartes digitales contenant les caractéristiques environnementales des différentes formations géologiques (influence de la composition du substratum sur les paramètres environnementaux).
- Carte digitale d'information hydrogéologique avec les données des forages réalisés et de la qualité de l'eau dans ces forages.

- Fichiers digitaux contenant toute l'information alphanumérique et graphique complémentaire des données géologiques et nécessaire pour l'interprétation et l'exploitation multisectorielles des données géologiques (délimitation des zones de réserves et parcs naturels, informations appliquées á l'utilisation des sols, risques géologiques, etc.).
- Rapport final des services, qui contiendra un résumé de toutes les activités développées pendant l'exécution du projet ainsi qu'une description spécifique des avancées les plus notables par rapport au niveau des connaissances au début du projet.

E. COMPOSITION DE L'EQUIPE ET RESPONSABILITES DE SES MEMBRES

COMPOSITION DE L'EQUIPE ET RESPONSABILITES DE SES MEMBRES
Personnel technique/ gestion **(experts internationaux)** **Zone Nord**

Nom	Poste	Attributions
P Pitfield	Chef de projet, Zone Nord	Géologue. Organisation des tâches; supervision des travaux de terrain; rapports et produits finaux
K Bonel	Gîtologue	Etudes sur les gîtes minéraux et industriels et contexte géologique ; production des cartes métallogéniques
E O'Connor	Expert en télédétection	Traitement et analyse de données du satellites; production des interprétations géologiques
A Walker	Géophysicien	Traitement et interprétation des données radiométriques et magnétiques; formateur
T Kusky	Géologue structuraliste	Effectuera cartographie géologique, géologie structuraliste, synthèse tectonique; formateur
S Diehl	Pétrographe	Analyse pétrographique à la géologie économique et aux gisements minéraux
J Ridgway	Expert géochimiste	Géochemiste (roches). Organisera le programme d'échantillonnage fluvial géochimique analyses de laboratoire et l'interprétation des résultats
P Tucci	Hydrogéologue	Il compilera toutes les données existantes sur les cartes hydrologiques de zone des études et toutes les informations sur sondages, points d'eau et puits. Enregistrement des données dans une base de données géo-référencées
C Jordan	Expert en environnement et Geomorphologue	Il fera des études du geomorphologiques qui utilisent données du teledetection et information de terre; Il fera des interprétations de terrain et données du biotope de l'environnement
P Chirico	Expert SIG et cartographie digitale	Il fera l'intégration de données géologiques avec le SIG, développement de cartes dérivées, et construction de produits SIG
A Collins	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes légendes, coupes et rapports : Traitement et analyse de données du satellites en terrain
J Mendum	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
E Gonzalez	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
K Goodenough	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
G Walsh	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
R Tucker	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports ; il surveillera la collection d'échantillons pour datation de l'âge
K Howard	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
J Encarnacion	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
P Hackley	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
W Burton	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports

COMPOSITION DE L'EQUIPE ET RESPONSABILITES DE SES MEMBRES

Personnel d'appui

Nom	Poste	Attributions
Prof Brian Windley	Consultant	Le conseil scientifique
Prof Randell Parrish	Consultant	Géochronologue
Prof Théodore Razakamanana	Consultant	Participation à la compilation des données. Conseiller scientifique

COMPOSITION DE L'EQUIPE ET RESPONSABILITES DE SES MEMBRES
Personnel technique/ gestion (experts internationaux) Zone Centre

Nom	Poste	Attributions
R Thomas	Chef de projet, Zone Centre	Géologue. Organisation des tâches; supervision des travaux de terrain: production des rapports et produits finaux
C Taylor	Gîtologue	Etudes sur les gîtes minéraux et industriels et contexte géologique ; production des cartes métallogéniques
J Mars	Télédétection	Traitement et analyse de données du satellites ; production des interpretations géologiques
R Peart	Géophysicien	Traitement et interprétation des données radiométriques et magnétiques; formateur
D Schofield	Géologue structuraliste	Effectuera cartographie géologique, géologie structuraliste, synthèse tectonique; formateur
M Styles	Pétrographe	analyse pétrographique à la géologie économique et aux gisements minéraux
C Johnson	Géochimiste	Géochemiste (roches). Organisera le programme d'échantillonnage fluvial géochimique analyses de laboratoire et l'interprétation des résultats
J Davies	Hydrogéologue	Il compilera toutes les données existantes sur les cartes hydrologiques de zone des études et toutes les informations sur sondages, points d'eau et puits. Enregistrement des données dans une base de données géo-référencées
J Harden	Experte en environnement et géomorphologie	Il fera des études du geomorphologiques qui utilisent données du teledetection et information de terre; il fera des interprétations de terrain et données du biotope de l'environnement
J Mankelow	Expert en SIG et cartographie digitale	Il fera l'intégration de données géologiques avec le SIG, développement de cartes dérivées, et construction de produits SIG
A Tahon	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes légendes, coupes et rapports : Traitement et analyse de données du satellites en terrain.
J Jacobs	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
G Leslie	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
R Smith	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
B Kilnck	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
R Key	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
J Ford	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports ; il surveillera la collection d'échantillons pour datation de l'âge
J Conrad	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
D O'Leary	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
F Maldonado	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports
D Tragheim	Géologue de terrain	Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports

COMPOSITION DE L'EQUIPE ET RESPONSABILITES DE SES MEMBRES

Personnel d'appui

Nom	Poste	Attributions
Prof Brian Windley	Consultant	Le conseil scientifique
Prof Randell Parrish	Consultant	Géochronologue
Prof Théodore Razakamanana	Consultant	Participation à la compilation des données. Conseiller scientifique

F. MODELE DE CURRICULUM VITAE (CV) POUR LE PERSONNEL SPECIALISE PROPOSE

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Chef de projet, Zone Nord
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Mr Peter Eric John Pitfield**
Profession :	Géologue cartographe
Date de naissance :	23 avril 1949
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	30 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Associé de la Société Géologique (Londres)
Accréditation professionnelle en tant que géologue expert (C. Geol 1997)

Attributions spécifiques :

Géologue géoscientifique avec 30 ans d'expérience dans le domaine de la géologie structurale et la géologie économique dans le Précambrien et Paléozoïque en Amérique latine, Afrique du Sud, Afrique de l'Ouest, Moyen Orient, Malaisie et Thaïlande.

Organisation et distribution des tâches aux équipes; supervision de l'avancement des travaux de terrain et contrôle de qualité des produits; rapports et comptes rendus auprès du Consultant et du Client. Organisation des visites des experts et mise en place des ateliers de formation.

Principales qualifications :

Expérience très large en Afrique, Amérique Latine et Asie de la gestion et la réalisation de campagnes géologiques, de l'assistance technique pour l'exploration des minerais, des études de recherche et de développement au profit d'institutions, de la formation et du transfert de technologie. Spécialiste de la cartographie géologique, structurale et thématique (par exemple granitoïdes) à des échelles entre 1:250 000 et 1:25 000, et de l'exploration des minerais et de l'exploration géochimique, pour des études d'évaluation géologiques, tectoniques et métallogéniques au **Zimbabwe**, en **Bolivie**, en **Equateur**, en **Thaïlande**, au **Sri Lanka**, en **Egypte** et en Grande-Bretagne. Bonne expérience des études géologiques et de la gestion de projet, ainsi que de l'organisation et de l'exécution des programmes de formation (y compris des programmes de formation sur le terrain). A participé activement à l'exploration et à l'évaluation de gisements d'or très variés, en s'intéressant particulièrement à l'application de la géologie structurale pour l'exploration du gisement d'or Iode.

Formation :

1970 Université de Leeds, Grande-Bretagne - BSc (Hons Chimie et Sciences de la Terre)

1973 Université de Leeds, 1973 MSc Géochimie : etude de troisième cycle sur la répartition des métaux de base et sur la genèse de la zone pyrétique dans la mine de cuivre Avoca, Co Wicklow, Irlande : minéralisation sedex Cu-Zn-Pb-Ag par zone.

Expérience professionnelle

2001–2003: Chef du Projet PRISM-BGS en **Mauritanie**, financé par la Banque Mondial. Cartographe expert de Socle. Géologue économiste et rédacteur principal de cartes géologiques et rapports.

1997–2000: Responsable de projet et géologue économiste en chef du projet PRODEMINCA sous-composant 3.5, financé par la Banque mondiale 2,5 ans : évaluation des districts aurifères en **Equateur**. Ce projet a nécessité la présence permanente pendant deux ans. La valeur totale du projet se montait à 1,6 M $US. Cinq types différents de minéralisation ont été étudiés dans la Cordillère des Andes pour développer des modèles descriptifs et génétiques servant à optimiser les stratégies d'exploration de minerais et à attirer les investisseurs. Responsable personnellement de l'étude des sédiments porphyriques et des sédiments épimésothermiques correspondants (veines, empilements, brèches et skarns). Dans le cadre de ce programme, mémorisation des données numériques, traitement, évaluation et visualisation à partir de GIS.

1996: Plusieurs affectations de courte durée Cours sur la volcanologie en Grèce et en **Egypte**. Etablissement d'une version plus développée d'un manuel de cours interne concernant la géologie volcanique.

1995-1996: Détaché pour la phase II d'un programme par la Banque mondiale afin d'améliorer les cartes géologiques et les méthodes de production de cartes au **Sri-Lanka**. Affectation de courte durée pour la formation en cartographie, afin d'établir deux cartes à l'échelle 1:50k recouvrant la marge méridionale du complexe central Highland ; faciès de granulite protérozoïque régional et centre de production de pierres précieuses. Participation au suivi de la carte géologique (échelle 1:100 000) et établissement d'un rapport publié en janvier 1997.

1985-1988: Détaché pour le Projet de recherche et de développement granit en Asie du sud-est : étude de six ans concernant la présence, la minéralogie, la pétrologie, la géochimie et les caractéristiques isotopiques des granits dans la ceinture d'étain de longueur 4000 km en Asie du sud-est. Ceci a permis de mieux comprendre la géologie du granit et la minéralisation étain-tungstène associée. Des critères ont été établis permettant de distinguer les granits minéralisés ou potentiellement minéralisés des granits nus.

Etablissement d'une carte de reconnaissance géologique des granits dans le nord de la **Thaïlande**, et étude géochimique des caractéristiques du granit dans les îles indonésiennes Tin, en **Thaïlande**, et à **Burma** (des rapports internes séparés ont été établis). Etablissement des sections géochimie et minéralisation du Mémoire No. 10 Overseas. Participation à la formation des partenaires et organisation de séminaires en Malaisie et en Thaïlande pour diffuser les résultats.

1983-1984: Projet de recherche et de développement. Ce projet consistait à étudier la géochimie et l'inclusion des fluides dans le cadre de la minéralisation de l'or dans la Serrania San Simon et à étudier la pétrogenèse et l'évolution du socle mésoprotérozoïque.

1976-1983: Deux missions successives dans le cadre du projet Exploitation des minerais dans l'est de la **Bolivie** "Proyecto Precambrio" (Phase I : 1976-79, et Phase II : 1980-83). Le projet comportait une étude intégrée rapide, mais systématique, de la géologie et des réserves potentielles de minerais dans cette partie du bouclier brésilien précambrien se trouvant dans la Bolivie de l'est, sur une surface d'environ 220 000 km².

Pendant la phase I, des parties de trois feuilles à l'échelle 1:250k (Concepcion, San Ignacio et Las Petas) ont été cartographiées géologiquement (et des sédiments alluvionnaires ont été échantillonnés) à l'échelle 1:50k : une zone des sept feuilles 1:100k (30' x 20'). Un rapport sur la géologie et les réserves en minerais de la zone Las Petas – San Matias (avec une carte au 1:250k) a été préparé.

Au cours de la phase II, la feuille Puerto Villazon et une partie de la feuille Magdalena au 1:250k ont été cartographiées géologiquement et échantillonnées : une surface équivalent à 12 feuilles 1:100k (30' x 20'). Deux cartes à l'échelle 1:250k et des rapports ont été établis (Puerto Villazon, Magdalena). La zone de Magdalena a aussi été étudiée. De plus la zone de Serrania San Simon, connue pour sa minéralisation de l'or, a été cartographiée à l'échelle 1:25-50k pour produire une feuille spéciale 1:100k.

1973-1976: Détachement auprès du groupe BGS Highlands and Islands à Edinburgh, et participation au Programme de reconnaissance de minerais dans les Highlands écossais. L'étude impliquait des cartes géologiques et un échantillonnage géochimiques des zones à prospecter (échelle 1:10k-1:25k) et autour des affleurements de minerais (échelles 1:100 – 1:1000).

Les études portaient (i) sur la minéralisation stratifiée des sulfures dans le Dalradien moyen, (ii) sur la minéralisation du cuivre porphyré et du molybdène dans le nord-ouest des Highlands et dans la région de Strathclyde, (iii) sur les brèches sulfurées d'explosion dans le complexe Arrochar Diorite et (iv) sur les sédiments alluvionnaires aurifères associés à la migmatite terrane Monadliath dans les Central Grampians.

Experience Specifique Dans Les Pays D'Afrique (1988-1995)

1995: Etablissement d'une carte tectonique post-1.3 Ga de la **Tanzanie** pour incorporation dans le projet de carte IGCP de la reconstruction du supercontinent Gondwana (publié en 1997).

1996: Etude préalable de faisabilité des sédiments d'or en **Guinée**, en Afrique de l'ouest, pour une société d'investissement. Etude préliminaire de huit gisements.

Assistance pour la coordination et l'établissement du rapport, dans le cadre d'un projet d'évaluation de capacité de gestion économique, financé par la Banque mondiale en **Angola**.

1994–1995: Phase I – Préparation du Bulletin 101 du Service géologique du **Zimbabwe** qui incorpore et fait la synthèse des résultats des phases I et II du projet Midlands Goldfield. Les caractéristiques structurales de la mine sont décrites et interprétées dans le cadre tectonique régional, et cette information sert ensuite à développer une stratégie d'exploration s'appuyant sur les données structurales. Phase II – Préparation de la première édition de la carte tectonique à l'échelle 1:1M du Zimbabwe, en collaboration avec le Service géologique du Zimbabwe et le Département géologique de l'Université du Zimbabwe. Publié en 1996.

1993: Formation interne de trois géologues **égyptiens** (EGSMA), pendant laquelle une carte géologique à l'échelle 1:250k et un rapport du quadrangle Jabal Hadayi'b (1°30 x 1°00') ont été établis (carte publiée en 1996). Organisation et animation de présentations, discussions et exercices pratiques.

1989-1993: Responsable du projet Midlands Goldfield (deux personnes résidant en permanence pour le projet) au **Zimbabwe** ; il s'agissait d'un projet d'assistance technique financé par la Overseas Development Administration (maintenant DFID). Le coût total du programme se montait à 1,45M dollars US.

Le projet Midlands Goldfield était un programme d'exploration intégré conçu pour aider le Gouvernement du Zimbabwe à développer son industrie minière d'or avec deux principaux objectifs : (i) introduire et adapter les méthodes modernes d'analyse structurale régionale pour localiser plus facilement les gisements dissimulés associés aux zones de cisaillement, et (ii) délimiter les zones susceptibles de contenir des minerais pour les explorer.

La phase I (1989-92) appliquait une étude géologique détaillée de la Ceinture Midlands Greenstone (5000 km2). Une carte structurale a été établie à une échelle de 1:2k à 1:50k, certaines zones sélectionnées, pour la plupart des mines d'or, ayant fait l'objet de cartographies plus détaillées à des échelles de 1:200 – 1:2500. Les caractéristiques structurales régionales et les conditions favorables pour la minéralisation de l'or ont été identifiées, et une méthode simple a été établie pour effectuer l'exploration.

Organisation et animation de deux séminaires de formation de deux semaines pour les nouveaux mineurs à petite échelle dans des centres régionaux.

La phase II (1992-93) impliquait l'examen de toutes les autres ceintures principales de glauconites archéennes (avec réinterprétation poussée des zones protérozoïques) au Zimbabwe, et application de la méthode mise au point au cours de la phase I pour évaluer les réserves d'or et les zones les plus attrayantes pour la prospection.

Plus de 300 mines ont été explorées et cartographiées au cours du projet. Le projet est considéré comme un succès remarquable et a reçu les éloges de la Chambre des Mines du Zimbabwe.

1988: Détachement de courte durée pour le projet de formation à la cartographie du Désert orientale en **Egypte**. Formation des géologues du Service géologique égyptien et de la Direction des Mines (EGSMA) aux techniques de cartographie géologique (en utilisant des images de satellite) dans une zone structuralement complexe d'ophiolites néo-protérozoïques, d'arcs volcaniques et de roches intrusives granitoïdes batholithiques. Supervision de la carte géologique pour environ 60% d'un quadrangle à l'échelle 1:250k dans le Désert oriental central.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	courante	courante
Espagnol	excellent	bon	bon

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... pp. Peter Pitfield ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Mr Peter Eric John Pitfield

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Gîtologue
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr Kevin A Bonel**
Profession :	Géologue économiste
Date de naissance :	02 septembre 1969
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	1 an
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Attributions spécifiques :

Expert dans le domaine de la géologie d'exploration en Afrique sub-saharienne, spécialiste de la géologie minière et spécialement sur les gisements d'or et métaux de base.

Ses tâches seront des études sur les données existantes sur les gîtes minéraux et industriels et leur occurrence et contexte géologique sur le terrain; il produira des cartes métallogéniques à l'échelle 1 :500.000 et 1 :1.000.000, y compris les légendes.

Principales qualifications :

Dr Kevin Bonel est un géologue d'exploration très expérimenté en Afrique Sub-saharienne en particulier. Il a commencé cette expérience dans la chaîne mobile de Limpopo au **Zimbabwe** en 1990, où il a concentré ses études sur les gisements d'or du style-roche verte. Kevin est employé auprès de la Mine de Platine de Northam en l'Afrique du Sud, où il a acquis une expertise précieuse dans la géologie minière et les processus de l'aval de la production. Après l'achèvement de la recherche de son doctorat, il est employé ensuite par 'Rio Tinto' au nord de la **Namibie** dans un projet de sondage du zinc, et il est transféré en Scandinavie pour travailler dans un projet des métaux de base à la Finlande et le Suède.

Kevin est retourné en Afrique en 1996 et il a travaillé à **Zimbabwe** comme consultant sur les gisements d'or du style-roche verte aux environs de la Mine de Three Cheers, la Mine de Venice et la Mine de Hook. Il a acquis une expertise considérable dans la planification, le budget et la gestion des grands programmes d'exploration ainsi que la prospection détaillée, la cartographie géologique, l'échantillonnage, les sondages et l'évaluation des ressources minérales. En 1997, il est déplacé en **Zambie** pour rejoindre 'Caledonia Mining' et après 'Anglo American' en se basant dans la chaine de cuivre de l'Afrique centrale. Comme géologue du projet, Kevin a géré un grand permis d'exploration dans la partie sud de la chaine du cuivre Zambienne. Ce projet a inclu la cartographie géologique, l'échantillonnage, l'interprétation, le ciblage et finalement le sondage. À la fin de ce

projet, Kevin est employé par 'GeoQuest' à Lusaka en 2000 comme géologue senior du projet, Kevin a géré les activités d'exploration pour plusieurs clients internationaux en **Zambie, Malawi** et la **Tanzanie.** Ces projets ont abouti à la ré-évaluation des gisements du nickel du Munali en Zambie (une étude de faisabilité) et plusieurs découvertes au Malawi et la Tanzanie.

Kevin est employé actuellement comme minéralogiste économiste au British Geological Survey, où il est en train d'acquérir une expertise durable des matières premières minérales, les marchés des minéraux et de la géologie des gisements de minerais.

Formation :

2004–06	Diplôme en Economie *(en progrès)*, Université par correspondance
1993–96	Ecole Minière de Camborne Recherche du doctorat sur les métaux précieux. La minéralogie et la récupération d'UG2 du Complexe de Bushveld
1991–92	Ecole Minière de Camborne Maîtrise en géologie minière
1988–91	Université de Southampton Licence en géologie (2-1)

Expérience professionnelle

Mars 2003 à present:
Géologue économiste au British Geological Survey. Responsable du contrôle mondial des tendances minéralogiques et la livraison opportun des rapports et des matéraiux des projets de recherches.

Juin 2002 au février 2003:
Chef du personnel, des ventes et des achats à 'Fastlane Auto s.a.r.l. Responsable quotidien de la gestion d'un petite affaire.

Mars 2000 au juin 2002:
Géologue d'exploration et consultant. Chef du personnel et du projet supérieur, Consultant des opérations géologiques en **Zambie, Tanzanie** et **Malawi** pour 'GeoQuest, s.a.r.l'.

Février 2001 à avril 2001:
Gérant consultant, conseils sur les relations avec les clients, gain du contrat, l'acquisition objectif. 'SGS Zambia s.a.r.l.

Mars1998 à février 2000:
Géologue d'exploration supérieur, la génération de prospection/ciblage et le classement, le sondage, et la gestion du projet /personnel en **Zambie.** 'Zamanglo Prospecting Services s.a.r.l (Anglo American)'.

Janvier 1998 à février 1998:
Géologue d'exploration. La compilation des données, l'évaluation de la région du projet et sa présentation pour 'Caledonia Mining' en **Zambie.**

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Septembre 1997 au janvier 1998:
Géologue d'exploration. L'évaluation économique et la compilation des données sur le gisement de Tyndrum en Ecosse. 'Caledonia Mining'.

Juin 1997 au septembre 1997:
Entrepreneur d'exploration. La gestion et la planification du programme d'échantillonnage régional dans la Chaine de Cuivre **Zambienne**. Consultant de 'Cyprus Amax' comme partie de 'Harwood International'.

Mars 1997 au juin 1997:
Entrepreneur d'exploration. L'exploration de terrain et l'évaluation économique de la Mine d'Or de Three Cheers de la part de 'Cyprus Amax' (consultant comme partie de 'Harwood International') en **Zimbabwe**.

Octobre 1996 au mars 1997:
Géologue d'exploration. L'installatiom de 30 sondages du diamond. L'évaluation des gisements du Talc de Cunningsburgh aux Iles de Shetland de l'Ecosse. 'RTZ Mining & Exploration s.a.r.l'.

Eté 1994 à Octobre 1996:
Géologue d'exploration. L'exploration de terrain et la génération des cibles au Suéde et la Finlande (Ni-Cu-Co-PGE et Cu-Au volcanogéniques). 'RTZ Mining & Exploration s.a.r.l'.

Eté 1994:
Géologue. Recherche et developpement d'un modèle d'exploration de platine à partir des bases de données géochimiques en Scandinavie. 'RTZ Mining & Exploration s.a.r.l'.

Août 1994:
Géologue entrepreneur. Des visites des sousols et de surface à Noril'sk au Nord la Sibérie.

Mai 1994:
Géologue entrepreneur. Des visites géologiques et de levé de terrain en Albanie et la Romanie.

Eté 1993:
Douze semaines d'exploration minérale à Kaokoland en **Namibie**, avec 'Rio Tinto Namibia'. Cette étude a inclu la cartographie géologique, le ciblage des sondages, le logging des carottages et l'échantillonnage selon les procedures de la compagnie.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Dr Kevin Bonel ..... Date : 21-7-04

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Kevin A Bonel

Nom du représentant habilité : David Ovadia

8

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert en télédétection
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr Eugene A O'Connor**
Profession :	Expert en télédétection, cartographe socle
Date de naissance :	16 février 1947
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	30 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Associé Societé Géologique de Londres
Societé de Télédetéction Géologique, Londres

Attributions spécifiques :

Géologue très expérimenté dans le traitement des données satellitaires et leur application pour la cartographie géologique et la géologie structurale.

Traitement et analyse de données du satellite Landsat ETM et données JERS existantes afin d'aider la discrimination d'unités de la lithologie, les strutures et la cartographie géologique.

Assistera dans la formation au cours des ateliers et le symposium final.

Qualifications principales :

Géologue régional, Afrique et Moyen Orient au Département International du BGS depuis mars 2001.

Géologue responsable principal, groupe de télédétection (Remote Sensing) depuis 1992.

Spécialiste de la télédétection et possédant une grande expérience des activités de télédétection par satellite et aéronef et de l'interprétation des photographies aériennes et de leurs applications au Royaume-Uni et dans les pays en voie de développement. Grande expérience cartographie géologique sur le terrain en **Zambie** (1974-1976), au **Malawi** (1983), en **Egypte** (1986-1993) et en Amérique Latine (1977-1985). Auteur de nombreux rapports de projets et publications dans des journaux scientifiques. Représentant du BGS au comité de télédétection.

Géologue de télédétection/photogéologue de la cartographie géologique régionale dans le domaine de l'Anti-Atlas, **Maroc.**

Expérience informatique : analyse de données 2D et 3D photgrammétrique; interprétation digitale; expérience de l'utilisation du logiciel Microsoft Office et SIG ArcView, Imagine, Map Info.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Formation :

1969 Licence, University College, Cork (Irlande)

1972 Doctorat, Trinity College, Dublin (Irlande)

Expérience professionnelle :

1973–au présent : British Geological Survey (BGS)

Experience specifique dans les pays d'afrique

2000-au présent : Coordinateur principal du BGS International dans le projet de la cartographie et SIG dans le **Mauritanie** du sud dans le cadre de PRISM (Projet de renforcement institutionnel du secteur minier de la république islamique de Mauritanie; Ministère de Mines, Nouakchott, Mauritanie

Depuis 1986 : Géologue Principal du groupe de la télédétection (Remote Sensing). Instructeur en photogéologie et en télédétection du personnel du BGS (au Royaume-Uni) et de gouvernements étrangers. Participation au projet de recherche et de développement "Exploration des matériaux de construction en utilisant la télédétection par satellite". Analyse numérique des données de télémesure Landsat et suivi des travaux sur le terrain au Sinaï et à Fayoum (**Egypte**). Instructeur et chef d'équipe du projet de réalisation de cartes régionales et de minéralisation dans le cadre d'une association entre le BGS et l'organisme national géologique égyptien (EGSMA). Coordinateur d'un atelier sur le terrain "La tectonique des accrétions dans l'est de l'Egypte" pour le compte du BGS (Royaume-Uni) et du personnel de l'EGSMA. Vérification sur le terrain des images de télémesure Landsat. Analyse numérique de données de télémesure de satellite Landsat du centre du **Zimbabwe** afin d'obtenir des données d'entrée pour la réalisation de cartes de minéralisation aurifère et de structure des gisements de roches vertes archéennes. Interprétation digitale géologique de LANDSAT TM/SPOT IMAGE en appui du projet de la cartographie dansl l'Anti Atlas, **Maroc** sud. Analyse numérique de données de télémesure de satellite Landsat du **Mauritanie** du sud.

1977-1986 : Géologue d'exploration dans le cadre du projet d'exploration minière dans l'est de la **Bolivie**. Réalisation de cartes de roches métamorphiques du protérozoïque supérieur et exploration minière. Prospection de filons de fer, de manganèse et de dépôts de métaux de base dans des sédiments du protérozoïque supérieurs dans le sud-est de la Bolivie et dans la région adjacente du sud-ouest du **Brésil**. Utilisation de photographies aériennes, images Radambrasil et traitement numérique de données Landsat sur scanner MSS.

1983 : Géologue consultant auprès de l'organisme officiel des eaux de Tegucigalpa, **Honduras**. Réalisation des cartes de sédiments mésozoïques/ cénozoïques et des roches volcaniques et l'évaluation des structures géologiques pour sélectionner l'emplacement des trous de forage d'eau.

1973-1976 : Géologue détaché auprès de l'organisme géologique officiel de **Zambie**. Enquête sur le terrain dans l'est de la Zambie. Réalisation des cartes et des rapports.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1973-1974 : Responsable scientifique de haut niveau, British Geological Survey. Unité des études géologiques du nord du Yorkshire (Angleterre). Carte de Masham au 1:50 000 établie par BGS en 1985.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	moyen	bon
Espagnol	bon	bon	bon
Allemand	bon	médiocre	médiocre
Hollandais	bon	bon	bon
Arabe	-	-	moyen

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp. Eugene O'Connor ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Eugene A O'Connor

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert Géophysicien
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Mr Adrian S D Walker**
Profession :	Géophysicien
Date de naissance :	1 janvier 1959
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	24 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Geological Society, Londres
Geological Society of Botswana
Indonesian Association of Geophysicists

Attributions spécifiques :

Analyse des données géophysiques aéroportées ou de terrain existantes et évalue celles-ci pour leurs composantes radio métriques et magnétiques, et produit des interprétations pour aider la cartographie de terrain.

Il fournira la formation dans interprétation de la données geophysiques en Tana et Royaume-Uni.

Principales qualifications :

- traitement et interprétation des données de magnétisme et de gravité
- base et intégration de données
- programmeur experimente Fortran avec une large connaissance de plusiers tribunes operationelles (IBM, HP, GEC, VAX, UNIX, DOS, WINDOWS)
- géostatistique et traitement d'image
- système de positionnement global (G.P.S.)
- système d'Information géographique (G.I.S.)

Formation de clients étrangers dans le traitement et l'interprétation des données aéromagnétiques et gravimétriques. Exploration des minerais et des hydrocarbures, étude de l'écorce terrestre, cartes de géologie et d'environnement. Planification et réalisation de programmes régionaux et de programmes de cartographie géophysique en Grande-Bretagne et à l'étranger (**Honduras, Indonésie, Belgique, Papua New Guinea** et **Botswana**). Acquisition, traitement et interprétation de données de campagnes géophysiques variées (non sismiques) : gravimétriques, magnétométriques, électriques, électromagnétiques, images de fond de trou, et radiométriques.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Formation :

1980 Université de Leicester - BSc (Honours Géologie/Géophysique Class 2 :2)

Expérience professionnelle

Projets d'interprétation géophysique en Grande-Bretagne, dans le sud de l'Ecosse, dans le nord de l'Angleterre et dans le sud-est de l'Angleterre, Royaume-Uni (1993 jusqu'à présent)

Etude de modèles de l'écorce terrestre :
compilation et traitement des propriétés physiques et des informations structurales des formations souterraines
modèles 2.5D et 3D de magnétisme et de gravité et études d'interprétation

Projet d'étude des propriétés magnétiques, cofinancé (BGS/Industrie) (1995-1996)

Mise en place d'une base de données des propriétés magnétiques pour faciliter l'interprétation des campagnes aéromagnétiques à haute résolution :

responsable du développement d'une base de données des propriétés magnétiques

collecte des informations sur les propriétés magnétiques publiées et non publiées des roches en Grande-Bretagne

responsable de la qualité et de la saisie des données dans la base de données

préparation des produits devant être distribués aux clients

définition d'une politique couvrant les licences commerciales concernant les propriétés physiques

Programme de cartographie régionale à terre, district Tyne-Alston, nord de l'Angleterre, Royaume-Uni (1994-1995)

Cartographie et modélisation magnétique de Whin Sill.
Géophysicien responsable de la saisie des données, de leur traitement et de leur interprétation.

Etude de bassin financée par le DTI (Department of Trade and Industry), bassin du Cheshire, Royaume-Uni (1993-1994)
Projet pluridisciplinaire pour étudier les perspectives de l'exploration :

géophysicien principal

compilation des propriétés physiques

modélisation 2.5D des gisements potentiels

analyse structurale de bassin en s'appuyant sur des images des données magnétiques et gravimétriques

estimations de l'épaisseur des sédiments Westphaliens/Namuriens en s'appuyant sur les résultats de modèles de profil

Programme d'assistance technique financé par ODA (Overseas Development Administration), projet d'étude géologique et d'exploration des minerais dans le sud de Sumatra (1989-1993)

Détaché en Indonésie pour conseiller le Centre de recherche et de développement géologique et la Direction des ressources minérales (Agences gouvernementales indonésiennes) :

géophysicien de projet

responsable de la coordination de la formation des géophysiciens et responsable de l'établissement d'une base de données gravimétrique pour le sud de Sumatra

définition, coordination et contrôle du programme de campagne gravimétrique

chef d'équipe pour les campagnes gravimétriques régionales dans le sud de Sumatra

formation et conseil dans le domaine des méthodes modernes de traitement de données, de base de données, d'interprétation et d'établissement de cartes

responsable de la publication d'une série de cartes d'anomalies de gravité de Bouguer à l'échelle 1:250 000 dans le sud de Sumatra (17 feuilles)

Programme d'étude des matériaux bruts financé par la CEC (Commission of the European Community) (1984-1986)

développement de modèles métallogéniques et de critères d'exploration pour les sédiments aurifères enfouis dans des roches carbonatés, est des Midlands, Royaume-Uni

analyste responsable des données géophysiques

compilation des bases de données du projet (géophysique, géologie, géochimie et télédétection)

étude de traitement d'image, d'intégration de données, et d'exploration des gisements

développement de méthodes d'intégration pour application dans des études pluridisciplinaires

Etude de recherche CEC (Commission of the European Community) pour développer des techniques avancées interactives de modélisation par ordinateur (1987-1988)

Interprétation tridimensionnel à plusieurs composants des données géophysiques : production d'un code pro-Fortran ORACLE pour constituer une interface entre les données de modèle/section géologique (conservées comme des structures codées dans les tableaux de données ORACLE) et un progiciel de modélisation de gisements potentiels 2.5D GRAVMAG

étude concernant le traitement des images

Programme de reconnaissance des minerais entrepris par le DTI (Department of Trade and

Industry), bassin Solway/Northumberland, Royaume-Uni (1993-1995)
Exploration des sédiments de sulfure limités par des strates. Equipe pluridisciplinaire :

géophysicien de projet responsable de la saisie, du traitement et de l'interprétation des données

géophysicien chargé de la coordination dans le cadre de campagnes géochimiques et de campagnes d'échantillonnage des formations profondes dans des objectifs présélectionnés

chef d'équipe pour des études gravimétriques, magnétiques et électromagnétiques (VLF-EM)

Projet d'évaluation des réserves du plateau Antrim pour le compte du DED (Department of Economic Development), Irlande du nord, Royaume-Uni (1994-1995)

Etude des gisements potentiels d'hydrocarbures :

compilation des propriétés magnétiques et de la densité des formations (données publiées et non publiées)

Modèles magnétiques 2.5D le long de profils sélectionnés, interprétations structurales s'appuyant sur des images de données magnétiques

Gestion de donnees et interpretation de donnees d'explorations geophysiques et formation en Pauasie-Novelle-Guinee (Jan 2003 jusqu a present) (EU funded SYSMIN project)

Experience Specifique dans les Pays d'Afrique

Etude d'intégration de données, Swaziland (1986)
Etude des techniques d'intégration de données utilisant des images numériques, avec application à la cartographie géologique et à l'exploration des minerais en Swaziland :

principal responsable de l'analyse des données

création de bases de données numériques (géologiques, géophysiques et géochimiques)

Campagne gravimétrique régionale au nord du Botswana (octobre 1998 - février 1999)

géophysicien en chef responsable du contrôle de qualité des données GPS et des données gravitométriques

responsable de la formation des partenaires du Botswana en ce qui concerne le traitement des données GPS et des données gravimétriques

Interprétation de la campagne aéromagnétique dans le nord-est de la Zambie. février 2000

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courant	courant	courant
Espagnol	moyen	moyen	moyen
Indonesién	moyen	moyen	moyen

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp Adrian Walker ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Mr Adrian S D Walker

Nom du représentant habilité : David Ovadia

Poste: Géologue structuraliste

Nom du consultant: US Geological Survey

Nom de l'employé: TIMOTHY MICHAEL KUSKY

Profession: Géologue structuraliste

Date de naissance: 21 septembre 1961

Nombre d'années d'emploi par le Consultant:
Ne suis pas employé par l'United States Geological Survey ;
Employé par l'Université St. Louis
Postes universitaires depuis 14 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels:

Paul C. Reinert Endowed Professor of Natural Sciences, Saint Louis University
Geological Society of America
American Geophysical Union
Geological Society of Africa
International Association of Structural/Tectonic Geologists (IASTG)
Strathmore's Who's Who in America; Who's Who in the World
Sigma Xi, The Scientific Research Society, President St. Louis Univ. Chapter
Academy of Sciences, St. Louis
American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Board of Standards

Attributions spécifiques:

Géologue cartographe, géologue structuraliste, tectonique, interprétation thermochronologique
Plus de 5 ans d'expérience à Madagascar à effectuer cartographie géologique, géologie structuraliste, synthèse tectonique, télédétection et supervision d'étudiants de second cycle.
Plus de 15 ans d'expérience de la géologie du Gondwana à effectuer géologie, tectonique, stratigraphie, télédétection et études de gisements minéraux.
Publication de 4 manuscrits principaux sur Madagascar et 2 autres sous presse
A supervisé la formation d'étudiants géologues malgaches aux Etats-Unis.
Expérience mondiale en géologie structurale, tectonique et de terrain

Principales qualifications:

Ai 25 ans d'expérience de la cartographie, principalement dans les terranes précambriens à teneur moyenne à élevée, d'Afrique, de Madagascar, du Moyen-Orient, d'Asie, d'Australie et d'Amérique du Nord. Ai réalisé 240 publications scientifiques dont plus de 120 manuscrits

importants dans des revues de premier plan, plus près de 100 manuscrits sur divers aspects de la géologie du Gondwana et des fragments dispersés du Gondwana. Ai publié 4 cartes géologiques régionales à des échelles allant de 1:12000 à 1:250000 et ai publié 8 livres sur la géologie. Parmi les domaines de spécialisation figurent la tectonique et la géologie structurale, la cartographie géologique, l'analyse structurale et tectonique détaillée et régionale, y compris l'interprétation des images satellite, l'exploration des minerais (or, éléments du groupe du platine, sulfures massifs volcanogènes, dépôts Pb-Zn du type de la vallée du Mississippi, pétrole), exploration des eaux souterraines dans les bassins de roches fracturées en milieu aride, interprétation de régions structuralement perturbées et études de terrain dans toutes sortes de conditions logistiques difficiles. Ai beaucoup travaillé avec l'USGS depuis 1990 à la finalisation des évaluations de ressources minérales en Alaska et dans de nombreuses parties du Moyen-Orient.

Formation:

Doctorat en sciences de la terre et planétaire, Université Johns Hopkins, mai 1990.
Maîtrise ès arts et sciences, Université Johns Hopkins, juin 1988.
Maîtrise en sciences géologiques, Université State of New York à Albany, août 1985.
Licence (avec mention très bien) en sciences géologiques, Université State of New York à Albany, décembre 1982.

