

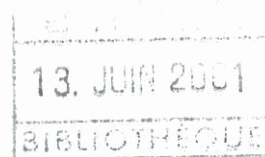


***Perspectives d'échanges technico-économiques dans le
domaine des matériaux naturels pour la construction
entre les pays de la Zone sud-ouest de l'océan Indien***

Ressources et filières à Madagascar

Étude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM (fiche 99 G 690)

J. Bouchut et J.-Ph. Rançon



novembre 2000
Rapport BRGM / RP - 50387 - FR
2000 SGR/REU 32



Mots clés : Contacts avec professionnels et institutionnels, Contexte géologique, Contraintes structurelles, Coopération régionale, Étude technico-économique, Filières, Ile de La Réunion, Inventaire, Madagascar, Matériaux naturels pour la construction, Pays de la zone sud-ouest de l'océan Indien, Projets, Ressources, Roches et minéraux industriels.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

BOUCHUT J. et RANÇON J.-Ph. (2000) – Perspectives d'échanges technico-économiques dans le domaine des matériaux naturels pour la construction entre les pays de la zone sud-ouest de l'océan Indien – Ressources et filières à Madagascar. Rapport BRGM / RP-50387-FR – 2000 SGR/REU 32, 47 p., 5 tableaux, 4 annexes.

© BRGM, 2000

SYNTHÈSE

Dans le cadre d'une étude régionale portant sur les perspectives d'échanges technico-économiques dans le domaine des matériaux de construction, entre différents pays de la zone sud-ouest de l'océan Indien (C.O.I. et Afrique du Sud), un travail de compilation de données bibliographiques, de contacts et d'enquêtes sur le terrain, a été conduit par le BRGM océan Indien (Service géologique régional de La Réunion et BRGM Madagascar), de novembre 1999 à juin 2000.

La synthèse bibliographique a permis de dresser l'inventaire des ressources en matériaux naturels malgaches utilisés dans le secteur de la construction (argiles, calcaires, roches ornementales et pierres dimensionnelles, gypse, silice, roches à propriétés pouzzolaniques, feldspaths et feldspathoïdes, bauxite, minerai de fer, bitume).

A Madagascar, le marché intérieur des matériaux naturels pour la construction, est, en partie, assuré par le secteur informel et artisanal. Les responsables des principales entreprises présentes à Antananarivo ont été rencontrés, dans la mesure du possible, afin de recueillir des informations de base sur les matériaux naturels et transformés de l'industrie de construction.

A un niveau encore préliminaire, le point de vue des autorités malgaches et de certains institutionnels a également été sollicité, pour évaluer le degré de volonté politique et les ressources financières qui pourraient être sollicitées dans la perspective d'une amélioration des échanges, dans ce secteur d'activité, entre Madagascar et les différents acteurs concernés de la Commission des pays de l'océan Indien (C.O.I.), et tout particulièrement La Réunion.

Les principaux points qui ressortent de cette étude sont les suivants :

- si l'on excepte l'Afrique du Sud, Madagascar est le seul pays parmi ceux concernés par cette étude à caractère régional (pays de la C.O.I. et Afrique du Sud), à renfermer un potentiel important en matériaux naturels pour la construction et fait figure de pays ressource pour toute la zone, vis à vis de ces substances utiles. De nombreux gisements ou indices ont été recensés de pratiquement tous les matériaux intéressant notre étude (argiles, calcaires, cipolin, dolomie, roches ornementales, matériaux pouzzolaniques, gypse, feldspaths, quartz...). Toutefois, ces abondantes ressources sont encore mal connues et mal valorisées et de nombreuses études (géologiques, économiques) et des démarches auprès d'investisseurs potentiels (de la C.O.I., en particulier), sont nécessaires pour pouvoir envisager le développement des filières "matériaux de construction" ;
- aujourd'hui, l'exportation de matériaux naturels de construction est aujourd'hui très faible, depuis Madagascar vers la C.O.I. (et le reste du monde). Les raisons en incombent au faible développement du tissu industriel et à de fortes contraintes économiques et structurelles (insuffisance des infrastructures de transport renchérissant fortement les matériaux produits à Madagascar, secteur de production souffrant d'un manque de moyens financiers, matériels et humains pour utiliser des techniques modernes et effectuer les investissements nécessaires, normes non conformes aux exigences des pays importateurs...). En ce qui concerne La Réunion, la permanence de l'octroi de mer vis à vis des importations malgaches constitue également un frein aux échanges avec Madagascar.

Perspectives d'échanges technico-économiques matériaux de construction pays de la Zone sud-ouest de l'océan Indien - Ressources et filières à Madagascar

- dans la mesure où des financements privés et publics pourront être mobilisés, accompagnant une réelle volonté politique des différents pays de la C.O.I., de partager leurs savoir-faire et leurs ressources, dans un but d'échanges technico-économiques, fructueux pour tous, la situation actuelle de mauvaise valorisation du potentiel en matériaux naturels pour la construction à Madagascar, peut évoluer.

Compte tenu de son énorme potentiel géologique, Madagascar est susceptible de devenir un important pourvoyeur en matériaux naturels pour les petites îles-Etats de la C.O.I., beaucoup moins bien pourvus. D'ores et déjà, des projets ont été identifiés et certains sont en cours de lancement :

- ⇒ le ministère français des Affaires Étrangères, dans le cadre du projet de la Coopération Française "Relance des activités minières à Madagascar", vient de décider de financer un sujet concernant l'étude des perspectives de développement et de renforcement de la filière quartz industriel à Madagascar. Cette étude, démarrée en novembre 2000 a été confiée au BRGM ;
- ⇒ dans une perspective de mise en réseau des connaissances et de la gestion intégrée des ressources en sables et granulats au sein de la C.O.I., souhaitée par les différents pays, un programme d'étude sur 3 ans a été proposé par le BRGM. Conçu pour s'appuyer le plus possible sur les services techniques et organismes compétents de chacun des pays de la C.O.I., il comporte trois types d'action (volet environnemental : impact des extractions, volet technico-économique : identification de sites et ressources de substitution, mise en réseau régionale pour une gestion concertée et "écologiquement correcte" des ressources en sables et en matériaux pour granulats dans l'ensemble des pays de la C.O.I.). Il est proposé qu'en année 1, un premier volet de coopération bilatérale, soit engagé entre Madagascar et La Réunion .
- ⇒ d'autres projets concernent certains gisements, dont le potentiel, bien qu'encore mal connu, est pressenti comme très intéressant. Ces projets pourraient faire l'objet d'une présentation didactique, sous forme de fiches, à des investisseurs et/ou financeurs potentiels, afin d'intéresser ces derniers pour relancer les études d'exploration et technico-économiques sur les gisements prometteurs (étude des indices de grès bitumineux dans une perspective d'exploitation artisanale ou semi-industrielle pour la fabrication et l'entretien des routes, développement de la filière "Roches ornementales" à Madagascar par l'intermédiaire de transferts de technicité entre les autres pays de la Zone ayant des compétences dans ce domaine - Réunion, Afrique du Sud,... - dans un objectif de transformation optimisée des matériaux bruts permettant de disposer de produits à plus forte valeur ajoutée, exportables, etc.).

Les principaux résultats de cette étude portant sur Madagascar, seront utilisés et repris dans la synthèse générale qui sera faite à l'issue des missions effectuées dans l'ensemble des pays de la C.O.I. et l'Afrique du Sud. Cette synthèse aura comme objet d'identifier les sujets les plus prometteurs à encourager dans le cadre d'échanges technico-économiques entre ces pays, dans le domaine des matériaux naturels pour la construction.

SOMMAIRE

SYNTHÈSE	3
1. Objet de l'étude	8
2. Ressources et valorisation	9
2.1 APERÇU DE LA GÉOLOGIE DE MADAGASCAR.....	9
2.1.1 Le Précambrien.....	9
2.1.2 La couverture sédimentaire Karroo-quaternaire.....	10
2.1.3 Volcanisme et intrusions post-cambriennes.....	10
2.2 SOURCES D'INFORMATION SUR LES RESSOURCES EN MATÉRIAUX NATURELS POUR LA CONSTRUCTION À MADAGASCAR	11
2.3 GROUPE DES ARGILES.....	11
2.3.1 Généralités.....	11
2.3.2 Kaolins et argiles kaoliniques.....	12
2.3.3 Bentonites.....	14
2.3.4 Argiles communes.....	15
2.4 CALCAIRES <i>SENSU LATO</i>	17
2.4.1 Généralités.....	17
2.4.2 Principaux gisements de calcaires.....	18
2.4.3 Gisements de cipolins du socle cristallin	18
2.4.4 Dolomies sédimentaires	19
2.4.5 Cipolins dolomitiques.....	19
2.5 ROCHES ORNEMENTALES ET PIERRES DIMENSIONNELLES	19
2.5.1 Généralités.....	19
2.5.2 Granites <i>sensu lato</i>	20
2.5.3 Marbres.....	21
2.5.4 Travertins.....	21
2.5.5 Roches basaltiques	22
2.6 GYPSE	22
2.6.1 Généralités.....	22
2.6.2 Principaux gisements connus	22
2.7 SILICE.....	23
2.7.1 Quartz.....	23
2.1.2 Sables siliceux.....	25
2.8 ROCHES POZZOLANQUES.....	26
2.8.1 Généralités.....	26
2.8.2 Gisements	26
2.9 FELDSPATHS ET FELDSPATHOÏDES	28
2.9.1 Généralités.....	28
2.9.2 Pegmatites	28
2.9.3 Syénites néphéliniques	29
2.9.4 Phonolites	29
2.10 BAUXITE.....	29
2.11 MINÉRAI DE FER.....	30
2.12 BITUME	31

3. Les filières matériaux naturels pour la construction du point de vue des Industriels.....	33
3.1 PRINCIPALES CONTRAINTES.....	33
3.1.1 Faible densité du tissu industriel vis à vis des filières.....	33
matériaux de construction	33
3.1.2 Problème du transport	33
3.2 FILIÈRE ROCHES ORNEMENTALES ET PIERRES DIMENSIONNELLES.....	33
3.2.1 Société HAZOVATO	33
3.1.1 Société MAGRAMA.....	34
3.2.3 Société SECMA	35
3.3 FILIÈRE CHAUX.....	36
3.3.1 Société CHAUMAD.....	36
3.4 CIMENT	36
3.4.1 Société MACOMA.....	36
3.4.2 Société SANCA.....	36
3.5 FILIÈRES DOLOMIE ET KAOLIN.....	37
3.5.1 Société PROCHIMAD	37
3.5.2 Société SOMADDEX.....	38
3.5.3 Société SOMALAVAL	40
3.6 VISITE DE LA BRIQUETERIE DE MORAMANGA.....	41
4. Point de vue des Institutionnels.....	43
4.1 CONTACTS AVEC LES AUTORITÉS MALGACHES	43
4.2 CONTACT AVEC LE POSTE D'EXPANSION ECONOMIQUE DE L'AMBASSADE DE FRANCE	43
5. Premières conclusions.....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Prix de la dolomie proposée par PROCHIMAD.....	37
Tableau 2 : Prix de vente des produits de la SOMADDEX.....	40
Tableau 3 : Types et coûts des produits de terre cuite de la briqueterie de Moramanga.....	42
Tableau 4 : Intitulé des fiches-programmes rédigées dans le cadre du Plan Minéral (1985).....	45
Tableau 5 : Intitulé des fiches-programmes rédigées dans le cadre du projet FAC (1999).....	46

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Références bibliographiques	
Annexe 2 : Liste des contacts pris	
Annexe 3 : Planches photographiques	
Annexe 4 : Carte à 1 / 1 000 000 des gîtes minéraux de Madagascar (d'après Plan Minéral, BRGM, 1985) - Hors texte.	