Expérience professionnelle:
2003 à ce jour, Paul C. Reinert Endowed Professorship of Natural Sciences, Université de Saint Louis
2000 à 2003 Professeur adjoint, Université de Saint Louis.
1992 à 2000 Professeur adjoint de recherche, Université de Boston.
1991 à 1995 Géologue GS-1350-12, U. S. Geological Survey, poste « exclu »/intermittent (WAE).
1990 à 1992 Professeur adjoint invité, Université de Houston, Département des sciences de la terre et Allied Geophysical Laboratories.
1989 à 1990 Chercheur post-doctoral, Université de Californie, Santa Barbara.
1986 à 1989 Chercheur étudiant de troisième cycle, Laboratoire NASA de physique terrestre, Goddard Space Flight Center.
1980 à 1982 Bourse Regents, enseignement de premier cycle, État de New York

<u>Chercheur principal pour des projets de la Fondation nationale des sciences</u>
Archean Tectonics and Oceanic Records in the North China Craton
Proterozoic Development of Gondwana, Formation of Supercontinents, and the Explosion of Life at the Dawn of the Phanerozoic
Emplacement of the ultramafic massifs of the Kenai Peninsula, Alaska and their possible relationship to the Border Ranges fault system
Structural and Magmatic Disruption of an Accretionary Wedge During Ridge Subduction, Kenai Peninsula, Southern Alaska

Liste partielle de l'expérience en matière de cartographie de terrain et de synthèse tectonique régionale:

- Mongolie intérieure, orogènes du Protérozoïque - Mésozoïque
- Afrique du Sud, gneiss craton et terranes de roches vertes du Kaapvaal, séquences du Gondwana .
- Madagascar, Tsarantana/Andriamena , géologie et minéralisation Cr .
- Wutai Shan, Chine. Minerais de sulfures massifs, sédiments Rift, tectonique.
- Nord de la Chine, Mongolie intérieure, bassin de l'avant-pays, roches métamorphiques de forte intensité
- Émirats arabes unis, eaux souterraines dans les réseaux de fracture
- Craton du Nord de la Chine, séquences sédimentaires du MésoProtérozoïque.
- Alaska, complexe de base métamorphique, dépôts aurifères du district de Fairbanks
- Madagascar, séquence brèche Protérozoïque et tectonique du niveau phréatique au socle
- Craton du Nord de la Chine, séquences ophiolites et anciennes roches gneissiques de l'Archéen
- Sud de l'Alaska. Dynamique du prisme d'accrétion
- Montagnes Hajar, Oman. Ophiolites de Samail et rapports métamorphiques uniques.
- Oman, failles du Quaternaire, néotectonique et évaluation des risques
- République dominicaine. Évaluation des risques sismiques, néotectonique
- Socle du Néoprotérozoïque et plateforme arabe
- Nord-Est d'Oman (Sharkiyah). Terrasses surélevées du Quaternaire, néotectonique
- Alaska. Déformation superposée et chronologie du socle précambrien
- Alaska. Caractéristiques de terrain des massifs ultramafiques et des gisements de chromite
- Plateforme arabe Caractérisation et importance hydrologique des failles tardives
- Arabie saoudite Cinématique et minéralisation du système de faille Najd du Protérozoïque.
- Alaska. Roches carbonatée du Paléozoïque et gisements minéraux MVT.
- Égypte. Ceinture orogénique du Nord du Sinaï Néotectonique et aquifères fracturés du socle rocheux.
- Oman. Caractérisation et importance hydrologique des failles tardives.
- Partie Nord des Montagnes Chugach , Alaska. Or et minéralisation ÉGP.
- Palmer- Liberty Creek, Alaska. Structure de failles des Border Ranges, tectonique régionale
- Prince William Sound, Alaska. Emplacement de l'ophiolite de Resurrection Peninsula
- Appalaches septentrionales Structure régionale et tectonique.
- Canada. Structure et minéralisation aurifère dans le leucogranite de l'Archéen
- Zimbabwe. Tectonique des ceintures de roches vertes de l'Archéen, minéralisation aurifère et de serpentine.
- Alaska. Granits et or dans un prisme d'accrétion.
- Alaska. Investigation structurale des dépôts aurifères filoniens dans un prisme d'accrétion.
- Terre-Neuve Cartographie de l'arc insulaire ordovicien et des dépôts SMV.
- N.Y. Cartographie des dépôts superficiels pour New York State Geological Survey.

Langues:

	lue	écrite	parlée
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	compétent	compétent	compétent

Attestation

Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Timothy Michael Kusky — Date 20/7/2004

[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: TIMOTHY MICHAEL KUSKY

Nom du représentant habilité _____ For. P.P.L

Nom du représentant responsable: Dr P. Patrick Leahy

Poste: Pétrographe

Nom du consultant: U.S. Geological Survey

Nom de l'employé: Sharon F. Diehl

Profession: Géologue de recherche/pétrologue

Date de naissance: 21/04/51

Nombre d'années d'emploi par le consultant: 28

Nationalité: U.S.A.

Attributions spécifiques:
Experte en analyse pétrographique
Application de la pétrographie à la géologie économique et aux gisements minéraux
Experte dans l'application de la pétrographie à la géologie structurale

Affiliation à des associations et groupements professionnels des associations et groupements professionnels:

Geological Society of America
Colorado Scientific Society
Geochemical Society
Sigma Xi

Principales qualifications:

Ai travaillé pour deux entreprises d'exploration minière, Homestake Gold et Power Resources, pour l'exploration aurifère, des métaux de base et de l'uranium avant de passer la plus grande partie de ma carrière auprès de l'U.S. Geological Survey (1976 à ce jour). Ai utilisé mes compétences des techniques analytiques microscopiques pour résoudre des problèmes dans toutes sortes de milieux géologiques.
Ai, par exemple, travaillé comme pétrologue pour des projets dans lesquels: (1) ai établi les caractéristiques géologiques et chimiques des roches et des minéraux dans des districts miniers de plomb et de zinc dans le Sud-Est du Missouri aux États-Unis, (2) ai utilisé des études de diagénétique qui restreignaient l'étendue et le moment du débit de liquide hydrothermique, ce qui est important pour la construction de nouveaux modèles de dépôt de minerai et d'exploration de métal dans le Grand Bassin à l'Ouest des États-Unis, et (3) ai identifié les contrôles méga et microstructuraux sur l'occurrence de minéraux sulfurés riches en arsenic dans les couches de houille du Warrior Basin, dans l'Alabama aux États-Unis.

Ai, à l'échelle régionale, fait la diagraphie et ai analysé la carotte de sondage pour évaluer les propriétés hydrogéologiques des aquifères dans des grès et des carbonates dans les districts miniers. Ai, à un niveau plus détaillé, mené des études de paragenèse minérale qui restreignent la source et la composition des fluides minéralisateurs et ai identifié les circuits potentiels des fluides au sein du milieu structural régional des dépôts de minerai.

Ai publié dans toute une gamme de publications de l'U.S. Geological Survey et dans des journaux revus par un comité de lecture (comme par exemple GEOLOGY, Tectonophyics, International Journal of Coal Geology).

Formation:

Université	Spécialisations première et secondaire	Dates des études	Diplôme, Année
Université du Colorado	Géologie Secondaire: Biologie	9/69 à 5/74	Licence 1974
Université du Colorado	Pétrologie ignée/sédimentaire Secondaire: Écologie	9/84 à 8/88	Maîtrise 1988
École des Mines du Colorado	Pétrologie structurale Secondaire: Géochimie	9/94 à 12/00	Doctorat 2000

Expérience professionnelle:

2002-2004 <u>Géologue de projet, Paysages géochimiques</u>

-Compétence en techniques pétrographiques, microscope électronique à balayage/analyse par rayons x à dispersion d'énergie et spectromètre de masse à plasma couplé par induction et à fusion par laser.
-Analyse microstructurale de la minéralisation le long de microdécrochements et de veinules
-Études microscopiques texturales et paragénétiques des minéraux sulfurés épigénétiques
-Ai déterminé la source minéralogique et le moment de l'intrusion de l'arsenic et d'autres oligo-éléments dans des milieux géologiques divers: couches de houille, Warrior Basin dans l'Alabama, couches de houille, Bassin des Appalaches dans le Kentucky, échantillons minéralisés provenant d'un aquifère hydrogéologique carbonaté dans le Wisconsin.

<u>Géologue de projet, Études des processus des contaminants associés aux gisements minéraux</u>

-Ai identifié les phases minéralogiques qui génèrent une eau d'exhaure acide provenant de sites abandonnés de résidus miniers
-Ai identifié la résidence structurale et minéralogique d'oligo-éléments potentiellement toxiques dans les résidus miniers

<u>Géologue de projet, Métallogénie du Grand Bassin</u>

-Étude des occurrences de dolomite hydrothermique pour déterminer le circuit d'écoulement des saumures de bassin.

1999-2001 Géologue de projet, Cycles de vie des dépôts de minerai du type Vallée du Mississippi
-Ai identifié les circuits potentiels des fluides métallifères au sein du milieu structural régional des Ozarks du Missouri

1994-1999 Chef de projet, Caractérisation pétrologique des provinces ignées alcalines, Reelfoot rift et partie Sud des Ozarks, Centre des États-Unis
-Ai identifié l'enrichissement en niobium, thorium, uranium et yttrium dans les échantillons de puits de New Madrid, suggérant la présence de carbonatite en profondeur dans le Reelfoot rift, au Nord-Est de l'Arkansas et de cibles d'exploration possibles de fluorite et de minéraux des terres rares.

Géologue de projet, Aspects de risques des failles normales à angle peu prononcé dans le Basin et Range
-Ai identifié les fabriques structurales et les gradients géochimiques indicatifs d'un mouvement asismique sur les failles normales à angle peu prononcé dans le Basin et Range à l'Ouest des États-Unis.

1991-1994 Géologue de projet, Centre des États-Unis
-Ai utilisé des études pétrographiques et cathodoluminescentes des veines carbonatées pour déterminer la période d'irruption du flux et la direction du mouvement sur le segment a du système de faille de Reelfoot Rift
-Ai résolu les domaines physiques et compositionnels des zones sismiques en utilisant les caractéristiques de diagénétique et de déformation dans les roches de Reelfoot Rift

1988-1991 Chef de projet, Pétrologie de Lamotte Sandstone
-Sur la base des techniques analytiques microscopiques, ai déterminé que Lamotte Sandstone n'était pas un aquifère homogène pour des solutions de minéralisation comme décrit précédemment mais que le contrôle structural du débit de liquide jouait un rôle essentiel dans la formation des dépôts de type Vallée du Mississippi dans le Sud-Est du Missouri aux États-Unis

1976-1988 Géologue de projet, travail de terrain dans le complexe igné des Baies du Maine dans le Maine aux États-Unis
-Ai identifié les fabriques microstructurales qui ont influencé la géomécanique des plutons

1976 Géologue de projet, Power Resources
-Ai fait la diagraphie et ai planifié les trous de sonde pour pénétrer les gisements de type front de roll pour l'exploration de l'uranium dans le Comté de Weld, Colorado, États-Unis

1974-1976 Géologue de projet, Homestake Mining Company

-Projets de recherche de divisions aurifères et de métaux de base pour décider si les anciennes galeries devaient être rouvertes sur la base des prix de l'or actuels

Langues

English	Langue maternelle
Espagnol	Compétences très médiocres en lecture et langue parlée
French	compétente

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Sharon F. Diehl

[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant]

Date 7/16/04
Jour/mois/année

Nom de l'employé Sharon F. Diehl

Nom du représentant habilité [signature]

Dr P. Patrick Leahy

For. P.P.L

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert Géochimiste
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr John Ridgway**
Profession :	Géochimiste
Date de naissance :	5 mars 1943
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	32 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Accréditation professionnelle: Géologue agrée, Géologue agrée européen

---

Attributions spécifiques:

Depuis 1994 il a en tant que chef de projet, appliqué son expérience au terrain de la géochimie environnementale, adaptant les techniques de la géochimie d'exploration à l'identification et à l'interprétation de la contamination d'exploitation et des activités industrielles.

Il organisera le programme d'échantillonnage fluvial géochimique, supervisera et formera les équipes d'échantillonnage, contrôlera la qualité des échantillons, les analyses de laboratoire et l'interprétation des résultats et produira les cartes d'éléments avec rapports explicatifs.

Principales qualifications:

John Ridgway a 32 ans d'expérience dans la géochimie appliquée de la planification et des travaux sur le terrain, par l'analyse de laboratoire à l'interprétation. Cette expérience inclut la géochimie ignée et sédimentaire de roche, la géochimie environnementale et la géochimie d'exploration en utilisant des sédiments alluviales, des sols, des roches, la végétation et des gaz. De 1972 à 1975 il a été impliqué dans des programmes de sédiment de jet et de sol en **Zambie** et a dirigé le laboratoire de fluorescence de rayon X au Bureau de Recherches. Entre 1976 et 1980 il a installé et exécuté, comme chef de projet, un programme important d'exploration de sédiment alluviales aux **Iles Salomon, Le Pacifique**, suivant en 1981, avec l'organisation et la gestion d'un programme d'exploration de sédiment alluviales dans la région de Samburu-Marsabit du **Kenya,** qui a fini avec la publication des cartes et des rapports géochimiques finals en 1989. Pendant ce temps il a également projeté et lancé encore un autre programme d'exploration de sédiment de jet au nord-est de **Zimbabwe**. De 1983 à 1994 il a installé et contrôlé une série de projets de recherche en géochimie d'exploration comportant le travail en **Zimbabwe** et au **Botswana** aussi bien que les pays dans le sud-est d'Asie, d'Amérique du sud, le Sud Pacifique et centrale.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Formation :

1966 Licence en geologie, Université de Liverpool, R-U

1971 Doctorat en géologie, Université de Liverpool, R-U

Expérience professionnelle

2000–présent: Chef de projet: Enquête géochimiques systématiques de contamination dans les estuaires Britanniques de chef (budget de la Science de BGS)

2000–présent: Chef de projet: La détermination des niveaux géochimiques normaux de fond dans des secteurs de dragage autour de l'Angleterre et du Pays de Gales (commissionnés par le gouvernement Britannique).

1998–2001: Chef de projet: Distinguer entre les anthropogènes et les entrées naturelles des métaux entrant dans la mer irlandaise (commissionnée par le gouvernement Britannique).

1997–1999. Chef de projet de BGS: Le développement d'une qualité de sédiment surveillant l'arrangement pour la mer baltique orientale (programme d'Inco-Copernicus d'Union-européenne, impliquant le Royaume-Uni, les Hollandes, la Pologne et la Lithuanie).

1996–1999: Chef de projet à BGS: La conception et l'ensemble des bases de données environnementales côtiere/marine pour le secteur marin Britannique (2 projets de collaboration commissionnés par le gouvernement Britannique).

1994–2000 : Chef de projet: Chimiostratigraphique et études de provenance des sédiments holocènes sur la côte de E de l'Angleterre (projet de LOIS).

1992–1993 : Chef de projet: La géochimie de fond marin de la Manche orientale (commissionnée par gouvernement Britannique)

1991–1994 : Chef de projet: L'utilisation des plaines d'inondations sédimentés dans l'évaluation de contamination et l'application géochimique régional (projet de recherche, par le gouvernement Britannique du Royaune-Uni, le Mexique et le Royaume-Uni).

1991: Conseiller au Bureau géologique du **Zimbabwe**, installant un programme géochimique régional d'application (programme technique de coopération par le gouvernement Britannique).

1989–1991 : Chef de projet: L'intégration des ensembles de données géochimiques existants dans une série géochimique de carte du monde (projet de recherche par le gouvernement Britannique, **Indonésie, îles Salomon, Kenya, Souaziland, Zimbabwe, Bolivie).**

1988–1992 : Chef de projet: Géochimie de sol, de sol-gaz et de végétation dans l'exploration pour les gisements enterrés de minerai (projet de recherche par le gouvernement Britannique, **Botswana**).

1986–1991: Chef de projet: Géochimie d'ammonium par rapport aux gisements épithermiques de métal précieux et à son potentiel comme outil d'exploration (projet de recherche

par le gouvernement Britannique, **Equateur, Fiji, Indonésie, Mexique, îles Salomon, Vanuatu** et **Afrique du Sud).**

1983–1991 : Chef de projet: Applications sur ordinateur micro la géologie et le travail d'exploration de minerai (projet de recherche par le gouvernement Britannique, en **Colombie**, en **Equateur**, en **Indonésie**, en **Jordanie**, au **Kenya**, au **Malawi**, en **Malaisie**, **îles Salomon, Vanuatu**, au **Zimbabwe)**

1983–1987: Chef de projet: Variations saisonnières de la géochimie des sédiments alluviales (projet de recherche par le gouvernement Britannique, **Zimbabwe** et **îles Salomon).**

1983 : Geochemist sur le projet du nord-est de **Zimbabwe** de BGS, responsable de la conception et du déclenchement du programme géochimique d'exploration (programme technique de coopération du gouvernement Britannique).

1981–1985 : Géochimiste sur le projet de BGS Samburu-Marsabit **(Kenya)**, responsable du programme géochimique d'exploration comprenant la conception, la gestion, l'interprét-ation finale et la production de carte (programme technique de coopération du gouvernement Britannique)

1976 1980: Géochimiste sur les **îles Salomon** de BGS, responsable du programme géochimique d'exploration comprenant la conception, la gestion, l'interprétation finale, la production de carte et la gestion du laboratoire géochimique. Plus tard, chef de projet pour le projet de Solomons et géologue en chef temporaire au gouvernement de îles Salomon (programme technique de coopération du gouvernement Britannique).

1972–1975: Secondé au Bureau de Recherche géologique de la **Zambie**. Au début, géologue d' application et exploration géochimique dans le terrain de sous-sol ont suivi de tâche comme directeur des laboratoires de recherche en pétrologie et du rayon de X.

1968–1971: Assistant à l'Université de Keele au Royaune-Uni, enseignant la stratigraphie, la géologie structural et la pétrologie. La cartographie géologique au 1:10 000 et 1:2,500 avec des etudes structurales, stratigraphiques et pétrographiques d'Ordovician volcaniques et des roches sédimentaires au nord du Pays de Galles (thèse du doctorat).

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	courante	bon

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 21-7-k

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr John Ridgway

Nom du représentant habilité : David Ovadia

a

Poste: Hydrogéologue

Nom du consultant: U.S. Geological Survey

Nom de l'employé: Patrick Tucci

Profession: Hydrologue

Date de naissance: 23 juin 1952

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 27 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels:
- National Ground Water Association,
- American Geophysical Union,
- International Association of Hydrogeologists

Attributions spécifiques:
Expert en hydrologie quantitative des eaux souterraines, modélisation de la nappe d'eau souterraine et applications géophysiques aux problèmes des eaux souterraines dans divers milieux hydrogéologiques.
Grande expérience internationale

Principales qualifications:

Ai une formation théorique en géologie et en géologie environnementale. Au cours de mes 27 années de travail au sein de l'U.S. Geological Survey, ai acquis une vaste expérience de l'hydrologie quantitative des eaux souterraines dans une grande variété de milieux hydrogéologiques tels que (1) les roches fracturées cristallines, volcaniques et sédimentaires, (2) les roches carbonatées karstifiées, (3) les bassins alluviaux profonds et (4) les sédiments glaciaires. Mes domaines spécifiques de spécialisation sont la modélisation du ruissellement souterrain et l'application des méthodes géophysiques de surface et de carottes de sondage à l'étude du ruissellement souterrain. Ai également une connaissance pratique des interactions eaux souterraines/eaux de surface et de l'usage des données sur la qualité de l'eau pour aider à comprendre les systèmes de ruissellement souterrain.

Formation:

- Maîtrise ès sciences, géologie (accent mis sur la géologie environnementale), 1974 à 1976, Université du Connecticut, Storrs, Connecticut, USA

- Licence en géologie, 1970 à 1974, Université State University of New York at Buffalo, Buffalo, New York, USA

J'ai en outre assisté à de nombreux cours de formation organisés par l'USGS sur toutes sortes de sujets liés aux eaux souterraines

Expérience professionnelle:

U.S. Geological Survey (1976 à ce jour)
Hydrologue, Projet Yucca Mountain (1992 à ce jour), Denver, Colorado: (1) Actuellement (2004) hydrologue interne pour le projet Yucca Mountain (YMP). En tant que tel, suis le principal chercheur pour divers projets liés aux eaux souterraines dans la zone de Yucca Mountain. (2) Coordonnateur de l'unité de modélisation de la zone saturée (1995 à 1998): Étais responsable de la supervision de 10 employés dont des hydrologues, des techniciens, des étudiants et des employés sous contrat à durée déterminée. Responsable également des tâches et des calendriers de planification des travaux, des budgets des projets et d'assurer le respect des délais. Ai coordonné les travaux de modélisation de la zone saturée avec ceux des contractants DOE et National Laboratories qui réalisaient la modélisation de la zone saturée, l'évaluation des performances et le cadre géologique. Ai assuré que les procédures d'assurance qualité YMP pour l'unité étaient suivies et étais directement responsable de la finalisation des travaux d'assurance qualité logiciels sur les modèles de ruissellement souterrain et des codes connexes. (3) Chercheur principal pour l'étude des niveaux potentiométriques de la zone saturée (1992 à 1995): Responsable de l'opération du réseau des niveaux d'eau, de l'obtention des données de niveaux d'eau à proximité immédiate de Yucca Mountain et de la maintenance d'un réseau de 30 puits à partir desquels s'obtiennent les niveaux d'eau de façon périodique ou continue. Responsable de la supervision de 5 employés et de m'assurer que toutes les procédures d'assurance qualité pour l'étude étaient suivies. (4) Représente USGS-YMPB lors de réunions avec DOE, les organismes étatiques, les contractants DOE et/ou le grand public. Rédige des données et des rapports techniques et fais des présentations techniques lors de réunions scientifiques.

Ces dernières années, ai également été en partie financé par le Bureau des eaux souterraines (OGW) de l'USGS et le Service international des ressources en eau (IWRB). Suis depuis1998 le représentant OGW auprès du Comité USGS sur l'instrumentation, ai aidé l'OGW à rédiger deux circulaires USGS, suis membre du groupe consultatif OGW Borehole Geophysics et aide actuellement le Service américain des forêts à développer un guide des eaux souterraines. Ai participé aux examens par discipline des eaux souterraines des Districts de l'Iowa et du Wyoming. Suis également en partie financé par l'IWRB en tant que leur premier consultant sur les questions des eaux souterraines. Aide le Service pour l'élaboration d'un programme international et aide à trouver des hydrologues des eaux souterraines qualifiés pour travailler sur des affectations outre-mer à court terme, le plus récemment pour la mission de l'USGS aux Émirats arabes unis. Ai dirigé une équipe d'hydrologues de l'USGS qui participait à un atelier pour élaborer une proposition d'évaluation nationale des ressources en eaux souterraines pour l'Éthiopie, à Addis-Abeba en 2000 et ai continué à travailler avec les organismes du gouvernement éthiopien pour développer une base de données nationale des eaux souterraines.

Hydrologue de maîtrise, District des Caraïbes (1989 à 1992), San Juan, Porto-Rico: Chef adjoint de district pour les recherches hydrologiques. Responsable de la supervision technique et administrative des études hydrologiques interprétatives menées par le District. Ai effectué des examens trimestriels des projets et assuré que les documents des projets étaient à jour. Ai préparé et/ou revu des propositions de projets. Ai aidé le Chef de district à planifier et à mettre en œuvre les objectifs et les politiques à long terme ayant trait aux études hydrologiques. Ai supervisé directement le Chef de l'unité des études hydrogéologiques, ainsi que les 12 employés de l'Unité de simulation hydrologique, dont j'étais également le chef. Ai servi de chef de projet pour une étude hydrologique à long terme de l'aquifère à nappe libre sur la côte Nord de Porto-Rico, et comme membre de l'équipe pour l'étude du potentiel de marée saline dans une petite vallée le long de la côte Sud. Ai servi de spécialiste de modélisation District, spécialiste en géophysique, et étais responsable des opérations de matériel de diagraphie géophysique-carottes de sondage. Ai rédigé des documents techniques et participé à des réunions de coopération et scientifiques.

Hydrologue, District du Tennessee (1984 à 1989), Nashville, Tennessee: Co-chef de projet pour des études hydrologiques des terrains d'enfouissement des déchets à faible niveau radioactif à Oak Ridge et d'un site d'élimination des déchets dangereux près de Brentwood, Tennessee. Responsable de la construction et de l'étalonnage des modèles de ruissellement souterrain ainsi que de la définition des systèmes de ruissellement souterrain des deux zones de l'étude. Chef de projet pour une étude de l'impact des travaux de dragage de la South Fork Obion River sur les niveaux des eaux souterraines dans une petite zone humide à l'Ouest du Tennessee. Responsable de la planification du projet, de la collecte des données, de la définition du système de ruissellement souterrain et de l'emploi des techniques analytiques pour estimer l'impact potentiel du dragage sur les niveaux des eaux souterraines. En tant que spécialiste en modélisation du District, ai conseillé et formé des chefs de projet et ai fourni une assistance technique pour des études qui comportaient des modèles des eaux souterraines. Ai revu et donné mes commentaires sur des propositions qui comportaient de la modélisation. Ai rédigé plusieurs rapports techniques et ai fait des présentations techniques pour les coopérateurs, à l'Université Vanderbilt et lors de réunions de groupes professionnels.

Hydrologue, Sous-district de Miami (1982 à 1984), Miami, Floride: Chef de projet pour l'étude des interactions canal-aquifère dans le Sud-Est de la Floride. Responsable de la planification du projet, de la collecte des données et de l'interprétation du système de ruissellement souterrain et sa connexion à un large réseau de canaux. Ai utilisé la modélisation du ruissellement souterrain, des techniques analytiques et des données géochimiques, y compris des données radioisotopes, pour quantifier les interactions canal-aquifère. Ai fait des présentations techniques auprès des coopérateurs et lors de réunions de groupes professionnels.

Hydrologue, District de l'Arizona (1978 à 1982), Tucson, Arizona: Membre de l'équipe chargée de l'étude du Système aquifère régional des bassins alluviaux du Sud-Ouest. Responsable de l'interprétation des données géologiques et géophysiques disponibles pour aider à la formulation d'une évaluation globale du système géohydrologique régional des bassins alluviaux d'Arizona et des États voisins. Ai utilisé des modèles de ruissellement souterrain pour élaborer une meilleure compréhension des systèmes de ruissellement souterrain de deux bassins de la zone du fleuve Colorado à l'Ouest de l'Arizona. Ai rédigé plusieurs rapports techniques et ai fait des

présentations techniques lors de réunions avec des coopérateurs et lors de réunions de groupes professionnels.

Hydrologue, Technicien hydrologue, District de l'Indiana (1976 à 1978), Indianapolis, Indiana: Responsable de la conception et de la construction d'un modèle du ruissellement souterrain pour évaluer l'impact de la déshydratation et de l'infiltration des bassins de décantation dues à la construction sur le système des eaux souterraines d'une partie écologiquement sensible de l'Indiana Dunes National Lakeshore. Ai conçu un réseau de surveillance des puits, ai recueilli des données géohydrologiques et ai supervisé les opérations de forage. Ai aidé à la collecte des données géochimiques. Co-chef de projet pour l'étude de la proposition d'un champ municipal de captage et son impact sur le niveau des eaux souterraines dans le Sud et Centre de l'Indiana. Responsable de la collecte des données, du forage, ainsi que de la conception et de la construction d'un modèle de ruissellement souterrain pour évaluer l'impact du champ de captage. Ai aidé en tant que technicien hydrologue pour différentes autres études hydrologiques. Ai rédigé deux rapports techniques.

Langues:
Anglais: Excellente connaissance écrite, parlée, compréhension
Espagnol: Capacité minimale pour parler, lire et écrire.
Français: compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Patrick Tucci _____ Date 16-07-04
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé Patrick Tucci

Nom du représentant habilité Michael P Foore

Dr P. Patrick Leahy

For. P. AL

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert en environement et Geomorphologue
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr Colm Jordan**
Profession :	Geomorphologist/Télédétection senior
Date de naissance :	5 novembre 1971
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	5.5 ans
Nationalité :	Irlandais

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Geological Remote sensing Group (GRSG)
Membre actif du GACE ; Geospatial Analysis of Glaciate Environments
Quaternary Research Association UK (QRA)
International Quaternary Research Association (INQUA)
Irish Quaternary Research Association (IQUA)
Remote Sensing and Photogrammetry Society (RSP Soc)

Attributions spécifiques :

Géomorphologist – Télédétection

Principales qualifications :

Géologue spécialiste en technique de Télédétection et en analyse d'images avec une expertise de la géologie de l'ère quaternaire, de la géomorphologie et de l'archéologique. Dirige actuellement l'activité de traitement d'images satellite au sein du BGS. Expérience approfondie en imagerie satellite et photo aérienne dans des terrains géologiques variés. Principalement spécialisé dans le développement de solutions appropriées aux problèmes géologiques à travers une large variété d'applications.

En septembre et octobre 2003, j'étais le spécialiste en technique de Télédétection basé au Botswana au département de recherche géologique "Interprétation des données aéromagnétiques du Central Kalahari project" en collaboration avec Wellfield Consulting Services (Pty) et Goudwana Ventures (Pty) Ltd. Les travaux consistaient en traitement et interprétation d'images, assurer la formation et les travaux de reporting.

En 2002, j'ai participé, sur financement de l'Union européenne, à un projet d'exploration d'or dans le nord de la Mauritanie incluant des travaux de télédétection / interprétation, travaux sur terrain en géomorphologie (plus de 20,000 km^2), et formation. J'ai également dirigé un projet dans le sud Mauritanien en traitement et interprétation d'images 36 Landsat et ETM pour de l'exploration géologique.

En 1999 et 2000, a entrepris 2 projets au Zimbabwe pour la production de cartes préliminaires d'eaux souterraines, d'eaux de surface, de cartes géologiques et de cartes tectoniques par les techniques de télédétection, GIS et les travaux sur terrain. Ces travaux ont impliqué également la formation des homologues locaux pour leur permettre de maîtriser la réplication des techniques de cartographie. La méthodologie repose sur les analyses à distance et sur la végétation pour détecter les réserves d'eaux souterraines.

Guyane (1999 et 2000). J'étais responsable des travaux sur les applications de technique de télédétection en cartographie géologique /géomorphologique de zones déminéralisation et de roches destinées à l'industrie des roches ornementales. Les traversées se sont faits à pied à travers des forêts primaires en zones montagneuses denses et en canoë le long des rivières. La formation d'homologues constituait la majeure composante du projet. J'ai organisé et conduit les expéditions sur terrain.
Dan un projet conduit pour DFID, j'étais membre de l'équipe qui a développé l'utilisation de la technique de télédétection pour la cartographie des risques liés aux glissements de terrain dans différents endroits incluant la Jamaïque, la Slovaquie, les Fiji et la Papouasie Nouvelle Guinée ; j'étais responsable du traitement et interprétation d'images, et la production de cartes incluant les modèles en 3D utilisant les modèles numériques de terrain.

Au Royaume Uni, mes travaux impliquant la modélisation numérique en 3D de la géologie des montagnes Cairngorm en Ecosse et la Conduite de projet de développement de système de cartographie numérique afin d'accroître les performances cartographiques de BGS.

Comme géomorphologist pour les climats tempérés (Royaume Uni et Irlande), je compte énormément sur la profonde compréhension des modèles de végétation pour détecter des traits caractéristiques en subsurface. De plus, en travaillant comme archéologue, j'ai entrepris des formations postgraduate sur la croissance et la décadence des végétations et conduit des études extensives sur les formes de biomasse.

Formation :

1989-92	University College Dublin, Ireland, BA (Honours) en géographie et archéologie
1993-94	University Of Aberdeen, Scotland, Maîtrise en télédétection environnementale
1996-02	University Of London, England, PhD Intégration conventionnelle des techniques de cartographie de terrain avec la télédétection par satellite

---

Expérience professionnelle

Expérience prouvée en technique de télédétection, cartographie géomorphologique et en formation.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Janvier 99- actuellement : Cadre Scientifique Senior, BGS.
Géologue du Quaternaire / géomorphologist à la section télédétection du BGS ; gestion et Conduite de traitement d'images et interprétation d'images satellites et des photos aériennes (incluant GIS, travaux de terrain, production de cartes et formation) pour un vaste domaine d'applications au Royaume Uni et dans le reste du monde. A travaillé en Guyane, Zimbabwe, Botswana, Mauritanie et en Papouasie Nouvelle Guinée.

Mars 98- Janvier 99
Membre associé / GIS Consultants, Etude géologique sur l'Irlande.
Les projets incluaient des analyses sur les développements de végétation et de modèles sous contraintes pour l'exploration d'eaux souterraines.

Décembre 97- Février 98
Consultant pour Geological Consultants (Irelande) Ltd,
exploration minière utilisant la technique de télédétection et de la géomorphologie à travers différents endroits du monde.

1996/7-1997/8
Enseignant à mi-temps en télédétection environnemental à des étudiants en géologie et en géographie. University College Dublin, Irlande.

Sept 94- Nov 97
Géologue du Quaternaire / Géomorphologist dans les sections études géotechniques et géologiques du Geological Survey of Ireland. Les taches incluaient la cartographie, les évaluations de télédétection et les technologies d'information (IT) pour la production de cartes géologiques.

Avril 93- Sept 93
Assistant sur terrain au Geological Survey of Ireland.
Les tâches consistaient en compilation de cartes, cartographie (field mapping) répondre aux requêtes du public, et comme support en technologie d'information (IT).

Jan 93- Mars 93 : Editeur de la revue archéologique internationale, "Trowel".

Juin 92- Déc 92 : Archéologue au Irish Archaeological Wetland Unit.

Experiences specifiques dans les Pays en Voie de Developpement

Guyane
BGS, financé par DFID, 2 affectations à court terme de 4 semaines chacune. Consultant spécialiste en télédétection, cartographie sur terrain. Conseil et formation au personnel de la commission géologie et mines Guyanaise sur les techniques de télédétection et de cartographie sur terrain.

Zimbabwe
BGS, financé par la GTZ, 2 contrats à court terme de résident. Consultant expert à court terme. Conseil et formation au sein de l'Institut Environnemental du Zimbabwe sur les méthodes d'exploration d'eaux souterraines et de surface.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Mauritanie
BGS financé par l'UE. Un contrat résident de 4 semaines, plus présence au bureau au Royaume Uni pour le traitement et l'interprétation d'images. Consultant spécialiste en géomorphologie et en télédétection. Obtention traitement et interprétation d'imagerie satellite utilisée en cartographie.

Botswana
BGS, financé par gouvernement du Botswana, en Sept et Oct 2003. Consultant spécialiste en télédétection et cartographie sur terrain (cartographie). Obtention traitement et interprétation d'imagerie satellite. Intégration de l'imagerie avec les données aéromag. comme aide à la cartographie.

Papouasie Nouvelle Guinée
BGS, financé par la banque mondiale. Trois affectations comme résident avec 2.5 mois chacune. Consultant spécialiste en Télédétection et cartographie géomorphologique.

Autres Competences
En tant que géologue environnementalist (télédétection) / géomorphologist, j'ai beaucoup d'expérience en cartographie sur terrain et en interprétation d'images pour diverses applications en géosciences ; je suis passionné d'informatique sur PC et en environnement UNIX. J'ai d'excellentes capacités de communication développées durant deux années d'enseignement universitaire en géologie, géographie ; ces capacités de communication ont été nettement améliorées à travers les formations que j'ai pu dispensé au Royaume Uni et dans le reste du monde pour BGS.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	bon	bon
Irlandais	très bon	très bon	très bon

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 27-7-4
(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Colm Jordan

Nom du représentant habilité : David Ovadia

Poste: Expert SIG et cartographie digitale

Nom du consultant: United States Geological Survey

Nom de l'employé: PETER GEORGE CHIRICO

Profession: Géographe

Date de naissance: 28/03/71

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 8 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation à des associations/groupements professionnels:

Association of American Geographers

Attributions spécifiques:

Géographe, cartographie digitale, télédétection, construction de modèle d'élévation digitale, expert en intégration de données géologiques avec le SIG, développement de cartes dérivées, et construction de produits SIG

Principales qualifications:
Logiciels, équipement informatique, systèmes d'exploitation - ArcGIS 8.3, Leica(Erdas) Imagine 8.7, EarthVision, Arc/View 3.2, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, QuarkXpress, GTX OSR et R2V conversion trame-vecteur ; scanners de grand format Anatech Eagle 4080ET, Ideal FSC 16-800 traceurs HP 2500CP, 1055CM et 3500C ; UNIX comme serveur général pour les données, Solaris pour la plateforme Sun UNIX , Windows 2000, '95, NT ; Macintosh; IBM/PC en mode d'émulation Xterminal.
GPS - unités Trimble ProXRS, XLR, BasicPlus et GeoExplorer ; enregistreurs de données TSC-1, TDC-1 et MC-V ; logiciel Trimble Pathfinder Office.
Cours de formation suivis - Cartotique avec Imagine Orthobase Pro - 2002, Données fondamentales d'ERDAS Imagine - 2001, Comment programmer avec Avenue - 1998

Formation:
Maîtrise de géographie - Université de Caroline du Sud, 8/95

Licence de géographie- Mary Washington College, 5/93

Expérience professionnelle:

Chef de projet pour le Projet Afghanistan Elevation , de développement de modèles altimétriques numériques (MAN) à partir de l'imagerie de télédétection et des données topographiques de base à l'appui de projets de ressources naturelles et de reconstruction en Afghanistan. Ai fondé et développé le laboratoire GIS pour fournir des analyses géospatiales et de soutien cartographique à 120 chercheurs multidisciplinaires. Ai supervisé 8 spécialistes GIS à plein temps et 4 à temps partiel. Ai obtenu un financement annuel de plus d'un demi million de dollars. Ai mené des recherches indépendantes en intégrant des modèles altimétriques numériques, des cartes géologiques, de la photographie aérienne et de l'imagerie satellite pour des applications de recherche en sciences naturelles.

Ai géré la tâche GIS pour le projet de rétablissement suite au cyclone Mitch pour des municipalités d'Amérique centrale y compris le développement de l'ortho-photographie et des outils personnalisés de développement de bases de données pour aider au rétablissement après un risque naturel. Ai dirigé la mise en œuvre des normes cartographiques numériques et GIS pour la publication et la communication de données de cartes géologiques y compris des supports papier et numériques.

Ai conçu et mis en œuvre le transfert de technologie GIS et le programme de formation pour des chercheurs grecs et turcs chypriotes dans le cadre du Projet des Nations Unies d'analyse des risques sismiques.

Ai conçu le système de base de données cartographiques thématiques intégrées sur le Web pour l'Indonesian Mapping Agency. Ai modélisé et analysé les bases de données GIS pour l'étude régionale géo-hydrologique des plaines côtières du Sud-Est.

Ai compilé la base de données des cartes géologiques numériques des dépôts meubles à l'échelle 1:24000 pour les comtés de Charleston, Berkeley et Dorchester en Caroline du Sud. Ai produit des systèmes de visualisation cartographique géologique interprétative et des bases de données géologiques numériques pour le Service des parcs nationaux. Ai créé et supervisé un programme de stages pour recruter, former et gérer les stagiaires au développement de produits de bases de données GIS.

Langues:
Anglais: Ecrit et parlé couramment
Français: compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Peter C Chirico **Date** 20/7/2004
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: PETER GEORGE CHIRICO

Nom du représentant habilité Michael P Foose for P.P.L
Dr P. Patrick Leahy

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue de terrain
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Alan Stephen Collins**
Profession :	Chargé de Recherche
Date de naissance :	1 er Février 1972
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	1
Nationalité :	Britannique et Australienne

Attributions spécifiques :

Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes légendes, coupes et rapports : Traitement et analyse de données du satellites en terrain.

Auteur de beaucoup des publications scientifique de la géologie de Madgascar

---

Principales qualifications :

Géologue géoscientifique avec 11 ans d'expérience dans le domaine de la géologie structurale de Madagascar.

Cartographie à l'échelle 1 :100,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Formation :

1993-1997 Phd « Multistage Compressional Tectonies in South West Anatolia » - Université d'Edimburgh-Superviseurs : Pr. A.H.F Robertson et Dr. J. E. Dixon

1990-1993 BSC Geology (1er classe) : The Royal School of Mines Imperial College, University of London

---

Expérience professionnelle

Fonctions actuelles :

Chargé de recherche, tectonique SRC. Université de l'Australie occidentale (2004-)
Accessoirement chargé de recherche à l'université de technologie CURTIN (2004-)

Fonctions antérieures :

Chargé de recherche : Université de technologie CURTIN (1999-2003)
Professeur invité-université Saint François Xavier,Canada (2002)
Enseignant Post-doctorat, université de Leicester, UK (1997-1999)

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

11 ans d'expérience en analyses tectoniques dans plusieurs parties du globe, incluant l'Afrique, le Moyen Orient,l'extrême Orient intégrant les travaux sur terrain et de laboratoire (Ar-Ar et u –Pb géochronologie par microsonde, géochimie et microstructural)

Technique pour la compréhension des complexités sur les procédés ou sur les régions.