1. Objet de l'étude

Cette étude a été conduite dans le cadre des actions de service public 1999 du BRGM (fiche SP 99 G 690). Elle a été financée par le Conseil Régional de La Réunion (convention n° 9918669/DEAT3) et le BRGM (dotation de service public). Elle concerne le premier volet d'une évaluation régionale relative aux perspectives d'échanges technico-économiques dans le domaine des matériaux naturels pour la construction, au sein des pays de la zone Sud-Ouest de l'océan Indien : États de la Commission de l'océan Indien (C.O.I.) - Comores, Île Maurice, Madagascar, La Réunion, Seychelles - et l'Afrique du Sud. Le présent rapport concerne le volet malgache de cette étude et présente les ressources, les industries et les perspectives d'échanges régionaux des filières matériaux de construction à Madagascar.

Cette étude, conduite par le BRGM océan Indien (Service géologique régional de La Réunion et BRGM Madagascar), comprend un inventaire des ressources de la Grande Île, aborde le point de vue des industriels et celui des institutionnels du secteur. La partie ressources est présentée à partir de la bibliographie du BRGM Madagascar. Mais, il s'avère que les documents datent souvent de plusieurs dizaines d'années, car l'essentiel des reconnaissances a été mené dans les années soixante ou soixante-dix du XX^{ème} siècle. Concernant les contacts avec les industriels, ils ont été limités à ceux présents à Antananarivo et qui se sont rendus disponibles. Toutefois, il faut souligner que le tissu industriel malgache dans le domaine des matériaux naturels de construction est très peu dense, et que, par conséquent, les personnes rencontrées donnent une vision d'ensemble assez complète des filières concernées.

2. Ressources et valorisation

2.1 APERÇU DE LA GEOLOGIE DE MADAGASCAR

Afin de mieux comprendre l'origine de la diversité des ressources de Madagascar en matériaux naturels pour la construction, un résumé de l'évolution géologique de la Grande Île est présenté ci-dessous.

Deux grands ensembles géologiques sont présents à Madagascar (cf. carte de l'annexe 3) : le socle cristallin précambrien qui affleure sur les deux tiers orientaux de l'Île et le sédimentaire d'âge Karroo (325 Ma) à quaternaire, qui occupe le tiers occidental et une mince épaisseur de terrains sur la côte orientale. Par ailleurs, des manifestations volcaniques post-cambriennes, effusives et intrusives, se sont produites dans différentes régions de Madagascar.

2.1.1 Le Précambrien

Le Précambrien est formé de terrains archéens qui ont été plissés et métamorphisés autour de 2 600 Ma et réactivés lors de l'orogénèse pan-africaine (550 ± 100 Ma). La description générale à vocation stratigraphique qui peut en être faite, s'appuie sur deux critères fondamentaux :

- le premier critère correspond à une succession stratigraphique et zonéographique établie dans l'extrême Sud où l'on distingue 3 systèmes superposés : 1) à la base, le système Androyen ultramétamorphique ; 2) en position médiane, le système du graphite représenté par la série des gneiss et leptynites d'Ampanihy (faciès amphibolite profond) ; 3) au sommet, le système du Vohibory, riche en niveaux d'ortho- et para- amphibolites et moins métamorphique (faciès amphibolique moyen à faible). Les 3 systèmes se superposent normalement d'Est en Ouest ; la zonéographie concorde avec la stratigraphie.
- le second critère est l'adoption comme repère stratigraphique majeur, sur la totalité de l'Île, des séries graphitiques. Ces séries sont assimilées aux gneiss d'Ampanihy et en conséquence, les séries superposées aux séries graphitiques sont assimilées au Vohibory terminal du Sud. Quand il n'y a pas de critère de superposition, ce sont les critères lithologiques (dominance amphibolique) ou zonéographique (métamorphisme moyen ou faible) qui sont pris pour décider de l'attribution aux séries terminales vohiboriennes. La plus grande partie de Madagascar se trouve ainsi attribuée aux systèmes du graphite (dominance de gneiss, micaschistes, silico-alumineux souvent à graphite, migmatites avec ou sans graphite) et du Vohibory (souvent riche en niveaux amphiboliques ou pyroxéniques ; métamorphisme moyen ou faible).

Ce « vieux » Précambrien regroupe près des 9/10 des terrains cristallins de l'Île ; au-dessus se place en discordance plus ou moins nette, un ensemble unique épimétamorphique, localisé dans le centre Sud (série schisto-calcaire de l'Itremo) et le Nord-Est (région de l'Andrarona au Sud d'Antalaha).

Toutefois, des datations géochronologiques ont montré que la série schisto-quartzocalcaire était, dans la région d'Ambatofinandrahana, recoupée par des granites d'âge 550 Ma, ce qui replace la totalité de cet ensemble supérieur dans le Précambrien.

2.1.2 La couverture sédimentaire Karroo-quaternaire

Sur le versant occidental de l'île, le substratum précambrien est recouvert par une épaisse série sédimentaire d'âge Karroo à Quaternaire, organisée en bassins monoclinaux largement ouverts sur le Canal du Mozambique.

La série sédimentaire débute au Sud-Ouest au Carbonifère supérieur (≈ 325 Ma), avec le groupe à couches charbonneuses de la Sakoa. Les faciès continentaux type Karroo sont ensuite largement représentés dans les séries du Sakamena et surtout de l'Isalo (grès arkosique dominant).

Les faciès continentaux du Karroo persistent jusqu'au Jurassique moyen (≈ 165 Ma), avec au Permien moyen (≈ 260 Ma) et au Jurassique (entre 205 et 135 Ma), la mise en place d'importantes intercalations marines, en particulier au Nord : causses calcaires de l'Ankarana dans le bassin de Diégo-Suarez, du Kelifely – Ankara dans celui de Majunga et du Bemaraha dans celui de Morondava. Le Crétacé est constitué d'alternances de faciès marins et continentaux, avec des intercalations volcaniques (basaltes et rhyolites). Le Tertiaire est d'abord marin (calcaire éocène dominant). Après la régression généralisée de la fin du Nummulitique, les faciès continentaux deviennent prédominants (Néogène continental : Oligocène à Quaternaire) avec des transgressions marines localisées, durant l'Aquitano-Burdigalien et le Quaternaire.

Sur la côte orientale, les seuls sédiments connus en dehors des formations néogènes côtières sont d'âge crétacé (Turonien à Maestrichtien). Ils forment une mince frange côtière de sédiments continentaux (grès, sables) ou marins (calcaires et marnes) accompagnant les épanchements volcaniques crétacés dans la région d'Antalaha et Sambava au Nord et de Tamatave et Mananjary, au Sud.

2.1.3 Volcanisme et intrusions post-cambriennes

Au Crétacé, le socle comme la couverture sédimentaire sont intéressés par des manifestations magmatiques, plutoniques et volcaniques. Sur le versant occidental de l'île, il s'agit de la mise en place des massifs annulaires complexes de la région du Cap St-André et des coulées basaltiques accompagnées de faisceaux de dykes doléritiques dans les bassins de Majunga, Morondava et Tuléar.

Au Nord-Ouest, débute la mise en place, dans l'Isalo, des complexes alcalins subvolcaniques et volcaniques de la presqu'île d'Ampasindava (dont l'activité se maintiendra jusqu'au tertiaire).

Sur le versant oriental, on assiste, au Sud, à la mise en place du volcanisme de l'Androy (basaltes et rhyolites), des épanchements basaltiques et rhyolitiques des côtes Sud-Est et Nord-Est, d'importants faisceaux de dykes doléritiques des zones internes, et d'importants massifs annulaires à différenciation ultrabasique d'Ambatovy Analamay et de Manama à l'Est du pays. Au Néogène et au Quaternaire, d'importantes manifestations volcaniques affectent Madagascar (épanchements d'ankaratrites, de basaltes, trachytes, trachyphonolites et formations pyroclastiques ignimbritiques). Elles se localisent dans la moitié Nord de l'île, le long de la zone axiale du massif de l'Ankaratra et de l'Itasy (Antananarivo). Enfin, les autres manifestations volcaniques concernent les pointements d'ankaratrite de la bordure Ouest du

graben du lac Alaotra, le massif du Tsaratanana et d'Ankasimbelo au Nord, au niveau de la fracture Sambirano - Antongil, et le massif de la montagne d'Ambre, dans la région de Diégo-Suarez.

Le volcanisme néogène et quaternaire n'est représenté sur les versants Ouest et Sud-Ouest que par les épanchements basaltiques de l'Andreforefo, qui recoupent les calcaires éocènes au Nord de Tuléar et sur le versant oriental, par le massif d'ankaratrites du Takarindola, dans la zone côtière du Sud de Tamatave.

2.2 SOURCES D'INFORMATION SUR LES RESSOURCES EN MATERIAUX NATURELS POUR LA CONSTRUCTION A MADAGASCAR

Les paragraphes suivants ont comme objet la synthèse des ressources en matériaux naturels pour la construction, à Madagascar. Pour chaque substance, les principales utilisations des matériaux sont résumées, puis les gisements ou indices répertoriés, sont présentés.

Afin de pouvoir accéder rapidement à des informations détaillées pour chaque gisement, les références bibliographiques ont été systématiquement mentionnées : les chiffres entre parenthèses dans le texte renvoient à la bibliographie présentée en annexe 1.

La principale source bibliographique utilisée a été le « Plan directeur d'actions pour la mise en valeur des ressources du sol et du sous-sol de Madagascar » (1), rédigé en 1985 par le BRGM Madagascar, qui était lui même une synthèse de documents plus anciens. Ces informations ont été complétées par d'autres études disponibles dans la bibliothèque du BRGM Madagascar. Les principaux gisements et indices présentés ci-après, sont reportés sur une carte à 1 / 1000 000 de Madagascar (tirée du Plan Minéral de 1985), fournie en annexe 4.

Ainsi, en détaillant les sources d'origine des informations sur les différents gisements, on se rend compte que la plupart d'entre elles date des années soixante ou soixante-dix du XX^{ème} siècle. Il faut garder ce fait à l'esprit, car des évolutions ont pu se produire depuis, en particulier à l'initiative de privés : découverte d'autres indices, évaluation des réserves, mise en exploitation, analyses complémentaires... En tout état de cause, très peu de données publiques récentes sont disponibles sur les gisements, car peu d'études ont été menées depuis le milieu des années soixante-dix.

2.3 GROUPE DES ARGILES

2.3.1 Généralités

L'importance économique des argiles est considérable puisqu'elles sont employées dans de nombreuses industries : céramique, porcelaine, briques et tuiles, ciments, réfractaires et produits émaillés, fonderie, chimie, raffinage, boues de forage, colorants, ...

Trois grands groupes de matériaux argileux peuvent être distingués sur la base de leur composition minéralogique et de leurs usages :

1. **Groupe des kaolins** (argiles principalement composées de kaolinite et d'halloysite) : céramiques, réfractaires, charges notamment pour le papier, le caoutchouc, les plastiques, « agent de couchage » pour le papier, les peintures, ... ;
2. **Groupe des bentonites** (montmorillonite, attapulgite) : fonderie, bouletage des minerais, charges pour les pesticides et herbicides, catalyseurs pour l'industrie pétrolière, agent de filtration, boues de forage, chimie, granules absorbants ;
3. **Groupe des argiles "communes"** : poterie, produits réfractaires, briques et tuiles, agrégats légers, ciment Portland, argiles expansées, ... ;

A Madagascar, les gisements d'argiles sont nombreux et variés. Le kaolin d'Ampanihy et les argiles kaoliniques du bassin de Mangoro (Moramanga) constituent des gisements de dimension industrielle importants, tant pour l'approvisionnement interne que pour l'exportation (1). Les autres gisements d'argiles sont, en général, mal connus, mais il est fort probable que Madagascar dispose de presque toute la gamme des produits argileux nécessaires pour une application dans l'industrie, le bâtiment, les travaux publics et l'agriculture.

La valorisation des ressources en argiles de Madagascar, et notamment en kaolins, passe avant tout par une évaluation quantitative et qualitative des gisements, car les études antérieures n'ont, pour la plupart, pas été menées à terme, et les chiffres (réserves possibles, analyses) ne peuvent être utilisés qu'à titre indicatif (1). Cette évaluation qualitative/quantitative des gisements est d'ailleurs préconisée par (1) pour les gîtes d'Ampanihy et d'Ibity. De même, l'un des 3 projets malgaches retenus actuellement par la Coopération Française dans le cadre du projet FAC « Relance des activités minières » (n° 970002000) concerne les argiles pour céramiques de la région d'Anjiro - Antatabe.

2.3.2 Kaolins et argiles kaoliniques

Les gisements et indices de kaolin et d'argiles kaoliniques, connus à Madagascar sont présentés ci-dessous :

- Région d'Ampanihy, située à 240 km au Sud de Tuléar (coordonnées Laborde: X = 140 ; Y = 230) (1) et (5). Le kaolin dérive de l'altération de leptynites feldspathiques, qui se présentent sous forme de bancs horizontaux recouverts par une faible épaisseur de sable roux. Il est de bonne qualité, les impuretés consistant en des grains de quartz facilement éliminables et quelques rares paillettes de graphite. Il existe différents gisements dans cette région :
 - Andranofotsy : épaisseur 1 à 2 m. Réserves : 500 000 t ;
 - Andraraky : kaolin interstratifié dans le Néogène continental, recouvrement important de grès ; épaisseur : 2 à 3,5 m. Réserves : 500 000 t ;
 - Sakaginadra : 5 lentilles affleurantes. Total des réserves : 100 000 t ;
 - Masiadolo : épaisseur de 1,5 à 3 m. Réserves : 500 000 t ;
 - Sihanamavo et Terahanombitelo : gisements masqués par des formations superficielles (sables).

Les réserves totales possibles pour ces différents gisements sont ainsi de 1,5 Mt. Une grande partie est facilement exploitable, sans ou avec peu de recouvrement. Les tests et analyses qui ont été faits (cf. (5)) sont encore insuffisants pour déterminer de futures utilisations.

- Andilana, à 200 km au Nord Est d'Antananarivo (1) (coordonnées : X = 971 ; Y = 624). Ce gisement se trouve au Nord du lac Alaotra, et il est accessible par piste. La kaolinite
- Rapport BRGM/RP-50387-FR - 2000 SGR/REU 32*

provient de l'altération d'une roche pegmatitique, autrefois exploitée pour ses micas. Deux gros filons sont présents et affleurent sur 2500 m². Le kaolin est très pur ($\text{SiO}_2 = 43,90\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 38,80\%$; pas de Fe_2O_3). Il n'y a pas eu de travaux d'évaluation de réserve. Ce gisement aurait été/serait exploité (?).

- Analabe, à 40 km au Sud d'Antsirabe (1) (coordonnées : X = 651 ; Y = 464). On y accède par une piste partant du col de Tapias en direction du col d'Analabe. Le gisement est exploité depuis 1970 par la SOMADEX. Il est constitué par un champ de dykes de roches feldspathiques entièrement kaolinisées, intrusifs dans des quartzites. Les dykes kaolinisés forment des couloirs multidirectionnels de 100 à 1000 m de long et de 0,5 à 8 m de large. Le kaolin est, soit massif, soit schisteux, blanc, rouge ou brun. Des sondages, réalisés en 1980 ont recoupé des kaolins jusqu'à 25 m de profondeur. L'exploitation est artisanale ; aucune évaluation des réserves n'a été faite, mais celles-ci paraissent peu importantes du fait de la géométrie des panneaux exploitables.

- Anjozorobe, à 100 km au Nord-Est d'Antananarivo (1) (coordonnées : X = 891 ; Y = 546). Ce gîte secondaire forme un dépôt au confluent des rivières Lakazana et Mosajy, près d'Ambongabe. Le kaolin est de bonne qualité, et il se présente en couches de 1 à 1,20 m d'épaisseur sous un recouvrement de 1 à 2 m. Il n'y a eu ni évaluation de réserves, ni analyses.

- Morombe, à 150 à 200 km au Nord de Tuléar (1) : cet indice a été signalé en 1968 le long de la route Befandriana Sud - Morombe. Des poches de kaolin sont présentes dans un système de fractures récentes.

- Ambatolaona, à 50 km à l'Est d'Antananarivo (12) : des pegmatites kaolinisées ont été reconnues dans la région d'Ambatolaona, à Ankeramadinika et plus au Sud à Ranomangatsiaka. Le kaolin est souvent très pur.

- Région de Fort-Dauphin (1) : le Néogène au Nord de Fort-Dauphin contient des couches d'argiles kaoliniques de bonne qualité, présentant des concrétions bauxitiques.

Deux autres régions sont connues pour leurs argiles nobles (pour produits réfractaires et céramiques fines) :

- Mangoro, région de Moramanga (1) (7) et (9) : de nombreux gisements d'argiles nobles sont connus dans le bassin de Mangoro. Celui-ci est rempli de sédiments lacustres sableux et d'argiles sableuses d'âge plio-pléistocène formant des terrasses entaillées par les vallées actuelles. Les argiles kaoliniques ne constituent qu'une faible partie de cet ensemble sédimentaire. Elles se présentent sous la forme de lentilles interstratifiées dans les horizons sableux, et apparaissent rarement en surface. Un gisement a été exploité dans les années 1980.

En 1986, une mission de reconnaissance du BRGM a concerné 6 sites du bassin de Moramanga (7). Des réserves possibles importantes sont mentionnées, avec des facilités d'exploitation pour certains gisements. Plusieurs qualités d'argiles coexistent (argiles communes jaune, grise, rouge, argiles kaoliniques, kaolin pur...).

Les principaux gisements répertoriés dans le bassin de Mangoro, sont :

- Anjiro – Antatabe (1) et (9) (coordonnées : X = 802,6 ; Y = 565,7). Deux gîtes à proximité de la gare ont été reconnus sur 400 x 150 m, par puits et rainurage. Les réserves géologiques globales ont été estimées à 400 000 tonnes, les réserves cubées d'argile de qualité céramique étant de 20 000 m³. Il s'agit d'argiles kaoliniques pures, cuisant blanc ou imprégnées d'oxydes de fer, cuisant rouge. Le gisement se présente sous la forme de bancs lenticulaires horizontaux (épaisseur moyenne : 3 m) sous un recouvrement sableux variable (un à quelques mètres). Des analyses et des essais de cuisson ont été menés (cf. 9) : cette argile peut servir de base à la fabrication de faïences émaillées, de coloration crème ou jaune clair.
- Manakambahiny (coordonnées : X = 804,6 ; Y = 568,6). Il n'y a pas eu d'évaluation de ce gisement dont la surface couvre 2,6 x 1 km. L'épaisseur observée des matériaux argileux est de 15 à 20 m. Le tonnage géologique supposé est de 2 millions de tonnes. Le recouvrement sableux est de 5 à 15 m.
- Saharevo : X = 803 ; Y = 573,8. Il n'y a pas eu de travaux systématiques pour cubage. Le tonnage géologique supposé est de 3,3 millions de tonnes. Il n'y a pas de terrains de découverte.

Au total, les réserves supposées d'argiles du bassin de Mangoro représenteraient près de 15 Mt. Si l'on se réfère au cas du gisement d'Anjiro, on peut supposer, en première approche, que 5 % de ces réserves peuvent donner des argiles de qualité. Elles sont bien situées par rapport aux routes et voies ferrées, mais le taux de découverte peut être important pour la plupart d'entre elles.

- Ambohimena, à 80 km au Sud d'Antananarivo (1) (12) : les argiles plastiques exploitées à Ambohimena, à 10 km au Sud d'Ambatolampy, correspondent à des dépôts récents d'origine lacustre, qui se trouvent dans la grande plaine d'Ambohimandroso, recouverte par les alluvions actuelles de l'Onive et de l'Ihazolava. Ce gisement est formé d'argiles kaoliniques exploitées pour briqueterie, dont la puissance moyenne est de 10 m. Les argiles se disposent en couches lenticulaires de couleur variée (blanche, grisâtre, noire, violette), mais cuisant blanc. Les réserves géologiques sont estimées à 3 Mt. Des analyses ont été réalisées.