Recherches concentrées sur l'orogenèse durant les collisions de plaques, de la déformation acretionnaire à travers les processus de subduction d'ophiolite à la collision continentale et l'évolution subséquent des chaînes montagneuses. A travers cette expérience, j'ai développé un intérêt particulier en Paléogéographie globale et en interactions de plaques à travers les âges. J'ai un solide engagement à l'enseignement et j'ai dispensé des cours en 3ème année de Géodynamique à l'université CURTIN et à l'université de l'Australie Occidentale en parallèle à des cours sur terrain durant les 3 dernières années. De plus, j'ai assuré la supervision de plusieurs étudiants en 3ème cycle (Licence à Phd) au Royaume Uni et en Australie.

Etudes spécifiques en cours

*Orogenèse globale du néoprotérozoïc ancien/Cambrien et la formation du Gondwana

Evolution tectonique de l'orogenèse Est-Africain de Madagascar et du Sud de l'Inde

Identification, évolution et provenance des bassins méta sédimentaires à haut degré dans l'orogenèse de l'Afrique de l'Est

Investigation combinée en géochronologies structurales et SHRIMP du Complexe néoprotérozoïque Leeuwin, Sud Ouest Australie.

Géochronologie SHRIMP du Sud de l'Inde

*Evolutions structurale et thermochronologique de la plus ancienne subduction relatives aux éclogites. Les vieux eclogites USAGARAN datés à 2 milliards d'années en Tanzanie

*Evolution tectonique du Sud Ouest de la Turquie : Développement passive marginal, obduction d'ophiolite, collision continent-continent et extension d'effondrement.

Activités Professionnelles et communautaires :

2004-2005 : Co-éditeur de la publication « Géological society of América » avec le titre « Rodinia amalgamation and break-up ».

2004-2005 : Intervenant du séminaire sur « Supercontinents and Earth History » à Perth en septembre 2002.
2004 : Intervenant et co- organisateur du séminaire sur Gondwana à Kyoto Japon.
2003 : co-éditeur de la publication spéciale du journal d'Asie Terre et Sciences.
2003 : Vice Président de l'association « Geological Society ».d' Australie : division Australie occidentale.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courant	courant	courant

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 27.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Alan Stephen Collins

Nom du représentant habilité : David Ovadia

2001-3 : Secrétaire d'un groupe de spécialiste en tectonique et géologie structural de « Geological Society ».
2000 : Membre d'édition extérieure du journal de Turquie « Earth Sciences »
2001 : Membre du comité de l'association « Geological Society » : division Australie Occidentale.
1993 : 1er Responsable de l'expédition Tien Shan de l' Impérial college (Londres)
1992-3 : Président du Collège Impérial (London) société de Géologie
1990 : Membre de l'association de l'expédition à Svalbard de l'école d'exploration Britannique.

Experiences sur Terrain :

2004 : Granulite Sud Terrane (India), Ceinture Ubende (Tanzania), Cadomian Orogenèse (Britanny)
2003 : Sud de Madagascar, Granulite Sud Terrane (Inde), Jack Hills (Australie), Sri Lanka.
2002 : Orogenèse Trans Hudoou et nord Appalaches (Canada).
2001 : Orogenèse Usagaran (Tanzanie), complexe Leeuwin, (Australie).
1999 : Antananarivo-côte Est et région de l'Itremo (Madagascar), Anglesey (Royaume Uni), Alpes Européennes, Sudetes (Pologne), Yilgarn Ouest (Australie).
1998 : Sud Est et Centre de Madagascar, Anglesey (UK), Alpes européennes, Sudetes, Ténérife.
1997 : Centre Est et Nord Madagascar, Anglesey et Kinlochleven (Royaume Uni)
1996 : Karakorum (Pakistan)
Phd travaux de terrain en Turquie du Sud Ouest (4 saisons) ; conduites de voyages d'étudiants à chypre,Kinlochleven, Nord Ouest des Highlands, Turquie. Assistant sur terrain en Sardaigne (1993-1997).
1993 : Expédition de l' « Impérial College » à Tien Shan (Chine)
UG Licence de cartographie dans les Pyrenées Espagnoles
UG Voyages d'études-Andalousie, Kinlochleven, Galles du Nord et du Sud, Appleby, Oxfordshire, Devon, Arran.
1990 : Expédition à Svalbard de l'association des écoles Britanniques d'explorations.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr John Richard Mendum**
Profession :	Géologue
Date de naissance :	10 janvier 1945
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	30 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre de la Société Géologique de Londres

Membre de la Société Géologique d'Edinbourgh (l'un des deux vice-présidents)

Attributions spécifiques :

Géologue cartographe très expérimenté avec spécialité dans la cartographie des roches haut grade métamorphiques et roches ignées en Grande-Bretagne du nord et domaines Précambriens en Australie.

Tâches de cartographie à l'échelle 1 :100,000 et au 1 :500,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Principales qualifications :

Chef des projets de la cartographie dans les pays montagneux Précambriens d'Écosse (voir l'expérience professionnelle pour plus de détails).

Formation :

1967 Licence en géologie (mention) 2a, l'Université de Leeds

1972 Maîtrise en géologie structurale et les mécaniques des roches de la Faculté Impériale, Londres

1976 Doctorat l'Université d'Edinbourgh, Ecosse. 'La Structure et le Métamorphisme de la région de Passe de Tonale au Nord d'Italie'

Expérience professionnelle

<u>Novembre 1974 au présent: Géologue de terrain et chef du projet au Groupe des Iles et des Highlands du British Geological Survey, Edinbourgh</u>

Les projets majeurs effectués incluent:

Le levé de terrain sélectif au 1:10,000 des Hebrides Extérieur et l'évaluation des cartes et des rapports existants en collaboration avec le Collège Impérial de Londres. La compilation des cartes au 1:100,000 et leur mémoires explicatifs.

Le levé primaire au 1:10,000 des parties des Feuilles 72E, 73W. Les méta-sédiments du Moine et leur problèmes structuraux complexes. La contribution dans la compilation des cartes géologiques au 1:50,000 et leurs mémoires explicatifs.

La cartographie géologique sélective au 1:10,000 des Feuille 38W (Ben Lomond) et 38E (Aberfoyle). La production des cartes géologiques au 1:50,000 et leurs mémoires explicatifs. La région des ces feuille recouvre principalement un complexe déformé des roches métasedimentaires du Dalradien.

Chef du Projet d'Est de Grampien, fin 1984-2001. 22 géologues ont participé dans la cartographie géologique détaillée de 13 feuilles au 1:50 000.

Le levé personnel des Feuilles 75E, 75W, 85E, 86W, 65E qui recouvrent un complexe des roches métasédimentaires du Dalradien. Ce projet a inclu l'étude de la géologie structurale et métamorphique de ce complexe. Les études structurales côtières et continentales de Banffshire. Le levé géologique dans le cadre du contrat 'DOE' de la région de Buchan de NE d'Ecosse. La correction des articles, rapports, cartes et mémoires géologiques résultant des projet scientifiques plus l'encadrement technique et scientifique de leur production.

Le levé géologique des Feuilles 63E (Dalwhinnie) recouvrant les terrains d'un complexe géologique montagneux. Cette région était la dernière région recouverte par le Programme de la Cartographie Géologique Primaire de Grande Bretagne.

La Révision de Conservation Géologique: les roches de Lewisien, Torridonien et de Moine

14 publications sur la géologie de 14 localités, la corréction du volume total de 116 sites et la rédaction des introductions de 4 chapitres. le volume de compilation incluant des photographes, des cartes etc.

Chef du projet des Iles et des Highlands, 2001-2003. Vice-président de la discipline, la géologie, des géotechniques et de la paléontologie, 2000-2002.

Responsable de la gestion du personnel scientifique à Edinbourgh. Ce travail inclu la planification du temps du personnel, la promotion, les propositions, les congés et la gestion générale des carières professionnelles.

Consultant de la géologie structurale pour les cours de formation du personnel de 'HIG' et 'GSNI'sur les terrains des Highland.

Les projets mineurs:

La révision rapide de la géologie de Sutherland (Atlas Géochimique) et la géochimie des roches de Moine.

Le levé détaillé des roches du Dévonien et de Moine, situées à l'Ouest de Dounreay, pour la comité de 'NIREX'. La production des cartes et des rapports géologiques.

Travaux mineurs sur les régions causant des problèmes pour les routes et les chemins de fer proposés dans le cadre des projets de la génie civile. L'inspection des sites de barrages, les études géologiques et hydrogéologiques des sites designeés pour la construction des petits barrages.

Auteur principal des petits livres pour 'Scottish Natural Heritage/BGS' (l'Heritage Naturel de l'Ecosse) sur la région de Loch Lomond à Stirling et la région nord-ouest des Highlands.

Autres activités:

Editeur des articles sur la géologie des Highlands et des Iles pour plusieurs journaux scientifiques, en particuliers, les articles concernant la géométrie et l'évolution structurales de ces régions.

Chef de terrain dans plusieurs excursions géologiques aux Highlands et les Iles, p.ex. le Conférence de Penrose, 2000, les Societés Géologiques d'Edinbourgh et Glasgow, l'Excursion aux Highlands de 'GEUS', 1999.

Juin 1972 au juin 1974 à l'Université d'Edinbourgh

La cartographie géologique détaillée et les études structurales des roches métamorphiques et ignées de la région de Passe de Tonale au Nord d'Italie (these de doctorat).

Octobre 1971 au juin 1972 au Collège Impérial de Londres

Les études théoriques, analytiques et de terrain comme matières de cours de la Géologie Structurale et les Mécaniques des Roches.

Janvier 1970 à October 1971: Bureau des Resources Minérales d'Australie

1971 – chef d'équipe de la cartographie géologique de Feuille Tennant Creek au 1:250,000 (2 géologues + ouvriers de terrain).

Octobre 1967 au janvier 1970: Bureau des Resources Minérales d'Australie

La cartographie géologique régionale au 1:50,000 des roches méta-sédimentaires du Précambrien des Territoires Nord d'Australie. Les études stratigraphiques et structurales et la production de 8 cartes géologiques au 1:250,000. Membre d'une équipe de terrain composée de 4 à 5 personnes.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp. John Mendum ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr John Richard Mendum

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue structuraliste et cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé	**Dr Emilio José González Clavijo**
Profession :	Géologue
Date de naissance :	4 Mars 1958
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	3 ans
Nationalité :	Espagnole

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Attributions spécifiques:

Géologue géoscientifique avec 25 ans d'expérience dans le domaine de la géologie structurale et la géologie économique dans le Précambrien en Afrique et Amérique Latine.

Cartographie à l'échelle 1 :100,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Principales qualifications:

Géologue très experimenté dans la cartographie géologique à l'échelle 1:10,000 à 1:100,000 et la compilation régionale au 1:250,000. Il a une expérience d'environ 25 ans d'expertise de la géologie structurale et la géologie économique en particulier. Géologue experimenté et compétent, qui a travaillé dans des environements isolés et des conditions très difficiles parmi des équipes multidisciplinaires integrées. Géologue de terrain avec une experience particulière dans le domaine de la cartographie géologique des terranes à structure complexe, des zones du cisaillement ductiles et des chaines métamorphiques multi-déformées (p.ex. le cas de **Mozambique**). Grande experience nationale et internationale, qui est acquise dans des projets effectués dans l'Espagne, le Portugal, le **Maroc** et l'**Equateur** (les Andèses). Ces projets ont inclu le levé d'une grande variété de roches méta volcaniques et des systèmes plutoniques minéralisés. Pétrographe très compétent et avec une expertise des fabriques structurales et du métamorphisme retrograde/cisaillement.

Géologue avec une experience informatique, qui est acquise des projets de la cartographie digitale et des systèmes d'informations géoscientifiques SIG.

Formation :

1980 Licence en géologie de l'Université de Salamanca, Espagne

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1990 Maîtrise en géologie/géologie structurale de l'Université de Salamanca "Géométrie et cinématiques de la zone de cisaillement de Villalcampo à Zamora au NW d'Espagne – avec les applications d'exploration minérale"

1997 Doctorat en géologie de l'Université de Salamanca "La Géologie du Synforme d'Alcañes du District de Zamora à l'Ouest d'Espagne" avec le prix spécial de Cum Laude

---

Expérience professionnelle:

2004, **Mozambique** : Consultant avec l'équipe de la cartographie du BGS-NGU dans le cadre d'un projet financé par la Banque mondiale pour la cartographie régionale au 1:200,000 et l'évaluation des resources minérales dans les roches du socle de la chaine de collision de Mozambique.

2003–2004, Portugal : Coordinateur International à Lisbone du projet de la cartographie géologique de l'*Instituto Geológico e Mineiro* – IGM = Institut de la Géologie et des Minéraux. Ce projet a inclu la cartographie géologique d'une série de feuilles au 1:50,000 (13) et 1:25,000 (47) et leur compilation à l'échelle de 1:100,000.

2000–2003, L'IGM du Portugal : Un projet de Recherche à l'IGM intitulé: 'La caractérisation du potentiel sismogénique des failles actives dans la région Sud-Ouest d'Algarve'.

1997-2000, L'**Equateur** : Géologue du BGS et consultant auprès de PRODEMINCA dans le cadre d'un projet de la cartographie géologique et la géologie économique, qui a été financé par la Banque mondiale et intitulé 'l'Evaluation de *Districts de Minerais'*. L'évaluation/l'étude structurale et métallogénique détaillées des différents dépôts épi-mésothermaux hébèrgeant de l'or et les soulfures volcanogéniques massifs de la région Andéenne de l'Equateur. Cette région a une géologie très compliquée, qui comprend un socle polymétamorphique, des séquences marines et des systèmes volcano–plutoniques de haut degré.

1995-1997, L'Espagne : Les études du doctorat et les recherches structuraux/tectoniques aux Universités de Salamanca, Oviedo et Granada. La cartographie géologique-structurale à l'échelle de 1:50,000/1:100,000 et les analyses tectoniques d'une superficie de 2,500 km², qui est localisée dans le Segment Iberien Interne de la Chaine Orogénique Variscainne. Cette étude a inclu le levé lithologique, les observations et les interprétation structurales détaillées, l'analyse cinématique, les études micro-structurales et pétrographiques (600 lames minces) plus les interprétations sédimentologiques et paléontologiques.

1988–1995 L'Espagne : Géologue cartographe à l'*Instituto Tecnológico Geominero de España* TTGE' (Institut Technologique et Géominérale de l'Espagne). Les études structurales et le levé de terrain dans la Chaine de Pyrite Iberienne et la Chaine Cambrienne au sud d'Espagne, qui sont en relation avec les contrôles structuraux de la minéralisation et l'interprétation tectonique de cette zone. Géologue économiste employé dans le cadre d'un programme de la cartographie systématique et l'evaluation des resources métallogénique dans les régions des feuilles d'Alcañices et Vitigudino (les cartes 28 & 36 au 1:200,000), qui forment le Segment Variscain du Craton Iberien. L'évaluation économique et structurale des séquences déformées, poly-métamorphisées et minéralisées du Paléozoïques.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1993- Espagne : Géologue consultant du Groupe 'RTZ' dans le cadre d'un projet commercial, qui a inclu l'exploration des métaux de base dans les soulfures volcano-géniques massifs de la Chaine de Pyrite Iberienne.

1989–1990 Maîtrise à l'Université de Salamanca

Projet de recherche sur les cinématiques des zones de cisaillement dans le NW d'Espagne.

1987–1988 l'Université de Seville

Aide-Assistant des Géodynamiques et la Géologie Structurale.

1982–1987 Exxon Minera Española

Géologue de terrain dans le cadre de l'exploration des métaux de base dans la Chaine de la Pyrite Iberienne et les dépôts Sed-Ex dans les bassins crétacés de l'Est de l'Espagne (Pb-Zn)

1981-1982 Compañia Minera San Ablin

Géologue de terrain dans le cadre de l'exploration de bentonite et les minéraux associés dans les bassins continentaux (Tertiaire) du Nord et Centre d'Espagne.

1980-1981 Esso Minerals Spain

Géologue employé dans l'exploration d'Uranium du Bassin Duero au nord d'Espagne.

Langues :

	Parlée	*Lue*	*Ecrite*
*Espagnol**	Excellent	Excellent	Excellent
Anglais	Très bien	Excellent	Bien
Portugaise	Très bien	Excellent	Très bien
Français	Moyen	Moyen	Moyen

* Langue maternelle

Attestation:

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 21-7-4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Emilio José González Clavijo

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste:	Géologue Cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**Dr Kathryn Mary Goodenough**
Profession :	Géologue cartographe
Date de naissance:	10 novembre 1973
Nombre d'années d'emploi par le Consultant:	3.5 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre de la Société Minéralogique de la Grande Bretagne et la Société Géologique de Londres

---

Attributions spécifiques :

Géologue et pétrographe des roches ignées, avec une experience de 10 ans y compris, le levé de terrain, l'échantillonnage et les études pétrographiques dans le domaine Précambrien du Greenland et me Mésozoïque du Moyen-Orient.

Tâches de cartographie à l'échelle 1 :100,000 et au 1 :500,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Principales qualifications :

Kathryn est un géologue et pétrographe des roches ignées, avec une expérience de 10 ans d'après licence. Elle a effectuée des levés géologiques pour le BGS dans les ophiolites des **Emirats Arabes Unis** et la Chaine de collision de Moine de l'Ecosse. Ces projets a lui permet d'acquérir une grande expérience dans la cartographie géologique des types de roches et des structures différentes, en parallèle, avec l'étude pétrologie et géochimique d'une variété des roches ignées. Plus récemment, elle a participé dans une recherche sur les intrusions de la province ignée du Calédonien Ecossais. Pour le doctorat, elle a étudiée des intrusions alcalines du Protérozoïque de la province de Gardar au Sud de **Greenland,** y compris, le levé de terrain, l'échantillonnage, les études pétrographiques. Elle a présentée ses recherches dans plusieurs conférences internationales et elle a publiée une sélection des articles scientifiques. Elle est titulaire d'un certificat du chef de montagne de l'été. Kathryn est un géologue très compétent qui a travaillé dans des terrains et conditions très difficiles. Ses compétences en français sont assez moyennes.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Formation :

1994-97 Doctorat de l'Université d'Edinbourgh, dont la thèse est intitulée: *La géochimie des intrusions de Gardar dans la région d'Ivigtut au sud de Greenland.* Le levé de terrain a eu lieu dans la province de Gardar au Sud de Greenland. Cette recherche a inclu l'étude des roches ignées et alcalines du Protérozoïque, la collection des échantillons pour la datation géochimique, la pétrographie et les analyses isotopiques. Les résultas de ces études ont été utilisées dans la construction d'un modèle de la petrogénèse des magmas de la région de Gardar et aux environs d'Ivigtut.

1991-94 Licence ès Sciences de la Terre de la faculté de Worcester de l'Université d'Oxford, R-U. Classe: 2. La spécialité de la dernière d'études était sur la géologie des roches métamorphiques et ignées. Les études universitaires ont inclus la formation sur le terrain dans plusieurs région de la Grande Bretagne et la production des cartes de la thèse sur le pluton d'Ardara de Donegal.

Expérience professionnelle :

Janvier 2001 à présent:

Géologue des projets du British Geological Survey, Edinbourgh. Travail sur une variété des projets, incluant la cartographie géologique de la chaine de collision de Moine de l'Ecosse et le complexe ophiolotique des **Emarats Arabes Unis.**

Avril 1998 au Janvier 2001:

Géologue conseiller du 'Scottish Natural Heritage' (l'Heritage Naturel Ecossais) à Edinbourgh. Ce travail a inclu des levés de terrain et l'amélioration de la documentation *des sites scientifiques spéciales* partout dans l'Ecosse. Elle était responsable des sites particulière à cause de leur géologie ignée, métamorphique et structurale.

Novembre 1997 à Avril 1998:

Aide-chercheur à l'Université d'Edinbourgh. Etude et analyses géochimiques des roches ignées du Sud de Greenland.

Octobre 1994 à Novembre 1997:

La préparation du doctorat. La présentation des travaux de recherche à l'Université d'Edinbourgh plus l'enseignement des étudiants du premier et deuxième cycle universitaires. L'organisation des cours pratiques et les excursions de terrain.

Juin 1994 à Octobre 1994:

Géologue-étudiante au Département de l'exploration du British Petroleum 'BP' à Aberdeen, Ecosse. L'étude et l'interprétation de l'histoire sédimentolgique d'une région de la Mer Nord.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp. Kathryn Goodenough ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Kathryn Mary Goodenough

Nom du représentant habilité : David Ovadia

Poste: Géologue de terrain

Nom du consultant: United States Geological Survey

Nom de l'employé: Gregory J. Walsh

Profession: Géologue

Date de naissance: 20 avril 1964

Nombre d'années d'emploi par le consultant: 12

Nationalité: Américaine

Affiliation à des associations et groupements professionnels des associations et groupements professionnels

Geological Society of America
Vermont Geological Society
New Hampshire Geological Society

Attributions spécifiques:
Cartographie géologique, géologie structuraliste, tectonique, compilation de GIS et de cartes numériques
Plusieurs années de cartographie géologique dans les roches métamorphiques de haut grade déformées de manière complexe sous des conditions très voisines des roches précambriennes de Madagascar.

Principales qualifications:

Dans le cadre des projets de l'U.S. Geological Survey:

Maroc: Projet USGS de coopération en cartographie géologique (2000 à ce jour)
Ai dirigé ce programme interinstitutions de cartographie géologique nationale des Montagnes Anti-Atlas du Maroc. Supervise actuellement la cartographie géologique de coupures rectangulaires de 6 coupures (1:50000) à l'appui du Plan National de la Cartographie Géologique du Maroc (PNCG). Réalise les études structurales, stratigraphiques, géochronologiques et géochimiques dans le cadre du programme de cartographie et publie des cartes par le biais du Service géologique marocain du Ministère de l'Énergie et des Mines (MEM). Forme les géologues marocains à l'utilisation du GPS, aux techniques de cartographie numérique et à la géochronologie. Supervise la compilation numérique des cartes géologiques. Établis une base de données GIS des cartes géologiques à l'usage du Ministère de l'Énergie et des Mines. Publie un article de revue et deux cartes couvrant deux coupures rectangulaires de la partie Ouest de l'Anti-Atlas. Cartographie en cours de six coupures rectangulaires au 1:50000 de la zone Jebel Sarhro de la partie Est de l'Anti-Atlas. En tant que chef de projet, supervise et coordonne les activités de cartographie de plus d'une douzaine de chercheurs des États-Unis et du Maroc, y compris de l'USGS, de l'École nationale de l'industrie minérale (ENIM) et du Laboratoire public d'essais et d'études (LPEE).

Étude systématique de l'aquifère régional du bedrock (1998 à ce jour)
Ai dirigé intellectuellement et scientifiquement le développement des méthodologies de recherche visant à mieux comprendre le développement tectonique de la partie Nord des Appalaches, aux États-Unis. Ai développé des solutions qui intègrent la cartographie, la tectonique, les GIS et les études hydrogéologiques afin de résoudre des problèmes de recherche multidisciplinaire en matière d'hydrologie des roches fracturées. Ai publié des cartes géologiques, des bases de données GIS et des articles de revues.
Vermont: Projet USGS de coopération en cartographie géologique (1992 à 1998)
Ai effectué la recherche géologique pour une nouvelle carte géologique au 1:100000 de l'État du Vermont aux États-Unis. Ai terminé et publié la cartographie en plus de vingt coupures rectangulaires de 7,5 minutes et ai présenté les résultats scientifiques lors de réunions professionnelles et de conférences lors de déplacements sur le terrain. Ai supervisé la compilation numérique de toutes les coupures rectangulaires de 7,5 minutes effectuées par les géologues du projet. Ai créé une base de données GIS de la cartographie géologique pour tout l'État. Ai publié des cartes géologiques, des bases de données GIS et des articles de revues.

Formation:
Université Hofstra
Hempstead, New York USA, septembre 1982 à mai 1984 ; géologie et ingénierie

Université du Massachusetts
Amherst, Massachusetts USA, septembre 1984 à mai 1986 ; Licence en géologie

Université du Vermont
Burlington, Vermont USA, septembre 1986 à octobre 1989 ; Maîtrise en géologie

Expérience professionnelle:
- 1992 à ce jour:
U.S. Geological Survey, Équipe des processus de la surface terrestre Géologue de recherche, Reston, Virginie et Montpelier, Vermont:
En tant que géologue de recherche, j'ai réalisé la cartographie du bedrock de l'Anti-Atlas au Maroc et de la partie Nord des Appalaches aux États-Unis. Suis spécialiste de la structure et de la tectonique de roches métamorphiques déformées complexes et de l'utilisation des GIS en tant qu'outil de cartographie et d'analyse. Ai développé une base de données GIS au niveau de tout l'État, ai formé des géologues à l'emploi des techniques GIS et de saisie des données de terrain et ai présenté des manuscrits lors de conférences techniques sur l'emploi des techniques GIS en géologie. Ai l'expérience des logiciels informatiques ArcGIS, Arc/Info et ArcView sur les plateformes UNIX et NT, Arc Macro Language (AML) et Simple Macro Language (SML), de la programmation HTML et MapInfo. Expérience technique de la cartographie géologique, de la pétrographie, de l'interprétation des photographies aériennes, de la télédétection, du GPS, de la spectrométrie à rayons gamma, microsonde ionique à haute résolution et à haut niveau de sensibilité (SHRIMP), diffraction des rayons X, microsonde électronique et balayage spectroscopique par émission de plasma.
Référence:
Richard W. Harrison
U.S. Geological Survey
National Center Mail Stop 926A

Reston, Virginia, USA 20192
Tél: 703-648-6900

- 1990 à 1992:
Heindel and Noyes, Inc.: Géologue/ Hydrogéologue, Burlington, Vermont
En tant que consultant, ai dirigé la caractérisation géologique et hydrogéologique de site pour des projets d'alimentation en eau et d'évacuation des eaux usées. Ai l'expérience technique des essais de nappe dans le bedrock fracturé, du magnétomètre à pression à précession libre, du récepteur radio électromagnétique de très basse fréquence, de la réfraction sismique, de l'installation d'un sismomètre, de la résistivité électrique, du prélèvement d'échantillons des eaux souterraines et des essais de perméabilité.

- 1989 à 1990:
Vermont Agency of Natural Resources, Waterbury, Vermont: Géologue
En tant que sous-traitant indépendant, j'ai effectué la cartographie géologique du bedrock dans le cadre d'un projet au niveau de tout l'État pour produire une nouvelle carte géologique du bedrock du Vermont.

- 1986 à 1988:
Université du Vermont, Département de géologie, Burlington, Vermont: Maître auxiliaire
En tant que maître auxiliaire, j'ai enseigné aux laboratoires la « géologie physique » et les « méthodes de la géologie de terrain ».

- 1986 à 1986
U. S. Geological Survey, Bureau des tremblements de terre, des volcans et de l'ingénierie, Service de l'ingénierie, de la sismologie et de la géologie: Geology Menlo Park, Californie
Ai participé à des études géophysiques et géologiques de la faille de San Andreas et du Batholithe de la Sierra Nevada en Californie.

Langues:
Parle couramment l'anglais: Excellente capacité à lire, écrire et parler l'anglais.
Connaissances pratiques du français -: compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Gregory Walsh **Date** 2 juillet 2004

[[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé Gregory J. Walsh

Nom du représentant habilité Michael P Rood For. P.P.L

Nom du représentant responsable: Dr P. Patrick Leahy

Poste: Géologue de terrain/cartographe

Nom du consultant: United States Geological Survey

Nom de l'employé: Dr Robert D. Tucker

Profession : Professeur agrégé, Sciences de la terre et planétaires /Géologue de terrain, géologue isotopique

Date de naissance 18 juillet 1952

Nombre d'années d'emploi par le Consultant:
Ne suis pas employé par l'United States Geological Survey
Employé par Washington Université, St. Louis
Postes universitaires depuis 12 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels:
Membre professionnel, Geological Society of America: 1985 à ce jour
Rédacteur en chef adjoint, American Journal of Science: 1993 à ce jour
Rédacteur en chef adjoint, Norsk Geologisk Tiddskrift: 1993 à 2000
Membre correspondant, International Subcommission on the Ordovician System: 1991 à 2001

Attributions spécifiques:

Géochronologie U-Pb de haute précision, Géochimie isotopique et géologie structuraliste. Plus de 10 ans d'expérience géologique sur le terrain à Madagascar en tant que principal chercheur américain de la recherche financée par NSF en collaboration avec les Professeurs Rakotondrazafy et Rambelioson (Université d'Antananarivo) 1995 à ce jour ; vaste expérience de la datation des roches du Protérozoïque au sein du Gondwana hors de Madagascar (c'est-à-dire Inde, Seychelles, Oman, Iran, Afrique du Sud, Égypte), 1995 à ce jour. Plus de 20 ans d'expérience sur le terrain (cartographie géologique, géochronologie U-Pb et analyse structurale) dans les roches métamorphiques du Protérozoïque dans le monde entier (c'est-à-dire États-Unis, Norvège, Groenland, Norvège, Chine, Royaume-Uni), 1980 à ce jour.

Il aura comme responsabilité la cartographie géologique dans la zone Nord ainsi que des travaux de géochronologie U-Pb.

Principales qualifications:

Vaste expérience en cartographie du socle, analyse structurale et géochronologie U-Pb de haute précision des roches du Précambrien, tout particulièrement les roches métamorphisées du Protérozoïque d'origine Gondwana (Madagascar, Seychelles, Inde). Il a au cours de ces dix dernières

années, travaillé en tant que principal chercheur américain sur la recherche financée par NSF et en collaboration avec des collègues américains et internationaux dont les Professeurs Rakotondrazafy et Rambelioson (Université d'Antananarivo, Madagascar), L.D. Ashwal, Université de Witswatersrand (anciennement Université Rand Africaans, Afrique du Sud), T.M. Kusky (Université St. Louis), Linda Sohl (Observatoire de la terre Lamont-Doherty) et Dhiraz Banarjee (Université de Delhi, Inde). Ces travaux ont également comporté la supervision et la formation d'étudiants américains, malgaches et sud-africains sur le terrain et dans mon laboratoire de géochronologie U-Pb de l'Université Washington à St Louis. Responsable sur le terrain de: cartographie géologique, analyse structurale, prélèvement d'échantillons du socle pour les analyses géochimiques et géochronologiques, organisation logistique de voyages (en coordination avec Gilles Gautier des Lézards de Tana) et supervision des étudiants. Responsable en laboratoire de l'entretien du spectromètre de masse et des installations de laboratoire propre, supervision des techniciens de laboratoire et des travaux des étudiants, conseiller des étudiants de doctorat et de maîtrise.

Dates et projets de recherche dans les terrains de Gondwana:

Juillet et août 1995: Cartographie de reconnaissance géologique et prélèvement d'échantillons du socle à Madagascar (Antananarivo- Maevatanana, Daraina-Milanoa, Sambava-Vohemar, Ile Ste Marie, Itremo Area (Centre de Madagascar). avec L.D. Ashwal et M. Handke (aspirant au doctorat, Université Washington)

Juillet et août 1996: Cartographie géologique détaillée, analyse structurale et prélèvement d'échantillons du socle pour la géochimie isotopique, Centre de Madagascar (Antsirabe-Ambatofinandrahana) avec L.D. Ashwal et M. Handke (aspirant au doctorat, Université Washington)

Août 1997: Auteur collaborateur, géochronologue et co-dirigeant d'un voyage sur le terrain (avec L.D. Ashwal et R. Cox) pour l'Atelier international sur le terrain UNESCO-IUGS-IGCP 348/368 sur la géologie du Protérozoïque de Madagascar. Premier voyage - Nord et Centre de Madagascar (Antananarivo-Maevatanana). Deuxième voyage - Sud et Centre de Madagascar (Ambatonomby-Itremo-Finarantsoa-Ihosy).

Décembre 1997: Prélèvement d'échantillons du socle pour géochimie, géochronologie U-Pb et analyse paléo magnétique, Seychelles (avec L.D. Ashwal et T. Torsvik).

Juillet et août 1998: Cartographie géologique de reconnaissance, synthèse structurale et prélèvement d'échantillons du socle pour géochimie et géochronologie le long du corridor de 300 km du fleuve Mania au Centre de Madagascar (avec L.D. Ashwal, Chris Powell [décédé] et coll.).

Juin et juillet 1999: Cartographie géologique de reconnaissance, analyse structurale, prélèvement d'échantillons du socle pour géochimie, géochronologie U-Pb et analyse paléo magnétique dans le Nord de Madagascar (Daraina-Milanoa, Vohemar, Sambava, Andapa, Maroantsetra) avec L.D. Ashwal, J. Meert et des étudiants.

Août 2000: Cartographie géologique détaillée et analyse structurale des roches métamorphiques du Centre de Madagascar (fleuve Manandona) avec T.M. Kusky (Université St. Louis) et R. Buchwaldt (aspirant au doctorat, Université Washington)

Octobre et novembre 2000: Cartographie de reconnaissance, analyse structurale et prélèvement d'échantillons du socle pour géochimie et géochronologie U-Pb dans le Nord de Madagascar (Ambanja-Tsaratanana-Zaroambavy-Marojezy-Sambava) avec R. Buckwaldt (aspirant au doctorat, Université Washington).

Février 2001: Prélèvement d'échantillons du socle des roches sédimentaires du Protérozoïque du Centre de l'Inde pour géochimie, géochronologie U-Pb et analyse paléo magnétique (Bassin Vindhayan) avec L.D. Sohl (Observatoire de la terre Lamont Doherty) et Dhiraj Bannerjee (Université de Delhi).

Août et septembre 2002: Cartographie de reconnaissance, analyse structurale et prélèvement d'échantillons du socle pour géochimie et géochronologie U-Pb dans l'Est de Madagascar (transects Onibe et Mananjary) avec les étudiants malgaches du Professseur Rakotondrazafy (Université d'Antananarivo).

Octobre 2003: Cartographie géologique détaillée et analyse structurale des roches métamorphiques du Protérozoïque du Centre de Madagascar (Zone d'Itremo).

Novembre 2003: Géochronologie U-Pb et géochimie des roches volcaniques du Cénozoïque du Nord de Madagascar (Massif du Manongarivo-Nosy Be-Montagne d'Ambre-Diego).

Spécialités de recherche: Géochronologie U-Pb, géologie régionale, tectonique, géologie structuraliste. Géologie régionale et tectonique des Appalaches et des Calédonides ; géologie régionale et tectonique de Madagascar et des terrains de Gondwana connexes ; géologie du Protérozoïque d'Amérique du Nord et de la Scandinavie ; étalonnage de la datation géologique avec accent mis sur les périodes du Paléozoïque inférieur ; géochronologie précise comme moyen de freiner le rythme de formation de l'écorce terrestre et l'exhumation de terrains profondément enfouis ; géologie structuraliste et pétrologie des roches métamorphiques de forte intensité ; recours aux isotopes radiogéniques et à la géochronologie pour étudier la croissance et la déformation des continents au cours de l'orogenèse liée aux collisions.

Formation:

Licence (Géologie, Physique), 1974, Université State of New York à Brockport, Brockport, N.Y. 14420

Maîtrise (Géologie), 1977, Université du Massachusetts, Amherst, MA 01003
Dissertation de maîtrise: *Géologie du socle de la Zone Barre, Centre du Massachusetts*

Maîtrise (Géologie), 1982, Université de Yale, New Haven, CT 06511

Doctorat (Géologie), 1985, Université de Yale, New Haven, CT 06511
Dissertation de doctorat: *Géologie de Vestranden à l'Ouest de Trondheim, Sud et Centre de la Norvège*

Expérience professionnelle:

Postes universitaires et de recherche une fois terminé le doctorat:

1996 à ce jour: Professeur agrégé, Département des Sciences de la terre et planétaires, Washington Université, St. Louis, MO. Président: Raymond Arvidson

1992 - 1996: Professeur agrégé, Département des Sciences de la terre et planétaires, Washington Université, St. Louis, MO. Président: Raymond Arvidson

1987 à 1992: Boursier de recherche postdoctorale ; Laboratoire Jack Satterly, Royal Ontario Museum, Toronto, Canada. Directeur: Thomas E. Krogh

1985 à 1987: Boursier de recherche postdoctorale ; Norwegian Geological Survey, Trondheim, Norvège. Directeur: Knut Heier

Il a, au cours de ces 10 dernières années, détenu le titre de Professeur agrégé dans le Département des Sciences de la terre et planétaires à l'Université Washington, St. Louis. Responsable de l'enseignement aux étudiants des premier et second cycles en géologie physique, géologie structuraliste, géologie régionale, géochimie isotopique et géochronologie. Il a également surveillé et supervisé l'installation de géochronologie U-Pb de l'Université Washington qui comprend un spectromètre de masse multi collecteur par ionisation thermique, un laboratoire propre de catégorie 100 ainsi que des installations de concassage de pierres et de séparation des minéraux. A supervisé trois étudiants de doctorat et plus de 40 chercheurs invités et étudiants d'établissements extérieurs au cours de son professorat à l'Université Washington. Président des Sciences de la terre et planétaires: Professeur Raymond Arvidson.

Recherche financée par subventions de R.D. Tucker (Projets du Gondwana indiqués par une *)

(11) Recherche en collaboration: Vergence néo protérozoïque de l'orogène d'Afrique orientale: Analyse structurale et géochronologique du Groupe Itremo poly déformé, Centre de Madagascar (co-chercheur principal avec T.M. Kusky, Département des Sciences de la terre et de l'atmosphère, Université St. Louis) 2002. Fondation nationale des sciences, Programme tectonique (EAR-0207856) 129 718 $. 1er juin 2002 au 31 mai 2004

(10) Recherche en collaboration: Investigation d'une ligne de suture proposée entre le Gondwana Est et Ouest: Analyse intégrée de terrain, géochronologique et de télédétection dans l'Est de Madagascar. (co-chercheur principal avec T.M. Kusky, Département des Sciences de la terre et de l'atmosphère, Université St. Louis) 2001. Fondation nationale des sciences, Programme tectonique (EAR-0125957) 39 880 $. 1er mai 2002 au 30 avril 2003.

(9) Recherche en collaboration: Analyse intégrée du Bassin néo protérozoïque Vindhychal en Inde. (Co-chercheur principal avec Nicholas Christie-Blick et Linda Sohl, Observatoire de la terre Lamont-Doherty, Université de Columbia). 2000. Fondation nationale des sciences, Programme de géologie et de paléontologie (EAR-0087459). 27 348 $, 1er janvier 2001 au 31 janvier 2002.

(8) Poursuite de l'appui donné à un chercheur technique, Laboratoire de géochronologie, Université Washington 1998 Fondation nationale des sciences, Programme d'instrumentation et d'installations (EAR-9816037), 80 000 $, 1er janvier 1999 au 31 décembre 2001.

(7) Formation de l'écorce terrestre néo protérozoïque et ligne de suture des terrains dans l'orogène d'Afrique orientale: Investigations géologiques, géochimiques et géochronologiques à Madagascar. 1998. Fondation nationale des sciences, Programme, tectonique (EAR-9814373), 180 000 $, 9 juin 1999 au 31 mai 2003.

(6) Technicien d'appui pour le Laboratoire de géochronologie, Université Washington. 1995. Fondation nationale des sciences, Programme d'instrumentation et d'installations (EAR-9506693), 120 000 $, 15 août 1995 au 31 juillet 1998.

(5) Étude des temps du métamorphisme et du magmatisme du Précambrien à Madagascar: Implications pour la configuration et la fusion des fragments de continents au sein du super continent de Gondwana. 1994. Fondation nationale des sciences, Programme tectonique (EAR-9418538), 125 000 $, 1 juin 1996 au 31 mai 1998.

(4) Histoire tectonothermale de l'écorce terrestre pré panafricaine en Afrique du Nord-est: Conclusions à partir des données de terrain, géochronologiques et isotopiques. (Co-chercheur

principal avec Mohamed Sultan). Fondation nationale des sciences, Programme international (INT-9313017), 32 420 $, 1er septembre 1993 au 30 juin 1997.

(3) Étude des temps du métamorphisme et du magmatisme dans les Appalaches du Nord du Massachusetts et du Sud du New Hampshire. Fondation nationale des sciences, Programme tectonique (EAR-9304142), 110 000 $, 1er août 1993 au 31 janvier 1998.

(2) Datation U-Pb précise des chutes de cendres de l'éruption de type plinien dans un but d'étalonnage de l'échelle de temps et corrélation bio stratigraphique. Fondation nationale des sciences, Programme de géologie et de paléontologie (EAR-9219941), 52 000 $, 1er juillet 1993 au 31 décembre 1996.

(1) Acquisition d'un spectromètre de masse par ionisation thermique. Fondation nationale des sciences, Programme d'instrumentation (EAR-9219862), 240 000 $, 1er avril 1993 au 30 septembre 1995.

Plus de 73 manuscrits revus par comité de lecture - Bibliographie disponible sur demande.

Langues:
Anglais: excellent/excellent/excellent
Norvégien: bon/moyen/bon
Français: compétent
Malgache: médiocre/médiocre/médiocre

Attestation

Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

_____ Date 20/7/2004

[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: Dr Robert D. Tucker

Nom du représentant habilité _____

Nom du représentant responsable: Dr P. Patrick Leahy

Dr P.P.L

Poste: Cartographe de terrain

Nom du consultant: United States Geological Survey

Nom de l'employé: Keith A. Howard

Profession: Géologue de recherche

Date de naissance: 12 septembre 1939

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 29

Nationalité: Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels:

- Geological Society of America: Co-rédacteur en chef scientifique de GSA Today (2003 à 2005), Participant au Comité de publication (2003 à 2005), Conseil responsable du bulletin (1988 à 1993), Mention élogieuse spéciale pour formation d'astronaute (1973), Membre élu (1972). - Également Membre de:
    - American Geophysical Union depuis 1969
    - Peninsula Geological Society depuis 1967
    - Geological Society of Washington depuis 1975
    - International Association of Structural/Tectonic Geologists depuis 1993, de l'Association Fulbright depuis 1989
    - International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior depuis 1999.

Attributions spécifiques:

Grande expérience de cartographie géologique dans différents environnements géologiques
Expert en études tectoniques et structurales, géologie économique, géochronologie des roches plutoniques et métamorphiques

Principales qualifications:

Géologue avec 39 ans de vaste expérience. Auteur de 138 rapports publiés, dont 28 cartes géologiques et une carte à l'échelle nationale des failles vivantes des USA. Depuis 1977, études principalement centrées sur le cadre géologique régional des terrains à roches métamorphiques et plutoniques et leur couverture volcanique et sédimentaire. Ai dirigé une équipe multidisciplinaire en géologie, ressources minérales et géophysique en Californie du Sud et dans l'Ouest de l'Arizona qui a produit de nombreux rapports de ressources minérales, cartes et manuscrits scientifiques. Ai également dirigé l'étude d'un transect de l'écorce dans le Sud-Ouest des États-Unis au cours de laquelle 40 chercheurs ont étudié l'évolution crustale et ses processus par le biais de la réflexion et réfraction sismique, du profilage magnétotellurique, de la cartographie du cadre géologique, de la géochronologie, de la paléomagnétique, de la géochimie, de l'étude des isotopes et des xénolites, des flux de chaleur, de la gravité et de l'aéromagnétique. Expérience en matière d'hydrogéologie, d'avalanches et des processus fluviatiles, de télédétection, de vulcanologie et de thermochronologie. Ai eu 3 postes administratifs au sein de l'USGS. Ai conçu et démarré le programme USGS de recherche sur le changement climatique. Chercheur principal Fulbright à l'Université de Cambridge en 1988. Participe actuellement à des projets sur la métallogénie et la cartographie géologique.

Expérience sur le terrain: 7 États de l'Ouest des USA (y compris Hawaï), Grande-Bretagne, Grèce, Bolivie, Espagne, France, Équateur. Bref prélèvement d'échantillons pour la datation par traces de fission aux Seychelles.

Formation:

1961: Université de Californie, Berkeley - Licence (Ingénierie géologique)
1962: Université de Californie, Berkeley - Maîtrise (Ingénierie géologique)
1966: Université de Yale - Doctorat (Géologie)

Expérience professionnelle:

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS) DEPUIS 1966:

Actuellement géologue de recherche sur deux projets (sous la direction de John Hillhouse, Chercheur principal par intérim, Équipe des processus de surface terrestre de l'Ouest): (1)Projet Géologie dans les parcs (depuis 2002), responsable des études de cartographie géologique de la Zone de loisirs Mead en Arizona et dans le Nevada et pour le développement de la recherche multidisciplinaire sur la partie inférieure du fleuve Colorado ; et (2) projet de métallogénie du Grand Basin (depuis 2002), responsable du cadre tectonique régional éocène et miocène autour des dépôts aurifères dans la région de Carlin Trend.

2002 à 2003: Géologue régional adjoint (par intérim) pour la Région Ouest de l'USGS (sous la direction de M.D. Carr, géologue régional par intérim), responsable de la planification des programmes et parfois supérieur hiérarchique d'environ 600 employés.
1997 à 2002: Géologue de recherche pour les projets Nevada Gold (depuis 1999), Cadre hydrogéologique du projet Désert du Sud-Ouest (depuis 1999), de la cartographie géologique du Corridor urbain du Pacifique Nord-Ouest (1998 à 1999), de la cartographie géologique du Corridor urbain Las Vegas (1997 à 1998).
1996: Études astrogéologiques ; et consultant auprès de l'Université du Wyoming.
1977 à 1995: Chef de projet, cadre tectonique 2-degrés de Needles. Ai dirigé l'équipe multidisciplinaire pour structure, stratigraphie, tectonique, intrusion filonienne, pétrologie, géochronologie, géophysique et minéralisation pour le Sud-est de la Californie et l'Ouest de l'Arizona.
1984 à 1993: Chef de projet, PACE (Expérimentation crustale Pacifique à Arizona). Ai dirigé une équipe multidisciplinaire de 10 à 50 chercheurs dans un transect crustal dans le Sud-Ouest des États-Unis en utilisant cartographie géologique, géochronologie, paléomagnétique, géochimie, étude des isotopes et des xénolites, réflexion et réfraction sismique, profilage magnétotellurique, gravité et magnétique.
1975 à 1977: Sous-chef de programmes, Bureau de la géologie environnementale de l'USGS. Ai conçu, introduit et organisé l'approbation de la Direction de l'exécutif et les crédits du Congrès pour le démarrage du programme de recherche climatique de l'USGS.
1974 à 1978: Chef de projet et chef d'équipe, carte nationale générale des failles vivantes des États-Unis.
1973 à 1975: Représentant du service, Service des études astrogéologiques de l'USGS.
1974: Chargé de cours (invité), Université de South Florida.
1966 à 1975: Géologue (et chef de 3 projets), service des études astrogéologiques de l'USGS.

Langues:

	Lue	*Écrite*	*Parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	compétent	compétent	compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Keith A. Howard — Date 20/7/2004

[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: Keith A. Howard

Nom du représentant habilité _____ for. P.P.L

Dr P. Patrick Leahy

Poste:	Géologue de terrain
Nom du consultant:	United States Geological Survey
Nom de l'employé:	Dr John P. Encarnación
Profession :	Professeur d'université/géologue, pétrologue/pétrographe, géochimiste, tectonicien
Date de naissance:	1er août 1962

Nombre d'années d'emploi par le Consultant:
Ne suis pas employé par l'United States Geological Survey ;
Employé par l'Université St. Louis
Postes universitaires depuis 9 ans

Nationalité Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels -
Geological Society of America
American Geophysical Union

Attributions spécifiques:

Vaste expérience de terrain dans une grande variété de terrains géologiques, y compris de considérable expérience de la cartographie de terrain du continent de Gondwana. Parmi ces travaux figurent cartographie de terrain et études connexes en Afrique australe et dans la séquence du Karoo. Ses travaux sont pour la plupart axés sur la pétrologie, la minéralogie et la cartographie de terrain pour déterminer les cadres orogéniques et tectoniques.

Il aura comme responsabilité la cartographie de terrain dans la zone Nord.

Principales qualifications:

Plus de 10 ans d'expérience en cartographie de terrain avec une large place faite à la pétrologie et à la géochimie des roches métamorphiques et magmatiques. Vaste expérience de terrain dans une grande variété de terrains (Philippines, orogène du Ross en Antarctique) y compris les lanières d'accolement, les zones à métamorphisme intense et structuralement complexes, et les grandes provinces ignées (Séquence de Karoo). Robustes capacités en géochimie des roches, y compris de l'emploi des isotopes radiogéniques pour donner des renseignements géochronologiques. Géochimie et géochronologie des roches utilisées pour éclaircir le cadre et l'origine des séquences magmatiques et métamorphiques dans la reconstruction des milieux géologiques régionaux. Robuste capacité pour enseigner et conseiller

les étudiants. A travaillé avec et a dirigé les études d'étudiants malgaches qui travaillent sur les problèmes de Madagascar concernant la géologie structuraliste et la pétrologie.

Recherche de maîtrise à l'Université des Philippines (1984 à 1989) comportant des études de terrain de presque toutes les principales mines et gisements d'or épithermal, de chromite podiformes et de latérite à association ophiolite aux Philippines. Les études comprenaient de nombreuses analyses pétrographiques des roches dans ces zones ainsi que certaines analyses géochimiques préliminaires. La thèse de maîtrise portait sur l'analyse pétrographique de centaines de lames minces de zones minéralisées et stériles dans un district de cuivre porphyrique dans le Centre des Philippines, couplé à l'analyse par diffraction des rayons X de l'argile et d'autres matières à grains fins.

Les travaux de doctorat à l'Université du Michigan (1989 à 1994) portaient sur la cartographie de terrain et le prélèvement d'échantillons pour la datation U-Pb et Ar-(40/39) ainsi que le prélèvement d'échantillons pour la thermo barométrie avec pour objectif de comprendre l'origine et l'évolution des terrains de socle rocheux dans la partie Nord des Philippines. Des études connexes portaient sur les travaux géochronologiques associés à l'étude paléo magnétique des granites du socle en Antarctique.

La recherche post-doctorale en Antarctique portait sur l'étude des roches du socle de l'orogène du Ross. Ces études ont été poursuivies en tant que membre du corps professoral à l'Université de Saint Louis. Ces efforts ont été étendus pour inclure l'étude de la cassure du Gondwana - travaux qui ont porté sur l'étude des basaltes de plateau relatifs à la cassure et des roches connexes en Afrique australe.

Des études complémentaires récentes portent à présent sur l'évolution tectonique de l'île de Palawan par le biais d'une cartographie de terrain de base et d'un prélèvement d'échantillons pour la géochronologie et la géochimie. Ces études ont d'importantes implications pour l'exploration pétrolière dans la zone de la Mer de Chine du Sud.

Formation:

Doctorat en géologie, 1989 à 1994, Université du Michigan, Ann Arbor, Michigan, États-Unis. Titre de la thèse: *« Contraintes géochronologiques, géochimiques et géologiques sur les modèles de génération d'ophiolite et la croissance de l'arc: Éléments de preuve de la partie Nord des Philippines »*

Sa formation de doctorat a comporté de vastes travaux de terrain, des analyses d'isotopes radiogéniques, des analyses au U-Pb à partir de zircon et d'Ar- 40/39 des roches ophiolitiques et de l'arc. Microanalyses électroniques, pétrographie, microscopie électronique à balayage ont également été abondamment utilisées.

Maîtrise de géologie, 1984 à 1989, Université des Philippines, Diliman, Quezon City, Philippines. Titre de la thèse *« Caractérisation des diorites stériles et minéralisées du District de cuivre porphyrique de l'Atlas, Cebu, Philippines »*

Sa formation de maîtrise a porté sur des centaines d'analyses de lames minces de roches minéralisées plutoniques et volcaniques couplées aux analyses de diffraction des rayons X de l'argile et d'autres matières à grains fins associés à la minéralisation.

Licence de géologie, 1979 à 1984, Université des Philippines

Expérience professionnelle:

1/97 à ce jour: Professeur adjoint de géologie, Département des sciences de la terre et de l'atmosphère, Université de Saint Louis, St. Louis, Missouri 63103 États-Unis
Chercheur principal concernant une subvention de la Fondation nationale des sciences "Contraintes de l'évolution tectonomagmatique de la marge Pacifique du Gondwana à partir de la géochronologie U-Pb des roches magmatiques provenant des montagnes transantarctiques".
Co-chercheur principal concernant une subvention de la Fondation nationale des sciences pour incorporer la géochimie des isotopes stables dans l'enseignement et la recherche de premier cycle:
Chercheur principal, subvention de la Fondation nationale des sciences: *Géochronologie U-Pb de la grande province ignée du Karoo en Afrique du Sud.*
Chercheur principal, subvention de la Fondation nationale des sciences: Modèle SWEAT et orogènes néoprotérozoïques-cambriens en Antarctique: Tests provenant de la zone du Glacier Nimrod
Chercheur principal, subvention de la Fondation nationale des sciences: *« Recherche en collaboration: Formation des Vallées mortes en Antarctique: Lien entre les contraintes thermo chronométriques (U-Th/He) et cosmogéniques sur le développement du paysage »*

1989 à ce jour:
- Travaux en collaboration avec l'Université des Philippines pour aider à définir le potentiel en ressources minérales de zones d'études choisies.

- Conseiller pédagogique auprès d'étudiants malgaches travaillant sur les problèmes de structure, de pétrologie et de télédétection à Madagascar.

4/96 à 12/96 Attaché de recherche, Centre de recherche Byrd Polar, Université Ohio State, Columbus, Ohio, Etats-Unis. Les travaux portaient sur l'orogène du Ross, la reconstruction du continent de Gondwana et la vérification de l'hypothèse de connexion SWEAT (Sud-ouest des États-Unis-Est de l'Antarctique)
3/96 à 5/96 Maître de conférence, Département des sciences géologiques, Université Ohio State, Columbus, Ohio, États-Unis
10/94 à 3/96 Détenteur d'une bourse Byrd de recherche post-doctorale, Centre de recherche Byrd Polar, Université Ohio State, Columbus, Ohio États-Unis
9/89 à 5/94 Maître auxiliaire, Département des sciences géologiques, Université du Michigan, Ann Arbor, Michigan, États-Unis
6/84 à 8/89 Chargé de cours de géologie, Institut national des sciences géologiques, Université des Philippines, Diliman, Quezon City, Philippines.

Les travaux qu'il a réalisés ces dix dernières années depuis son doctorat ont été axés sur la cartographie géologique, la géochronologie et la géochimie dans le but de comprendre les problèmes tectoniques et pétrologiques. Commencés au Centre de recherche Byrd Polar et tout au long de sa nomination à l'Université de Saint Louis, il a participé à plusieurs projets financés par U.S. NSF en Antarctique et en Afrique australe (Afrique du Sud, Zimbabwe et Mozambique). Il a passé un total de cinq saisons sur le terrain en Antarctique et une en Afrique. Ces projets étaient axés sur la cartographie de terrain de base, le prélèvement d'échantillons pour la géochronologie et le paléomagnétisme. Ces projets avaient pour objet de (1) comprendre les débuts de l'orogène du Ross

d'Antarctique et ses implications sur l'assemblage du Gondwana, (2) enquêter sur le rôle de la grande province ignée du Karoo dans la cassure du Gondwana, (3) réaliser des investigations de reconnaissance de la Ceinture du Mozambique au Mozambique et son rapport avec l'assemblage du Gondwana, et (4) fournir les contraintes du soulèvement des Montagnes transantarctiques. A également passé plusieurs saisons sur le terrain aux Philippines centrées sur la compréhension du rapport entre les ophiolites de l'île de Palawan et l'ouverture de la Mer de Chine du Sud et la collision Inde Asie. Les travaux de laboratoire après études de terrain pour tous ces projets ont porté sur l'analyse pétrographique des échantillons de roches, la séparation des minéraux pour la géochronologie et la préparation des poudres de pierre pour l'analyse géochimique.

A revu des manuscrits et des livres pour les publications suivantes:

AGU Geophysical Monographs
Earth and Planetary Science Letters Geology
Journal of Geodynamics Lithos
New Zealand Journal of Geology and Geophysics Tectonics
Brooks/Cole Publishing Company - Mineralogy book McGraw-Hill - The Physical Universe

A révisé des propositions de recherche pour les organismes de financement suivants:

Fondation nationale des sciences
NERC U.K.

Sélection de publications de revues:

Encarnacion, J. *(sous presse)* Multiple ophiolite generation preserved in the northern Philippines and the growth of an island arc complex (Génération multiple d'ophiolite préservée dans le Nord des Philippines et croissance d'un arc insulaire). *Tectonophysics (Tectonophysique)*

Encarnacion, J. *(sous presse)* The northern Philippines as an analogue for Archean greenstone belts (Le Nord des Philippines en tant qu'analogue pour les ceintures de roches vertes de l'Archéen). *Developments in Precambrian Geology (Développements en géologie précambrienne), vol. 13.*

Paulsen, T., Encarnacion, J. et Grunow, A. *(sous presse)* Structure and timing of the Ross orogen, Shackleton Glacier, Transantarctic Mountains (Structure et époque de l'orogène Ross , Glacier Shackleton , Montagnes transantarctiques): Left-lateral transpression along the Early Paleozoic paleo-Pacific margin of Gondwana (Transpression senestre le long de la marge paléo Pacifique du Gondwana du début de Paléozoïque). *Journal of the Geological Society, London.*

Grunow, A.M. and Encarnacion, J. (2000) Cambro-Ordovician paleomagnetic and geochronologic data from southern Victoria Land, Antarctica (Données paléo magnétiques et géochronologiques du Cambro-Ordovicien du Sud de Victoria Land en Antarctique: Revision of the Gondwana apparent Polar Wander Path (Révision du déplacement apparent des pôles du Gondwana). *Geophysical Journal International,* 141, 392-400.

Encarnacion, J., Paulsen, T., and Watkeys, M. (sous presse) Testing the SWEAT hypothesis (Comment vérifier l'hypothèse SWEAT)

Grunow, A.M. et Encarnacion, J. (2000) Allochthonous terranes or true polar wander (Terranes allochtones ou véritable déplacement des pôles): New data from the Scott Glacier area, Antarctica (Nouvelles données de la zone du Glacier Scott en Antarctique. *Tectonics (Tectonique),* 19, 168-181.

Encarnacion, J., Rowell, A.J. et Grunow, A.M. (1999) A U-Pb age for the Cambrian Taylor Formation, Antarctica: (Datation U-Pb pour la formation Taylor du Cambrien) Implications for the Cambrian timescale: (Implications pour l'échelle de temps du Cambrien) *Journal o Geology*, 107, 497-504.
Encarnacion, J.P., Mukasa, S.B. et Evans, C. (1999) Subduction components and the generation of arc-like melts in the Zambales ophiolite (Philippines) (Éléments de subduction et génération de magma sous forme d'arc dans l'ophiolite de Zambales (Philippines)) Pb, Sr, Nd isotopic constraints: (Contraintes isotopiques en Pb, Sr, Nd) *Géologie chimique*, 156, 343-357.
Grunow, A.M., Encarnacion, J., Paulsen, T.et Rowell, A.J. (1998) New geologic constraints on basement rocks from the Shackleton Glacier Region. (Nouvelles contraintes géologiques sur les roches de socle de la Région du Glacier Shackleton) *Antarctic Journal o the U.S.* 1996 Review Issue (Volume 31, number 2)
Encarnacion, J.P. et Mukasa, S.B. (1997) Age and geochemistry of an 'anorogenic' crustal melt and implications for the origin of 1-type granites (Datation et géochimie d'une fusion crustale « anorogénique » et ses implications sur l'origine des granits de type 1) *Lithos*, 42(1-2), 1-13.
Encarnacion, J.P., Grunow, A.M. (1996) Changing magmatic and tectonic styles along the paleo-Pacific margin of Gondwana and the onset of early Paleozoic magmatism in Antarctica (Le changement des styles magmatiques et tectoniques le long de la marge paléo Pacifique du Gondwana et le début du magmatisme en Antartique au début du Paléozoïque) *Tectonics (Tectonique)*, 15, 1325-1341.
Encarnacion, J.P., Fleming, T.H., Elliot, D.H. et Eales, H.V. (1996) Synchronous emplacement of Ferrar and Karoo dolerites and the early break-up of Gondwana (Emplacement synchrone des dolérites de Ferrar et de Karoo et le début de la cassure du Gondwana) *Geology (Géologie)*, 24, 535-538.
Encarnacion, J.P., Essene, E.J., Mukasa, S.B., Hall, C. (1995) High pressure and temperature subophiolitic kyanite garnet amphibolites generated during initiation of mid-Tertiary subduction, Palawan, Philippines *Journal of Petrology*, 36, 1481-1503. Encarnacion, J.P., S.B. Mukasa et E.C. Obille, Jr. (1993) Zircon U-Pb geochronology of the Zambales and Angat ophiolites, Luzon, Philippines (Géochronologie au U-Pb zircon des ophiolites de Zambales et Angat, Luzon, Philippines) Éléments de preuve du rapport arc Éocène-arrière arc: *Journal of Geophysical Research*, 98, 19991-20004.
Grunow, A.M. et Encarnacion, J.P. (1993) Paleomagnetic and geochronologic studies of igneous rocks from Southern Victoria Land: (Études paléomagnétiques et géochronologiques des roches ignées de la partie Sud de Victoria Land) *Antarctic Journal of the U.S., Review Issue*, 28, 21-23.

Langues:

- Anglais: parlé et écrit couramment
- Tagalog: parlé et écrit couramment
- Espagnol: parlé médiocrement
- Français: compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

_____ **Date** 20/12/2004
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: Dr John P. Encarnación

Nom du représentant habilité _____
For P.P.L

Nom du représentant responsable: Dr P. Patrick Leahy

Poste: Cartographe de terrain

Nom du consultant: U.S. Geological Survey

Nom de l'employé: Paul C. Hackley

Profession: Géologue de terrain

Date de naissance: 9 septembre 1970

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 7 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation à des associations/groupements professionnels:
- Geological Society of America
- American Geophysical Union
- Geological Society of Washington

Attributions spécifiques:
Géologue cartographe, géologue structuraliste, tectonique, interprétation thermo chronologique, préparation des cartes digitales, interrelation entre géologie et eau souterraine

Principales qualifications:

Expérience du travail en équipes collaboratives pour produire et présenter des données scientifiques sur différents supports. Capacité démontrée à identifier les problèmes géologiques et environnementaux et à proposer les méthodes et les techniques nécessaires pour répondre aux questions scientifiques et les résoudre. Compétent en techniques géologiques de terrain, études de cartographie, et compilation numérique et préparation des cartes et rapports géologiques. Expert dans diverses techniques géologiques de laboratoire telles que: préparation de lames minces/briquettes de résine, investigation et interprétation pétrographique, techniques de teinture et de gravure, préparation de poudre de pierre, analyse spectrographique de masse, analyse par fluorescence X et préparations chimiques par voie humide en laboratoire propre. Connaissances pratiques des microsondes électroniques et des techniques d'analyse MEB ainsi que de la préparation des échantillons. Très bonne connaissance des plateformes informatiques Windows, Macintosh et Unix et des progiciels standards y compris Office (Word, Excel, Access et PowerPoint), Illustrator, PhotoShop et ArcGIS (ArcView et ArcInfo).

Formation:

- Département de géologie, Université du Maryland, août 1999 à janvier 2001, programme de doctorat en géologie (non terminé)

- Maîtrise en géologie 1999, Département de géologie, Université George Washington, Washington DC
Thèse: Pétrologie, géochimie et relations de terrain entre le granite Old Rag et les roches charnockitiques, coupure rectangulaire de 7,5' d'Old Rag Mountain, Comtés de Madison et Rappahannock en Virginie
- Licence avec mention très bien en études géo-environnementales, matière secondaire physique, 1995, Département de géographie, Université Shippensburg State, Shippensburg en Pennsylvanie

Expérience professionnelle:

Novembre 2001 à ce jour: Technicien en sciences physiques
Équipe des ressources énergétiques de l'Est, U.S. Geological Survey, Reston, Virginie
Responsable de la compilation de la carte géologique numérique en se servant des logiciels ArcInfo et ArcView, de la préparation des coupes transversales, des échelles stratigraphiques et des graphiques en se servant d'Illustrator et d'autres logiciels, de l'analyse et de l'interprétation des données de qualité de la houille, des analyses pétrographiques et de l'interprétation des échantillons de houille, y compris du dénombrement ponctuel macéral et du facteur de réflexion de la vitrinite, de la calcination à basse température (LTA) des échantillons de houille, diffraction des rayons X (XRD), de l'analyse des résidus LTA, de la réduction des données, de l'analyse et interprétation des formes diffractométriques en se servant du logiciel JADE et d'autres logiciels, de la production de rapports de recherche, de la recherche en bibliothèque et sur Internet, de l'examen technique des travaux des collègues, et de la présentation des résultats scientifiques lors de conférences professionnelles.

Juin 2001 à novembre 2001: Géologue interne
Équipe Phase II, ATC Associates Inc., Columbia, Maryland
Responsable sur le terrain du prélèvement d'échantillons de la nappe phréatique et des sols, du criblage des sols par détecteur à photo ionisation et du contrôle de la pollution atmosphérique, de la description technique des sondages des sols et de la préparation des rapports de sondage, ainsi que de la supervision des contractants effectuant le forage, l'installation des puits, les levés géophysiques, l'atténuation des eaux souterraines contaminées et des fouilles dans le Maryland, en Virginie et dans le District de Columbia. Parmi les responsabilités administratives figuraient la préparation globale des rapports pour les clients commerciaux et les organismes étatiques, y compris texte et figures, analyse et interprétation des résultats de laboratoire, et recherche des ressources sur Internet et de la bibliographie.

1997 à 2000 (Étés): Technicien en sciences physiques
Équipe des processus de la surface terrestre de l'Est, U.S. Geological Survey, Reston, Virginie
Responsable des investigations de cartographie géologique dans le Maryland et en Virginie, y compris de la recherche en géologie structurale, de la stratigraphie, de la pétrologie, de la

géochimie et de la géochronologie. Parmi les travaux figuraient l'étude sur le terrain de la formation et de la composition des roches, les analyses pétrographiques et pétrologiques, la compilation et l'évaluation des documents et des données de la recherche, la production de rapports techniques géologiques, de cartes et de diagrammes connexes, et la présentation des résultats scientifiques lors de conférences professionnelles.

Langues:

Anglais: Langue maternelle

Espagnol: bon niveau pour l'oral et la lecture ; médiocre à l'écrit

Français: compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Paul Hackley
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant]

Date 20/7/2004
Jour/mois/année

Nom de l'employé: Paul C. Hackley

Nom du représentant habilité Michael P Foose FOR P.P.L.

Dr P. Patrick Leahy

USGS
science for a changing world

Poste: Géologue de terrain

Nom du consultant: US Geological Survey

Nom de l'employé: William C. Burton

Profession: Géologue

Date de naissance: 31 mars 1952

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 20 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels:

Geological Society of America
Geological Society of Washington

Attributions spécifiques: Cartographie géologique, géologie structurale, tectonique, compilation de GIS et de cartes numériques interprétation thermo chronologique. Plusieurs années de cartographie géologique dans les roches métamorphiques de haut grade déformées de manière complexe sous des conditions très voisines des roches précambriennes de Madagascar.

Principales qualifications:

Contrôles géologiques du bedrock sur le ruissellement souterrain, la répartition et la chimie des eaux souterraines ; intégration de la cartographie géologique et des techniques structurales, thermobarométriques et géochronologiques afin de résoudre les problèmes tectoniques ; analyse structurale des ceintures orogéniques complexes déformées ; tectonique des Appalaches.

Formation:

Université Wesleyan, Middletown, CT; Licence en géologie, 1974

Université d'Oregon, Eugene, OR; Maîtrise en géologie, 1982

Expérience professionnelle

Expérience sur le terrain
Cartographie géologique analogique et numérique à l'échelle 1:12000 et 1:24000 de roches méso protérozoïques métamorphiques et ignées déformées de façon complexe de la région Centre et Nord des Appalaches (orogénie Grenvillian) ; roches du Néo protérozoïque méta volcaniques et méta sédimentaires des lanières d'accolement dans le Sud des Appalaches (orogénies taconienne et alléghanienne) ; roches autochtones métasédimentaires et métavolcaniques du Néoprotérozoïque à Ordovicien du centre et du nord des Appalaches (orogénies taconienne et alléghanienne) ; roches métamorphiques et ignées siluriennes et dévoniennes du Nord des Appalaches (orogénies acadienne et alléghanienne) ; Roches volcaniques et intrusives du Néoprotérozoïque et roches sédimentaires du Paléozoïque inférieur des montagnes Anti-Atlas du Maroc , et sédiments clastiques des bassins de rift du début du Mésozoïque, les montagnes du Centre et du Nord des Appalaches. Expérience sur le terrain comprenant également la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de cartographie numérique et d'acquisition des données pour le développement de bases de données cartographiques géologiques numériques en temps réel.

Tâches récentes
Chef du projet d'hydrogéologie, 1998 à ce jour: Chef de projet pour déterminer les contrôles géologiques du bedrock sur le ruissellement souterrain et la répartition des eaux souterraines dans l'Est des États-Unis. Responsable de la préparation annuelle des propositions de projets et la délimitation des tâches et des objectifs des projets, coordination des activités de recherche avec d'autres chercheurs, recherche hydrogéologique dans toutes sortes de milieux géologiques et cartographie géologique détaillée à l'échelle 1:24000. Parmi les produits livrés en collaboration figurent des cartes géologiques et des articles de revues sur l'hydrogéologie.

Géologue, projet de cartographie de l'Anti-Atlas, Maroc, 2002: Ai établi la carte de parties de 4 coupures rectangulaires à l'échelle 1:50000 du plateau Jbel Saghro au Sud du Maroc. La géologie comprend des roches volcaniques et volcaniclastiques du Néoprotérozoïque et des centres intrusifs subvolcaniques, recouverts en discordance par des roches sédimentaires du Paléozoïque inférieur, toutes coupées de façon perturbée par des failles hercyniennes normales.

Géologue, projet de cartographie géologique du Vermont 1995 à 1997: Ai réalisé la cartographie géologique du socle rocheux métamorphique du Mésoprotérozoïque (Grenvillian) (massif Green Mountain) et des roches siliclastiques et carbonatées cambro-ordoviciennes (séquence de la vallée du Vermont) et ai préparé des cartes géologiques à l'échelle 1:24000.

Coordonnateur adjoint du programme, Programme national de coopération de cartographie géologique, 1996 à 1997: Gestion des programmes STATEMAP et EDMAP du Programme national de coopération de cartographie géologique (NCGMP) de l'USGS et sous-coordonnateur du programme pour le programme FED MAP Program du NCGMP.

Géologue du projet de cartographie de glissement de terrain du comté de Madison en Virginie 1995: Cartographie et mesure des coulées de débris générées par une tempête dans les terrains montagneux de Virginie.

Géologue, projet de géologie du Piedmont au Sud et Centre de la Virginie 1992 à 1995: Cartographie géologique détaillée et de reconnaissance du bedrock des roches volcaniques et sédimentaires du Néoprotérozoïque (terrain de Caroline) et des roches métamorphiques en teneur élevée de la fin du Paléozoïque (terrain Piedmont du centre de la Virginie). Produits

livrés: deux cartes géologiques.

Géologue, Cartographie régionale du nord du Blue Ridge: Projet 1990 à 1992: Ai réalisé la cartographie géologique du socle rocheux métamorphique du Mésoprotérozoïque (Grenvillian) (massif Blue Ridge) et des roches volcaniques et sédimentaires cambro-ordoviciennes. Produits livrés: une carte géologique à l'échelle 1:24000, une carte géologique à l'échelle 1:50000 et des articles de revues.

Langues

Anglais: Couramment,
Français compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

_____ Date 20/10/2004
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: William C. Burton

Nom du représentant habilité _____ for. P.P.L.

Dr P. Patrick Leahy

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste:	Chef de projet, Zone Centre
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**Dr Robert James Thomas**
Profession :	Géologue cartographe
Date de naissance:	11 février 1952
Nombre d'années d'emploi par le Consultant:	2
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre d'Association Géologique de l'Afrique du Sud (GSSA) depuis 1980.
Membre du comité directeur de la section provinciale de Natal du GSSA, 1985-1997, et de la section provinciale du Cap Occidental depuis 1998
Membre: South African Council for Natural Scientists (SACNAS)
Secrétaire: Equipe de Travail du Comité Sud–africain pour la Stratigraphie (SACS) sur les roches pre-Karoo du Natal, depuis 1988.
Membre: Equipe de Travail du SACS pour les Granites du Cap, depuis 1992.
Membre: Comité National du SACS, depuis 1993.
Membre: Bureau Rédactionnel Consultatif du *Journal of African Earth Sciences* (Elsevier Science), depuis 1990, Redacteur Regional (Afrique Australe) depuis Juilllet, 1993, Redacteur Associé, depuis 1998.

Attributions spécifiques :

Géologue géoscientifique avec 28 ans d'expérience dans le domaine de la géologie structurale et la géologie économique dans le Précambrien en Afrique du Sud, Antarctique, Afrique de l'Ouest et le Moyen Orient.

Organisation et distribution des tâches aux équipes ; supervision de l'avancement des travaux de terrain et contrôle de qualité des produits ; rapports et comptes rendus auprès du Consultant et du Client. Organisation des visites des experts et mise en place des ateliers de formation.

Principales qualifications :

Cartographie Géologique et Compilations Publiées (Levés Géologiques)
Cartographie régionale, chef des équipes et auteur principal des activités suivantes :

- Une carte géologique compilée à 1: 000 000 (Gabon)
- Six compilations à 1: 250 000 (Afrique du Sud)
- Une compilation à 1: 25 000 (Royaume Uni)
- Une compilation à 1: 10 000 (les îles Malouines-Falkland Islands)
- Cinq compilations à 1: 10 000 (Antarctique)
- 67 feuilles cartographiées à 1: 50 000 (Afrique du Sud)

- Sept feuilles à 1: 50 000 cartographiées et compilées (le Maroc)
- Quatre feuilles au 1 : 50 000ème cartographiées et compilées (Emirats Arabes Unis)

Formation :

1973 Licence avec mention (Université de Londres), décerné par Kingston Polytechnic (actuellement Université de Kingston). Diplôme obtenu avec mention très bien avec sujets secondaires: Chimie (B+) et géographie (B+) en Juin 1973. Lauréat du Prix de Recherche « Jubilee » pour le meilleur diplôme à Londres.

1978 Docorat en géologie de l'Université de Londres (Queen Mary College); Thèse soutenue : *The petrology and geochemistry of the igneous and metamorphic rocks of the Bailiwick of Guernsey with special reference to Sark and western Alderney* (Finalisé sous contrat au Service Géologique Brittanique).

Expérience professionnelle

Novembre 1973 - Mai 1978:

Assistant/démonstrateur à temps partiel de géologie au Collège de Queen Mary, Université de Londres.

Octobre 1975 - Juin 1979:

Assistant/démonstrateur à temps partiel de géologie au Collège de Goldsmiths, Université de Londres.

Septembre 1977 - Juin 1978:

Assistant temporaire de géologie au Lycée Polytechnique de Kingston (actuellement Université de Kingston).

Août 1979 à 2002:

Bureau d'Etudes Géologique de l'Afrique du Sud/Conseil des Géosciences (voir au-dessous).

Octobre 2002 au présent:

Fonctionnaire Scientifique Supérieur, British Geological Survey (Division Internationale), Keyworth, Royaume-Uni.

Août 1979 - Novembre 1982 :

Office Régional d'Upington (Province du Cap Nord).

La participation dans la cartographie, la compilation et la préparation des notices explicatives de 6 cartes géologiques au 1:250 000. Durant ce projet, j'ai acquis une grande experience des terrains d'Archeen de haut et faible grade, des terrains du Protérozoïque de haut-grade, des séquences de couverture du Précambrien, des roches de Karoo, du

Quaternaire du Bassin de Kalahari (y compris des études hydrologiques) et des méthodes d'exploration de la géologie économique.

La supervision des équipes de recherche formées par des étudiants de première, deuxième et troisième cycle dans le cadre des projets géologiques dans la Province du Cap NW.

La participation dans un programme d'échantillonnage géochimique par hélicoptère dans le Namaqualand pour la Division de la Géochimie Economique.

Novembre 1982 - Décembre 1997:

Office Régional de Pietermaritzburg (la Province de Kwa Zulu-Natal).

1982-1986:

Promu à travers les rangs au **Géologue Supérieur.**

Activités professionnelles

- Participation dans la cartographie, la compilation et la préparation des notices explicatives de six cartes géologiques à 1 : 250 000 dans la province du Cap Nord-Ouest (Afrique du Sud), ce qui a permis l'acquisition d'une savoir faire étendue des terrains Archéens à hautes et bas degrés, ainsi que des terrains proterozoïques à hautes degrés, séquences de couverture pre-cambriennes, des roches Cape-Karoo, le quaternaire du bassin du Kalahari (y compris les études hydrologiques) et des méthodes d'exploration gitologique.
- 74 feuilles géologiques cartographiées à 1: 50 000 en Afrique du Sud et au Maroc 1979-2000.
- Supervision des équipes de recherche d'étudiants (premier, deuxième et troisième cycle universitaire) impliquées dans des projets géologiques dans la province du Cap (Afrique du Sud)

Langues :

	lue	écrite	parlée
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courant	courant	courant
Afrikaans	courant	courant	courant

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 21-7-4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Robert James Thomas

Nom du représentant habilité : David Ovadia

Poste: Gîtologue

Nom du consultant: United States Geological Survey

Nom de l'employé: Dr Cliff Dudley Taylor

Profession: Géologue/géologue économiste

Date de naissance: 3 décembre 1960

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 14 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels:
École des Mines du Colorado Section étudiante de la Society of Economic Geologists, 1988 à 1996 (président, année universitaire 1989/1990).
Society of Economic Geologists, membre associé, 1988 à ce jour.
Geological Society of America , membre, 1994 à ce jour.
Society for Geology Applied to Mineral Deposits, 1997 à ce jour.

Attributions spécifiques:

Coordinateur des ressources minérales en Afrique pour USGS Global Mineral Assessment Project

Géologue économiste, co-chef de projet de pre-évaluation des ressources minérales non énergétiques de Madagascar financé par l'USAID en 2003. Il sera le géologue économiste pour la zone Centrale.