2.3.3 Bentonites

Le nom commercial des argiles à montmorillonite-attapulgite est « bentonite ». Deux gisements de bentonites peuvent être cités :

- Beomby (Ejeda ; Sud Est de Tuléar) (1) (coordonnées : X = 181,5 ; Y = 205,5). Ce gisement correspond à une couche de 2,5 m d'épaisseur. Aucune étude détaillée n'a été effectuée, mais les réserves sont estimées à plusieurs millions de tonnes facilement exploitables. Un échantillon a donné 60 % d'illite et 40 % d'attapulgite.
- Ampasimpotsy – Ranofotsy (150 km au Nord Est d'Antananarivo) (1) (coordonnées : X = 899,5 ; Y = 593). L'argile s'est révélée être composée à 100% de montmorillonite. L'épaisseur des bancs d'argile est de 1 à 1,5 m, avec un recouvrement sablo-latéritique de 3 m. Les réserves, estimées à l'affleurement, sont de 13 000 tonnes.

Une mission d'échantillonnage a été conduite sur l'indice de Ranofotsy, sur plusieurs lavakas où affleurent des argiles (8). Un site d'argile très pure, rouge et blanc verdâtre, a été considéré comme intéressant pour sa facilité d'exploitation.

2.3.4 Argiles communes

Pour la fabrication de tuiles et de briques, des argiles communes sont utilisées, souvent sous forme de mélanges (smectites et illites en proportions variables) et avec des ajouts éventuels d'oxydes de fer. A Madagascar, les gisements sont nombreux et certains font l'objet d'une exploitation artisanale. Il existe quelques rares usines qui peuvent être classées comme semi-industrielles, notamment à Antananarivo, Ambohimena, Moramanga (dont nous avons effectué la visite en octobre 1999, cf. § 3.6) et Fianarantsoa.

- Région de Diego-Suarez (2) (12) : les "argiles" du Cénomanién (analyses disponibles) sont, en réalité, des marnes et se présentent en couches épaisses. Toutefois, des essais de cuisson de briques, tuiles et liants hydrauliques effectués en 1944 ont donné de très bons résultats. Par ailleurs, les alluvions de la Mananjéby, de la Mahavavy et du Sambirano renferment des argiles limoneuses très fines, utilisables pour la poterie.
- Environs d'Antananarivo (1) : des argiles jaunes, grises ou blanches, d'épaisseur variable sous un faible recouvrement de sol, offrent des ressources très limitées pour une exploitation industrielle, du fait de la présence « concurrente » de rizières. Par contre, de très nombreuses exploitations artisanales se sont développées pour la fabrication de briques à partir des matériaux argileux extraits dans ces rizières (à l'Ouest d'Antananarivo, tout particulièrement, où ce sont les alluvions majeures de l'Ikopa qui constituent la ressource en argile).

L'horizon de sol tourbeux est utilisé comme combustible des fours à briques (photographie , annexe 4). La production, bien qu'artisanale s'avère énorme, chaque fournée donnant 20 000 à 50 000 briques, et elle alimente ainsi la plupart des constructions traditionnelles de la capitale. (12) indique les gîtes suivants :

- Soanierana : à 300 m de la route d'Antsirabe. X = 794,8 ; Y = 513,9 : argiles noirâtres à débris végétaux et grises ;
 - Route de Soanierana à Anosizato : X = 794,6 ; Y = 513,9 : argile beige à débris végétaux. X = 794,6 ; Y = 513,5 : argile beige ;
 - Andranoafovoany (rive gauche de l'Ikopa). X = 794,45 ; Y = 512,95. Argile beige à débris végétaux.
 - Rive gauche de l'Ikopa, à 700 m du précédent gisement : X = 794,7 ; Y = 512,25. Argile beige à débris végétaux
 - Ambodirano : X = 794,45 ; Y = 511,9 : argile beige. X = 795,45 ; Y = 512,2 : argile beige à débris végétaux. X = 794,35 ; Y = 512,45 : argile beige
 - Tanjombato : X = 794,35 ; Y = 513,6 : argile beige à débris végétaux. X = 794,35 ; Y = 513,6 : argile grise.
- Périphérie de Tamatave (1) : Couches d'argiles marron et grise d'épaisseur de l'ordre de 3 m. Recouvrement : 1 à 2 m. Superficie totale 31 ha. Volume utile : 1 million de m³.

- Faratsiho, à 80 km au Sud-Ouest d'Antananarivo (1): une couche argileuse de 1 à 3 m d'épaisseur résulte de l'altération superficielle de roches trachytiques du massif de l'Ankaratra. Les argiles présentent une composition mixte montmorillonite – kaolinite. Elles cuisent rouge avec vitrification.
- Antanifotsy, à 100 km au Sud d'Antananarivo (1) : on y trouve essentiellement de la nontronite et de la beidellite (ces deux espèces appartiennent à la famille des smectites), cuisant rouge. Ces argiles alimentent la cimenterie d'Ibity.
- Région de Bemolanga (300 km au Nord Ouest d'Antananarivo) (1): des argiles vertes de la série de Bemolanga y affleurent. La montmorillonite et les illites dominent dans la partie supérieure de cette série. L'épaisseur des argiles est de 20 à 25 m.
- Antsirabe (1) (12) : le bassin lacustre d'Antsirabe est riche en argiles, bien visibles dans quelques affleurements naturels et surtout dans les carrières Lanière et CEA (Vinaninkarena). Les argiles, plus ou moins sableuses, alternent avec des sables et des produits de projections volcaniques. Leur composition minéralogique est complexe : kaolinite, halloysite, beidellite, nontronite ; elles cuisent rouge. Les réserves n'ont pas été cubées, mais elles sont importantes. Des cultures ont été développées en surface.

D'après (13), les analyses des argiles du bassin lacustre d'Antsirabe, montrent un déficit en fer et un excédent en alumine. Par ailleurs, le gisement de Vinaninkarena se présente sous forme très lenticulaire. Il a donc été jugé défavorable pour alimenter en matière première la cimenterie d'Antsirabe (comme cela avait été envisagé, pendant un temps).

Dans la région d'Antsirabe, d'autres gisements d'argiles tuffacées, d'argiles en plaquettes et d'argiles d'altération de roches basaltiques sont recensés, dont certains sont homogènes, avec des réserves importantes et sont jugées utilisables en cimenterie. Des argiles pour l'industrie céramique, ayant la propriété de grésier à 1100 °C en prenant une couleur marron foncé ont aussi été signalées dans cette zone.

- Fianarantsoa (Soafefy) (1) : les plaines alluviales de la Mandranofotsy et de la Matsiatra sont, en partie, occupées par une argile kaolinique de type halloysite avec hydroxydes cuisant rouge. Mais, les matières premières sont surtout constituées d'argiles plastiques grisâtres ou noires, de 2 m d'épaisseur, en moyenne. Les réserves cubées d'argiles utilisables en briqueterie et tuilerie ont été estimées entre 175 000 t et 200 000 tonnes.
- Tuléar (1) : les alluvions anciennes du delta de Fiherenana contiennent des marnes exploitées autrefois pour la fabrication de briques et tuiles. Leur épaisseur est de 1,50 m et il n'y a pas de recouvrement. Les réserves ont été estimées à 120 000 m³ et des analyses ont été réalisées.
- Soalara (Sud de Tuléar) (1) et (12) : les gisements suivants ont été étudiés dans la perspective du projet de cimenterie de Soalara :
 - Andovoka : il s'agit d'alluvions actuelles et récentes de l'Onilahy. Une lentille argileuse affleure sur 600 x 350 m et 3,5 m d'épaisseur. Les réserves ont été estimées à 300 000 m³. La composition minéralogique est la suivante : 45% de kaolinite, 30% de montmorillonite, 10% de calcite, 15% de diaspoire ;

- Ambatobe : ce gisement correspond également à des alluvions de la rive Sud de l'Onilahy. L'épaisseur du gîte est de 2,3 m, sous un recouvrement sableux de 0,25 m. Les réserves ont été estimées à 500 000 m³, avec une composition de 50% de montmorillonite et de 50% de kaolinite ;
- Itombona : il s'agit du remplissage d'une vallée karstique fossile entaillant le plateau calcaire. L'argile calcaire contient un peu de gypse. L'épaisseur du gîte est de 4,85 m, pour un recouvrement sableux de 1,5 m et l'exploitation est possible à sec. Les réserves ont été estimées à 1,6 millions de m³ et la composition minéralogique est la suivante : 45% de kaolinite, 30% d'illites, 10% de goethite, 15% de calcaire.

Par ailleurs, presque tout le socle cristallin au Nord du parallèle de Betroka (23° Sud) est recouvert d'argiles latéritiques.

2.4 CALCAIRES SENSU LATO

2.4.1 Généralités

Les calcaires, dolomies et cipolins forment des massifs importants à Madagascar.

Les calcaires (CaCO₃) peuvent être utilisés pour la fabrication du ciment, comme fondant en sidérurgie, pour la fabrication du verre, comme charges pour la fabrication du papier, de la peinture, des plastiques, du caoutchouc..., comme matériau de construction et constituent la matière première de la chaux. Les dolomies (pourcentage de dolomite (MgCO₃) supérieur à 30 %) ont des usages similaires, excepté les usages pour le ciment et la chaux. Les cipolins sont les dérivés métamorphisés des calcaires et des dolomies.

Les calcaires sédimentaires des côtes Ouest et Nord paraissent présenter les meilleures qualités pour la cimenterie et d'autres usages industriels "nobles". Les cipolins d'Ibity (région d'Antsirabe), constituent également un matériau de cimenterie acceptable. Par contre, les cipolins de la région d'Ambatondrazaka ne semblent guère destinés à d'autres usages que la fabrication de chaux, l'empierrement et le bâtiment.

Deux cimenteries existent à Madagascar, l'une près d'Antsirabe – cimenterie d'Ibity – (SOMACIM) et l'autre à Majunga – cimenterie d'Amboanio – (SANCA). Il y a également un projet d'établissement d'une cimenterie à Tuléar.

D'après le ministère de l'Industrie, en 1999, la production de ciment avait pratiquement doublé en 10 ans, passant de 28 000 tonnes en 1990, à 38 000 tonnes en 1995 et 50 000 tonnes en 1999. La consommation de ciment a, quant à elle, enregistré une hausse de 150 % en 3 ans (325 000 tonnes en 1999), attestant de la très forte reprise dans le secteur du bâtiment (16).

D'après (2), il serait possible d'envisager la fabrication de ciment à Diego-Suarez, avec les marnes du Cénomanien, des calcaires de la Montagne des Français (Anosiravo) et des roches pouzzolaniques de la Montagne d'Ambre. L'alimentation en eau poserait toutefois problème.

Les travaux de reconnaissance des gisements de calcaires ont été menés par le Service Géologique du Ministère de l'Energie et des Mines, sauf pour le gisement de cipolin d'Ibity (études effectuées par le BRGM).

2.4.2 Principaux gisements de calcaires

- Diego-Suarez (1) (2) (12) : les calcaires sont abondants dans les niveaux de l'Eocène et du Jurassique moyen. Ils se présentent en bancs massifs, compacts, homogènes, à grain fin, facilement découpables. Ils ont parfois des caractères sublithographiques et sont très pauvres en magnésie. Leur puissance peut atteindre 100 m. Des analyses ont été effectuées.
- Péninsule d'Ampasindava (Ouest d'Ambanja) (1) (12) : les calcaires de cette zone appartiennent au Paléocène. Différents faciès sont rencontrés : calcaires bréchiques, blancs, jaunes. Leur réserve totale a été estimée à 5 millions de tonnes. Aucune analyse ne nous est connue.
- Péninsule de Narinda (Komajary) (1) : des calcaires éocènes affleurent sur une vingtaine de km de distance. Quatre niveaux conviendraient pour la fabrication de ciment. Les réserves paraissent importantes. Des analyses de ces calcaires ont été réalisées.
- Région de Majunga (1) (12) : les calcaires éocènes de cette région sont surtout dolomitiques et paraissent convenir comme matériau routier et de construction. Les calcaires du Maestrichtien-Danien, pauvres en magnésie, sont actuellement exploités pour alimenter la cimenterie d'Amboanio, située à 10 km au Sud de Majunga. Les réserves sont très importantes et des analyses ont été effectuées. D'autres gisements sont cités dans la région de Majunga : calcaires dolomitiques du Lazaret de Katsepy, calcaires éocènes et maestrichtiens de Komajara.
- Région de Tuléar (1) et (3) : les falaises de calcaires éocènes qui dominent la côte au Sud de l'embouchure de l'Onihaly (secteur de Soalara) ont une épaisseur totale de 80 m. Les 20 m de calcaire saccharoïde blanc et crème sont les meilleurs pour la fabrication de ciment. Les réserves sont très importantes. Ces calcaires sont utilisés pour la fabrication de chaux artisanale. Des analyses ont été effectuées. (3) envisageait un projet de création de cimenterie à Soalara.

2.4.3 Gisements de cipolins du socle cristallin

- Région d'Ambatondrazaka (1) : les cipolins de cette région sont utilisés pour la fabrication de chaux et pour l'empierrement des routes. Il s'agit de bancs lenticulaires, de petites dimensions, encaissés dans une série de gneiss migmatitiques à intercalations d'amphibolites et de pyroxénites. Différents gisements sont mentionnés : l'un d'entre eux d'un volume estimé à 255 000 m³ a été exploité (dans le cadre de cette étude, nous n'avons pas eu la possibilité de vérifier s'il l'était toujours) ; d'autres présentent des conditions d'exploitation médiocres. Des analyses ont été réalisées.
- Ibity (26 km au Sud d'Antsirabe) (1) et (11) : les cipolins calcaires, non dolomitiques, forment des horizons épais. D'après (1), les réserves géologiques de l'ensemble des gisements d'Ibity ont été estimées à 23 Mt et la teneur en MgO est acceptable pour alimenter une cimenterie.

Une étude du gisement Nord-Ouest « carrière des Aloës » en vue de l'installation de la cimenterie d'Ibity a été menée (11) : les cipolins sont interstratifiés dans des micaschistes, sous une couche superficielle de 0 à 15 m d'épaisseur. Différents types de cipolins sont

décrits : la roche présente des teneurs variables en MgO (inférieures à 4 % et le plus souvent comprises entre 0 et 1 %). Les réserves exploitables reconnues sont de 2 Mm³, ce qui correspond à 5 millions de tonnes de matériaux.

2.4.4 Dolomies sédimentaires

Un gisement de dolomie sédimentaire est décrit dans (1) :

- Région de Majunga : les analyses montrent une utilisation agricole possible. Des prospections complémentaires sont préconisées.

2.4.5 Cipolins dolomitiques

- Région d'Ibity (26 km au Sud d'Antsirabe) (1) : c'est dans cette région que se trouvent les seuls gisements de dolomie actuellement exploités à Madagascar (sociétés PROCHIMAD et SOMADDEX). Les gisements sont situés à Ihenikenina. Les réserves potentielles sont supérieures à 500 000 tonnes d'une dolomie d'excellente qualité.
- Région d'Ambatofinandrahana (80 km au Sud d'Antsirabe) (1) : il existe d'importants affleurements le long de la route Ivato – Malaimbandy, mais ils n'ont pas été étudiés dans le détail.
- Ankaramena (110 km au Sud Ouest de Fianarantsoa) (1) : ce gîte se présente sous forme de gros affleurements de cipolins, représentant des réserves importantes. Aucune étude de détail n'a été faite.

2.5 ROCHES ORNEMENTALES ET PIERRES DIMENSIONNELLES

2.5.1 Généralités

Les roches qualifiées d'ornementales présentent des qualités physico-mécaniques (elles résistent bien à différents types d'agressions – climatique, pollution, chimique,... - et sont adaptées à subir des contraintes – de flexion, de compression,... -) et esthétiques/décoratives, qui les rendent propres à une utilisation dans la construction.

Elles peuvent, pour la plupart, acquérir un beau poli après sciage et sont transformées en dalles et plaques de revêtement mural et de sol, bordures de trottoir, pavés, monuments artistiques ou commémoratifs,...

D'un point de vue pétrographique, les roches qui se prêtent le mieux à une utilisation « ornementale » sont les granites *sensu lato* (au sens des carriers), les marbres, les calcaires et les grès.

Les pierres dimensionnelles, quant à elles, ont des propriétés physico-mécaniques qui les prédestinent à un usage moins « noble », en tant que matériau de construction et de viabilité routière (murs, chaussée, granulats pour couches chaussée,...). Les roches basaltiques *sensu lato* (basaltes, dolérites, gabbros,...), se rangent dans cette catégorie.

A Madagascar, plusieurs gisements de roches ornementales (granites, marbres, quartzites, travertins,...) sont actuellement exploités dans différentes zones du pays et de nombreuses études ont été effectuées sur des gisements dans la perspective d'une valorisation routière ou

« granulats ». Mais, les données sur la possibilité d'extraire des blocs massifs ou de tailler des plaques de revêtement et sur la qualité esthétique du matériau, font souvent défaut.

2.5.2 Granites sensu lato ¹

(3), dans la partie du texte traitant des « pierres à bâtir », signale l'intérêt que présentent les granites migmatitiques et les migmatites granitoïdes, de couleur claire. Ces roches possèdent un « fil » principal qui facilite la taille. Egalement, les charnockites très homogènes, de couleur verte plus ou moins foncée, constituent un beau matériau de construction (région d'Antananarivo et extrême sud de l'Île). Les gneiss à pyroxène sont d'un vert plus clair et d'une très bonne résistance (région d'Antananarivo). Des granites filoniens sont aussi exploités autour de la capitale. Les pierres à béton sont fournies par les granites et les migmatites.

Les leptynites du Sud, depuis Ihosy jusqu'à Fort-Dauphin, fournissent de très belles pierres de construction, avec une grande variété de couleurs : bleu, rouge, vert. Ces roches ont une foliation très nette qui facilite leur exploitation. Il en est de même pour les leptynites à graphite du Sud-Ouest dont la taille est très facile.

En 1961, (3) signalait la présence de roches à grenat et cordiérite ou cordiérite seule, de grenatites, d'épidotites, de sakénites et d'anorthosites à feldspaths chatoyants, mais indiquait déjà que les coûts de transports élevés à Madagascar, ne permettaient pas d'envisager l'exportation de pierres ornementales.

D'après (1), dans la partie traitant des 'matériaux de construction et de viabilité' (étude limitée aux Hauts Plateaux, effectuée par le Service Géologique du Ministère des Mines), plusieurs gisements de granite susceptibles d'avoir un intérêt économique, existent :

- Région d'Anjamanga (Sud Ouest d'Ambatolampy) (1) : granites en lames interstratifiées dans des quartzites et des micaschistes à graphite. Ils forment des alignements continus. Ils sont riches en quartz et microcline, et pauvres en plagioclase.
- Région du Fisakana (Ouest de Fandriana, à 50 km au Sud Est d'Antsirabe) (1) : trois types de granitoïdes sont rencontrés dans cette région montagneuse : granites filoniens (près d'Ambositra) qui sont liés à une recristallisation des gneiss et des migmatites du socle, granites intrusifs (Nord d'Andohamaho), granites migmatitiques.
- Complexe granitique d'Ambatofinandrahana (Sud d'Antsirabe) (1) : trois groupes de roches forment ce complexe intrusif : granites (alcalin et calco-alcalin), syénites et roches basiques. La société MAGRAMA y exploite une carrière de « granite » noir (gabbro, anorthosite,... ?).
- Granite rose d'Ibity (Sud d'Antsirabe) (3) : il s'agit d'une roche susceptible d'acquérir un beau poli et qui, à ce titre, pourrait être utilisée comme pierre ornementale.

¹ Sont présentés dans ce paragraphe les « vrais » granites (au sens géologique) et différentes catégories de roches métamorphiques d'origine plutonique, également appelés granites par les carriers.

- Granite type andrignytréen (Sud d'Ambalavao, à 100 km au Sud de Fianarantsoa) (1) : il est recoupé par des syénites. D'après (3), le granite rose de cette zone peut fournir un très beau matériau ornemental.
- Granite d'Antongil (1) : ce gisement a été reconnu depuis la rivière Manambato jusqu'à la ville de Mananara. Sa structure est cataclastique, voisine de celles des granites intrusifs. De nombreux filons basiques et enclaves amphiboliques y sont rencontrés.
- Antananarivo (30 Km à l'Ouest, sur la route de Tsiroanomandidy) : de nombreuses carrières plus ou moins « sauvages » de granite sont exploitées artisanalement sur les collines qui encerrent la capitale (photographie n° 1, annexe 3), essentiellement pour fournir des pavés et des granulats le plus souvent taillés/concassés à la main et une exploitation industrielle de granite rose est actuellement en cours par la société italienne SECMA (cf. § 3.2.3), qui l'exporte sous forme de blocs bruts, destinés à être polis.