Principales qualifications:

Géologue économiste accompli qui a travaillé dans une grande variété de milieux géologiques et de conditions de terrains différents. A acquis une excellente compréhension de l'application de la géologie structurale au contrôle de l'occurrence des gisements minéraux et a une vaste expérience en matière d'application de la géochimie et de la géochronologie à l'étude des gisements minéraux. Expérience directe de la géologie de Madagascar, des gisements minéraux de Madagascar, du potentiel minier de Madagascar et des types d'études qui sont nécessaires pour évaluer le potentiel minier de Madagascar. Expérience sur le terrain en matière d'examen des gisements minéraux et de la géologie de Madagascar.

Formation:

1984: Université du Colorado, Boulder - Licence en Géologie/Géographie/ Littérature anglaise
1999: École des Mines du Colorado- Doctorat en Géologie/Géochimie
Formation complémentaire
1985: Techniques de géochimie d'exploration
1988: Géologie et minéralisation de la zone Gilman-Leadville, dans le Colorado, Conférence de terrain de la Society of Economic Geologists
1990: Atelier d'analyse des bassins dynamiques
1991: Tectonique des plaques et géologie continentale
1993: Géochimie environnementale des gisements minéraux, Cours de brève durée de la Society of Economic Geologists, Denver, CO
1994: Application des GIS à l'étude des gisements minéraux
1996: Nouveaux modèles de gisements minéraux de la cordillère, Cours de brève durée Cordilleran Roundup, Vancouver, Colombie britannique
1997: Géologie et gîtes de sulfures massifs volcanogènes de la Ceinture de pyrite de la Péninsule ibérique
1999: Cours de brève durée Sulfures massifs volcanogènes. Londres
1999: Cours de brève durée Sulfures massifs sédimentaires exhalatifs. Londres,
2000: Atelier Sulfures massifs volcanogènes mondiaux, Hobart, Tasmanie

Expérience professionnelle:

Juillet 2003 à ce jour:
Codirigeant de la réalisation d'une pré évaluation du potentiel en ressources minérales de Madagascar. L'effort comprenait l'examen de la géologie et des gisements minéraux de Madagascar, l'évaluation du potentiel minier des divers terrains géologiques de Madagascar et une visite sur le terrain à Madagascar pour confirmer les conclusions de la pré évaluation.

Novembre 2002 à ce jour:
Chercheur principal du projet d'évaluation minérale de la partie Centre du Colorado. A mené l'étude sur la géochronologie et les ressources minérales

Novembre 2000 à ce jour:
A mené les travaux de l'USGS visant à utiliser des techniques micro analytiques pour l'étude de la composition minérale et de l'abondance d'oligo-éléments dans les sulfures massifs.

Novembre 1999 à ce jour:
Géologue économiste affecté au projet « Headwaters » (eaux d'amont) de l'USGS. A traité les question de géochronologie, géochimie et les caractéristiques isotopiques radiogéniques des gîtes de molybdène et de cuivre molybdène dans cette zone.

Novembre 2001 au 30 septembre 2003:

Étude de la circulation de la saumure des bassins relative aux gisements minéraux

Novembre 1997 à septembre 1999:
A travaillé sur l'évaluation multidisciplinaire des ressources minérales d'une partie du Sud-est de l'Alaska

Novembre 1996 à septembre 2000:
A dirigé le projet de recherche sur les dépôts de sulfures massifs de Greens Creek en Alaska. A publié un volume sur les résultats scientifiques des travaux concernant les dépôts de Greens Creek. A élaboré un nouveau modèle génétique pour ce type de dépôts.

Septembre 1996 à septembre 1998:
A étudié les questions de l'exhaure acide dans le Colorado. Les travaux étaient centrés sur la compréhension de l'impact environnemental des gisements minéraux.

Septembre 1996 à septembre 1997:
A effectué des levés géochimiques et des études des ressources minérales en Alaska focalisées sur le cadre géoenvironnemental des parties côtières de l'Alaska.

Juin 1993 à septembre 1996:
A étudié les dépôts aurifères de type méso thermal dans la Péninsule Kenai en Alaska, le dépôt de Drenchwater Creek en Alaska, les complexes ultramafiques contenant de la chromite en Alaska, les sulfures massifs volcanogènes en Alaska, les gisements d'uranium en Alaska et les gisements filoniens d'or et de quartz faiblement sulfurés en Alaska.

Décembre 1991 à septembre 1996:
A servi de géochimiste et de géologue économiste pour la cartographie et l'étude de Sitka (en Alaska) coupure rectangulaire de 1 x 2°.

Décembre 1991 à septembre 1996:
Chef de projet pour l'étude des sulfures massifs volcanogènes de la série triassique en Alaska

1985 à 1991
Étude des dépôts aurifères de l'Ouest des États-Unis et des dépôts de type Vallée du Mississippi dans le Centre des États-Unis.

A participé à des présentations scientifiques sur:

- Le rôle du carbone organique et de la sulfuration du fer dans la genèse des dépôts aurifères disséminés dans les roches sédimentaires
- La minéralisation des sédiments de Reelfoot Rift du Cambrien supérieur
- Les effets magmatiques hydro thermiques localisés au sein du système régional de type Vallée du Mississippi
- Le rôle des processus ignés dans l'origine du district spath fluor d'Illinois-Kentucky aux États-Unis

Le rapport entre le dôme de Hicks et la zonation thermique dans la fluorite du district spath fluor d'Illinois-Kentucky
L'interprétation d'une ligne sismique réflexion régionale, bassin au Sud de l'Illinois
Les ressources minérales du Bassin de l'Illinois
La minéralisation en fluorite relative au district Rift spath fluor d'Illinois-Kentucky
Les données géochimiques: Annette Island Reserve, Sud-est de l'Alaska
La datation des dépôts aurifères et des granits du district minier de Chichagof au Sud-est de l'Alaska
La géochimie des roches volcaniques du Trias tardif et âge de l'altération associée aux occurrences des sulfures massifs volcanogènes
La géochimie, l'âge et l'histoire tectonique encaissée dans les roches volcaniques du Trias tardif et sulfures massifs associés en Alaska:
La zonation thermique de l'inclusion fluide dans le district spath fluor d'Illinois-Kentucky
La composition volatile des inclusions fluides de la Mine Denton, district spath fluor d'Illinois-Kentucky
Les sources et voies de transport du plomb et du sulfure des gisements de minerai du type Vallée du Mississippi (MVT) au centre du continent des États-Unis.
Les contrôles géologiques et géochimiques sur la composition des eau d'exhaure et des drainages naturels dans les zones minéralisées
Le cadre tectonique et métallogénie régional des occurrences de sulfures massifs volcanogènes du Trias tardif en Alaska:
La métallogénie des occurrences de sulfures massifs volcanogènes du Trias tardif dans les terrains Alexander
La systématique galène-plomb-isotope des dépôts Pb-Zn-Ag-barite dans le karst dans le Centre du Colorado
La métallogénie du Trias tardif des terrains Alexander, au Sud-est de l'Alaska et en Colombie britannique
Le dépôt de Greens Creek, au Sud-est de l'Alaska

A révisé des nombreux manuscrits techniques soumis aux revues Economic Geology et Mineralium Deposita, et au Bulletin of the Geological Society of America. A révisé les propositions de recherche scientifique soumises à la Fondation nationale des sciences

Plus de 61 publications dans le domaine de la géologie et de la géologie économique. Bibliographie disponible sur demande.

Langues:

Anglais: Langue maternelle, parlé couramment
Espagnol: Bon
Français: compétent

Attestation

Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Cliff Taylor Date 22/7/2004

[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: Dr Cliff Dudley Taylor

Nom du représentant habilité Michael P Foster

For PPL

Dr P. Patrick Leahy

Poste: Télédétection

Nom du consultant: United States Geological Survey

Nom de l'employé: Dr John Mars

Profession: Spécialiste en télédétection/géologue

Date de naissance: 13 mars 1960

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 7 ans
Nationalité: Américaine

Affiliation á des associations/groupements professionnels:
Geological Society of America

Attributions spécifiques:
Télédétection en utilisant une vaste gamme de capteurs à bord de satellites et d'avions à l'appui de la cartographie géologique ainsi que des évaluations et des investigations de ressources minérales.
Il sera responsable des travaux de télédétection dans la zone Centrale.

Principales qualifications:
Dispose d'une grande expérience en géologie structuraliste et en stratigraphie associée aux ceintures orogéniques outre une expérience exceptionnellement vaste de l'application de quasiment tous les outils de télédétection au domaine de la géologie, de la cartographie géologique et de l'interprétation structurale. A utilisé des données ASTER, TM, AVIRIS, HyMap, MASTER, MODIS, SRTM et IFSAR dans une grande variété d'investigations géologiques et de ressources minérales. A notamment utilisé certains de ces systèmes pour identifier l'altération hydrothermale au Maroc, en Iran, en Afghanistan, en Espagne et aux États-Unis. A également utilisé ces systèmes à l'appui de la cartographie et des investigations géologiques connexes au Maroc, au Mexique et aux États-Unis. Travaille depuis de nombreuses années à l'intégration entre la télédétection et le processus USGS d'évaluation des ressources minérales.

Formation:

09/78 à 05/83 - Licence, 1983, Géologie, Université d'Alabama
01/89 à 05/91 - Maîtrise, 1991, Géologie, Université d'Alabama
Thèse - Cadre géologique et évolution Holocène de Mobile Bay dans le Sud-ouest de l'Alabama
09/91 à 05/95 - Doctorat, 1995, Géologie, Université du Kentucky

Dissertation - Stratigraphie séquentielle du bassin de l'avant-pays Black Warrior du Paléozoïque supérieur dans le Nord-ouest de l'Alabama et le Nord-est du Mississippi

Formation complémentaire:
-Logiciels Landmark: Stratworks (logiciel d'infographie coupe transversale) pour les postes de travail UNIX (Landmark Inc., 1993)
-Cartographie géologique et évaluation de la stratigraphie Paléozoïque de la zone de failles de Willow Creek dans le Sud-Ouest du Montana (Indiana University Field Station, 1991)
Formation spécialisée dans l'emploi des données ASTER, MODIS, MASTER, TM, AVIRIS, HYMAP, OFSAR et SRTM.

Expérience professionnelle:

2002 à ce jour - Projet d'évaluation des ressources minérales mondiales
Membre de l'équipe d'un projet sur sept ans visant à évaluer les ressources minérales mondiales. Travaille actuellement sur la rationalisation de la cartographie des roches altérées sur une vaste zone qui couvre environ 50 scènes ASTER dans les montagnes du Zagros en Iran. Il est notamment en cours d'enregistrement des données ASTER VNIR-SWIR en données TM ortho corrigées, unités spectrales des roches altérées quotient et ébasées, et unités de roches altérées converties en données vectorielles pour les importer dans d'autres cartes numériques (Arcview). Lorsqu'elle sera achevée, cette partie du projet démontrera la possibilité d'utiliser des données ASTER pour effectuer la cartographie de roches à altération hydrothermale à l'échelle régionale. Les cartes d'altération jointes aux données structurales actuellement numérisées à partir de cartes préexistantes et les caractéristiques linéaires extraites des données TM et ASTER serviront à évaluer de nouvelles techniques d'évaluation minérale.

2003 - Projet de cartographie géologique du Maroc
Ai fourni les images CIR en fausse couleur ASTER et les cartes d'altération qui ont servi à cartographier cinq coupures rectangulaires à l'échelle 1:100000. Parmi les types d'altération figuraient notamment les unités potassiques, aluniques et phylliques sur la base de rapports de bande de 5 scènes ASTER. Les images en fausse couleur comprenaient les combinaisons de bandes ASTER et les combinaisons de rapports de bande qui cartographiaient des types de roches spécifiques tels que les roches carbonatées, le grès quartzite, les muscovites et les roches riches en argile.

1997 à ce jour - Géologue de recherche, Télédétection, Équipe de recherche sur les minéraux région Est, U.S. Geological Survey, Reston, VA. Études de télédétection par l'utilisation d'images multi et hyper spectrales et de données de terrain. Large place faite aux études employant l'imagerie ASTER pour l'identification des minéraux, des types de roches, de la cartographie stratigraphique, de l'analyse structurale et de la cartographie de la végétation. Également, extraction des données numériques à partir d'images multi et hyper spectrales et l'importation dans des bases de données GIS et des cartes numériques.

2001 à ce jour Télédétection - Télédétection hyper spectrale

Dans toutes sortes de cadres géologiques, ce projet comporte l'identification des minéraux, des types de roches et des résidus miniers grâce à l'emploi de données hyper spectrales. Les données hyper spectrales ont été acquises pour Mordor, Nouveau Territoire Australie et les mines Rio Tinto dans le Sud-ouest de l'Espagne. Ai étalonné les données hyper spectrales en utilisant un logiciel d'annulation des effets atmosphériques et des données de terrain. A également compilé des cartes minéralogiques et géologiques en enregistrant des données hyper spectrales et des cartes numérisées, en vectorisant des données et en important des données dans un logiciel d'illustration graphique.
La cartographie des résidus miniers et des ressources minérales des dépôts sulfurés de métal commun dans le Sud-ouest de l'Espagne a produit des cartes de pyrite, jarosite, gypse, copia pite, coquimbite et différents minerais d'oxyde de fer dans les dépôts de mines et les résidus miniers dans la zone minière. Dans les alluvions le long du fleuve Rio Tinto, ont été cartographiés gypse, copia pite, mélantérite et rozenite ainsi que des minerais d'oxyde de fer. Les assemblages de minéraux d'altération hydrothermale dans les déchets et dans les roches volcaniques ont également été identifiés, y compris le chlorite hydrothermal dans la mine à ciel ouvert de Cerro Colorado et la séricitisation dans les zones extérieures autour de gisements sulfurés minéralisés (Pub. 7). La zone a bénéficié d'une vaste dépollution des déchets miniers et les cartes minéralogiques montrent des zones nécessitant des mesures correctives complémentaires.
Les études de la zone Mordor, NT comportent la cartographie hyper spectrale des roches altérées dans des terrains riches en argile fortement altérés par les éléments. Les cartes minéralogiques de données hyper spectrales de Mordor, NT ont été compilées et sont actuellement en cours d'évaluation.

2001 à 2003 Activité volcanique dans le monde
Ce projet comporte le développement d'application pour la surveillance et l'évaluation des risques volcaniques à partir de données de télédétection. Ma principale tâche était de cartographier les roches altérées hydrothermalement des volcans en se servant de données ASTER. Les roches fortement altérées sont principalement argileuses et indiquent des parties structuralement faibles de l'édifice volcanique. L'objet ultime de mes recherches est de produire des cartes combinées pentes altérations à partir de données ASTER obtenues par télédétection pour les zones pour lesquelles peu de données sur site témoin sont disponibles. Des cartes combinées pentes altérations pourraient être générées pour chaque volcan dans le monde entier et servir à définir des cartes de risques volcaniques. Ces travaux comportent la compilation de modèles altimétriques numériques provenant des images ASTER de couple stéréoscopique et les données ASTER doivent être étalonnées avec précision à partir de données réflectance-radiance afin de pouvoir cartographier l'altération hydrothermale. Des images ASTER dûment enregistrées ont été prises pour former des couples stéréoscopiques ASTER.

1999 à 2001 Études géoenvironnementales de la partie Est des États-Unis
Études de terrain et de télédétection pour cartographier les assemblages de minéraux qui reflètent diverses conditions de pH. La carte minéralogique de la Mine Elizabeth dans le Vermont illustre les sources éventuelles d'eau d'exhaure.

1999 à 2001 Champs phosphatés de l'Ouest
Dans le Sud-est de l'Idaho, les eaux de surface associées aux résidus miniers riches en matières organiques provenant de la Phosphoria Formation contiennent parfois de fortes concentrations de

sélénium. A utilisé des données AVIRIS de télédétection hyper spectrale pour cartographier les résidus miniers. A développé une application géologique en combinant des unités spectrales de végétation et de résidus miniers, et des cartes DEM pour évaluer les zones contaminées par le sélénium.

1997 à 2001 ASTER NASA
A développé des techniques d'étalonnage pour les données ASTER. Ma technique permet, grâce aux données MODIS, d'étalonner les données ASTER de radiance par rapport aux données de réflectance plus précisément que le produit de réflectance ASTER du Centre de données EROS. Ai également comparé les ensembles de données ASTER par rapport aux images hyper spectrales et aux données de terrain pour évaluer la précision spectrale et spatiale, et le potentiel de cartographie des roches et des minéraux.

1999 à 2000 Roches altérées hydrothermalement dans les volcans de Cascade Range
Ai combiné les données AVIRIS de roches altérées hydrothermalement et les cartes numériques des pentes pour cartographier les zones potentielles de haute fréquence de coulées de débris pour Mont Rainier et Mont Shasta

1999 Minéraux industriels
Ai participé à deux tâches réalisées dans la Death Valley en Californie. La première tâche portait sur la caractérisation minéralogique des halos riches en Mg et argile autour des corps minéralisés de borate et la deuxième tâche a cartographié les minéraux évaporitiques grâce au capteur multi spectral aéroporté MASTER.

1996 à 1997
Professeur adjoint invité, Université George Mason, Fairfax, VA. Y ai enseigné des cours et des laboratoires de géologie sédimentaire, structuraliste et historique.

Langues:
Anglais: *excellent*
Français:: compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

_____ **Date** 20/7/2004
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: Dr John Mars

Nom du représentant habilité _____
For. P.P.L.

Nom du représentant responsable: Dr P. Patrick Leahy

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert Géophysicien
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Mr Roger John Peart**
Profession :	Géophysicien
Date de naissance :	9 août 1945
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	28 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

1995 Membre de l'Environmental & Engineering Geophysical Society (Sectn européenne)

Attributions spécifiques :

Analyse des données géophysiques aéroportées ou de terrain existantes et évalue celles-ci pour leurs composantes radio métriques et magnétiques, et produit des interprétations pour aider la cartographie de terrain.

Il fournira la formation dans interprétation de la données geophysiques en Tana et Royaume-Uni.

Principales qualifications :

Grande expérience de la gestion de projet (comprenant la supervision de plusieurs campagnes géophysiques aéroportées en Grande-Bretagne et à l'étranger, avec application à la cartographie géologique et à l'exploration des minerais), interprétation et conception géophysique de campagnes de suivi à terre.

Formation :

1965 Université de Nottingham, Grande-Bretagne - Class I Géologie/Physique

1970 Imperial College, Londres, MSc (avec mention) Géophysique appliquée
Dissertation: Principes et application d'explorations radiométriques aéroportées

1970 Imperial College, Londres, DIC

Expérience professionnelle

(1) Campagnes géophysiques aéroportées :

1999: Chef de projet de campagnes géophysiques aéroportées pour tester l'environnement sur des objectifs sélectionnés en Grande-Bretagne (en collaboration avec le Service géologique de Finlande).

1998: Chef de projet pour la phase acquisition de données de la première campagne (comprenant une ligne de 50 000 km) dans le cadre d'un nouveau programme de campagnes géophysiques aéroportées à haute résolution en Grande-Bretagne. Ceci portait sur la liaison avec les contractants et les collaborateurs de la campagne aéroportée (World Geoscience Ltd), sur les contrôles de qualité, sur les traitements ultérieurs, sur l'affichage et l'interprétation des données.

1988: Responsable de campagnes aéromagnétiques et radiométriques détaillées de deux petites zones en Grande-Bretagne, du contrôle de qualité ultérieure, de l'interprétation des campagnes de suivi à terre, dans le cadre d'un projet cofinancé par l'Union européenne en vue d'étudier la possibilité de détecter directement des hydrocarbures par association avec de la magnétite diagénétique.

1975-1977: Géophysicien dans le Service géologique du **Botswana**, responsable du contrôle de qualité de la campagne magnétométrique aéroportée à l'échelle du pays (financée par CIDA et réalisée par Geoterrex) ; responsable également des nombreux aspects logistiques de cette campagne (ravitaillement en carburant, logement des équipages aériens dans les zones éloignées, autorisations, etc.). Ensuite responsable de la sélection et de l'interprétation des anomalies aéromagnétiques devant faire l'objet de forages.

1970-1971: Chef d'équipe chez Scintrex, **Canada**, ayant réalisé de nombreuses campagnes géophysiques aéroportées (à bord d'avions ou d'hélicoptères) pour l'exploration de minerais au Canada, et en particulier première application de la technique TURAIR. Responsable de la liaison avec les clients, du contrôle de qualité, de la supervision du traitement des données, et de la sélection des objectifs pour le suivi sur le terrain.

1969: Géophysicien de terrain avec Scintrex, **Canada**, responsable du contrôle de qualité, de l'établissement des plans de vol, des corrections diurnes (magnétiques) et des vérifications de calibration (radiométriques et électromagnétiques) pour de nombreuses campagnes aéroportées à faible altitude en vue de l'exploration des minerais sur le bouclier canadien.

(2) Exploitation des minerais

Expérience poussée de la géophysique d'exploration des minerais, comprenant :

1984-88: Exploration de l'étain, des sulfures disséminés et de l'or dans le nord de **Sumatra**, Indonésie (suivie par une campagne géochimique régionale).

1971-73: Exploration des gisements de wolfram, de tungstène et de cuivre au sud-ouest de l'**Ouganda** ; suivie par une campagne aéroportée Hunting.

1970-71: Exploration pour détecter les sulfures de métaux de base, les minerais de nickel et d'uranium sur le Bouclier **canadien** ; ceci a comporté deux campagnes aéroportées (voir ci-dessus) et ensuite des études de suivi appliquant diverses techniques géophysiques.

(3) Exploration pétrolière

1967-69: Interprétateur sismique chez Imperial Oil (Exxon) dans l'ouest du **Canada**. Responsable du contrôle de qualité et de l'interprétation des profils sismiques de réflexion

pour déterminer l'éventuelle présence de gisements dans les divers cantons. Délimitation des structures de bassins sédimentaires (avant d'exécuter des campagnes sismiques) par interprétation des données gravimétriques et aéromagnétiques.

(4) Géophysicien de nappe phréatique

Responsable en tant que coordinateur de groupe pour des projets de recherche et des projets commerciaux portant sur l'hydrogéophysique. Expérience poussée de l'exploration des nappes phréatiques, principalement à l'étranger, comprenant :

1997-98: Géophysicien consultant pour un projet financé par l'Union européenne en vue d'évaluer les nappes phréatiques potentielles de l'**Erythrée**.

1994-97: Chef de projet d'une équipe chargée d'évaluer la technique de sondage électrocinétique pour détecter directement les nappes phréatiques. Projet TDR financé par ODA impliquant des études poussées sur le terrain au **Vietnam**, en **Egypte** et au **Zimbabwe**.

1989-92: Etude concernant l'importance hydrogéologique des linéaments satellites à l'échelle régionale dans le socle cristallin peu profond du **Zimbabwe** (projet TDr financé par ODA).

1975-1983: Campagnes de recherche de nappes phréatiques et études au **Botswana**, comprenant le forage de puits sur les trajets de bétail, la mise en place de camps de réfugiés, les villages, les hôpitaux et les missions. Utilisation des images de satellite et des données géophysiques aéroportées pour localiser les fractures du socle. Recherche pour délimiter l'interface entre l'eau douce et l'eau salée.

1973-75: Campagnes de recherche de nappes phréatiques dans le sud de l'Afrique (**Namibie, Mozambique, Botswana, Afrique du Sud, Zimbabwe**).

(5) Experience Specifique Dans Les Pays D'Afrique

1989-97: Nombreux projets de recherche de nappes phréatiques en **Egypte** et en **Erythrée**

1982-84: Chef géophysicien (Grade 7) chez BGS ; détaché auprès du Service géologique du **Botswana**, Lobatse. (ODA OSAS).

1975-82: Chef géophysicien (directeur scientifique) chez BGS; détaché auprès du Service géologique du **Botswana**, Lobatse. (ODA OSAS).

1973-75: Géophysicien chez Hunting Geology and Geophysics Ltd., détaché dans leur bureau d'**Afrique du sud** (Johannesburg), pour des interventions en Afrique du sud.

1971-73: Géophysicien dans le Service géologique d'**Ouganda**, Entebbe (ODA OSAS).

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	courante	courant
Swahili	médiocre	médiocre	médiocre
Bahasa indonesia	passable	passable	passable

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp Roger Peart ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Mr Roger John Peart

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert structuraliste
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**Dr David I Schofield**
Profession :	Géologue cartographe
Date de naissance:	18 janvier 1966
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	6 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Associé de la Société Géologique (Londres)
C.Geol. (Chartered Geologist)

Attributions spécifiques :

Géologue structuraliste avec 9 ans d'expérience dans le domaine Précambrien au Canada et aux Etats-Unis, Afrique de l'Ouest. Expert structuraliste dans le socle Précambrien de Mauritanie du Nord.

Tâches d'observation détaillée des structures ductiles comme foliation régionale et linéations d'étirement, et concept de transport tectonique comme les structure S et C. Etudes centrées sur les zones de cisaillement.

Conduira la formation en géologie structurale sur le terrain et produira des rapports sur le tectonique.

Principales qualifications:

Le projet de recherche de maîtrise intitulée "La géologie et la géochimie du gneiss de Port aux Basques, au sud-ouest de Terre-Neuve" a étudié la géologie protolithique et l'assemblage des terrains des Appalaches du sud-ouest de Terre-Neuve (Canada) en faisant appel à des cartes régionales réalisées en collaboration avec le Geological Survey of Canada, et en y combinant des études géochimiques. Cette région se compose de gneiss à fronts amphibolites polydéformés et mal compris qui occupent un étranglement de la chaîne centrale mobile des Appalaches. Les caractéristiques structurales et géochimiques ont révélé des terrains protolithiques et ont permis le développement d'un modèle tectonique dans le cadre de l'ossature tectonico-stratigraphique des Appalaches.

Entre juin 1995 et août 1997, poste de chercheur, aprés avoir reçu le doctorat, pour effectuer des recherches sur les rapports entre la tectonique des plaques et le magmatisme granitique, en se basant sur des études de ce cas au niveau d'intrusions de granites syn-tectoniques dans une zone don't l'histoire structuralle est compliquée et présente une migmatisation très étendue. Ces recherches avaient pour objectif principal la production d'un modèle régional montrant les rapports entre les procédés de la tectonique des plaques, la fusion et la déformation avant de se baser sur ce modèle pour préparer des

remarques applicables à d'autres terrains granitiques. Ces recherches ont porté sur des observations faites sur place dans différents lieux critiques et y ont combiné des analyses concernant le canevas des terrains, la géochimie et des études isotopiques. La réussite de ce projet a entraîné la préparation d'une proposition de la création d'un modèle liant le niveau des contraintes et la fusion partielle à la migration par fusion dans les migmatites anatectiques, avec la mise au point d'un outil pétrographique en mesure de lier le tissu en voie de développement des terrains, à l'intérieur des granites syntectoniques, à des conditions thermiques présentes dans leurs roches d'accueil; cette combinaison ayant contribué à la création d'un modèle intégré qui défini dans ses grandes lignes le rôle joué par la déformation quant à la génération et la montée des magmas granitiques qui ont ainsi traversé la croûte.

Depuis septembre 1998, je travaille avec la Section Pays-de-Galles du groupe Central de l'Angleterre et Pays-de-Galles. A ce poste, je suis essentiellement chargé de préparer des cartes géologiques, de faire des interprétations et de recueillir des données sur les séquences de turbidites ordoviciens et siluriens du Centre du Pays-de-Galles.

Géologue cartographe dans le projet de la cartographie géologique régionale de socle precambrien Rguibat (Projet UE) et des chaines Mauritanides et Bassin Taoudenni en Mauritanie (Projet BM).

Depuis Novembre 2001, j'ai effectué des études géologiques pour le Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de **Mauritanie** (PRISM). J'ai completé une étude de reconnaissance des terrains des régions de Tagant, Hodh El Gharbi et Hodh Ech Chargui du Bassin de Taoudeni, la cartographie géologique au 1:200 000 des roches Néoprotérozoïques et Paléozoïques dans les régions occidentales de Tagant et Adrar (la feuille de Ksar el Barka) et le socle Archéen de la dorsale de Reguibat (les feuilles de F'Derik et Oumm D'Ferat). J'ai effectué aussi le levé géologique des terrains Archéens et Paléoprotérozoïques des régions d'Oussat - Sfariates en collaboration avec les géologues d'International Mining Consultants' (IMC) et l'Office Mauritanien de Recherches Géologiques et Minières (OMRG) dans le cadre d'un projet d'exploration d'or financé par l'Unoin Européen (EU). En 2004, j'ai participé comme expert structural dans le levé des roches Archéennes de la région de F'derik and Oumm Dferat du nord de la **Mauritanie** dans le cadre d'un projet financé par la banque mondiale.

Responsable de l'interprétation géologique des images satellites de Landsat TM, de données topographiques de la zone sud de la Mauritanie et de la compilation des donnée géologiques à l'échelle 1:200 000.

Géologue cartographe dans le projet de la cartographie géologique régionale de l'ophiolite d'**Oman** dans les **Emirats des Arabes Unis**. Responsable de l'interprétation géologique des images satellites de Landsat TM et des photographes aériennes, de données topographiques de la zone sud de la Mauritanie et de la compilation des donnée géologiques à l'échelle 1:50 000.

Formation :

1991 Licence (avec mention) ès sciences de la terre, à l'université polytechnique d' Oxford, R.Uni.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1995 Doctorat, Université de Keele, R.U.

Expérience professionnelle

Depuis 1997:

Géologue cartographe de la Division des Cartes thématiques et enquêtes terrestres du British Geological Survey. Responsable de la réalisation de cartes géologiques, de l'enregistrement et de l'interprétation des résultats, du recueil et du rassemblement des données afin d'épauler des programmes de réalisation des cartes stratégiques et les travaux commandités de recherche.

1995-1997:

Assistant de recherche aprés le doctorat à l'Université d'Oxford Brookes pour déterminer les rapports entre la tectonique des plaques et le magmatisme granitique.

1991-1995:

Etudes post-universitaires à l'université de Keele pour étudier la géologie protolithique et l'assemblage des terrains dans le sud-ouest de Terre-Neuve (Canada).

Langues:

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	moyen	moyen

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp. David Schofield ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr David I Schofield

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste:	Expert pétrographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**Dr Michael T Styles**
Profession :	Géologue Principal, Pétrographe/ Minéralogiste
Date de naissance:	4 avril 1950
Nombre d'années d'emploi par le Consultant:	28
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Associé de la Société Géologique (Londres)

Accréditation professionnelle en tant que géologue expert (C.Geol)

Attributions spécifiques :

Expert pétrographe dans le domaine Précambrien en Europe du Nord, Afrique du Sud et le socle du Brésil.

Auteur sur des études de géothermométrie et la géobarométrie de la chaine mobile de Zambezi dans le NE de Zimbabwe.

Il organisera les echantillons de roches pour les études pétrographiques, études microsonde et thermobarométriques des zones des projets.

Principales qualifications :

<u>La géologie métamorphique</u>

a) Les recherches du doctorat et après doctorat dans le nord du **Norvège** ont inclu le levé de terrain, l'analyse structurale, les études pétrologiques et géochimiques du Paléozoïque inférieur et les nappes de chariage du Précambrien dans la Chaine Orogénique Calédonienne.

b) La pétrologie et la structure du Complexe Ophiolitique du Lizard, Cornwall, Angleterre, cette étude a inclu le levé de terrain, la sélection des sites des sondages et l'étude ultérieure de leur minéralogie et pétrologie. L'échelle du levé était 1:10,000 mais plus détaillée en particulier pour résoudre les problèmes du complexe et leur relations. Les études ont recouvert les roches ophiolitiques métamorphisées et la séquence de base métamorphique de haut-degré. La collaboration considérable de l'Unité des Minéraux Métallifères a bien facilité l'évaluation du potentiel minéral du Complexe pour Ni, Cr, V et Ti. Ce trvail a inclu aussi la planification et la supervision des études du sol à force foreuse et l'interprétation des données géochimiques et géophysiques. Encadrant-joint de deux étudiants du troisième cycle universitaire (doctorat), dont un travaillant sur la cartographie

structurale détaillée et la pétrologie des roches ultramafiques et l'autre sur les intrusions tectonisées hybridées et co-mêlées du Groupe Gneissique de Kennack.

c) Les études pétrologiques, le levé de terrain et la synthèse régionale des roches mafiques et ultramafiques du NE d'Ecosse pour déterminer les relations d'âge et la genèse avec les roches métasédimentaires encaissantes et la provision d'une interprétation moderne pour la révision des cartes et des mémoires. Certaines roches, très déformées et métamorphisées, sont actuellement reconnues comme des complexes ophiolitiques démemberés.

d) Etudes pétrologiques de la minéralisation du metal précieux pour faciliter l'évaluation du cadre géologique et du potentiel économique de plusieurs régions cibles, incluant :

- Les minéraux PGE dans des types différents de roches ultramafiques en Ecosse étudiées dans le cadre des programmes d'échantillonnage et de sondages du diamond, en particulier dans le complexe ophiolitique de Shetland et des complexes ophiolitiques possibles dans les Highlands écossais.
- Recherches sur des origines d'or dans des parties différentes du SW d'Angleterre, Pays de Galles et l'Ecosse en utilisant des techniques minéralogiques appliquées et sophistiquées au sol, des morts-terrains, des échantillons et carottages de roches.

<u>La gestion des projets</u>

2002–présent : Chef du Projet de la Cartographie Géologique des **Emirats Arabes Unis.** Participation personnelle dans le levé de terrain et les études pétrologiques et géochimiques du complexe ophiolitique, l'integration des données dans le SIG pour la production des cartres digitales.

1998–2001 : Chef du projet de DFID-KAR intitulé 'Recupération de l'or perdu dans les pays en voie de developpement' le developpement des matériaux de la bonne formation pratique et la technologie appropriée pour l'amélioration de l'efficacité et la reduction de l'impact environemental de l'exploitation minière de l'or à petite échelle. Travail effectué à **Guyana** et Zimbabwe. Ce projet a inclu aussi des études socio-économiques des facteurs affectant l'adoption des améliorations technologiques par les mineurs traditionnels.

1995-1998 : Sous chef du projet du DFID-KAR 'Atténuation des risques de pollution de mercure causée par l'exploitation minière'. Conception et developpement d'une petite table de secouse manuelle. Démonstrations de cette dernière sur le terrain aux mineurs traditionnels aux **Philippines.**

1992-1995 : Chef du projet d'ODA-TDR 'Caractérisation d'or alluvial come un guide à la planification d'exploration'. Visites, études et collection des échantillons des mines à **Zimbabwe et Malaysie.**

1992-2001 : Chef du projet, co-ordinateur et co-auteur du Plan du BGS pour la Classification des Roches, qui est une classification globale pour établir un usage logique de cette classification par les géologues du BGS et former la base des bases de données géologiques.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Formation :

Formateur des programmes de formation sur la minéralogie et la pétrologie, principalement pour des géologues des ministères et des agences géologiques étrangères. En particulier, la formation des géologues égyptiens sur des méthodes pétrographiques et le levé de terrain sur le complexe ophiolitique de Lizard.

1975-1976 l'Université d'Oslo
Bourse d'après doctorat à l'Université d'Oslo, Norvège, étude du métamorphisme régional et la minéralogie et la pétrologie détaillées d'un complexe basique calédonien au nord de Norvège.

1971-1974 Thèse du doctorat
La cartographie géologique dans le nord de Norvège et l'étude de la géologie structurale et le métamorphisme régionale des nappes du Calédonien et Précambrien, la pétrologie et la géochimie des roches méta-volcaniques du Précambrien et une intrusion litée du Calédonien

---

Expérience professionnelle :

Les projets nationaux et internationaux incluent:-

Minéralogiste économiste dans le cadre du projet du BGS-Prodeminca, qui a été financé par la Banque mondiale. Ce projet est intitulé 'Developpement des districts miniers d'Equateur'

Pétrologie de l'intrusion de Rincon del Tigre, Bolivie, en collaboration avec la Division Internationale du BGS. La minéralogie détaillée de ce grand complexe ultrabasic-basique a été utilisée pour la production des cartes géologiques, comme un guide à la structure et l'indication des régions d'un potentiel minéral métallifère possible.

Pétrologie et pétrogenèse d'une suite volcanique du Groupe de **Nouvelle Géorgie**, Iles de Salomon, une étude spécialiste pour l'aide du programme de levé de terrain.

Conservateur des collections de minéraux et de roches du BGS, la direction de la politique d'accession et le travail du personnel technique.

Consultant minéralogiste de plusieurs compagnies d'exploration d'or en Europe, Afrique, Amérique du Sud et l'ex-URSS.

Etudes minéralogiques des grauwackes volcanoclastiques des Uplands Sud de l'Ecosse pour déterminer la nature de leur région-mère, corréler la stratigraphie et l'interprétation des nouvelles cartes.

Evaluation minéralogique des carbonatites **Est-Africaine** comme des sources potentielles de phosphate, qui peut s'utiliser directement comme des angrais dans les pays en voie de developpement et une source des métaux de terres rares.

Etudes pétrologiques et la synthèse régionale des roches mafiques et ultramafiques du NE de l'Ecosse pour déterminer la genèse et les relations d'âges de ces roches et fournir une interprétation moderne pour la révision des cartes et mémoires.

Gérant du laboratoire de la microsonde électronique dont les responsibilités incluent le contrôle de la qualité, le developpement des techniques d'analyse de la microsonde

électronique et l'application de la cartographie microchimique à une grande variété des problèmes géologiques et non-géologiques.

Plusieurs projets de recherche sur la minéralogie environementale incluant la réduction de la pollution causée par les mines et le developpement des méthodes du traitement alternatives pour réduire l'usage de mercure dans la récupération d'or.

Recherche sur les impacts des matériaux géologiques sur la santé humaine, en particulier, le rôle de cerium comme un agent causatif des maladies cardiaques dans les pays tropicaux.

Etudes commerciales pour des compagnies minières internationales sur la caractérisation d'or alluvial comme un guide à un potentiel économique et la planification des programmes d'exploration détaillés.

Plusieurs projets en relation avec l'exploitation minière traditionnelle, en particulier, l'aide technique aux mineurs traditionnels d'or aux Philippines et à la Guyana.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante
Allemand	élémentaire	élémentaire	élémentaire
Espagnol	élémentaire	élémentaire	élémentaire
Norvégien	élémentaire	élémentaire	élémentaire

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp Mike Styles ..... Date : 21-7-6

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Michael T Styles

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert géochimiste
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**Dr Christopher Johnson**
Profession :	Géochimiste
Date de naissance :	18 février 1955
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	25 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

1976 Membre de La Société Géologique de Londres
1986 Membre de l'Association Internationale de la Géochimie et la Cosmochimie
1987 Membre de l'Association des Géochimistes d'Exploration (conseiller régional pour la Grande-Bretagne et l'Irlande en 1997)
1997 Accréditation en tant qu'expert géologue

Attributions spécifiques:

Géochimiste qualifié qui a des connaissances immenses en matière d'informatique et qui a une grande expérience internationale de réalisation de cartes et d'exploration géochimique.

Il organisera le programme d'échantillonnage fluvial géochimique, supervisera et formera les équipes d'échantillonnage, contrôlera la qualité des échantillons, les analyses de laboratoire et l'interprétation des résultats et produira les cartes d'éléments avec rapports explicatifs.

Principales qualifications:

Hautement expérimenté avec 25 année d'expérience professionnelle, notamment dans la gestion des projets de cartographie géochimique **(Maroc, Indonésie, Hong Kong)** y compris dans les pays sous développés. Géochimiste qualifié qui a des connaissances considérables en matière de technologie informatique et qui a une grande expérience internationale de réalisation de cartes et d'exploration géochimique. Expert géologue accrédité et conseiller régional en Grande-Bretagne de l'Association des géochimistes d'exploration. Bonne connaissances spécialisées dans la présentation et l'interprétation des données géochimiques. A travail dans de nombreux pays pour assurer la formation d'homologues et pour établir des capacités géochimiques.