D'après (1), en 1984, un projet de mise en valeur du granite à Madagascar, a été signée entre Madagascar et la Corée du Nord. Le gisement d'Ambatofosy (20 km au sud d'Antananarivo), avait été retenu. La production était prévue à 40 000 m³ de produits finis (dalles, plaques polies,...) pour des investissements estimés à 1 050 MFMG. Ce projet n'a pas vu le jour, mais nous n'avons pas pu savoir pourquoi...

(12) contient la liste des carrières qui existaient le long des principales routes en 1957, dont l'usage était essentiellement routier (granulats pour couches de chaussée). Les matériaux qui y étaient exploités sont présentés, mais aucune indication ne permet de savoir quel autre type de valorisation pourrait en être fait et les réserves possibles ne sont pas mentionnées.

En 1961, une carte au 1/1 000 000 des carrières, alors en activité, a également été établie par H. BESAIRIE

2.5.3 Marbres

Deux zones ont été particulièrement explorées dans le pays, pour leurs ressources en marbres décoratifs :

- Ambatofinandrahana (80 km au Sud d'Antsirabe) (10) : les sociétés MAGRAMA et HAZOVATO exploitent des carrières de marbre dans cette région.
- Ibity (26 km au Sud d'Antsirabe) : les marbres cipolins d'Ibity et de Sahatany sont mentionnés par (3) comme pierres ornementales susceptibles d'acquies un beau poli.

2.5.4 Travertins

- A Ankaratra (région de Madera : 10 km au Sud - Sud Est d'Arivonimamo et à Ambohibary, à 14 km au Sud d'Imerintsiatosika) : d'anciens dépôts de travertin provenant de sources thermales aujourd'hui tarées sont mentionnés dans (12), comme pouvant avoir une valorisation en tant que roche ornementale.

2.5.5 Roches basaltiques

D'après (3), les basaltes et dolérites (basaltes filoniens à texture microcristalline) sont très utilisés comme matériau de construction dans la région côtière orientale. A Mahatsinjo, de grosses réserves de dolérite (un million de m³ d'après (12)) ont été mises en évidence et plusieurs gisements ont été exploités. (12) décrit également plusieurs carrières de dolérite dans la région de Tamatave.

2.6 GYPSE

2.6.1 Généralités

Le gypse, minéral évaporitique (SO₄Ca.2H₂O), est essentiellement utilisé pour la fabrication de plâtre et de ciment (de type Portland). Il est également utilisé en ornementation (albâtre) et dans la fabrication de peintures, de colle, d'engrais...

A Madagascar, le gypse est connu dans les formations sédimentaires du Jurassique du plateau de l'Ankara et de la région de Mampikony au Nord Ouest, et dans le Crétacé au Sud-Ouest. D'après (1), il n'a fait l'objet que de reconnaissances superficielles et d'essais d'exploitation, sans étude préalable des réserves.

D'après (1), en 1984, Madagascar devait importer 8 à 10 000 t/an de gypse pour ses cimenteries. L'une des propositions de (1) était donc de mettre en évidence un ou plusieurs gisements de gypse pour satisfaire les besoins nationaux, en menant une étude régionale du plateau de l'Ankara (Ouest de Maevatanana). A notre connaissance, ceci n'a pas encore été fait...

2.6.2 Principaux gisements connus

Les principaux gisements et indices connus sont les suivants :

• Bordure orientale du plateau de l'Ankara (Ouest de Maevatanana) (1) (12), au sein de niveaux du Bajocien :

- le gypse primaire, massif, saccharoïde, blanc ou rose, est présent sous forme de dépôts d'allure très lenticulaire, pouvant atteindre 3 à 4 m d'épaisseur. Le toit et le mur de cette couche sont constitués d'argiles noires légèrement gypseuses, de puissance métrique. Plusieurs indices ont été repérés, notamment celui d'Antery qui paraît prometteur : les réserves de ce gisement pourraient atteindre plusieurs centaines de milliers de tonnes, mais aucune analyse n'est disponible. Un programme de reconnaissance avait été proposé par le BRGM en 1980, mais n'a pas été suivi d'effets. Du point de vue paléogéographique, ces dépôts gypsifères paraissent se concentrer le long d'une flexure de sédimentation ;

- un banc de gypse massif, de 4 à 5 m d'épaisseur, a été signalé en 1914, mais n'a pas été retrouvé lors des reconnaissances effectuées par le Service géologique du Ministère des Mines en 1952 et 1956.

- Région de Mampikony-Kamoro (1) : les indices apparaissent peu favorables à une exploitation.
- Région de Belo-sur-Mer (60 km au Sud Ouest de Morondava) (1) : le gypse est présent sous forme de grands cristaux dans des formations argileuses récentes. Une analyse a donné une teneur de 20% de gypse au sein des argiles. Sur la base de cette hypothèse, on peut estimer un potentiel de plusieurs centaines de milliers de tonnes de ressources, dont l'exploitation nécessiterait la mise au point d'un procédé rentable de lavage des argiles. Un échantillonnage systématique et des essais de lavage des argiles sont nécessaires pour statuer sur l'intérêt économique de ce site.
- Ankilizato (Est de Morondava) (1) : le gypse se présente en interlits d'épaisseur décimétrique dans des marnes. Cet indice apparaît peu attrayant.
- Région de Tuléar (1) : deux groupes d'indices (Tongobory, Mahaboka) ont été repérés, mais ils présentent peu d'intérêt économique : le gypse est de nature secondaire et se présente sous forme de petits lits et filonnets.

2.7 SILICE

2.7.1 Quartz

Le quartz pur a divers usages :

- quartz piézo-électrique (stabilisateur de fréquences). Toutefois, de plus en plus, le quartz piézo-électrique artificiel remplace le minéral naturel ;
- quartz de fonte, transformé en verre de silice pour une utilisation dans les industries de pointe (optique, chimie...) ;
- quartz d'ornementation : à Madagascar, le quartz hyalin et le quartz rose sont abondamment utilisés pour la fabrication d'objets artisanaux (cendriers, boules de solitaire,...).

Madagascar a produit et exporté du quartz à peu près sans interruption depuis le début du XX^{ème} siècle. A partir des années soixante, les productions de quartz de fonte et d'ornementation ont pris le relais sur celle du quartz piézo-électrique.

En 1984, le quartz de fonte était situé, en valeur, au troisième rang des exportations des substances minérales de Madagascar, avec 1 800 t produites (1).

D'après (1), la plupart des gîtes en place ont à peine été touchés, car la production s'est souvent faite sous forme de ramassage superficiel au sein d'alluvions et d'éluvions. Le potentiel de Madagascar est donc encore très important et (1) suggérait de développer la production de cette substance en appuyant les opérateurs de la filière (soutien technique et financier, formation...) et en menant un programme de prospection systématique des gisements (en particulier, dans les régions de Mananara – Rantabe, et à l'Ouest d'Antsirabe).

**Perspectives d'échanges technico-économiques matériaux de construction pays de la
Zone sud-ouest de l'océan Indien - Ressources et filières à Madagascar**

L'appui à la filière de production de quartz ultra-pur à Madagascar est l'un des 2 projets malgaches retenus par la Coopération Française dans le cadre du projet FAC "Relance des activités minières" (n° 970002000). L'étude, confiée au BRGM (équipes du Service Ressources Minérales du Centre Technique et Scientifique du BRGM à Orléans et du BRGM-Madagascar) par le ministère français des Affaires Etrangères, a comme objectif de :

- hiérarchiser les zones d'intérêt en fonction des réserves potentielles ;
- d'apporter un appui technique aux exploitants ;
- prescrire les moyens d'analyse et de préparation de lots commerciaux à mettre en place ;
- conduire une étude de marché qui, en permettant la diversification des produits et des consommateurs, assurera une meilleure valorisation de la ressource ;
- réaliser une étude d'impact socio-économique qui évaluera le projet en terme de développement.

Cette étude a démarré en novembre 2000 et ses résultats seront publiés dans le courant du premier trimestre 2001.

Les principaux gisements de quartz connus à Madagascar, sont les suivants :

- Région de Mananara – Rantabe (Nord de Foulpointe) (1) : c'est la principale région productrice de Madagascar (2/3 de la production du quartz de fonte en 1984). Jadis productrice de quartz piézo-électrique, elle fournit aujourd'hui du quartz de fonte. Elle est très difficile d'accès, du fait d'une couverture forestière dense et de l'absence de voies de communication en bon état.

La plus grande partie du quartz provient de concentrations éluviales ou alluviales, mais deux autres types de gîtes en place existent aussi :

- gîtes filoniens à remplissage essentiellement quartzeux. Ils sont de taille généralement réduite, mais certains ont fournis 2 à 3 tonnes de quartz ;
 - amas irréguliers dans des quartzites affleurantes.
- Région d'Iharana – Vohémar, à 150 km au Sud Sud Est de Diego-Suarez (1) : l'exploitation du quartz se fait par ramassage et petites fouilles à partir de gîtes éluviaux et alluviaux. La production s'élevait à quelques dizaines de tonnes / an, au début des années 1980.
- Beombiaty (Bevitsika : 100 km à l'Ouest d'Antsirabe) (1) : le quartz hyalin des différents gisements de Beombiaty est de bonne qualité. La minéralisation se présente sous forme de géodes de quartz prismé dans des masses de quartz filonien laiteux. Ce gisement a été exploité par galeries souterraines pour fournir du quartz piézo-électrique jusqu'en 1960. Les réserves de quartz de fonte n'ont pas été évaluées, mais la réouverture d'une mine pour un tel type de valorisation n'est sans doute pas rentable. Par contre, les possibilités d'exploitation d'autres gîtes signalés dans la région, par décapage au bulldozer dans des zones altérées, sont à étudier.
- Antamboholehibe (Sud Ouest d'Ambositra) (1) : ce gisement, exploité de manière souterraine, a produit du quartz pour les trois types de d'usages énumérés plus haut, avant 1970. Au début des années 80, la production de quartz de fonte prismatique a repris, par

récupération dans les stériles. Une étude de rentabilité de réouverture de la mine pour une production de quartz de fonte (très homogène) et de quartz d'ornementation était préconisée par (1).

- Région d'Itremo (Ambatofinandrahana : 80 km au Sud d'Antsirabe) (1) : nombreux gisements de cristal de roche (quartz très pur). Malgré l'importance des réserves, ils ont été peu exploités en raison des difficultés actuelles d'accès.
- Région de l'Horombe (Ouest d'Ihosy) (1) : bancs importants de quartzites dans lesquels a été exploité du quartz en remplissage filonien, en druses et aussi en éluvions.
- Tsivory (180 km au Sud d'Ihosy) (1) : des gisements de quartz filonien (intrusif dans des quartzites et des gneiss à pyroxène) ont été exploités par la Société « Le Quartz », après décapage au bulldozer. La production régionale a atteint 10 tonnes pour le quartz piézo-électrique.
- Sahasinaka - Vondrozoko – Farafangana (Sud Est) (1) : dans ces régions, le quartz, principalement d'origine filonienne, est exploité artisanalement par simple cueillette de fragments à la surface du sol.
- Tsiroanomandidy (1) : un gisement de quartz filonien a produit 300 t en 1984. Les réserves en quartz de fonte semblent importantes.

2.7.2 Sables siliceux

Les sables siliceux ont de multiple usages :

- verrerie ;
- céramique ;
- fonderie ;
- filtration ;
- charges minérales ;
- abrasifs, ...

Les principaux gisements identifiés à Madagascar sont les suivants :

- Environs d'Antananarivo (3) (12) : le sable est fourni par les alluvions de l'Ikopa et de la Sisaony. Il est un peu micacé.
- Masse (150 à 200 km à l'Est d'Antananarivo, près de la voie ferrée Antananarivo – Tamatave) (3) (12) : un sable siliceux très pur, dérivé de quartzite, existe. Il pourrait convenir pour la verrerie.
- Moramanga (3) : les alluvions anciennes de la rivière Mangoro et de ses affluents sont riches en sables siliceux blancs qui forment des recouvrements très importants.
- Route d'Anjozorobe (RN 3), PK 78 et 84 (Nord-Est d'Antananarivo) (3) : gisements analogues à ceux de la région de Moramanga.

- Environs de Majunga (3) (12) : on y trouve les sables pliocènes des collines d'Amborovy et les sables de Marohogo, qui sont tous un peu argileux. Des sables de qualités diverses sont contenus dans les alluvions de la région de Marovoay.
- Environs de Tamatave (3) : des sables de qualité variable existent dans les alluvions des rivières Ivondro et Ivoloina et les dunes éoliennes actuelles et anciennes.

2.8 ROCHES POUZZOLANQUES

2.8.1 Généralités

Les roches pouzzolaniques ont la propriété, quand elles sont finement broyées, et combinées avec du ciment Portland, de constituer d'excellents liants hydrauliques. Le terme pouzzolane vient de la ville de Pouzzoles, dans les environs de Naples, en Italie où des tufs pyroclastiques présentent cette propriété. Au sens français (restrictif), le terme "pouzzolane" désigne les scories basaltiques des cônes volcaniques stromboliens (comme ceux de la chaîne des Puys, par exemple).

Les pouzzolanes peuvent également être utilisées comme granulats dans des bétons légers (cas des tufs pyroclastiques ponceux de Saint-Pierre, à La Réunion) et des dalles isolantes, comme sous-couche stabilisée pour les terrains de sport, comme support de culture en agriculture, comme adjuvant et abrasif doux dans certaines industries.

Les gisements de pouzzolanes sont nombreux à Madagascar, mais leur valeur économique n'a jamais été estimée. D'après (5), en 1990, il n'y avait pas de production de pouzzolane officiellement répertoriée à Madagascar, et des études complémentaires étaient nécessaires pour mieux connaître les caractéristiques des gisements et en sélectionner certains susceptibles d'être exploités. (5) indique que, dans le contexte international de 1990, l'exportation de tels produits était à exclure, même dans les pays voisins comme La Réunion et l'île Maurice. Par contre, au niveau local, l'exploitation de ces produits était jugée intéressante.

2.8.2 Gisements

Plusieurs zones à volcanisme récent, renferment des gisements : les régions de Diego-Suarez, Nosy Be, Antsirabe et Sambaina :

- Région de Diego-Suarez – Montagne d'Ambre (1) (2) et (12) : une dizaine de sites présentant des facilités d'extraction ont été reconnus le long de la route Diego-Suarez - Joffreville. Il s'agit de niveaux de lapilli scoriacés non affectés par la latéritisation. Des analyses ont été effectuées. Il s'agit des gîtes suivants :

- route d'Ambilobe : formation hétérogène ayant un pouvoir pouzzolanique notable, dérivant d'une coulée de basalte bulleux et de la zone de contact avec les argiles cénomaniennes sous-jacentes, ces dernières ayant subi une cuisson. Leur puissance est de 6 m, sous un recouvrement de 1 m.

- Mahorianina : plusieurs affleurements de tufs pouzzolaniques fins, consolidés, bien lités, denses, assez altérés, ont été recensés. Les réserves estimées sont de 50 000 m³.

- Piton Rouge : plusieurs affleurements montrent des projections de basalte plus ou moins vacuolaire, résultant d'explosions volcaniques : lapilli et blocs. Toutefois, ces éléments sont altérés et très rubéfiés. Les réserves estimées sont de 3 000 m³. Dans le voisinage, d'autres gisements pourraient contenir des réserves considérables.
- Carrière du Pic Janson : il s'agit, là encore, de matériaux de projection volcanique : lapilli légers et blocs. Les réserves estimées sont d'environ 10 000 m³.
- Maromby : il s'agit de lapilli plus ou moins gros, de couleur brune. La carrière a une hauteur de 10 à 12 m et de 50 m d'elongation. Certaines zones sont altérées. Les réserves sont estimées à environ 10 000 m³.
- Station forestière des Roussettes : le gisement reconnu contient des lapilli légers, scoriacés, plus ou moins altérés, de couleur brun - jaunâtre. Les réserves paraissent importantes.
- Sud de Joffreville : il s'agit de tufs pouzzolaniques assez fins, compacts, bien lités, denses, assez consolidés, mais altérés. Un autre gisement du même type, en bordure de la piste militaire a des réserves qui paraissent considérables.

• île de Nosy Be (1), (2) et (4) : l'île a été le siège d'une importante activité volcanique. De nombreux petits appareils volcaniques ont produit des projections pouzzolaniques. Des analyses ont été effectuées :

- Carrière d'Ambondro (1) : on y observe des projections très hétérogènes, comportant des blocs basaltiques scoriacés (dont des bombes) emballés dans des cendres et lapilli, dont beaucoup sont fins. Les lapilli sont constitués de produits scoriacés légers mais aussi de fragments basaltiques denses. Il n'y a pas de morts-terrains et les réserves sont considérables (~ 2 Mm³).
- Carrière du Port du Cratère (1) et (4) : elle est ouverte dans un ensemble de cendres et de lapilli avec beaucoup de blocs scoriacés. Les lapilli sont assez petits, mais généralement plus légers que dans la carrière d'Ambondro. L'épaisseur des morts-terrains est réduite et inférieure à 1 m. Les réserves sont supérieures à 500 000 m³.
- Carrière de la Vanille (1) et (4) : les projections sont d'une granulométrie assez réduite, avec abondance de fines. Les fragments sont généralement denses, car surtout constitués de lave basaltique, peu scoriacée. Des intercalations de cendres plus altérées sont notables. Les niveaux de lapilli et cendres ont une épaisseur totale de 7 m et se trouvent sous 2 à 2,5 m de projections altérées et rubéfiées. Les réserves sont estimées à quelques dizaines de milliers de m³. Toutefois, (4) indique que ce gisement n'a que peu d'intérêt économique.
- Gîte d'Ampombilava (4) : en surface, le matériau pouzzolanique se présente sous forme de blocs décimétriques à métriques, de lave gris clair, très poreuse et légère, emballée dans une matrice terreuse rouge. Localement, un recouvrement de 1 m de cendres a été observé. Les réserves possibles sont estimées à 150 000 m³.
- Gîte d'Antsidihiy Sud (4) : il consiste en une couche de projections pouzzolaniques noires de 3 m d'épaisseur, identiques à celles du gîte de la Vanille. Les réserves possibles sont de 150 000 m³.

• Région d'Antsirabe (1) (13). Les matériaux pouzzolaniques sont extrêmement abondants. Des analyses ont été effectuées. Les principaux gisements connus sont les suivants :

- Ankazomanitra-Fizirana-Iakarina (1) : des lapilli légers, parfois purs, parfois souillés d'argiles, apparaissent en plusieurs endroits.
- volcan Tritiva (1) et (6) : différents gisements ont été reconnus : pouzzolanes grossières avec teneur anormale en eau ; pouzzolane mieux calibrée ; lapilli grossiers et blocs scoriacés. Au

nord du volcan, des projections relativement vacuolaires, de granulométrie fine, forment une couche de plusieurs mètres d'épaisseur. Les réserves reconnues sont de l'ordre de 350 000 m³.

- Iavoko-Antsifotra (1) : présence de coulées de lave et de projections grossières dont des pouzzolanes altérées.

- volcan d'Amboniloha (6) : mélange de lapilli et blocs centimétriques à métriques de lave grise vacuolaire, très légère et de quelques blocs décimétriques de basalte. Les réserves sont estimées à 7 millions de m³. Une exploitation à grande échelle semble facile. D'après (13), c'est la zone la plus intéressante de la région. Les pouzzolanes ont un net déficit en silice et les teneurs en alumine (Al₂O₃) et magnésie (MgO) sont un peu fortes.

- Région de Sambaina (Nord d'Antsirabe) (1) : des analyses ont été effectuées sur les cinérites pulvérulentes grises qui ont été rencontrées en plusieurs points, en bordure de la plaine d'Ambohibary-Sambaina. De nombreux échantillons titrent plus de 30 % d'Al₂O₃ et pourraient ainsi être utilisés pour la fabrication de ciments alumineux :

- Carrière d'Antanimena : la pouzzolane affleure sur 100 m de long et 5 m de haut. Elle est surmontée de niveaux de basaltes altérés.

- Morarano : affleurement de 10 m de long et 2 m de haut. Une cuirasse bauxitique masque le prolongement de cet affleurement.

- D'autres affleurements ont été reconnus (route de Faravohitra, Sahabe, Tsasaramody,...).

2.9 FELDSPATHS ET FELDSPATHOÏDES

2.9.1 Généralités

Ces minéraux sont principalement utilisés dans la fabrication du verre et des céramiques, car ils enrichissent le mélange à fondre en alumine et en alcalins, et abaissent la température de fusion. Ils entrent aussi dans la composition des émaux.