Formation :

1976 Licence (avec mention), BSc Classe II(i), Géologie et chimie, Université du Pays de Galles, Aberystwyth (Pays de Galles)
1980 Maîtrise en géochimie, Université du Pays de Galles, Aberystwyth (Pays de Galles)

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Expérience professionnelle :

1979–présent : British Geological Survey (BGS)

1994–présent, Géochimiste supérieur, BGS, Nottingham, Royaume-Uni.

Travaillant sur des projets nationaux et internationaux, qui sont financés par le budget scientifique et le contract direct du financement. Depuis juin 2001, il est chef du Programme Régional de la Cartographie Géochimique de Ligne de Base (G-BASE). Les projets internationaux incluent un projet continu de collaboration avec l'Indonésie, qui a produit un atlas géochimique multi-élément (15) de **Sumatra** Sud, avec la collecte de 13,200 échantillons sur une superficie de 200,000 km^2. Au niveau de Royaume Uni, il est Chef des projets de Département Britannique du Developpement International (DFID) concernant les études environementales des effets de la carence de selenium et l'iodine sur la santé humaine en **Chine, Sri Lanka** et **Maroc** (1999-2002). La compilation et la production de l'atlas géochimique régional de **Hong Kong** (1998-2000). Chef du Projet Régional de la Cartographie Géochimique du **Maroc** (1999-2001), qui a produit cinq cartes géochimiques au 1:100 000 des montagnes de l'Anti-Atlas et des rapports, et atlas géochimiques pour guider les programmes d'exploration minérale privée.

1988-1994, le Département Britannique du Developpement International (DFID)

Détaché auprès du gouvernement indonésien (Ministère des mines et de l'énergie, direction de la géologie et des ressources minières) en tant que géochimiste résident du projet, pour le projet d'exploration géologique et minérale du sud de **Sumatra** (SSGMEP) Programme bilatéral de coopération technique financé pour un montant de 2,25 millions de livres sterling venant s'ajouter à la contribution de la partie homologue. Intégré à une équipe d'experts composée de quatre chercheurs des sciences de la terre pour fournir une expertise technique, assurer la formation professionnelle, l'encadrement et la motivation du personnel homologue. Supervision de la réalisation du programme de cartes géochimiques du sud de Sumatra avec publication de cartes et rapports géochimiques. Installation d'un logiciel spécialisé dans la géochimie et l'exploitation minière (DATA MINE) et mise en place d'une interface conviviale en vue d'une utilisation très élargie par les homologues. Création de banques de données intégrées liées aux sciences de la terre pour le sud de Sumatra.

1984-1988, Détaché auprès du gouvernement indonésien en tant que géochimiste résident de projet pour le projet d'exploration géochimique et minière du nord de **Sumatra** (NSGMEP) – programme de coopération technique entre les gouvernements de la République d'Indonésie (ministère des mines) et du Royaume-Uni (administration pour le développement outre-mer – ODA). Ce projet a formé des homologues dans les méthodes d'exploration minière (essentiellement des enquêtes géochimiques) et avait pour objectif d'encourager les activités par les sociétés d'exploitation minière au nord de Sumatra. Travaux qui ont été réalisés sur le terrain, dans des zones difficiles en milieu tropical et qui ont porté sur des enquêtes topologiques et sur des enquêtes dans des bassins de drainage, avec réalisation de carottages. Responsable des systèmes micro-informatiques du projet, du traitement des données, de la préparation d'échantillons et des analyses chimiques, sans oublier la rédaction de comptes-rendus et la production d'une série de rapports sur le projet NSGMEP.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1979-1983, Responsable scientifique principal travaillant en tant que géochimiste avec le British Geological Survey dans le cadre du programme de reconnaissance minérale (Royaume-Uni).

Programme du BGS financé par le ministère britannique de l'industrie et réalisé par une équipe pluridisciplinaire chargée de rechercher de nouvelles minéralisations et de nouveaux dépôts de minerais au Royaume-Uni. Participation essentielle aux activités dans des 'bassins sédimentaires' (filons de plomb, zinc ou minéralisation de remplacement). Expérience en matière de conception et de mise en oeuvre de projets régionaux de reconnaissances géochimiques (essentiellement des enquêtes dans des bassins de drainage), sans oublier les travaux de suivi, les activités au niveau des sols et des roches et les carottages. Chargé d'organiser et de chapeauter les ouvriers devant recueillir des échantillons. Interprétation des données géochimiques (en faisant appel à des techniques statistiques et informatiques originales) afin de produire des cartes géochimiques et des reconnaissances minières; présentation de plusieurs documents lors de symposiums géologiques liés aux travaux d'exploration minière.

1976-1979, assistant de recherche du service de géologie, University College of Wales, Aberystwyth (Pays de Galles)

Il a ainsi participé au développement d'une méthode colorimétrique automatisée ayant pour but de déterminer la teneur en iode de matériaux géologiques, a assuré la conception et la mise en oeuvre de programmes sur le terrain ayant pour but d'identifier le potentiel d'utilisation de l'iode en tant qu'élément identificateur lors des explorations géochimiques, a recueilli, préparé et analysé des échantillons géochimiques et a traité et interprété des données géochimiques en employant de nombreuses techniques statistiques et informatiques.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante
Malais/indonésien	faible	faible	faible

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp Chr. Johnson ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Christopher Johnson

Nom du représentant habilité : David Ovadia

8

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste:	Hydrogéologue
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**Mr Jeffrey Davies**
Profession :	Fonctionnaire, Scientifique supérieur/Hydrogéologue supérieur
Date de naissance:	29 mars 1950
Nombre d'années d'emploi par le Consultant:	24 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre de l'Association des Géologues depuis 1968
Membre de la Société Géologique depuis 1984
Géologue agrée depuis Juillet 1991
Membre de l'Association Internationale des Hydrogéologues
Member de l'Association Internationale des Sédimentologues

Attributions spécifiques :

Hydrogéologue très expérimenté de plus de 20 ans sur l'Afrique sub-saharienne. Expert sur des profils et sondages pour la recherche en eau profonde et le potentiel de l'eau souterraine.

Expert d'évaluation des aquifères incluant l'interprétation des données géophysiques. Il compilera toutes les données existantes sur les cartes hydrologiques des zones des études et toutes les informations sur sondages, points d'eau et puits. Enregistrement des données dans une base de données géo-référencées

---

Principales qualifications :

Durant 2003, il a évalué le potentiel du developpement des resources de l'eau sousterraine de l'Ile de Montserrat pour l'Autorité des Eaux de Montserrat dans le cadre d'un projet financé par la DFID. Il a aussi évalué le potentiel de developpement des resources de l'eau sousterraine du nord-ouest de **Lesotho** dans le cadre d'une étude de Faisabilité d'alimentation en eau des Lowlands de Lesotho, qui a été financée par l'UE et effectuée en collaboration avec la campagnie 'Parkman UK Ltd' pour le Gouvernement de Lesotho. Durant 2002-2003, Mr Davies a participaté dans un projet financé par GEF pour l'étude régionale des eaux sousterraines des pays du Sud de l'Afrique pour **SADC.** Durant 1999-2002, il a géré une étude (financée par DFID) des caractéristiques hydrogéologiques des roches à faible perméabilité dans l'Afrique subsaharienne. Ce projet a inclu des études de l'occurrence de l'eau sousterraine dans les roches du socle précambriennes de Nyanzian et Dodoman de la Région de Tabora, au Nord Central de la **Tanzanie** et les sédiments du Voltian dans les Plaines d'Afram de **Ghana.** Durant 1996-1999, chef d'une étude des caractéristiques hydrogéologiques des strates sédimentaires du Crétacé à faible perméabilité dans le Benue Trough du sud-est de **Nigeria.** Durant Mai-Juillet 1999, dans

le cadre du Projet (financé par DFID) de Contamination des Eaux sousterraines en Arsenic au Bangladesh, Mr Davies a dirigé une étude rapide de l'hydrochimie du tiers nord de Bangladesh et il a évalué les données sédimentologiques provenant de plusieurs sondages d'exploration. Durant 1979-1983, il a effectué des études détaillées des aquifères calcaires miocènes du nord-ouest de **Sri Lanka**, incluant la production d'une série de cartes hydrogéologiques, dans le cadre du Projet de la Zone Sèche Nord Ouest. Mr Davies est un expert d'évaluation des aquifères avec une grande connaissace des méthodes géophysiques, la conception et la planification des sondages. Il a étudié des aquifères formés par des socles granitiques et métamorphiques et les occurrences d'eaux sousterraines dans les rivières sableuses de **Botswana** et **Zimbabwe**. Il a géré plusieurs projets à Bangladesh, Fiji, Botswana et Nigeria.

Formation :

1968-72 Université de Swansea Collège de Pays de Galles, Licence (mention), Géologie

1975-76 Université de Birmingham, Maîtrise en Hydrogéologie

Expérience professionnelle :

1990 au présent : Basé au BGS de Wallingford, British Geological Survey

Position: Fonctionnaire Scientifique Supérieur, employé essentiellement dans les études Internationales hydrogéologiques.

2003: évaluation du potentiel de developpement des resources d'eaux sousterraines dans les dépôts volcaniques à l'île de Montserrat pour l'Autorité des Eaux de Montserrat, Projet financé par Département Britannique du Developpement International (DFID).

2003: évaluation du potentiel de developpement des aquifères de Karoo au nord-ouest de Lesotho dans le cadre d'une étude de faisabilité d'alimentation en eau (financé par l'UE) dans les Lowlands de **Lesotho**, qui a été effectuée par 'Parkman UK Ltd' pour le Gouvernement de Lesotho.

2002–2003: Co-auteur d'une recherche (financée par GEF/Banque mondiale) sur l'Analyse de la Situation Régionale des Eaux Sousterraines dans les Pays sud-africains. Cette étude a été effectuée en association avec le Cabinet conseil de Wellfield 'Wellfield Consulting Service' de **Botswana**.

2001-2002: Préparation et présentation d'un cours pour la formation du personnel d'encadrement effectuant la localisation, le sondage et la construction des puits d'eau dans les régions rurales à **Malawi**, en association avec le Ministère des Eaux de Malawi, l'Université de Malawi et la Banque mondiale.

1999-2002: Projet de Recherche (financé par DFID) pour l'étude des caractéristiques hydrogéologiques des roches à faible perméabilité dans l'Afrique sub-saharienne. Chef de projet et hydrogéologue de terrain supérieur. Le projet a produit une révision de l'hydrogéologie sub-saharienne; un manuel des méthodes de la localisation des sites de sondages, la collection des données durant le sondage, le test des sondages et le contrôle

des systèmes des eaux sousterraines pour l'évaluation des resources. Deux études ont été effectuées au **Ghana** et la **Tanzanie**.

1996–1999: Projet de coopération technique (financée par DFID) pour l'étude des caractéristiques hydrogéologiques des roches sédimentaire à grain fin dans la région d'Oju au SE de **Nigeria** dans le cadre d'un projet d'alimentation en eau par DFID/WaterAid, projet de sanitation et santé. Chef de projet et hydrogéologue supérieur de l'équipe des eaux sousterraines.

1995–1996: Etude (financée par DFID) de l'application de la technique electro-kinetique aux études hydrogéologiques des aquifères dans le socle altéré et les terrains alluviaux à **Zimbabwe**, Vietnam et **Egypte**. Hydrogéologue.

1994–1997: Direction des Affaires des Eaux, **Botswana**, étude financée de la nature hydrogéologique des rivières sableuses et le potentiel de leur developpement à long terme dans le nord-east de Botswana. Chef de projet/hydrogéologue de terrain.

1993–1996: Etude (financée par DFID) des systèmes aquifères à sédiments non-consolidés. Evaluation des carottages et des méthodes de construction et d'abstraction dans les aquifères sédimentaires. Etudes des causes d'echec des sondages dans les aquifères sédimentaires au Pakistan et Vietnam. Hydrogéologue.

1993–1994: Etude (financée par DFID) de l'application des méthodes sismiques de réfraction pour l'évaluation des aquifères aux roches de socle dans le S.E. de **Zimbabwe**. Hydrogéologue de terrain.

Octobre 1993 : Balfour Maunsell, hydrogéologue consultant. La révision des données et rapports hydrogéologiques décrivant les aquifères sous la ville de Yangpu et la région du developpement du port à Hainan, Chine.

1991–1992: Projet de recherche financé par DFID. Etude hydrochimique des aquifères sédimentaires dans le centre et le nord-est de Bangladesh dans le cadre du project II des 4000 puits 'tubewells' profonds. Hydrogéologue de terrain.

1992: Projet d'Alimentation Urgente d'Eau à Bikita (finance par DFID), **Zimbabwe**, Durant la sècheresse de 1992. Hydrogéologue consultant.

1991–1992: Etude (financée par DFID) des aquifères peu profonds et caractérisés par des sédiments mal triés et des textures mixtes dans les Deltas de Navua et Ba et la Vallée de Sigatoka de Fiji. Chef du projet et hydrogéologue de terrain.

1990–1991: Projet de recherche financé par DFID. Le contrôle de la performance des puits 'tubewells' experimentaux au Bangladesh. Cette étude est conçue comme suivi du projet de conception et essai des puits 'tubewells' profonds de 1984-88. Hydrogéologue de terrain.

<u>1988–1990 : Ministère des Resources Minérales, Suva, Fiji</u>

Détaché du British Geological Survey auprès du Ministère des Resources Minérales de Fiji. Position: Hydrogéologue supérieur.

Conseiller du Gouvernement de Fiji et ses ministères sur les problèmes d'eau sousterraine et la liason avec les agences d'aide humanitaire.

Supervision et réalisation des études hydrogéologiques et des évaluations de resources d'eau sousterraine.

Supervision des programmes de sondage d'eau sousterraine, de cartographie géologique en relation avec les études géophysiques et des eaux sousterraines.

Chef de Projet de Developpement Rural : projet d'irrigation à l'aide des eaux sousterraines dans la Vallée de Sigatoka.

Responsable de la direction de 14 membres du personnel incluant un associé des Nations Unies, deux hydrogéologues, des techniciens et des ouvriers de sondage. Gérant d'un budget annuel de £350,000.

1984–1988 : Dhaka, Bangladesh, British Geological Survey

Position: Hydrogéologue du projet résident. Etude pilote dans 'optimum well design', dans le cadre du projet II IDA de 4000 puits 'tubewells' profonds. L'étude détaillée de la géologie et l'hydrogéologie des systèmes aquifères alluviaux du Pleistocène Supérieur/ Holocène entre le confluent des rivières de Brahmaputra et Ganges et Dhaka. La supervision de sondage et test de 16 puits 'tubewells' experimentaux et des groupes de sondages d'observation.

Oct–Nov 1985 : Tampin, Malaysie, British Geological Survey/Office Géologique de Malaysie. Position: Hydrogéologue

Projet du Puit Horizontal. Supervision de fourage et test des sondages horizontaux et d'observation dans deux sites d'essai des puits collecteurs.

Mai-Sept 1984 : **Zimbabwe**, Direction de Developpement Etranger. Position: Hydrogéologue de terrain

Unité Primaire d'Alimentation d'eau de DFID. Supervision de localisation, de forage et test de plus de 20 sondages localisés dans trois lieux d'intégration des réfugiés à l'est du Zimbabwe.

Jan 1984 : **Gambia**, Direction de Developpement Etranger. Position: Hydrogéologue consultant

DFID - Station Agricole de Sapu. Etude du système d'alimentation en eau et le test des puits d'alimentation.

Déc 1979 à Oct 1983 : **Sri Lanka**, Direction de Developpement Etranger. Position: Hydrogéologue

Evaluation de la nature hydrogéologique et le potentiel de developpement des aquifères calcaires du Miocène, qui sont recouverts par le Bassin de Murunkan du nord-west de Sri Lanka dans le cadre du Projet de Developpement Rural Integré de la Zone Sèche du Nord-ouest (financé par DFID/WRB). Production de trois cartes de reconnaissance hydrogéologique et un rapport de référence de chacune des 9 cartes au 1:63,360 couvrant le NW de la Zone Sèche.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Nov 1976 à Nov 1979 : Lobatse, **Botswana**, Direction Géologique de Botswana. Position: Hydrogéologue

Liaison avec autres ministères et le publique général sur les problèmes de resources et d'abstraction des eaux sousterraines. Supervision des unités gouvernementales et privée de la production des eaux sousterraines à Botswana. Evaluation du potentiel hydrogéologique des aquifères dolomitiques de Transvaal au sud de la Mine du Diamond de Jwaneng et à Lobatse.

Déc 1972 à Sept 1975 : Lobatse, **Botswana**, Ministère de la Géologie de Botswana.

Position: Assistant scientifique. Localisation des sites de sondage en utilisant les études géophysiques, la supervision et le test des sondages pour l'alimentation des régions rurales en eau sousterraine.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Espagnol	moyen	moyen	moyen
Français	moyen	moyen	moyen

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Mr Jeff Davies ..... Date : 21-7-4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Mr Jeffrey Davies

Nom du représentant habilité : David Ovadia

Poste: Experte en environnement et géomorphologie

Nom du consultant: US Geological Survey

Nom de l'employé: Jennifer W. Harden

Profession: Pédologue spécialiste de la biogéochimie environnementale

Date de naissance: 9 novembre 1954

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 25 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation à des associations/groupements professionnels:

- Membre auxiliaire du corps professoral de l'Université d'Alaska, Fairbanks.
- Membre du comité de doctorat pour les étudiants de l'Université d'Alaska(2), de l'Université de Californie, Berkeley (1) et de l'Université Stanford (1).
- Conseiller postdoctoral pour NOAA (Administration nationale des études océanographiques et atmosphériques) (1) ;
- American Association of University Women (1) ;
- Programme Mendenhall de l'USGS (2).
- Co-leader de l'atelier scientifique financé par l'OTAN qui s'est tenu à Toulouse en France sur les sols et le cycle du carbone (2000).

Attributions spécifiques:

Experte en cartographie géologique de dépôt alluvionnaire du quaternaire
Interprétation de la genèse des sols
Géomorphologiste
Experte dans les études de changement climatique
Expérience dans la formation de niveau universitaire

Principales qualifications:

Quinze ans d'expérience en tant que chef de projet, y compris supervision du personnel de terrain et de laboratoire. Expérience professionnelle en cartographie géologique du Quaternaire, géomorphologie, interprétations géochimiques des sols - interaction des plantes et analyse de la biogéochimie du paysage terrestre. Expérience récente en prélèvement d'échantillons biogéochimiques, analyse et interprétation du carbone terrestre et du cycle des substances nutritives. Publication de cartes, d'articles de revues, de rapports de données et de rapports de données en ligne.

Formation:

1976 Université de Californie, Berkeley; Licence en conservation des sols
1979 Université de Californie, Berkeley; Maîtrise en science des sols
1982 Université de Californie, Berkeley; Doctorat en science des sols

Expérience professionnelle:

- 1993 à ce jour: Cycle des substances nutritives de carbone dans les sols du Canada et de l'Alaska. Chef de Projet et chercheur scientifique. Auprès de USGS .Etudes sur le terrain, analyses de laboratoire, expérimentation et modélisation informatique.
- 1993-1998: Interactions carbone élément nutritif érosion dans les sols des États de l'Iowa, du Mississippi et de l'Ohio .Etudes de terrain, interprétation et synthèse sur les données géochimiques.
- 1986-1993: Interprétation tectonique et paléo climatique de la chimie des sols dans le Nevada et la Californie.
- 1981- 1986: Interprétations géochimiques des sols dans les États de Californie, de Washington et du Colorado (1981 à 1986) ;
- 1981: Cycle des substances nutritives de carbone dans les sols du Mont Kilimanjaro de Tanzanie
- 1976 à 1981: Établissement de cartes du Quaternaire des gîtes et des sols alluvionnaires de la Vallée centrale de Californie

---

Langues:

Anglais	excellent
Français	compétent
KiSwahili	débutant

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

_____ Date 20/7/2004
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: Jennifer W. Harden

Nom du représentant habilité _____
For. P.P.L

Dr P. Patrick Leahy

Q

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Expert en informatique SIG
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr Joseph Marc Mankelow**
Profession :	Spécialiste de SIG
Date de naissance :	20 avril 1972
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	5 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Associé de la Société Géologique (Londres)

Attributions spécifiques :

Géologue très expérimenté dans l'utilisation de système de SIG, incluant l'intégration et l'analyse de données géologiques et minières.

Il enregistrera toutes les données géologiques et minières géo-référencées dans le SIG proposé ; produira des cartes thématiques de géologie et hydrogéologie, métallogénie, métamorphisme, points d'observation et tectonisme.

Principales qualifications :

Géologue aux talents variés avec 10 ans d'expérience dans l'utilisation du SIG dans l'intégration et l'analyse des séries de données géologiques et géotechniques. Spécialisé dans l'intégration et le développement de modèles pour résoudre des problèmes de l'environnement, en particulier dans le domaine de l'analyse de risque. Le doctorat portait sur le développement d'un modèle probabilistique de stabilité d'inclinaison dans *Arc/Info* pouvant être utilisé pour estimer la probabilité et les conséquences d'un mouvement néfaste d'inclinaison lors de futurs tremblements de terre. Le modèle a été testé pour une zone présentant ce type de risque dans les montagnes de Santa Cruz nord en Californie.

Formation :

1994–97:	Doctorat, Université de Portsmouth en collaboration avec le Service de Géologie Américain
1993–94:	Maîtrise es Sciences, Systèmes d'Information Géographique, Université de Leicester
1990–93:	B.Sc. (avec mention) Géologie 2.i, Université de Portsmouth

---

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Expérience professionnelle

1998 à présent : British Geological Survey (BGS), Spécialiste SIG

2004: Expert GIS responsable pour le développement d'une System d'Information des Minéraux pour l'Étude Géologique de **Mozambique**. Projet financé par la Banque du Développement africaine.

2003 : Expert SIGdans le projet Central Kalahari Data Integration, Gaberone, **Botswana.** Projet financée par le Gouvernement Botswana.

2001-2003 : Expert SIG dans le projet PRISM-BGS financée par la Banque Mondial. en **Mauritanie**. Responsable pour l'organisation d'emplacement de logiciel de l'arcview, population de la BD SIG et provision de formation SIG.

1999-2001: Expert SIG dans le projet ERIPTA, Service de l'Étude Géologique en **Zambie** financée par la Banque Mondial. Responsable pour le développement et population d'une System d'Information des Minéraux (SIM).

1997–1998 : Chercheur attaché à l'Université de Portsmouth

Les fonctions consistaient en le développement continu de modèles *Arc/Info* afin d'établir des analyses probabilistiques des risques liés aux tremblements de terre, et examiner la contribution du logiciel de simulation stochastique (*@RISK*) aux analyses de risque.

Dernièrement employé par BGS en tant que responsable SIG de *MINGOL* (Minerals GIS On-Line), un système d'information minérale, combinant des séries de données liées aux minéraux, à la géologie, topographie et au planning dans un environnement convivial SIG pour assister une gestion soutenue des ressources minérales en Grande Bretagne.

Les autres tâches au BGS comprenaient le développement et l'implémentation d'un Système d'Information Minérale financé par la Banque Mondiale pour le Service de Géologie du Ministère d'Exploitation Minière et Minérale en **Zambie**. Deux (des trois) missions à l'étranger ont été achevées en aboutissant sur un SIG fonctionnel avec des liens actifs à travers un réseau à une base de données de minéraux sauvegardée dans Microsoft Access.

Un projet de collaboration avec le Service de Géologie Tchèque et Geofond de la République Tchèque financé par le Conseil Britannique a résulté dans le développement d'un SIG sur la géologie environnementale de zones affectées par l'exploitation minière pour le Conseil Général de Pribram. Les planificateurs et développeurs ont maintenant accès à un outil pouvant être utilisé dans les processus de réhabilitation et d'urbanisation.

Vaste expérience dans une large gamme de PC et stations de travail SIG et des applications de télédétection comme *Arc/Info*, *ArcView*, *MapInfo GRASS* (Geographic Resource Analysis Support System), *Idrisi*, et *Dragon*. Egalement une expérience dans la conception et le développement de bases de données pour *Oracle* et *Access*, avec requête d'interrogation des bases de données utilisant le langage *SQL*. Le projet en Zambie a résulté dans l'utilisation de *GEOSOFT*.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	passable	bon

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... pp. Jo Mankelow ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Joseph Marc Mankelow

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue cartographe et télédetectioniste
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**André Jean-Marie Tahon**
Profession :	Consultant indépendant
Date de naissance :	22 février 1958
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	n/a
Nationalité :	Belge

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Geological Society of America, Society of Economic Geologists, Geologica Belgica.

Attributions spécifiques:

Géologue géoscientifique avec 24 ans d'expérience dans le domaine de la géologie structurale et la géologie économique dans le Précambrien en Afrique de l'Ouest (Gabon, Mali, Niger) et Mozambique. Très expérimenté avec les logiciels et traitement de données en SIG. Traitement des données satellitaires sur le terrain.

Cartographie à l'échelle 1 :100,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Principales qualifications:

Géologue-structuraliste, très expérimenté dans la cartographie géologique et structurale dans les terrains précambriens, y inclus les ceintures de roches vertes et les terrains hautement métamorphiques;

Très bonne expérience dans la conception, l'implémentation et la gestion de programmes d'exploration minière (or et métaux de base);

Excellentes connaissances de la **géologie du Gondwana** (axée sur l'Afrique) et de l'application des concepts modernes de la géodynamique (tectonique de plaques, évolution orogénique) à la géologie précambrienne;

Excellentes connaissances et expérience en traitement informatique et interprétation de données géologiques, géophysiques et de télédétection à l'aide de logiciels de SIG, de traitement d'images et de SGBD;

Très bonnes connaissances de la description et de l'échantillonnage de sols dans des environnements tropicaux et équatoriaux, hautement altérés (latérites);

Excellentes connaissances et expérience en informatique: système d'opérations & réseau (Windows 2000 & XP, Linux), bureautique & SGBD (MS Office), CAO (CorelDraw, Adobe Illustrator), SIG (ArcGIS/View, Idrisi, TNTmips), traitement d'images (Envi, PCI, Idrisi, TNTmips, Adobe Photoshop, Corel Photopaint), divers logiciels géologiques).

Formation :

1976-1980 Licencié en Sciences naturelles (équivalent M.Sc.), Section Géologie et Minéralogie — Université de l'Etat, Gand (Belgique).

Expérience professionnelle:

2004-présent, Consultant indépendant

04-05/2004: Compilation de données concernant la géologie et le potentiel aurifère de régions sélectionnes en Afrique, pour le compte d'une société minière.

05-06/2004: Traitement et interprétation d'images satellitaires et de géophysique aéroportée (magnétométrie et radiométrie) couvrant le NO du **Mozambique** (provinces Manica & Sofala), pour le compte du Service Géologique de Finlande (GTK), dans le cadre du "Mineral Resources Management Capacity Building Project (MRMCBP), Component 2: Geological Infrastructure Development Project (GIDP), Geological Mapping (Lot 2)" au Mozambique, sur financement du Nordic Development Fund.

07-08/2004: Mission d'expert de courte durée – Rédaction des Termes de Référence pour divers programmes de cartographie géologique dans le cadre du projet d'Assistance Technique au **Gabon** sur financement SYSMIN 8me FED.

2003-2004, Consultant indépendant

Position: Expert géologue-cartographe du International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC, Pays-Bas), en collaboration avec les Services Géologiques de Finlande et de Suède (GTK & SGU), dans le cadre du MRMCBP (voir ci-dessus), sur financement du Nordic Development Fund.

Description: 03/2003: Traitement et interprétation d'images satellitaires et de géophysique aéroportée (magnétométrie et radiométrie) couvrant le NO du **Mozambique** (provinces Tete, Manica & Sofala).

05-08/2003: Cartographie de terrain à l'échelle 1:250,000 de la province de Tete, production de cartes digitales & formulation de nouvelles idées sur la structure régionale et le cadre géodynamique de la région.

09/2003-02/2004: Traitement d'images et interprétation, rédaction des cartes géologiques et des notices explicatives.

2001-présent, Consultant indépendant

Description: Collaborateur scientifique libre auprès du Musée Royal d'**Afrique Centrale**, Tervuren (Belgique). Traitement et interprétation d'images satellitaires et géophysiques couvrant la ceinture kibarienne septentrionale en RDC (province du Kivu), **Uganda**,

Rwanda, Burundi et **Tanzanie**, dans le cadre de l'élaboration d'une nouvelle synthèse géologique de la région.

1998-2001, Bureau of Geological Consultancy s.a. (BUGECO), Belgique

Position: Géologue-chef

2001: évaluation d'un projet de production de MNT par interférométrie-radar et leur application à l'exploration minière en combinaison avec les techniques habituelles de télédétection (zone d'étude: Ouest du **Mali**).

2000: Mission d'expert de courte durée au Gabon dans le cadre de l'Etude d'Eligibilité de la République du **Gabon** au Financement SYSMIN – Diagnostic institutionnel de la Direction Générale des Mines et de la Géologie, sélection & rédaction des programmes géologiques à être exécutés dans le cadre du futur projet d'Assistance Technique.

1998-2001: Étude régionale de la géologie et la métallogénie de l'Afrique.

1998: Mission de courte durée en Inde – évaluation d'un programme de travail pour le développement d'une ressource à bauxite.

1995-1998, Bureau of Geological Consultancy s.a. (BUGECO), Bamako, Mali

Position: Directeur de la Succursale Bugeco Bamako, Géologue d'exploration

1995-1998: Etude régionale de la géologie du Paléoprotérozoïque d'Afrique de l'Ouest et de son potentiel en or pour l'exploration minière (**Sénégal, Mali, Burkina Faso, Niger, Guinée, Côte d'Ivoire, Ghana**), pour le compte d'une société minière.

1997 : Conception et implémentation de programmes d'échantillonnage de sols et de forages pour l'exploration de l'or.

1996-1998: Contacts locaux et logistique pour le volet « Politique minière » du Projet d'Assistance Technique au Secteur Minier (PATSM), sur financement de la Banque mondiale.

1990-1995, Bureau of Geological Consultancy s.a. (BUGECO), Belgique, Bolivie, Mali

Position: Géologue d'exploration

1995: Conception et mise en oeuvre d'un programme de forages à la mine d'or de Kalana au Mali.

1995: Assistance aux compagnies minières pour la sélection et la négociation de permis d'exploration au Mali.

1993-1994: Coordonnateur de projet détaché auprès de BHP Minerals Mali (Bamako) – Conception de programmes d'exploration d'or dans le Sud du Mali, coordination des travaux de terrain et des forages, interprétations géologiques.

1992: Géologue-superviseur pour un programme de forages d'exploration pour une mine de Pb-Zn-Ag en **Bolivie** – Conception du programme, supervision, description et échantillonnage de carottes, interprétation géologique, cartographie structurale souterraine.
1991: Photo-interprétation structurale de régions aurifères dans le bassin de Siguiri, **Guinée**.

1990-1991: Suivi administratif du projet SYSMIN "Or Liptako" au **Niger**.

1990-1991: Conception et supervision de deux études d'impact sur l'environnement pour deux sites d'enfouissement de déchets ménagers en Belgique – Coordination du travail de terrain, comprenant la cartographie, la sismique de réfraction, la prospection électrique (résistivité), suivi de forages et de pompages d'essai.

1989-1990, Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren, Belgique)

Position: Géologue-chercheur

Projet: "Héritage de structure géologique", sur le contrôle exercé par les structures protérozoïques sur la formation du Rift est-africain dans l'Ouest et le Sud-Ouest de la **Tanzanie** (Lacs Tanganyika & Malawi). Analyse structurale des terrains protérozoïques, en utilisant des techniques de télédétection, de cartographie de terrain et d'analyse.

1987-1988 : Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren, Belgique)

Position: Géologue-cartographe

Projet: "Carte géologique du **Rwanda**, échelle 1:100.000 et 1:250.000" (publiées en 1992) – Programme bilatéral de coopération, financé par le Gouvernement belge. Cartographie géologique des parties centrale et Nord-Ouest du Rwanda, feuilles de degré carré Gisenyi, Ruhengeri Nord, Ruhengeri, Kibuye et Nyabisindu.

1986 M.J. Mountain & Associates, Geological Consultants, Cape Town (Afrique du Sud).

Position: Géologue-ingénieur

Projet: Mbokazi Dam Project – Projet de barrage sur la rivière Mzimvubu au Transkei. Cartographie géologique, levés et analyses de diaclases, supervision des forages, prospection d'argile.

1984-1985 J.M. Weaver, Geotechnical Consultants, Pretoria (Afrique du Sud).

Position: Géologue-ingénieur

Description: Diverses investigations géotechniques pour des bâtiments, des quartiers résidentiels et des projets de barrage à petite échelle. Cartographie géologique, supervision & description des forages, sismique de réfraction, pénétrométrie, essais de pompage.

1980-1983 Fonds National pour la Recherche Scientifique (FNRS), auprès du Laboratoire de Géologie, Université d'État de Gand (Belgique).

Position: Géologue-chercheur

Projet: "Évolution structurale de l'orogénèse kibarienne au **Rwanda** et au **Burundi**", en collaboration avec le Musée Royal d'Afrique Centrale, Tervuren. Cartographie géologique, analyses structurales macroscopique et microscopique

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*ecrite*	*parlée*
Néerlandais	excellent	excellent	excellent
Français	excellent	excellent	excellent
Anglais	excellent	excellent	excellent
Espagnol	bon	moyen	bon
Portugais	bon	moyen	moyen
Allemand	bon	moyen	bon
Malagasy	notions	notions	notions

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp. André Tahon ..... Date : 21-7-6

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : André Jean-Marie Tahon

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**PD Dr Joachim Jacobs**
Profession :	Géologue
Date de naissance :	13 mars 1963
Nombre d'années d'emploi par le Consultant:	n/a
Nationalité :	allemand

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre de Deutsche Geologische Gesellschaft
Membre de Deutsche Gesellschaft für Polarforschung
Membre de Geological Society of America
Membre de Geologische Vereinigung
Membre de l'International Association of Structural/Tectonic Geologists (IASTG)

Attributions spécifiques:

Géologue géoscientifique avec expérience dans le domaine de la géologie structurale et la géochronologie dans le Précambrien à **Madagascar, Mozambique** et en **Antarctique.**

Cartographie à l'échelle 1 :100,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs. Sélection spécifique des échantillons et participation dans la datation des roches par la méthode SHRIMP.

Principales qualifications:

Les activités de recherche appropriées au **Madagascar :**

Participant au Projet (368) International de la Corrélation Géologique; Atelier sur le terrain à Madagascar (1997). Le *Symposium International sur la Géologie et les Resources Minérales de Madagascar, Antananarivo.*

Le projet de Recherche Allemand 'Forschungsgemeinschaft' (2000-04): Réactivation des zones de cisaillement tardi-Néoprotérozoïques durant la fragmentation du Gondwana et l'évolution tectono-thermale du bassin de Morondava; le projet a inclu la géologie structurale du socle central et sud de Madagascar, les traces de fission, Ar-Ar et la géochronologie SHRIMP de la titanite des différentes unités du socle, plusieurs publications; deux expéditions à Madagascar.

Publication des résultats de recherche dans plusieurs journaux et la présentation de ces résultats dans plusieurs conférences internationales (voir. publications).

Participation au Symposium Germano-Malagasy à Antananarivo, organisé par l'Ambassade d'Allemagne, Octobre 2004.

Plusieurs contacts de recherche avec les organisations universitaires et non-universitaires à Madagascar.

Formation :

2000-présent Universitaire titulaire de la bourse de recherche 'Heisenberg', à l'Université de Bremen (Allemagne) et le Centre des Recherches Tectoniques Spéciales (Université d'Australie Ouest).

1992-1999 Plusieurs projets d'après-doctorat aux universités de Göttingen et Bremen (Allemagne), Université de Natal (Afrique du Sud) et l'Ecole des Recherches de la Science de la Terre, Canberra (Australie) avec Habilité en 1998; l'âge de Grenville et les chaines orogéniques Pan-Africaines dans la Rodinia et la Gondwana. Thèse intitulée: *Tectono-thermal correlation of Grenville-age crust in SE-Africa, the Falkland microplate and East Antarctica and their contrasting Pan-African overprint.*

1992-1993 L'Institut de Max Planck pour les Sciences Nucléaires (Heidelberg); les analyses des traces de fission des échantillons provenant des sondages de la croûte continentale ultra-profonde (KTB).

1987-1991 Doctorat, l'Université de Göttingen, Allemagne (Prof. K. Weber).Thèse intitulée: *Structural evolution and cooling history of Heimefrontfjella, western Dronning Maud Land (Antarctica).* summa cum laude trois expéditions de recherche à l'Antarctique.

1985-1987 Université de Göttingen, projet de cartographie-Diplôme d'étude de la Géologie et la Minéralogie: la *Géologie de la Fenêtre d'Ord, la Zone de Chevauchement de Moine (Ecosse)*; dissertation du diplôme: *Petrography and textures of augen gneisses and mylonites from the Kottasberge (Antarctica).* Diplôme en Géologie 10/1987 (premier).

1984-1985 Université de Sheffield (Grande Bretagne), étudiant la géologie dans la 2ème et la 3ème années.

1982-1984 Université Technique de Claustahl, diplôme 'Vordiplom' en géologie.

Expérience professionnelle

<u>Interêts de recherche généraux:</u>

- La tectonique et la géologie structurale
- Les complexes cristallins du Précambrien. La géologie isotopique, la pétrologie métamorphique
- Les histoires d'exhumation des orogénes et les marges continentales en utilisant une variété des systèmes géochronologiques (SHRIMP U-Th-Pb, Ar-Ar, traces de fission et la thermochronologie d'U-Th-He)
- La cartographie régionale et la télédetéction.

R

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Projets de recherches anciens et actuels :

- L'evolution précosse de l'Océan Indien: la réactivation des zones de chevauchement panafricaines dans l'ouest de **Madagascar**.
- L'évolution thermale du bassin NE d'Allemagne: une approche de la structure de traces de fission
- L'évolution Tectono-thermale de l'Ouest de Dronning Maud Land (E-d'**Antarctique**), pétrologie et contraintes d'âge du Complexe du Cap Meredith, les îles Malouines.
- L'histoire métamorphique de l'Orogène d'Afrique d'Est/**Antarctique** dans les granulites de la Structure antarctique d'âge d'environ 1.1 Ga de la Province Métamorphique Natale (SA) et la corrélation dans la Rodinia.
- Les orogènes d'âge de Grenville de la plaque de **Kalahari**. Les évenements Tardi-Néoprotérozoïques dans le Centre de Dronning Maud Land (Est d'**Antarctique**).
- Le sondage de la croûte continentale profonde à Oberpfalz (Allemagne).

Les bourses de recherche (1992-2003)

Les bourses sont provenues de 'Forschungsgemeinschaft' allemand, l'Union Européen, 'Fonds de Gledden (Australie)
plus:

Le support logistiques des expéditions à l'**Antarctique**
La position DFG-d'après doctorat, 2 ans
La position Habilité DFG, 2 ans
1 étudiant du doctorat, 3 ans
1 étudiant du doctorat, 3 ans
1 étudiant du doctorat, 3 ans
La position DFG-Heisenberg, 5 ans

Administration

- Administration des projets de recherchres internes et externes.
- Plannification et gestion des expéditions de recherche(y compris les logistiques, les factures, les problèmes environementaux, etc.)
- Evaluation des proposition de recherche nationales et internationales
- Travail éditorial pour deux journaux internationaux.

Les compétences analytiques et experiences

Les analyses de la déformation
SEM et analyses par la microsonde
Les analyses SHRIMP U-Th-Pb de la titanite et le zircon
Les analyses K/Ar et Ar-Ar sur l'hornblende, mica et
les analyses de traces de Fission < 2 μm sur l'apatite, la titanite et le zircon
(U-Th)/He sur l'apatite.
De plus:
Grande compétence d'utilisation de PC et Mac
ENVI, SIG, Arcview, etc.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Chercheur principal et/ou chef des expéditions géologiques à l'Est d'Antarctique

Expédition jointe Germano-Japonaise-Norvégienne à Filchnerfjella, 2001/02
Expédition de l'Institut d'Alfred-Wegener à Heimefrontfjella, 2000/01
Expédition à Gjelsvikfjella et Mühlig-Hofmann Gebirge, 1999/2000
Autres expéditions géologiques à l'Est d'Antarctique: Participant invité à l'Expédition Internationale GEOMAUD- (BGR) au centre de Dronning Maud Land, 1995/96
Expédition de l'Institut d'Alfred-Wegener à Heimefrontfjella, 1994
Expédition de l'Institut d'Alfred-Wegener à Heimefrontfjella et Kirwanveggen, 1989/90
Expédition SWEDARP à Heimefrontfjella, 1988/89
Expédition de l'Institut d'Alfred-Wegener à Heimefrontfjella, 1987/88

Participant dans les projets internationaux de la corrélation géologique

IPCP 440: l'assemblage Mésoprotérozoïque et la fragmentation Néoprotérozoïque du supercontinent de la Rodinia.

IGCP 368: les évenements protérozoïques dans l'Est de la Gondwana

IGCP 348: Le Mozambique et les chaines en relation – l'évolution crustale et la minéralisation

Recherches dans les établissement étrangers:

Universtité de l'Australie de l'Ouest, Universitaire titulaire de la bourse 'Gledden', 2 mois 2004
Universtity de l'Australie de l'Ouest, Universitaire titulaire de la bourse 'Gledden', 7 mois 2002/03
Ecole des Recherches de la Science de la Terre, l'Université Nationale d'Australie. Canberra, Australie, 2002, 1 mois.
Ecole des Recherches de la Science de la Terre, l'Université Nationale d'Australie. Canberra, Australie, 2001, 1 mois
Conseil des Géosciences, Bellville, Cape Town, Afrique du Sud, 1998, 2 mois.
Ecole des Recherches de la Science de la Terre, l'Université Nationale d'Australie. Canberra, Australie, 1997, 1 mois.
Conseil des Géosciences, Pietermaritzburg, Afrique du Sud, 1996, 1 mois.
Université de Natal, Afrique du Sud, 1993, 2 mois.
Université de Natal, Afrique du Sud, 1992, 4 mois.

Organisateur des sessions spéciales dans des conférences internationaux

La fragmentation de la Gondwana et les analogues modernes: de l'Atlantique Sud à la Mer Rouge. Assemblée-joint entre EGS - AGU - EUG, Nice, avril 2003

Assemblage de la croûte continentale Mésoprotérozoïque et la fragmentation ultérieure, EUG 10, Strasbourg, mars 1999.

La Construction et la Destruction du Supercontinent, EUG 9, Strasbourg, Mars 1997.

L'Antarctique dans l'Amalgame de la Gondwana, VII Int. Symp. des Géo-Sciences de l'Antarctique, Sienne, septembre 1995.

Q

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Allemand	excellent	excellent	excellent
Anglais	très bien	très bien	très bien
Français	moyen	moyen	moyen
Espagnol	moyen	moyen	moyen

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp. Joachim Jacobs ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : PD Dr Joachim Jacobs

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr Alexander Graham Leslie**
Profession :	Géologue cartographe
Date de naissance :	4 septembre 1955
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	3.5 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre de la Société Géologique d'Edinbourgh

Attributions spécifiques :

Dr Leslie a une grande expérience dans le domaine de l'application de la géologie structurale et la géophysique aux complexes orogéniques Précambriens. Il est très expérimenté dans ce domaine de recherche et de la datation SHRIMP U/Pb sur le zircon et la monazite.

Tâches de cartographie à l'échelle 1/100.000 et 1/500.000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Qualifications principales:

Une grande expérience multidisciplinaire dans le domaine de l'application de la géologie structurale et métamorphique, en conjonction avec la géophysique, dans la cartographie et la compréhension de la géologie compliquée de l'Origène Calédonienne de l'Ecosse, d'Ireland et de l'Est de **Groénland**. La formation professionnelle sur la géologie du Quaternaire a culminé le manque d'expérience dans ce domaine et reconnue l'importance de la géologie du Quaternaire dans le contexte des Highlands & Isles pour le BGS.

Plus de 50 publications (6 dans l'année dernière) qui ont résulté de mes activités de recherche, de collaboration, des contrats de recherche gagnés et des nouveaux travaux du BGS. La majorité de mes publications sont inspirées de ma carrière de collaboration académique avec le BGS et le Bureau de Services Géologiques du Danemark et du Groénland (GEUS). Je crois fortement à un travail d'équipe avec objectifs. Les responsabilités administratives sont toujours exécutées conformément au programme. Les procédures de la santé et la sécurité sont proprement appliquées à travers la durée des projets et surtout en ce qui concerne la pratique sans risque et le reportage du travail de terrain dans les régions montagneuses.

J'utilise mon expérience académique et de gestion pour se communiquer efficacement avec le personnel des projets, la direction du BGS, les clients externes et les organisations géologiques et académiques internationales. Mes projets actuels sont basés sur une grande liaison avec les laboratoires NIGL du BGS et ils incluent: la participation dans 4 programmes de recherches et un contrat de recherche financé par l'UCAC (la supervision personnellel de deux projets de doctorat et le contrat d'UCAC).

Formation :

1977 Licence avec mention (I) en géologie, l'Université d'Aberdeen, R-U

1982 Doctorat en géologie, l'Université d'Aberdeen

Recherche d'après doctorat: Aide-chercheur (1981–84), Contrat du NERC no F60/A1/39, l'Université d'Aberdeen) - feuille 87W (Ellon)

Expérience professionnelle

Janvier 2001 à présent : British Geological Survey (BGS)

Chef du projet actuel des Etudes Integrées des Iles et des Highlands effectuées par le Groupe 'IGSN'. Responsable de la stratégie scientifique responsive et multidisciplinaire; des procedures de la santé et la sécurité, des rôles, des responsabilités et du development du personnel; et de la plannification des budgets. La detérmination de la durée des projets sur la géologie du Néoprotérozoïque/Calédonien au Quaternaire. Responsable personnel de la stratégie scientifique du Projet des Bassins de Dalradien et Moine. Responsable de la detérmination des besoins stratégiques d'une base de données et une carte moderne des Highlands écossais. Ce projet est une étude moderne du bassin protérozoïque et la géométrie du rift dans les Calédonides Ecossais et Irlandais en collaboration avec le GEUS de l'Est de **Groénland**.

1985–2000 : Département de la Géologie de l'Université de la Reine (Queen's University) à Belfast

La carrière académique avant le joint du BGS a culminé dans le poste du Chef de Département de la Géologie à l'Université de la Reine de Belfast. Cette responsabilité a inclu l'enseignement du programme académique, la contribution dans la formation sur le terrain de tous les cycles universitaires plus les taches administratives au sein de département. Donner plus d'importance et la concentration sur la géologie de terrain car le conseil universitaire supérieur 'HEFCE' a commandé le département de souligner les standards de la formation sur le terrain. Par conséquent, le département a gagné l'excellence dans la qualité de l'enseignement (HEFCE,1995). Le département a été classé parmi les meilleurs départements de la géologie en Grande Bretagne (Times, 1998). Recherche active sur la Géologie Calédonienne de la Marge Laurentienne via la collaboration entre BGS et le GEUS. Ces recherches étaient au début le sujet des études académique et de collaboration du BGS (financées par le NERC) mais elles ont devenu des programmes de recherche du GEUS dont le BGS y est un invité.

La collaboration de BGS/GEUS et les fonds/contrats gagnés depuis 1985 – la Géologie Calédonienne.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

La collaboration de BGS/GEUS et les fonds/contrats gagnés depuis 1985 – la Géologie Calédonienne.

1999 - la datation SHRIMP U/Pb sur le zircon et la monazite avec Dr A P Nutman, Canberra.

1998 - le levé à nouveau de la géologie caledonienne de la zone de fjord de l'Est de **Groénland** 72°–74°N.

1997 - Contrat du NERC no GA/97E/50 – les zones de cisaillement de Grampian (Shear Zones). 2 ans, fonctionnaire encadrant.

1995 - le levé à nouveau de Kronprins Christian Land, nord-est de **Groénland.**

1990 - Contrat du NERC no F60/G2/34A & B – la Géologie de Feuille 56W, Glen Shee. 4.5 ans, fonctionnaire encadrant.

1990 - Contrat du NERC no GA/90B/53 – la Géophysique de Glen Doll. 3 mois, £1600.

1989 - Contrat du NERC no F60/G2/23/1 – l'étude Magnétique de Feuille 73E, Foyers.

1986 - Contrat du NERC no F60/G2/24 – la Géologie de Feuille 65E, Ballater. 3 ans.

1985 - les contrats du BGS (Oct. 84, Juin 85) – l'Etude Magnétique des feuilles 75E et W. La supervision de deux des trois recherches de doctorat achevées dans le cadre de coopération.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante

Attestation:

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Alexander Graham Leslie

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste:	Géologue cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé:	**Dr Richard Allenby Smith**
Profession :	Géologue cartographe supérieur
Date de naissance:	3 août 1951
Nombre d'années d'emploi par le Consultant:	26 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Attributions spécifiques :

Experience internationale acquise des projets africains comme géologue des charbons à Botswana et géologue cartographe socle au Maroc et Mozambique.

Tâches de cartographie à l'échelle 1 :100,000 et au 1 :500,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Principales qualifications :

Géologue cartographe supérieur avec 26 ans d'experience acquises des projets géologiques stratigraphiques, structuraux, métamorphiques et minéralogiques au Royaume-Uni et à l'étranger.

La direction scientifique et la gestion quotidienne des projets de la cartographie et le levé de la Vallée des Midlands et les Highlands Centraux (Hautes Terres) de l'Ecosse.

Auteur et compilateur de plusieurs cartes géologiques, des mémoirs et des rapports en Grande Bretagne et à l'Etranger.

Formation :

1973 Licence à l'Université Leeds –Sciences de la Terre 2(1)

1980 Doctorat à l'Université de Liverpool – Géologie

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Expérience professionnelle

2003 au présent

Géologue cartographe supérieur employé par BGS sous le contrat avec l'Office Géologique Norvégien dans le cadre d'un projet (co-financé par la Banque mondiale-NDF) de la cartographie géologique et minière au Nord de **Mozambique**. Les roches à cartographier varient des faciès de granulite mésoprotérozoïques, de Karoo et à des roches sédimentaires récentes.

1989 au présent

Fonctionnaire Scientifique Supérieur avec British Geological Survey travaillant parmi une équipe de levé et modélisation de la partie sud de la Vallée de Midland des Terrane écossais.

J'ai travaillé aussi avec l'équipe de cartographie et modélisation des bassins de Moine et Dalradian des Highlands Centraux de l'Ecosse, menant un travail sur la lithostratigraphie, la structure et le métamorphisme des évenements orogéniques récents et du Calédonien indiqués par la datation radiométrique.

Participant dans une équipe qui a travaillé Durant un mois (1999) dans les Montagnes d'Anti-atlas du **Maroc** sur contrat pour cartographier et étudier les roches volcano-sédimentaires du Précambrien de la région de Kerdous.

Membre de comité stratigraphique du BGS qui a travaillé sur le Dévonien et completé un rapport sur la lithostratigraphie de l'Ecosse au sud de Grande Glen.

Je suis responsable de la livraison d'informations au secteur privé et publique sur les minéraux en Ecosse. J'ai travaillé sur des projets commandés et confidentiels pour les autorités locales, y compris L'usage des Terres et la planification Minière. J'ai rapporté sur l'analyse des failles à Cumbria Ouest pour 'Nirex'.

1985-1989

J'ai contribué dans la production de plusieurs rapports and mémoires du BGS sur la géologie du centre d'Ecosse. J'ai écrit des articles et révisions scientifiques sur des sites géologiques très importantes du point de vue scientifique. J'ai présenté un article sur l'évolution Siluro-Dévonienne au symposium des Relations des Terranes Calédoniens (1994) et un autre sur les turbidites de la Chaine Nord au Conférence des Terranes des Uplands Sud (1999).

1982-1985

Comme Fonctionnaire Scientifique Supérieur à l'Office des Etudes Géologiques de l'Ireland du Nord 'Geological Survey of Northern Ireland', j'ai completé la compilation de la carte du Quaternaire au 1:250 000 de l'Ireland du Nord. Auteur principal et compilateur d'un mémoire sur la géologie de la région de Newtownards, qui a inclu des roches d'âge variant d'Ordovicien au Paléogène. J'ai contribué dans un mémoire sur la région de Derrygonelly/ Marble Arch, qui est prédominée par des roches du Carbonifère. En 2001, j'ai contribué dans le chapitre du Permien et Mésozoïque de la Géologie d'Ireland (Geology of Ireland) publié par Dunedin Press.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1976-1982

Détaché du BGS auprès de l'Office des Etudes Géologique de **Botswana** 'Geological Survey of Botswana' comme Géologue des charbons. Ce travail a inclu une étude du Supergroupe de Karoo dans le bassin de Kalahari et le contrôle des prospects de l'exploration du charbon à Botswana. J'ai effectué le levé de terrain et la formation du personnel homologue sur les roches sédimentaires de Karoo et les gneiss du Précambrien de la Chaine de Limpopo. Un article joint sur les resources du charbon de Botswana a été publié dans un volume sur les gîtes minéraux du Sud d'Afrique.

1973-1976

Géologue de terrain pour l'Office des Etudes Géologiques de l'Ireland du Nord 'Geological Survey of Northern Ireland' étudiant et cartographiant les turbidites du Paléozoïque Inférieur au dessous de la séquence Co. et la production d'un modèle prisme accrétionaire de leur structure. Depuis 1980, ce travail a concentré sur la cartographie de Co Fermanagh sur les séquences marines du Dinantien et Namurien. Une partie de ce projet est commandée par les compagnies privées prospectant le gaz naturel. J'ai participé dans plusieurs programmes de sondages dans cette région.

Aide-Chercheur, Département de la Géologie, Université de Liverpool travaillant sur la stratigraphie de Dalradien (Précambrien Supérieur), la structure et le métamorphisme du district de Blair Atholl de l'Ecosse dans le cadre d'un contrat de cartographie géologique avec le BGS.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Richard Allenby Smith

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr Ben Klinck**
Profession :	Géologue
Date de naissance :	29 décembre 1948
Nombre d'années d'emploi par le consultant :	34 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre de l'Institut des Mines et de la Métallurgie (MIMM)
Associé de la Société Géologique (Londres)

Attributions spécifiques :

Géologue géoscientifique et environnementaliste avec 20 ans d'expérience dans le domaine de la cartographie géologique Précambrienne en Afrique et l'Amérique Latine.

Cartographie à l'echelle 1 :100,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux metamorphiques, gisements métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Qualifications principales :

Géologue avec 20 ans d'expérience dans le domaine de la cartographie géologique en Afrique et l'Amérique Latine. Cette expérience inclu 13 ans d'études hydrogéologiques, la caractérisation et le contrôle des sites d'enfouissement des déchets. Expert d'analyse des trajets du drainage, le développement et la définition des paramètres des modèles conceptuels et de l'application des modèles (probabilistiques et démonstratifs) de l'évaluation des risques de l'eau souterraine et de la santé, aux scénarios de l'enfouissement des déchets. Il est expérimenté dans la science de la communication par l'organisation des ateliers internationaux sur l'évaluation des risques, en particulier, leurs applications sur les mines abandonnées. Il a une grande expérience dans le déploiement de la télédétection et le SIG dans les projets de l'environnement des mines. Il est auteur et contributeur d'une vaste collection de publications sur les domaines de la géologie, l'enfouissement des déchets, la qualité des eaux, la protection des nappes phréatiques et l'hydrogéologie des contaminants.

En parallèle avec ce travail commercial, il est gérant actuel des deux projets majeurs dans le programme des recherches stratégiques du BGS. Le premier est sur l'usage de l'imagerie de la télédétection multi spectrale dans la cartographie des terres contaminées par les mines abandonnées. Ce projet multidisciplinaire inclut la télédétection, les études hydrogéologiques et géochimiques des sites abandonnées en étudiant spécialement les impacts environnementaux de ces mines. Le deuxième projet est une étude de

l'environnement et la santé à partir d'une perspective géologique avec une concentration particulière sur l'arsenic naturel et minière et la contamination du plomb minier.

Formation :

1979 Doctorat en Géologie de la Faculté Impériale, Université de Londres

1991 Maîtrise en Hydrogéologie de l'Université de Birmingham, R-U

1970 Licence en Géologie de l'Université de Sheffield, R-U (Prix de Fearnsides pour la cartographie géologique)

2001 Diplôme en mathématiques, l'Université par correspondance, R-U

Expérience professionnelle :

1970 à présent : British Geological Survey (BGS)

1991 à présent, Chef du projet géoscientifique au BGS.

Au présent, la gestion des projets géoscientifiques multidisciplinaires, qui incluent la cartographie géologique, en particulier, celle du Quaternaire de la Grande Bretagne, la géochimie, l'hydrogéologie et l'évaluation des géo-risques. L'intégration des données de ces projets sont basés essentiellement sur le SIG. Dr Ben Klick a travaillé dans le cadre des projets internationaux financés par le Département Britannique du Developpement International (DFID) en **Indonésie, Mexique, Chili, Jordanie, Corée** et **Zimbabwe**. Les études des contrôles géologiques sur les impacts environementaux des déchets, en particulier, les risques environementaux causés par les déchets miniers.

Les autres projets incluent:

- 1991-95: Ministère de l'Environement du Nord d'Ireland. Hydrogéologue conseiller sur la localisation des sites d'enfouissement des déchets et la présentation du ministère dans les enquêtes publiques.
- 1995: Géologue et hydrogéologue employé dans le cadre du Projet d'Enfouissement des Déchets à Latvia, qui a été financé par la Banque mondiale.
- 1998: Programme NIREX. La définition et la cartographie des domaines hydrogéologique du Quaternaire à Sellefield, Grande Bretagne.
- 2001: Membre de la Comité Scientifique Indépendante, designée par le Conseil International de la Science pour la Comité de l'Heritage Mondial, pour la révision des impacts environementaux de l'extension Jabiluka proposée de la mine d'uranium de Ranger dans le Park National de l'**Australie**.

1987–1990, Géologue cartographe principal. La Direction de la Géologie de **Malawi**: la gestion du programme de la formation des nouveaux géologues de cette direction. La réalisation des projets de levés géologiques des assemblages typique de la Chaine de Mozambique. Ces derniers incluent l'Anorthosite de Linthipe, les complexes métabasiques de la région de Shire et les complexes métavolcaniques du Discrit de Nkhotahota.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1983–1986, Chef du projet (et géologue cartographe). Le Projet de la Cartographie Géologique du Sud de **Pérou**. Le levé géologique et le potentiel géothermal/minéral d'une superficie de 35000 km^2 dans la Cordillère Orientale et Altiplano. Cette région est prédominée par des sédiments marins paléozoïque et mésozoïques, une séqquence mixte des roches volcaniques d'âge tertiaire et des sédiements continentaux (en collaboration avec INGEMMET).

1977–1982, Géologue d'exploration. Le Projet de la Cartographie Géologique 'IGS' et d'Exploration Minérale de la **Bolivie**. La cartographie géologique de reconnaissance des terrains du Précambrien dans l'Est de la Bolivie. Ce projet a inclu le levé des terrains isolés et loins dans la forêt d'Amazon en collaboration avec 'GEOBOL'.

1970–1976, Géologue supérieur à la Direction de la Géologie de la **Zambie**. Projet géologique de reconnaissance et l'échantillonnage géochimique à l'échelle de 1:50 000 des terrains précambriens et Karroo des provinces nord et centrales de la Zambie.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	bon	médiocre	moyen
Espagnole	excellent	excellent	excellent
Portugaise	bon	médiocre	moyen

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp. Ben Klinck ..... Date : 21-7-6

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Ben Klinck

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue Cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Roger Marcus Key**
Profession :	Géologue Cartographe
Date de naissance :	le 22 janvier 1947
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	34 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Geological Society of London
Geological Society of South Africa
Gemmological Society of Great Britain
Edinburgh Geological Society
Botswana Geological Society (membre fondateur et Vice-président 1994/95)
Association for Geology in Development (membre à vie).

Attributions spécifiques :

Cartographie à l'échelle 1 :100,000 sur lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques ; préparation des cartes, légendes, coupes et rapports

---

Principales qualifications :

Grandes expériences de l'Afrique et du Royaume Uni ainsi que la réalisation de campagnes géologiques, de l'assistance technique pour l'exploration des minerais, des études de recherche et de développement au profit d'institutions, de la formation et du transfert de technologie. Spécialiste de la cartographie géologique, structurale et thématique (par exemple granitoïdes) à des échelles entre 1:250 000 et 1:25 000, et de l'exploration des minerais et de l'exploration géochimique, pour des études d'évaluation géologiques, tectoniques et métallo géniques en Zambie, en Botswana, en Kenya, en Mozambique et en Grande-Bretagne. Bonne expérience des études géologiques et de la gestion de projet, ainsi que l'organisation et la mise en oeuvre de programmes de formation y compris des programmes de formation sur le terrain. A participé activement à l'exploration et à l'évaluation de gisements d'or très variés, en s'intéressant particulièrement à l'application de la géologie structurale pour l'exploration du gisement d'or Iode et cuivre.

Distingué du Médaille de service (Botswana) - attribué en 1998 Services du département géologique
MBE (1999 Liste des Honneurs de la Nouvelle Année)

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Formation :

BSc (Hons) class 2.1 Geology

Expérience professionnelle

2003-present:
Chef d'équipe sur un projet de recherche du BGS-NIGL sur une étude géochronologique des roches de Lewisian du nanowatt Ecosse. Ce projet étudie la taille, l'âge exact et les rapports des microplates archéens

2003-present:
Consultant Géologue sur l'interprétation des données aéromagnétiques du projet Kalahari central pour le gouvernement du Botswana. Ceci comporte l'interprétation géologique des données magnétiques aéroportées à haute résolution pour produire une série de cartes géologiques de 1:125,000 et de 1:250,000 avec accompagner des rapports. Les rapports se concentrent sur le potentiel minéral du Botswana méridional pour les diamants, les éléments du groupe d'eaux souterraines et du nickel, ainsi que du platine..

2001-2004:
Chef adjoint du projet PRISME en Mauritanie de la Banque Mondiale. Responsable de la production d'une série de cartes géologiques de 1:250,000 du Reguibat Shield l'aire du Nord Ouest de la Mauritanie avec les rapports y afférents, ainsi que pour une carte géologique de 1:250,000 de la Mauritanie méridionale. Les rapports comprennent des sections sur les minéraux potentiels des secteurs tracés.

1998 – 2001:
Géologue chargé de projets et gemmologiste pour le projet ERIPTA de la Banque Mondiale en Zambie.
Directeur d'une équipe cartographique et d'un programme géochimique d'échantillonnage de sédiments fluviatiles dans la Zambie du nord-ouest. Formation des géologues et des gemmologistes homologues participant à l'étude géologique de la Zambie. Recherches détaillées sur les gisements connus de pierres précieuses en Zambie.

1996-1997:
ODA / Conseiller technique auprès du département d'Etudes Géologiques du Botswana. Conseils pour le Directeur du département d'Etudes Géologiques du Botswana. Concernant l'exploration d'un gisement d'or type Wits sous le désert Kalahari des recherches pétrolières/gazières en Botswana occidental. Réalisation d'une nouvelle carte géologique nationale et assistance donnée aux géologues nationaux pour la préparation de cartes et de rapports. Dans le secteur privé, conseils fournis à des entreprises s'occupant de l'exploration minéralogique en Botswana.

1992–1996:
Directeur du projet ODA "Assistance avec l'Etude Géologique du Botswana".
En mission pour le compte de l'Etude Géologique du Botswana, directeur de l'équipe parrainée par le gouvernement britannique. Directeur du programme cartographique et responsable de l'orientation professionnelle de 7 géologues du Botswana et de divers agents techniques. Conseils fournis à tous les niveaux d'administration locale ou nationale ainsi qu'aux sociétés internationales minières et d'exploration opérant dans le Botswana.

Q

Coordinateur d'un projet bilatéral (Allemagne et Botswana) de cartographie dans le Botswana occidental.

1986-1992 : BGS en Ecosse
Géologue principal chargé de la cartographie des Highlands à l'est du Ben Nevis dans le cadre du projet Monadhliath Project. Chef de projet 1989-1992 à la tête de 12 spécialistes des sciences de la terre. De 1990 à 1992, membre d'une équipe BGS chargée de la cartographie géologique et d'études connexes se rapportant à une centrale nucléaire dans le nord de l'Ecosse. Réalisation du premier système de symboles unifié pour données d'ordre structural sur toutes les cartes BGS et d'un nouveau système d'étiquetage de roches métamorphiques sur cartes BGS.

1980-1986 : Etude géologique du Kenya / BGS
Géologue et Gemmologiste dans le cadre du projet public Samburu-Marsabit UK-Kenya de cartographie et d'exploration minérale. Cartographie de 12% de l'étendue du Kenya (110 000 km^2 environ). Ce projet a eu pour résultat la réalisation de 9 cartes géologiques en couleur à l'échelle 1:250 000 ainsi que les rapports s'y rattachant et l'identification d'un bon nombre de cibles importantes devant faire l'objet d'une analyse en profondeur. Parmi les cibles en question : de nouveaux gisements gemmifères ainsi qu'une anomalie stannifère dans le désert de Kaisut. Pendant les quatre premières années du projet, on a passé au moins six mois par an dans la partie isolée du Kenya du nord.

1974-1980:
en mission, affecté par la BGS pour l'Etude Géologique du Botswana.
Au départ, géologue de terrain ; en 1977 nommé géologue principal à la tête de la Division de Cartographie de Terrain. Les travaux ont compris la cartographie régionale des roches métamorphiques des cratons de Zimbabwe et Kaapvaal, de la zone orogénique du Limpopo, de diverses roches magmatiques, y compris le complexe batholithique granitique de Gaborone, et d'un assortiment de roches sédimentaires dont l'âge va de l'Archéen au Jurassique. Cartographie détaillée d'unités revêtant une importance économique telles que gisements argileux ou calcaires. Chargé de missions de terrain en diverses régions du Botswana pour le compte de sociétés d'exploration et d'universitaires. Membre de plusieurs comités internationaux en tant que délégué du Botswana. Participation à la création de l'Association des Spécialistes des Sciences de la Terre du Botswana. Organisation d'un certain nombre de conférences internationales tenues en Botswana. Récipiendaire d'une recommendation personnelle de la part du Secrétaire Général du Ministère de Ressources Miinérales et de l'Eau

1972-1974 :
l'Etude Géologique du Botswana (financée par le gouvernement britannique).
Géologue de terrain : cartographie de deux couches d'un quart de degré sus-jacentes sur des roches métamorphiques de la zone orogénique du Limpopo et du craton de Zimbabwe. Deux missions de terrain pendant lesquelles j'ai passé 6 à 7 mois isolé dans la "brousse" avec une petite équipe.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

1968-1972:
l'Université de Liverpool
Bourse d'études en vue d'un doctorat en géologie. Histoire pétrogénétique des roches métamorphiques du Saxa Vord, Lamb Hoga Blocks of Unst, Yell and Fetlar, les îles Shetland.

Délégué national pour les projets IGCP en cours :
Sous-commission de la Stratigraphie Précambrienne (délégué britannique et vice-président depuis 1996)
IGCP 302 (délégué du Botswana)
IGCP 319 (délégué du Botswana)
Co-directeur IGCP 418 Le Kibaran de l'Afrique du sud-ouest

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	très bon	très bon	très bon

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 28-7-2004
(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Roger Marcus Key

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue Cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Mr Jonathan Richard Ford**
Profession :	Géologue cartographe
Date de naissance :	3 août 1973
Nombre d'années d'emploi par le consultant :	3 ans
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Membre de la Société Géologique de Londres (demande d'adhésion en cours d'étude)

Membre de la Société Géologique de Yorkshire.

Attributions spécifiques :

Géologue géoscientifique avec 8 ans d'expérience dans le domaine de la géologie structurale et la géologie économique en Afrique et Amérique Latine.

Cartographie à l'échelle 1/100.000 et 1/500.000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Qualifications principales :

Géologue cartographe des feuilles d'échelle de 1:10,000 à 1:200,000 avec plus de 8 ans d'expérience professionnelle et une expertise particulière dans le domaine de la cartographie des roches ignées et sédimentaires des complexes géologiques, très déformés et minéralisés et les études des sous sols. Géologue expérimenté et compétent de travailler dans des conditions et terrains difficiles et isolés comme membre des équipes multidisciplinaires. Il a acquis une grande expérience des projets de levé de terrain dans l'Amérique Latine **(Bolivie** et **Pérou)** pour les compagnies minières en cartographiant une grande rangée de terrains géologiques variant du Bouclier Pré-Cambrien aux successions volcaniques du Miocène. Il a participé récemment dans les projets du BGS de la cartographie géologique des séquences précambrienne dans l'Afrique de l'Ouest **(Mauritanie)** et les séquences sédimentaires mésozoïque des complexes anciens de l'Angleterre.

Ma carrière professionnelle m'a fourni une rangée d'experience dans la gestion logistique des projets dans des environnements très difficiles incluant des campagnes de la cartographie géologique, les échantillonnages géochimiques et les programmes de sondages avancés.

Les compétences en informatique avancée ont été adaptées à la collection effective, la collation et l'intégration des données géologique incluant les observations sur le terrain, les données de la télédétection, la géochimie, la géophysique et les sondages. Une vaste

expérience pratique en SIG commercial et les progiciels de modélisation tridimensionnelle.

Formation :

1995 Université de Leicester, Royaume-Uni, Licence ès Science en Géologie Appliquée avec mention très bien Prix: *Yorkshire Geological Society Prize* de la cartographie *Survey Systems Prize* d'étude sousterraine des mines *Mineralogical Society Prize* de la minéralogie

2001 Université de Newcastle upon Tyne, Royaune-Uni *Maîtraise* ès Science en Science Informatique avec Mention Prix: *Philip Merlin Memorial Prize* pour le mellieur mémoire – SIG mobile, système de la capture digitale des données géologique sur le terrain

---

Expérience professionnelle

La cartographie géologique régionale et les programmes de modélisation dans le cadre des levés des terrains continentaux:

- Géologue cartographe du 'BGS International' et l'Office des Etudes des Terrains de la Grande Bretagne Sud 'UK Land Survey South'. Ces projets ont inclu des programmes du levé géologique régional et la modélisation 3D. les taches internationales ont inclu la compilation correcte et rigoureuse des cartes géologiques au 1:200 000 des séquences précambrienne des régions lointaines de la Mauritanie. La combination du levé intensive avec des prpositions détaillées de l'imagerie et les autres resources résulte dans la compréhension totale de la structure géologique et le potentiel minéralogique régionales. Les activités en Grande Bretagne incluent la cartographie géologique détaillée d'une variété des terranes du Mésozoïque et Tertiaire. L'utilisation rigoureuse des méthodologies de SIG et la modélisation 3D encourage une approche facile des processus de la cartographie géologique.

- Comme membre de l'équipe responsable de DGDM (Digital Geoscience Data Model), Je participe activement dans le développement d'un cadre du modèle 3D tridimensiel de la géologie du Royaume-Uni. Surout, comme responsable des aspects de modélisation géologique de la séquence sédimentaire dans l'est du Royaume-Uni.

- Comme BGS est un organisme agréé par l'organisation de l'Investissement dans les Resources Humaines"Investor in People", BGS m'a soutenu avec des formations géologiques excellentes et l'occasion de développer une rangée de compétences utiles incluant l'interprétation des photos aériennes, l'hydrogéologie, l'interprétation sismique et la cartographie sur le terrain.

Experience internationale

<u>1998-2000, Equateur et Nord de **Pérou**</u>

Responsable de plusieurs aspects techniques en rapport avec la cartographie thématique et l'exploration minérale dans le Nord des Andes:

- La cartographie régionale de reconnaissance dans un terrain géologique complexe, impliquant des campagnes de terrain approfondies. Ceci a demandé une estimation du cadre géologique général et la capabilité de développer les modèls géologiques logiques par la combination des observations sur le terrain avec les données de la télédetéction.

- La recherche géologique détaillée à l'échelle du projet. Ceci a demandé un developpent des modèles géologiques robustes qui sont basés sur les données de surface et sousterraines, incluant la cartographie, les sondages, la géophysique et la géochimie.

- La planification, l'exécution et l'incorporation des grands programmes de l'échontillonnage géochimiques. Une combination des sédiments alluviaux, de sol et de sondages a été utilisée pour soutenir les modèles géologiques et caracteriser le potentiel économique.

- Création des modèles tridimensiels 3D industriels standards à partir des données de sondages et les résultas géochimiques. Les estimations de resource et les rapports basés sur ces modèls ont été utilisées pour vendre avec succès les projets commerciaux.

Le travail collectif joue un rôle très important. Les conditions du travail ont demandé une grande résistance physique. Pour réussir la situation, il était important de maintenir des hauts niveaux de l'état d'esprit et d'enthousiasme. Fréquement, j'étais responsable des équipes allant jusqu'à quarante techniciens locaux.

1995-1998, **Bolivie** La Paz, Potosi et basé sur le terrain

Impliqué dans tous les aspects de la cartographie thématique et l'exploration minérale dans le centre des Andes:

- Conception et exécution de la cartographie régionale et les programmes de la reconnaissance des sédiments hébèrgeant l'Au et des sulfures épithermaux Au-Ag et la minéralisation polymétallique des métaux de base. Des techniques de la télédetéction, des levés métallogéniques et des révisions géologiques ont été utilisés énormément.

- Grande experience de terrains sédimentaires, volcaniques, et des terrains mixtes. La modélisation et la cartographie nécessitent une comprehension de la géologie régionale et les analyses structurales.

J'ai fréquement travaillé tout seul ou avec un nombre limité des assistants. Typiquement, ce travail a nécisssité des grandes périodes de la collection des données de terrain dans des régions isolées et lointines. Ces travaux ont nécessité une grande motivation et une planification pour assurer le succès des campagnes de terrain qui ont demandé un logistique très compliqué.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	moyen	moyen	moyen
Espagnol	bon	moyen	bon

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp Jon Ford ..... Date : 21-7-4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Mr Jonathan R Ford

Nom du représentant habilité : David Ovadia

Poste: Géologue de terrain

Nom du consultant: US Geological Survey

Nom de l'employé: James Erik Conrad

Profession: Géologue

Date de naissance: 31 janvier 1958

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 23ans

Nationalité: Américaine

Affiliation à des associations/groupements professionnels

Attributions spécifiques:

Géologue cartographe, géologue structural, tectonique, interprétation thermo chronologique Expert K-Ar et Ar/Ar en études géochronologiques en relation avec la géologie structurale et économique, grande expérience en géochimie et dans les roches volcaniques

Principales qualifications:

Chercheur et principal expert pour de nombreuses études visant à identifier les zones ayant un potentiel de ressources minérales non découvertes dans les terres fédérales de l'Ouest des États-Unis. Ce travail requérait cartographie géologique, évaluation des données géochimiques et géophysiques, connaissance des processus tectoniques régionaux, des relations structurales et stratigraphiques, et des processus volcaniques, plutoniques et métamorphiques pour attribuer la probabilité de gisements minéraux non découverts de divers types de gisements de minerai. Autres compétences spécialisées relatives aux études de gisements de minerai, y compris les études géochronologiques K-Ar et Ar/Ar des terrains volcaniques et plutoniques et des districts de gisements de minerai pour établir le cadre géologique de métallogenèse et l'occurrence de ressources minérales. Parmi ces études figurent les études géochronologiques du gisement Bayan Obo Nb-Fe-REE en Chine septentrionale ; les gisements épithermiques Au-Ag dans l'Ouest des États-Unis ; et des études Ar-isotope des inclusions fluides dans le quartz provenant de gisements dans les États du Nevada et de New-York.

Formation:

1981 Université de Californie, Berkeley, A.B., Sciences de la terre
1993 Université San Jose State, Maîtrise en géologie

Expérience professionnelle:

1981 à ce jour- US Geological Survey
Ressources minérales de l'Ouest (1981 à 1995)
Géologie côtière et marine (1995 à ce jour)

Responsable de projets spécifiques, à savoir:

Risques de tremblements de terre, Géologie côtière et marine
2003 à ce jour: Formation active de failles extra côtières, Californie du Sud. Interprétation des profils de réflexion sismique pour identifier les failles vivantes pour évaluer le risque de tremblements de terre.

Habitats benthiques, Géologie côtière et marine
2003 à ce jour: Analyse des images sonar latéral et des vidéos sous-marines pour établir la carte de la géologie des dépôts meubles sur le plancher océanique pour aider à classifier les habitats benthiques.

Systèmes et développement informatiques, Géologie côtière et marine
1995 à 2003: Spécialiste en technologie informatique Administrateur système, ordinateurs de bureau Macintosh.

Procédé de formage du minerai, Ressources minérales de l'Ouest
1992 à 2003: Cartographie géologique de trois coupures rectangulaires de 7,5 minutes de la ceinture minérale Battle Mountain - Eureka. Ai également mené à bien des études géochronologiques pour aider à définir le contexte géologique de minéralisation dans la ceinture, y compris la datation haute résolution des basaltes associés à la fissure au Nord du Nevada.

1990 à 1995: Gisements épithermiques Au-Ag dans le Grand Bassin du Nord-Ouest. Étude géochronologique de l'âge de la minéralisation et des roches hôtes de Sleeper Mine dans le Nevada, en collaboration avec E.H. McKee (WMR, Menlo Park) et J.T. Nash (BGC, Denver). Responsable des analyses K-Ar et $^{40}Ar/^{39}Ar$ et interprétation des résultats. La datation haute résolution de la minéralisation et des roches hôtes au gisement Sleeper a aidé à établir le lien entre l'occurrence de ce type de gisement et le début de l'activité basaltique régionale dans l'Ouest des États-Unis.

1988 à 1995: Recherche effectuée en se servant de techniques $^{40}Ar/^{39}Ar$ traditionnelles et de techniques $^{40}Ar/^{39}Ar$ de crystal unique à extraction laser pour déterminer la répartition de l'argon dans les inclusions fluides dans le quartz de Battle Mountain dans le Nevada et d'Ellenville dans l'État de New York. Ceci incluait des travaux de laboratoire et l'analyse des

données concernant les analyses $^{40}Ar/^{39}Ar$ traditionnelles et à extraction laser. Ces études sont les premières qui ont démontré que les inclusions fluides dans le quartz peuvent servir pour effectuer la datation de l'activité hydrothermique.

1986 à 1993 Étude Géochronologique du gisement Bayan Obo Nb-Fe-REE dans le Nord de la Chine, en collaboration avec E.C.T. Chao (EMR, Reston) et E.H. McKee (WMR, Menlo Park). Ai achevé toutes les analyses $^{40}Ar/^{39}Ar$ (en utilisant les méthodes $^{40}Ar/^{39}Ar$ traditionnelles et le chauffage $^{40}Ar/^{39}Ar$ progressif sur des grains individuels de minéral), ai participé à l'analyse et à l'interprétation des données. Ces travaux documentent l'âge de l'événement de minéralisation le plus récent connu à Bayan Obo et ont aidé à délimiter la longue période de minéralisation épisodique qui s'est étendue sur environ 800 millions d'années.

Projet d'évaluation des ressources minérales d'Amérique du Nord, Ressources minérales de l'Ouest
1982 à 1995: Ai participé en tant que chercheur et principal expert à plusieurs projets d'évaluation du potentiel de gisements minéraux non découverts sur les terres fédérales dans la partie Est de la Californie, le Nevada, l'Oregon, l'Utah et l'Arizona dans le cadre d'études d'admissibilité pour la désignation des aires fédérales de nature sauvage et pour la gestion des terres et des ressources. Ces travaux comportaient la compilation de la cartographie géologique existante, de la cartographie nouvelle et l'introduction de données géochimiques et géophysiques régionales pour produire des rapports d'évaluation des ressources minérales.

Langues:

	lue	écrite	parlée
Anglais	excellent	excellent	excellent
Espagnol	moyen	médiocre	médiocre
Français	compétent	compétent	compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

_____ Date 20/7/2004
[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: James Erik Conrad

Nom du représentant habilité _____

Dr P. Patrick Leahy FOR. P.P.L

Poste: Géologue de terrain

Nom du consultant: US Geological Survey

Nom de l'employé: Dennis W. O'Leary

Profession: Géologue

Date de naissance: 11 mars 1943

Nombre d'années d'emploi par le Consultant: 33ans

Nationalité: Américaine

Affiliation à des associations/groupements professionnels
Geological Society of America

Attributions spécifiques:

33 ans d'expérience dans la cartographie géologique du sous sol, avec l'accent sur l'interprétation structurale
Grande expérience dans le métamorphisme de haut grade et dans les déformations complexes similaires à celles de Madagascar
Spécialiste en géologie structurale, tectonique, géomorphologie, télédétection et géologie marine ; expérience en minéralisation des sulfures, géologie économique, pétrologie ignée/pétrographie

Principales qualifications:

Géologue professionnel auprès de l'U.S. Geological Survey depuis 33 ans ; formation comprenant une maîtrise et un doctorat en géologie, avec accent mis sur la géologie économique et la géomorphologie. Parmi les principales activités figurent la cartographie géologique et l'analyse des terrains du sous-sol rocheux, la géologie structurale et la tectonique. Expérience complémentaire en cartographie de la géologie des dépôts meubles du Pléistocène. Application de la pétrographie, des techniques de télédétection, des systèmes d'information géographique (GIS) et géophysiques (principalement des données de réflexion sismique) aux problèmes géologiques. Ai travaillé à Boston et à Denver, pour des études de terrain en Nouvelle-Angleterre, dans le Missouri, l'Utah et le Nevada. Rédacteur technique compétent, capable de traduire le français. Responsable de l'ordonnancement, de la gestion de projets et des documents à produire en tant que chef de projet.

Formation:

- Boston College 1960 à 1964, Licence en géologie

- Université du Missouri, Rolla 1965 à 1967, Maîtrise en géologie économique (sujet secondaire: minéraux valorisables) Thèse: Étude de la genèse du gneiss pyriteux dans les comtés de Grenville Series, St. Lawrence et Jefferson, dans l'État de New York.

- Université Pennsylvania State 1967 à 1972, Doctorat en géomorphologie (sujet secondaire: pétrologie) Thèse: La forme, la structure et l'évolution de l'Allegheny Front dans le comté de Centre en Pennsylvanie.

Expérience professionnelle:

2001 à ce jour: Chef de projet adjoint, Coalition de cartographie géologique de la partie centrale des Grands Lacs. Planifier, diriger, coordonner et entreprendre des activités de cartographie géologique avec les États partenaires de la coalition (Illinois, Indiana, Michigan, Ohio) et l'USGS. Promouvoir les efforts de vulgarisation au niveau local et des comtés, y compris l'échange de données avec les organismes des comtés ; aider à la planification du budget et des tâches, liaison avec le personnel du projet de l'USGS Denver. Co-auteur et responsable de déplacements sur le terrain pour le groupe 2003 Midwest Friends of the Pleistocene. Ai établi deux cartes des dépôts meubles en coupure rectangulaire de 7,5' dans le comté de Berrien dans le Michigan, en coopération avec Michigan DEQ, grâce à des méthodes GIS ; ai coordonné le transfert des données et la planification de la recherche entre l'Université Indiana State et USGS WRD pour la modélisation hydrogéologique avec la géologie des dépôts meubles en 3-D. Ai continué les travaux du projet de Yucca Mountain en tant qu'auteur et co-auteur des chapitres prévus pour une publication spéciale GSA sur la géologie de Yucca Mountain.

1992 à ce jour: Géologue, Service du projet Yucca Mountain. Ai planifié, dirigé et réalisé des études en tectonique et aléas tectoniques/paléosismiques pour aider à la qualification du site de stockage de déchets radioactifs de Yucca Mountain. Ai communiqué les plans et l'état d'avancement aux responsables de programmes du Département de l'Énergie (DOE) ; ai présenté les résultats lors de réunions avec les chercheurs NRC et internes, lors de débats publics, lors de voyages grand public et professionnels et lors de réunions USGS et DOE d'information sur les projets. Ai conçu et coordonné la recherche et dirigé la participation de contractants extérieurs (État et universitaires) et de participants techniques USGS. Deux principales tâches à gérer: l'évaluation et la formulation des modèles tectoniques de Yucca Mountain ; l'évaluation de l'historique paléosismique et du potentiel sismique des failles à déplacement horizontal proches de Yucca Mountain. Les résultats de ces études ont été résumés dans le rapport sismotectonique de 1996 de l'USGS pour le projet, et dans deux autres rapports sommaires sur les failles soumis au DOE. De 1996 à 1997, ai participé à l'analyse USGS/Géo-matrice des aléas sismiques probabilistes pour le projet de Yucca Mountain: Ai enseigné aux experts les modèles tectoniques et comme membre de l'équipe d'experts ai servi à stimuler les débats sur les interprétations des aléas sismiques de Yucca Mountain ; suis le co-auteur du rapport final PSHS. Consultant et liaison USGS pour l'évaluation des aléas sismotectoniques pour l'analyse globale de la performance des systèmes DOE ; ai apporté des analyses de caractéristiques, d'événements et de processus liés à l'activité sismique, à la déformation des roches et à l'activité volcanique pour contrôler les risques de TSPA. Ai écrit des chapitres du rapport DOE de qualification du site pour la demande de licence de Yucca Mountain ; et notamment, les chapitres sur la stratigraphie

et la structure régionales, l'histoire de la déformation régionale, les modèles tectoniques et l'activité volcanique. Co-auteur du Rapport public USGS 02-020 sur l'interprétation aéromagnétique et la modélisation des centres volcaniques enfouis près de Yucca Mountain ; consultant auprès du DOE pour la réévaluation de l'analyse probabiliste des risques d'activité volcanique et ai continué l'évaluation des processus volcaniques basaltiques présents et futurs près de Yucca Mountain.

Ai organisé deux séances GSA nationales sur la tectonique de Yucca Mountain (Denver 2002 et 2002) ; ai présenté un manuscrit contre B. Wernicke à la réunion AGU du printemps 1999; ai participé aux réunions d'échanges techniques DOE-NRC sur les aléas sismiques et volcaniques ; en tant qu'expert tectonique de l'USGS, ai dirigé et été le co-auteur de la modélisation des volcans enfouis des anomalies aéromagnétiques près de Yucca Mountain pour le règlement des questions DOE et la défense des résultats avec les collaborateurs de l'USGS lors d'un échange technique DOE-NRC.

1980 à 1992: Chef de projet, Service de géologie marine atlantique, 1980 à 1986. Ai conçu le programme de recherche, ai dirigé et effectué des levés du fond marin (profilage sismique continu, profilage magnétique, sonar latéral, photographie du fond) et carottage par piston, plus deux plongées Alvin à 2000 mètres ; ai analysé les données et publié les conclusions sur les risques potentiels des fonds marins pertinents pour le développement des ressources pétrolières extracôtières prévues de la région Georges Bank (zone de levé d'environ 146 000 km2) depuis la frontière canadienne jusqu'à Hudson Canyon ; Feuilles 11 1¡x2¡ pour le projet d'évaluation des risques environnementaux de la marge continentale de l'Atlantique Nord. 1987 à 1992: ai conçu et réalisé le levé sonar latéral GLORIA de l'Atlantique Nord EEZ et du glassis continental canadien voisin (~208 950 km2) en collaboration avec le Geological Survey of Canada et le British Institute of Oceanographic Sciences, dans le cadre du programme USGS Atlantic GLORIA EEZscan. Ai traité et interprété les donnés numériques et publié les conclusions dans l'Atlas USGS GLORIA et ailleurs.

1974 à 1980: Principal chercheur et leader du projet, Service de géophysique régionale et Service de pétrophysique et de télédétection. Ai développé des techniques et ai dirigé la recherche concernant des applications de télédétection pour les programmes USGS suivants: détection des gîtes métalliques de base du mi-continent, évaluation des anomalies géothermiques près de la surface du bassin de Raft River, cartographie et qualification des effets sismiques et des failles sismogéniques (enfoncement du Mississippi), évaluation de la stabilité structurale et de la néotectonique du bassin Paradox pour le programme de déchets nucléaires.

1/1971 à 1974: Géologue, USGS Service de géologie environnementale de l'Est ; ai établi la carte de la géologie des dépôts meubles à 1:24000 de la partie Est et Centre du Connecticut dans le cadre du Projet Conn. Valley Urban Area, en collaboration avec WRD. Ai déterminé la stratigraphie du Pléistocène et l'histoire et les mécanismes du recul glaciaire ; ai produit des cartes thématiques montrant la répartition des matières et des textures granulométriques, la profondeur et la configuration du bedrock, les filets drainants, etc. pertinents pour l'utilisation du sol et l'évaluation des ressources. Trois cartes GQ 7,5', quatre MF et une MR publiées. Ai aidé à

la cartographie du bedrock des terranes du Précambrien métamorphique à teneur élevée dans le Centre du Connecticut et le Sud du Massachusetts

Langues:
Anglais: totalement compétent pour interventions publiques et rédaction technique.
Français: compétent

Attestation

Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Dennis W. O'Leary — Date 20/3/2004

[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant] *Jour/mois/année*

Nom de l'employé: Dennis W. O'Leary

Nom du représentant habilité _____

Dr P. Patrick Leahy

PPL

Poste: Géologue

Nom du consultant: U.S. Geological Survey

Nom de l'employé: Florian Maldonado

Profession: Géologue

Date de naissance: 1/6/1947

Nombre d'années d'emploi par le consultant: 31 ans

Nationalité: Américaine

Affiliation à des associations et groupements professionnels:

Geological Society of America (1976 à ce jour)
Colorado Scientific Society (1976 à ce jour)
American Geophysical Union (1994 à ce jour)
New Mexico Society of Geology (1994 à ce jour)

Attributions spécifiques:

Vastes connaissances de la structure de terrains perturbés, étendus et contractionnels dans des parties de l'Ouest des États-Unis, du Mexique et d'Asie, ainsi que des ceintures orogéniques et des zones de charriage associées à la collision entre une plaque continentale et une plaque océanique au Pakistan, en Arménie et au Mexique. Expérience en cartographie géologique des gisements de remplissage de bassins du Cénozoïque, des roches volcaniques du Tertiaire, des roches sédimentaires du Paléozoïque Mésozoïque et des roches métamorphiques du Protérozoïque.

Principales qualifications:

Projets internationaux: Mon travail international s'est déroulé au Pakistan, en Arménie et au Mexique.

- Mon travail au Pakistan (1990 à 1991) était pour l'Agence américaine pour le développement international (USAID) pour effectuer la cartographie géologique et développer un cadre structural et stratigraphique régional pour un inventaire de la houille au Pakistan. Ai compilé une carte géologique à l'échelle 1:250000 pour une partie du Pakistan et ai développé un modèle structural qui séparait la zone en six terrains structuraux limités par quatre failles bordières formées par suite de la collision des plaques.
- Mon travail en Arménie (1995 à 1998) a résulté en une nouvelle cartographie, mise à jour et numérisation de la carte du pays, et un guide géologique pour la partie septentrionale

de l'Arménie. Ai développé un modèle structural qui divisait l'Arménie en cinq domaines structuraux. Ai également développé un modèle d'exploration de la houille qui a été testé par le projet et le gouvernement arménien et qui a permis de trouver de nouveaux gisements de houille. Le travail était effectué pour USAID.

- Le travail que j'ai effectué à Sonora au Mexique (2001 à ce jour) était pour le programme Équipe Minéraux de l'Ouest pour mener les travaux de terrain dans le cadre d'une étude visant à élaborer un cadre géologique pour évaluer l'hydrologie de Sonora au Mexique le long de la frontière entre les États-Unis et le Mexique.

Projets US:

Actuellement membre de l'équipe Processus de la surface terrestre de la Région Centre de l'USGS. Membre du projet Cadre géologique- Géologie du Cénozoïque (Équipe Processus de la surface terrestre) de la zone du Bassin du Rio Grande au Nouveau-Mexique, membre du projet Études et l'évaluation du cadre pour le Project de la Côte du Golfe (Équipe Énergie Est) du Sud-Ouest du Texas et membre du projet Système complexe - Géologie du bedrock - Investigations minérales et environnementales du Sud-Ouest (Équipe Minéraux de l'Ouest) de la partie Nord de Sonora au Mexique. Dans le cadre du Projet Cadre géologique - Géologie du Cénozoïque, ai effectué la cartographie géologique, l'analyse structurale et les études hydrogéologiques pour déterminer les contrôles géologiques sur le ruissellement souterrain complexe de la vallée moyenne et septentrionale du Rio Grande au Nouveau-Mexique. Ai établi les caractéristiques des failles pour documenter leur géométrie, l'histoire de leur déplacement et leur impact potentiel sur le ruissellement souterrain et ai mené des études sur les roches sédimentaires et volcaniques de remplissage de la fracture pour déterminer leur stratigraphie, leurs caractéristiques physiques, leur âge et leur provenance. Dans le cadre du projet Études et évaluation du cadre de la Côte du Golfe, ai défini le cadre structural régional du Sud-Ouest du Texas. Ai caractérisé les propriétés géochronologiques et géochimiques des roches intrusives au sein et voisines des roches carbonifères pour mieux comprendre la relation entre les roches intrusives et la maturité thermique des roches carbonifères et de la formation de méthane dans les gisements houillers. Dans le cadre du projet Investigations minérales et environnementales du Sud-Ouest - Système complexe - Géologie du bedrock, ai effectué la cartographie géologique et les études de géologie structurale à Sonora, au sud de la frontière entre le Mexique et les États-Unis, pour élaborer un cadre géologique afin d'évaluer l'hydrologie de la zone, et ai développé des relations et des accords de collaboration avec des collègues mexicains.

Formation:

1971: Université du Nouveau-Mexique, Albuquerque, New Mexico 87131, Licence ès sciences (Géologie)
1974: Université du Nouveau-Mexique, Albuquerque, New Mexico 87131, Maîtrise ès sciences (Géologie)

Expérience professionnelle

1973 à ce jour: U.S. Geological Survey

Langues

Langue	Lue	Écrite	Parlée
Anglais	Excellent	Excellent	Excellent
Espagnol	Bon	Moyen	Bon
Français	Bon	compétent	compétent

Attestation
Je, soussigné, certifie, en toute conscience, que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

Florian Maldonado

[Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant]
Florian Maldonado

Date 20/7/2004
Jour/mois/année

Nom de l'employé: Florian Maldonado

Nom du représentant habilité

for. P.P.L.

Nom du représentant responsable: Dr P. Patrick Leahy

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	Géologue cartographe
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Dr Douglas Giles Tragheim**
Profession :	Géologue en télédétection senior & Manager de Photogrammétrie digitale
Date de naissance :	11 novembre 1954
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	15 ans
Nationalité :	Britannique-Americaine

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Affilié à Geological Society London
Membre de Remote Sensing Society
Membre de Photogrammetric Society
Membre de Remote Sensing & Photogrammetry Society

Attributions spécifiques :

Tâches de cartographie à l'échelle 1 :100,000 et au 1 :500,000 avec observations sur la lithologie, structure, minéraux métamorphiques, métalliques. Enregistrement de toutes les observations en format digital et préparation des cartes, avec légendes et rapports explicatifs.

Principales qualifications :

Dr Tragheim est un géologue senior en avec 15 années d'expérience en télédétection, 12 années en photogrammétrie, et 28 années en interprétation de photo géologique appliquée à la cartographie géologique. Dr Tragheim a administré les installations de photogrammétrie digitale de BGS en ayant été le promoteur de son acquisition en 1993 ainsi que pour sa modernisation en 1999. Il assure actuellement les cours à demeure de photogéologie de BGS, ainsi que les cours de télédétection et de photogéologie pour des géologues albanais, **colombiens, égyptiens, indonésiens et saoudiens.** De 1995 à 1996 il a donné des cours de maîtrise en photogrammétrie digitale pour le diplôme conjoint BGS- Nottingham Trent University sur la photogrammétrie informatique, et a été co supervision de 2 étudiants en PhD en photogrammétrie digitale à l'Université de Nottingham. Il a développé au cours des 12 dernières années des compétences dans l'application de la photogrammétrie digitale et la modélisation de terrain pour aider à cartographier rapidement des cibles géologiques dans des environnements variés et domaines Précambriens comme suit : Lewisian, Torridonian et de la zone Moine Thrust des hautes plateformes en Ecosse (Assynt).

Ses expériences à l'étranger comprennent la cartographie dans les Alpes françaises à l'échelle 1:25.000 (1975). Cartographie structurale, métamorphique et géochimique au

1 :30.000 d'une séquence ophiolitique et d'arc volcanique dans les Caledonides de **Norvège** Arctique (1976-79). Cartographie dans le Précambrien du **Yémen** en révisant l'imagerie Landsat et données RBV, comme d'une équipe produisant un atlas de 35 cartes géologiques au 1 : 250 .000 et 8 cartes au 1 : 500.000 et 2 au 1 : 1.000.000 sur les thèmes de géologie, structure et ressources minérales (1984-86). Il a travaillé en **Namibie** sur le thème de géomorphologie et les ressources de minéraux industriels (1992). Il était responsable de l'interprétation de géomorphologie des sols latéritiques et de sa couverture de forêts tropicales dans l'île de Viti Levu, **Fiji** (1993). Son travail le plus récent est la cartographie dans le désert et la zone côtière des **Emirats Arabes Unis** (2004). Il a été responsable de la fourniture de données satellitaire et de la formation de délédétection à l'équipe.

Formation :

1972-76 BSc (Hons) 2i Earth Sciences, Leeds University.

1976-82 PhD Geology, Bristol University. Thèse: "The Geology of the Thrust and Fold-Nappe Complex of the East Sorfold Region, Nordland, North Norway". 662pp.

Expérience professionnelle

Depuis 1991: Geologue en télédétection- BGS

Actuellement leader des cours de photogéologie à British Geological Survey, avec experience dans l'enseignement de la télédétection et de photogéologie à des géologues albanais, **colombiens, egyptiens, indonésiens, saoudiens** et britanniques. Chef de projet études de subsidence interferométrique sur radar PSINSAR et technologie de cartographie rapide :

- Processing de scènes satellite de Landsat 7 ETM+ et ASTER sur les **Emirats Arabes Unis** pour de la cartographie géologique
- Responsable de la mise en place et de la formation du staff pour l'utilisation de la photogrammétrie digitale sur ImageStation pour les projets de cartographie terrestre.
- Supervision des travaux de modélisation 3D d'interpretation géologique interactive utilisant les vues en perspectives sur 2D sur des petites plateformes PC.
- Interprétation d'image Landsat TM dans le sud de Uplands aux échelles 1: 50 000 et 1: 250 000 et son intégration avec les données géologiques, géophysiques, et géochimiques pour une cartographie rapide et la conception de programme d'exploration de minerais et métaux de base
- Processing d'images Landsat TM en Albanie, **Zimbabwe, Namibie, Egypte** et le Royaume Uni. Visited u satellite au sol to SUPARCO station de reception au **Pakistan** pour fournir des données Landsat TM à un client du **Kazakhstan**

Nov 1988 à Nov 1991: Geologue, British Geological Survey

Cartographie géologique de détail de cartes thématiques compilées au 1:10.000 et 1 :25.000 à Leeds, Angleterre.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Mai 1986 à Avril 1988: Geologue, Geomorphologiste à Services Ltd, Newport Pagnell

- Cartographie géologique thématique au 1:10 000 et au 1:25 000 à Torbay , Devon, Angleterre. Client: Department of the Environment.
- Atlas tectonique de Grande Bretagne: Interprétation Landsat TM à l'échelle 1:100 000 pour les structures géologiques onshore et offshore pour l'exploration d'hydrocarbures.

Sept 1984 à Mai1986: Programmeur senior et géologue structural et de télédétection pour Geosurvey International Ltd, East Molesey, London

Projet de Natural Resources au **Yemen** : Atlas de 35 cartes au 1 :250.000 , huit au 1 :500.000 et 2 au 1 : 1.000.000 pour la géologie, les structures et les ressources minérales.Responsable du rapport sur les affleurements. Clients: Arab Fund for Social & Economic Development, supervise par les Nations Unis.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	courante	courante	courante

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Dr Douglas Giles Tragheim

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :

Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Prof Brian Frederick Windley**
Profession :	**Consultant**
Date de naissance :	19 janvier 1936
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	n/a
Nationalité :	Britannique

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Attributions spécifiques :

Il fournira le conseil scientifique en organisant travail de terrain et compilation de données géologique.

Principales qualifications :

Experience du Madagascar

Ma première visite au Madagascar était en 1988 dans le cadre d'un petit projet pour l'étude des anorthosites et les roches hébèrgant la sapphirine, qui ont été rapportées par Lacroix en 1922. Durant les 14 ans derniers, j'ai concentré mes recherches sur la géologie régionale et l'évolution tectonique des roches précambriennes de l'île entier. J'ai travaillé dernièrement avec mon ancien étudiant, Alan Collins, (docteur-chercheur titulaire d'une bourse d'après-doctorat) et Alfred Kröner de l'Université de Mainz, qui a déterminé plusieurs dates chronologiques U/Pb sur le zircon.

Formation :

1960 Licence (mention), Université de Liverpool.
1963 Doctorat, Université d'Exeter
1978 Doctorat des sciences, Université de Leicester

Expérience professionnelle

PRIX

Fond de Lyell	la Société Géologique de Londres	(1975)
Médaille Bigsby	la Société Géologique de Londres	(1977)
Médaille de Murchison	la Société Géologique de Londres	(1985)
Médaille de Bronze	Université de Helsinki	(1991)

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

NOMINATIONS

Géologue	Bureau d'Etudes Géologiue de Groenland	(1963-1968)
Assistant	Université de Leicester	(1968-1975)
Chargé de cours	Université de Leicester	(1975-1982)
Professeur	Université de Leicester	(1982-2001)
Professeur honoraire	Université de Leicester	(à partir de 2001)
Professeur visiteur	Institut de la Technologie de Tokyo, Japan	(2001-2002)

COMITES

Correspondant britannique, 'International Geological Correlation Project'
" la Géochimie archéenne " (1976-1982)
Comité Nationale Britannique du 'Royal Society for the International Geological Correlation Programme' (1976-1981)
Conseil, 'Geological Society of London' (1978-1981)
Comité des Bourses pour les Rercherches Géologiques du 'Natural Environment Research Council' (1977-1980)
L'Association mixte des Géophysiciens de 'Geological Society of London' et 'Royal Astronomical Society' (1978-1979)
Comité directeur et Groupe du Travail du Projet de la Genèse de la Croûte Ancienne de 'The Lunar and Planetary Institute of NASA', Houston, Texas (1981)
Comité Nationale Britannique de 'Royal Society for the International Lithosphere Programme (1981-1983 & 1985-1988)
Président du Groupe du Travail sur le Lithosphère Archéen et membre du Comité de la Coordination sur l'Evolution des Processus Magmatique et Métamorphiques de 'International Commission of the Lithosphere' (1981-2)
Correspondant britannique, 'International Geological Correlation Project' " les Chaines Plissées du Protérozoïque" (1984-1990)
Groupe des Etudes Métamorphiques, 'Geological Society of London' (1984-1987)
Sous-commission de la Stratigraphie Précambrienne de 'IUGS' (1984-1990)
Comité Final du 'Projet' Européen des Géotraversées' (1990-1991)
Comité de Planification de 'Projet de l'Eurosonde' (1990-1991)
Correspondant britannique, 'International Geological Correlation Project'
"les Zones Activée d'Est d'Asie" (1995-1997)
Comité des Resources de la Terre du 'Royal Society' (1996)
Correspondant britannique, 'International Geological Correlation Project' "l'Acroissance Crustale dans le Phanérozoïque: épreuves de l'Asie Est-centrale (1997-)
Commission de conseils du 'CERCAMS', Londres (2002-)

CONSEIL EDITORIAL

Journal of Structural Geology: Pergamon (1979-1987)
Precambrian Research: Elsevier (1979-1996)
Journal Geological Society of London (1978-1983)
Terra Cognita: European Union of Geosciences (1981-1988)
Tectonophysics: Elsevier (1986-98)
Journal of Geodynamics: Pergamon (1991-1997)
Geological Abstracts: Elsevier (1995-2000)
Terra Nova: The European Journal of Geosciences (1997 onwards)
Journal of Asian Earth Sciences (1997 onwards)

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

LES AUTRES ACTIVITES PROFESSIONNELLES DEPUIS 1994

Conseil des administrateurs, CASP, Cambridge (depuis 1994)
Président, Research Assessment Exercise, Département des Science de la Terre de l'Université de Helsinki, 1999
Membre invité à l'atelier de la Banque mondiale sur les Gisements et les Tectoniques de l'Asie Centrale. Ottawa, Canada (2001)
Membre de Communication du Comité Scientifique du Laboratoire de l'Evolution Tectonique de Lithosphère, Institut de la Géologie et de la Géophysique, l'Académie des Sciences de la Chine, Beijing (2001-2005)
Assistants invités des Tectoniques, Université de Charles, Prague (2003)
Co-auteur de l' application 'ERAS' (Earth Accretionary Systems) à la Commission Internationale du Lithosphère (2003) (avec P. Cawood, A. Kröner, T. Kusky, W. Mooney, B-M. Jahn).

PROJECTS DE RECHERCHE

a) Anciens

Structural evolution of the early Proterozoic Julianehaab batholith, Sârdloq, SW. Greenland.
Le levé de reconnaissance d'une grande partie du craton archéen de l'Ouest de Groenland.
Compilation of the Archaean and Proterozoic geology of W. Greenland in relation to that of the North Atlantic region
Synthesis of evidence for continental evolution throughout the Precambrian and Phanerozoic (for The Evolving Continents).
Geometry and evolution of the shear zone in the Lewisian of Torridon, NW Scotland.
Structure, geochemistry and evolution of the Mesozoic Cordilleran batholiths in Chile, California and British Columbia in mesozonal and catazonal levels.
Structure, stratigraphy, geochemistry and petrogenesis of anorthosite and ultramafic-mafic complexes in the Lewisian (NW Scotland), at Fiskenaesset (W. Greenland), in S. India, and in the Limpopo belt of southern Africa.
The geochemistry and evolution of the early Precambrian of NE China, with special reference to banded iron formations.
Geological and tectonic evolution of Kohistan in the Himalayas of Pakistan.

b) Courants

Preparation of the 4th edition of The Evolving Continents.
Phase petrology of the MASH system, sapphirine-bearing rocks, Fiskenaesset, West Greenland.
Tectonic evolution of the Tien Shan, Junggar, Altai and Kun Lun mountain ranges in Central Asia: accretion by collision tectonics in the Palaeozoic, and reactivation in the Tertiary.
The Precambrian geology, tectonics, metamorphism, and mineralization of Madagascar, and relations with central Gondwana.
Accretionary orogens in Earth History: ocean plate stratigraphy, tectonic history.
Tectonic evolution of the Precambrian of Yemen: Archaean gneisses, Pan-African island arcs, ophiolites and suture zones.
Structure and evolution of the accretionary prism of the Mona Complex, Anglesey.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

EDITIONS THEMATIQUE DES JOURNAUX. EDITEUR/CO-EDITEUR:

Evolution of the Precambrian Crust (with J. SUTTON), 1973. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A273,

The Crust-Mantle Boundary, 1977. J. Geol. Soc. Lond., 134,

Oceanic and Continental Transform Faults, 1979. J. Geol. Soc. Lond., 136,

Origin and Evolution of the Earth's Continental Crust (with S. MOORBATH), 1981. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A301,

Tectonic Evolution of the Himalayas and Tibet (with R.M. SHACKLETON & J.F. DEWEY), 1988. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A326,

12th Intern. Himalaya-Karakorum-Tibet (HKT) Workshop, Rome, Italy, (with M. GAETANI), 1997. J. Asian Earth Sci., 16, no. 2-3. 349p.

Aspects of Precambrian Crustal Evolution with Special Reference to the North Atlantic Regions (with T. BREWER), 2001. Precamb. Res., 105, 2-4. The Bridgwater Volume.

Continental Growth in the Phanerozoic: evidence from Central Asia. (with B-M. JAHN, W.L. GRIFFIN), 2001. Tectonophysics, 328, 227 pp.

Phanerozoic Crustal Growth in Central Asia. (with B-M. JAHN, B. NATAL'IN, N. DOBRETSOV), 2003. J. Asian Earth Sci.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp Brian Windley ..... Date : 21.7.4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Prof Brian Frederick Windley

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

Poste :	Conseiller scientifique
Nom du consultant :	GLW Conseil
Nom de l'employé :	**Prof Théodore Razakamanana**
Profession :	consultant
Date de naissance :	10 décembre 1959
Nombre d'années d'emploi par le Consultant :	20 ans
Nationalité :	Malagasy

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

2004 Membre à vie du Geological Society of Africa

Membre du Collectif des Professeurs Emérites, Professeurs Titulaires et Professeurs des Universités de Madagascar

2003 Président de la IVème section Sciences Appliquées, Comité Académique Régional, Académie Nationale des Arts, des Lettres et des Sciences, Madagascar

Membre de jury des mémoires d'ingénieur de l'Ecole Supérieure Polytechnique à l'Université d'Antananarivo

2001 Membre de jury aux journées de la Recherche du 30 au 31 oct. à l'Université de Mahajanga

1999 -actuel Membre de la Commission Contrat Programme de Recherche et de Formation Doctorale, MINESUP

Directeur de la Société Sud Développement (SUDEV) et MASTOS

Président de l'Association pour le Développement de l'Androy (ADeA)

Attributions spécifiques :

Participation a la compilation des donnees

Conseiller scientifique

Principales qualifications :

TRAVAUX EFFECTUÉS

2004-2007 : Magmatisme alcalin et calco-alcalin de Madagascar

2003-2006 : Géodynamique et Métamorphisme de Madagascar

2002-2006 : Évolution côtière et Sédimentation terrigène du plateau continental Holocène dans le SW de Madagascar.

2000-actuel : Minéralisations du Nord de Madagascar. Pétrologie et Minéralogie des roches du faciès granulite du Bloc Nord de Madagascar. Géologie marine du littoral du SW de Madagascar.

CURRICULUM VITAE

1996-actuel Minéralisations du Sud de Madagascar, Pétrologie et Minéralogie des roches à lazulite-dumortiérite, Géochronologie, Tectonique et Géologie structurale des terrains précambriens.

1992-1993 Étude paléomagnétique, sédimentologique, stratigraphique et structurale du bassin de Morondava.

1990-1999 Étude structurale, géochronologique et géochimique et tectonique des terrains Précambriens de la partie Nord de Madagascar ; Pétrologie des roches de haut grade.

1986-1988 Cartographie géologique, étude métallogénique et pétrologique de la région Sud de Madagascar.

1983-1984 Cartographie géologique et étude métallogénique de la région d'Ambatondrazaka.

1982 Cartographie géologique de la région d'Ambatonapetraka, Ibity Antsirabe.

TIC

Logiciels SIG (Arcview, Esri, Envi, Idrisis, etc.), Autocad , WinTopo, Technologies pour l'éducation (CybEO, easyPHP, Ganesha, Spip, etc.)

Formation :

2000 Professeur d'Enseignement Supérieur et de Recherche, Doctorat d'État ès Sciences Option : Géologie Appliquée, Faculté des Sciences, Université de Toliara

1990 Maître de Conférences, Doctorat en Géologie Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

1988 Assistant d'Enseignement Supérieur et de Recherche, DEA en Géologie Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo

1984 Collaborateur Technique, Ingéniorat, E.E.S. Polytechnique, Université d'Antananarivo

1982 DUET, E.E.S. Polytechnique, Université d'Antananarivo.

1978 Baccalauréat "C", Lycée Laurent Botokeky, Toliara

Expérience professionnelle

1998-actuel : Directeur du Département des Sciences de la Terre Faculté des Sciences Université de Toliara

1998-2000 Membre du Conseil d'Administration, Université de Toliara
Membre du Conseil Scientifique, Faculté des Sciences
Directeur du Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Toliara.

1996 : Fondateur et Responsable du Laboratoire de Pétrologie et de Minéralogie, Département des Sciences de la Terre

1995 Fondateur du Département des Sciences de la Terre

1994-1995 : Directeur des Études, Commissariat Général pour le Développement Intégré du Sud (CGDIS), Ambovombe-Androy

CURRICULUM VITAE

1984-1992 Coordonnateur Université de Toliara, Direction de la Planification, Ministère de l'Enseignement Supérieur

---

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Français	excellent	excellent	excellent
Anglais	bon	bon	bon
Allemand	bon	bon	bon

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

..... Date : 21-7-

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Prof Théodore Razakamanana

Nom du représentant habilité : David Ovadia

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Poste :	
Nom du consultant :	British Geological Survey
Nom de l'employé :	**Prof Randall Richardson Parrish**
Profession :	Géochronologue
Date de naissance :	29 octobre 1952
Nombre d'années d'emploi par le consultant :	8 ans
Nationalité :	Canadienne

Affiliation à des associations/groupements professionnels :

Attributions spécifiques :

Géochronoloque très expérimenté dans les applications géologique au Canada, Moyen-Orient, Afrique de l'Est, Etats-Unis et l'Asie (les Himalayas). Directeur de laboratoire de recherches d'isotopes auprès de BGS.Expert mondial dans les techniques de datation utilisant la méthode U-Pb. Spécialiste de datation des déformations et du métamorphisme du haut degré.

Il gérera le programme de préparation et datation des échantillons et l'interprétation des résultats, incluant la formation dans les ateliers et séminaire proposés.

Qualifications principales :

Géochronologue avec 25 ans d'expérience dans le domaine de la géochronologie, des applications géologiques et de la géologie des ressources naturelles au **Canada, Emirats Arabes Unis, Oman, Ethiopie** (Orogène Pan-Africaine), **Etats-Unis,** Royaume-Uni, Europe, les pays de l'Asie sud-est (les **Himalayas), Nepal, Bhutan, Tibet,** Russie. Depuis 1989, il est directeur international des laboratoires spécialisés dans la géochronologie et la géologie isotopique du Canada et de la Grande-Bretagne. Leader mondial dans le développement de techniques spéciales de la datation précise mettant en oeuvre la méthode U-Pb (y compris l'analyse précise du zircon-Pb dans des quantités >nano-gramme) et des méthodes des spectromètres de massse multi-collecteurs, d'ionisation plasmique et d'ablation laser. Depuis 1985, il a publié plus de 140 publications scientifiques sur la géochronologie U-Pb. Professeur Parrish a une experience particulière dans le domaine de la datation des déformations, des cisaillements, du métamorphisme du haut degré, la liaison des trajets de la pression-température pour une datation chronologique très proche de l'absolue, la datation de haute précision des échelles des temps géologiques et la datation unique du zircon/monazite détritique pour la détermination de l'origine de roches sédimentaires.

Géologue avec 25 ans d'expérience acquise des projets englobant la cartographie et l'interprétation de la géologie structurale, de l'évolution métamorphique et de la tectonique. Les projets concernés ont été réalisés dans le Précambrien du **Canada, Ethiopie,**

9

Ecosse, **Norvège** et la Grande-Bretagne, la cordillère du Canada et des **Etats-Unis**, et l'orogène cénozoïque d'Himalaya. Directeur des projets de la cartographie dans la Colombie Britannique et au **Népal**. Plus de 50 publications d'ordre géologique. Il a une grande expertise dans le domaine de la géologie structurale, des zones de cisaillements (shear zones), des terranes métamorphiques de haut degré et leur évolution géologique. Ces domaines sont recouverts dans ses publications sur la géologie des cordillères du Nord de l' Amérique, Himalaya, **Oman**, Ecosse.

Formation :

Licence en géologie de la Faculté de Middlebury, USA.

1976: Maîtrise en géologie de l'Université de la Colombie Britannique (Canada)

1982: Doctorat en géologie de l'Université de la Columbie Britannique (Canada)

Thèse : La Surréction Cénozoïque des Montagnes Côtières de la Colombie Britannique, à l'aide de la Dation des Trajets de la Fission.

Expérience professionnelle :

GEOCHRONOLOGIE-GEOLOGIE

1996 à présent : Professeur et chef du département de de la géologie isotopique à l'Université de Leicester & Directeur des Laboratoires Isotopiques et Géoscientifiques du NERC, British Geological Survey

Recherches sur plusieurs projets géochimiques et géochronologiques, y compris, la datation U-Th-Pb basée sur les méthodes d'ionisation thermique par la dilution isotopique, le développement de la datation U-Th-Pb à l'échelle micrométrique en mettant en oeuvre les spectromètres de masse multi-collecteurs 'ICP' par ablation laser et les microsondes à faisceau ionique pour la datation in situ. Les autres domaines de recherche incluent la datation de minéraux accessoires à l'aide des isotopes Nd, Sr et Hf. Directeur de laboratoire et gérant d'une vingtaine de techniciens. Professeur de la géologie isotopique à l'Université de Leicester, chargé de la supervision des étudiants de doctorat, de l'enseignement et de recherches approfondies et appliquées.

1983–1986 : Géologue et Géochronologue – Direction de la géologique du Canada

Directeur de la Division de la Géochronologie à la Direction de la Géologie du Canada, 11/90-4/96 (18 fonctionnaires).

Chercheur à la Direction de la Géologie du Canada, février 1983 - Avril/1996. Etudes tectoniques dans les Himalayas du **Népal** et du **Tibet**, les provinces Slave, Ungava supérieur, Grenville, Rae et Hearne du Bouclier Canadien et l'orogène de la cordillère de la Colombie Britannique. Projets de recherche sur La géologie des ressources naturelles du **Canada**, y compris, des recherches détaillées sur la géologie et la géochronologie des gisements de Kidd Creek (Cu-Zn VMS) et Sullivan (Pb-Zn) SEDEX du Canada.

CURRICULUM VITAE

British Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Chercheur titulaire de la bourse d'après doctorat– Université de la Colombie Britannique

Mise en oeuvre de la datation U-Pb zircon.

Langues :

	lue	*écrite*	*parlée*
Anglais	excellent	excellent	excellent
Français	excellent	excellent	excellent

Attestation :

Je, soussigné, certifie en toute conscience que les renseignements ci-dessus rendent fidèlement compte de ma situation, de mes qualifications et de mon expérience.

pp Randall Parrish ..... Date : 21-7-4

(Signature de l'employé et du représentant habilité du consultant)

Nom de l'employé : Prof Randall Richardson Parrish

Nom du représentant habilité : David Ovadia