Les roches plutoniques et volcaniques, riches en feldspaths ou en felspathoïdes (essentiellement la néphéline) sont largement représentées à Madagascar : pegmatites, syénites néphéliniques, phonolites. Elles ont été cartographiées en de nombreux endroits de l'île. D'après (1), aucune recherche significative sur le potentiel de valorisation des feldspaths et felspathoïdes n'a été entreprise depuis 1964. Ainsi, l'un des projets proposés par (1) concernait l'évaluation du gisement de syénite néphélinique de Nosy Komba. Il se donnait pour objectif d'identifier les produits, de certifier les réserves et de s'assurer de la possibilité de valorisation (enrichissement).

Les gisements repérés sont décrits dans les paragraphes ci-après, consacrés successivement aux pegmatites, aux syénites néphéliniques et aux phonolites.

2.9.2 Pegmatites

Les pegmatites malgaches sont, de manière générale, très kaolinisées en sub-surface et les localités où les cristaux de feldspaths ont été conservés sont rares. On peut citer :

- Ampandramaika – Malakialina (150 km à l'Ouest – Nord Ouest de Fianarantsoa) (1) : un grand champ pegmatitique a été exploité pour le béryl, mais les feldspaths sains qui s'y trouvent peuvent être utilisés comme sous-produits. Ils se présentent sous forme de cristaux géants en association perthitique avec des cœurs de quartz de la zone interne des pegmatites. Des analyses ont été réalisées. Un tonnage important de feldspaths est déjà disponible dans les déblais des exploitations de béryl.

2.9.3 Syénites néphéliniques

- Île de Nosy Komba et presqu'île d'Ankify, à l'Est de la baie d'Ampasindava (1), (2) et (5). Des analyses sont disponibles. A Nosy Komba, les points culminants sont formés de syénites néphéliniques affleurant peu, mais ayant donné naissance à de nombreux éboulis pouvant être exploités après triage. Les gisements sont souvent hétérogènes, avec mélange de roches gabbroïques et hybrides.

Trois types de roches sous-saturées en silice peuvent être distinguées :

- syénites néphéliniques à hornblende, à teneur élevée en fer ;
- syénites néphéliniques à aegyrine ;
- monzonites néphéliniques à feldspath calco-sodique.

La teneur en fer des échantillons étudiés est relativement élevée, ce qui nécessiterait un traitement pour une utilisation dans la fabrication du verre et de la céramique. Des tests ont montré que ce traitement était possible.

Trois zones ont été retenues, car elles présentent plusieurs caractères favorables d'exploitabilité : homogénéité de la composition des blocs de syénite, facilité d'exploitation (éboulis), distance à la côte faible (2 km). Aucune estimation des réserves n'a été effectuée.

2.9.4 Phonolites

Ces roches sont l'équivalent effusif des syénites néphéliniques. Elles ont donc une composition chimique similaire, mais avec une texture microlitique orientée avec ou sans phénocristaux de feldspaths. Les principaux sites répertoriés sont les suivants :

- Ankify (Nord Ouest d'Ambanja) (1) : phonolite en filons. Réserves non cubées. Des analyses sont disponibles.
- Massif de l'Ankaratra (1) : de nombreux pitons phonolitiques affleurent, dont certains sont accessibles et exploitables en carrière. Toutefois, les analyses effectuées montrent des teneurs en fer trop élevées.

2.10 BAUXITE

La bauxite trouve sa place dans cette étude en tant que composant secondaire pour la fabrication du ciment.

A Madagascar, des réserves importantes de bauxite sont constituées par de vastes secteurs pénéplanés, recouverts d'argiles latéritiques à concrétions et blocs bauxitiques.

De nombreuses précisions sont données dans le rapport de (1) :

- Manantenina (pénéplaines côtières de la côte Sud Est, 110 km au Nord de Fort-Dauphin) (1) : la région qui contient des formations bauxitiques s'étend parallèlement à la côte, sur une distance de 170 km. Le secteur le plus intéressant est celui des environs de Manantenina. Les réserves cubées sont de 165 Mt de bauxite à 41 % d' Al_2O_3 récupérable. La bauxite s'est formée à partir de leptynites alumineuses précambriennes. 120 km plus au Nord, la zone Vangaindrano-Farafangana représente une réserve d'appoint théorique de 100 Mt (réserve probable) à 37,4 % Al_2O_3 récupérable.

Dans les années soixante, Pechiney a étudié en détail le gîte de Manantenina et a fait des essais de traitement par lavage du minerai brut à gangue argileuse. Il a ainsi été montré, à l'époque, que la mise en exploitation pouvait être économiquement rentable, ceci sur la base d'une production annuelle de 5 Mt de bauxite à 40 % Al_2O_3 récupérable, ce qui correspondait au traitement annuel de 18 à 20 Mt de minerai brut. Le gouvernement malgache n'a pas donné suite à ce projet, en raison des importantes dépenses d'infrastructures qu'il fallait engager. En effet, la faible teneur en alumine extractible (41 %) de ce gisement, comparativement aux bauxites faisant l'objet du commerce international, conduisait à un surcoût du frêt à la tonne. Il était donc nécessaire d'envisager la fabrication d'alumine sur place. Or, l'étude d'un tel projet a montré qu'il n'était pas rentable à moins d'arriver à une taille d'usine produisant 1,8 Mt/an, ce qui représente un investissement très important.

- Ankaizana (Sud du massif de Tsaratanana) (1) : il s'agit de plusieurs gîtes d'importance moindre où la bauxite s'est formée à partir de roches du socle précambrien ou de formations volcaniques tertiaires. Ces gîtes sont, de plus, pénalisés par une position géographique défavorable par rapport aux centres stratégiques (à 80 km à vol d'oiseau du point d'embarquement le plus proche, la baie de Loza). Les réserves probables sont de 55 Mt de bauxite à 40,7 % Al_2O_3 récupérable..

- Plateaux de Tampoketsa au Nord-Ouest d'Antananarivo (1)(12) : de nombreuses accumulations bauxitiques constituent des réserves trop faibles pour présenter un intérêt économique.

2.11 MINERAI DE FER

Tout comme la bauxite, le minerai de fer est l'un des constituants secondaires qui entrent dans la composition du ciment.

- Soalala, situé à 120 km à l'Ouest de Majunga (1) : c'est la principale zone-réserve ferrière malgache. Il s'agit de quartzites à magnétite archéens. Les réserves sont estimées à 125 Mt minières possibles à Kizombivavy et à plus de 260 Mt géologiques pour les gisements de Kizombilahy et Malainolo, avec une teneur moyenne de fer de 32 à 34 %. Les essais minéralurgiques effectués prouvent que le minerai peut être facilement enrichi pour obtenir une bonne qualité de concentré marchand à 64 % Fe, sans autre élément chimique gênant. Des essais ponctuels font état de la possibilité de parvenir à un super-concentré. Le développement de ce projet d'exploitation du fer à Soalala fait partie des propositions d'études conseillées par (1).

Les autres gîtes malgaches de minerai de fer sont d'importance secondaire (1). On peut citer :

- les quartzites à magnétite de Fasintsara (80 km à l'Ouest - Nord Ouest de Mananjary) : 30 Mt de minerai altéré, à l'affleurement, à 36 % Fe et 75 Mt de minerai profond à 34 % Fe (dans le second cas, le recouvrement est important) ;
- les quartzites à magnétite d'Antananarivo - Ambohipiahonina, à 30 km au Sud Est d'Ambatolampy : 15 Mt de minerai à 30 – 40 % Fe, facilement exploitable ;
- les quartzites à magnétite des régions de Maevatanana, de l'Alaotra, de Mantaoa, de la côte Sud Est... Les réserves se situent dans la fourchette de quelques centaines de milliers à quelques millions de tonnes ;
- l'amas de magnétite lenticulaire de Bekisopa (Nord d'Ihosa) : 10 Mt à 60 % Fe et 60 Mt à 30 – 35 % Fe. Ce site est dans une position géographique très défavorable car éloigné de toute ville ou port (485 km de Tananarive ; 285 km de Tuléar ; éloignement de 100 km de la RN7) ;
- les cuirasses ferrugineuses de Betioky (80 km au Sud Est de Tuléar) : 30 Mt de minerai à 24 % Fe et 130 Mt possibles à 10 – 14 % Fe ;
- les cuirasses ferrugineuses de Moramanga (gîtes d'Ambatovy et d'Analamay) recouvrant des latérites nickelifères : 35 Mt d'un minerai 46 – 47 % Fe, 10 à 12 % Al_2O_3 , 0,8 à 0,6 % SiO_2 , 0,15 – 0,17 % Ni, 0,6 à 1,1 % Cr, 1,5 à 2 % TiO_2 . Le minerai de ce gisement a été jugé apte à la fabrication de charge-chrome (la production annuelle de 60 000 t de cet alliage nécessiterait 7 900 tonnes de ce minerai). L'étude de faisabilité de ce projet avait été réalisée par "USINE - ACIER" dans le cadre du projet ferro-chrome (décembre 1983). Un projet de mini-acierie intégrée a aussi été étudié dans la région de Moramanga, par la société SOFREMINE : il repose sur l'exploitation annuelle de 300 000 t de minerai non concentré à Ambatovy.

2.12 BITUME

Le bitume est principalement utilisé en tant que matériau routier et peut être rattaché aux matériaux de construction, puisqu'il sert à l'aménagement des abords des constructions (parkings, voies d'accès,...), notamment pour celles qui sont à usage industriel.

Les principaux gîtes de bitume connus à Madagascar, sont les suivants :

- Bassin d'Antanifotsy (14) : les réserves géologiques maximales sont estimées à 15 Mt de schistes bitumineux (et 19 Mt de lignite). Cependant, l'exploitabilité de ce gisement est jugée défavorable ;
- Bemolanga (300 km à l'Ouest Nord Ouest d'Antananarivo) (15) : les grès perméables de l'Isalo I et II de ce gisement de 540 km², sont tous plus ou moins imprégnés de bitume. Les réserves géologiques ont été estimées à 3 milliards de tonnes de bitume avec des teneurs dans les niveaux imprégnés de 1 à 11 % en poids (moyenne 3,9 %) et une proportion de niveaux imprégnés de 45 % sur l'ensemble des niveaux traversés par les sondages de reconnaissance. Les réserves reconnues exploitables (niveaux titrant au minimum 5 % en poids de bitume, exploitables en carrière jusqu'à une profondeur de 30 m avec un taux de découverte inférieur ou égal à 1) sont de 40 Mt au maximum dans les secteurs d'intérêt majeur. Ces estimations datent des reconnaissances menées en 1961 et 1962 par la Société des Pétroles de Madagascar.

Par ailleurs, de nombreux indices de bitume sont signalés à proximité des voies routières existantes, en particulier dans la région nord-ouest du pays (Bemolanga,...). Ils présentent un intérêt certain, car ils constituent des points potentiels de prélèvement de matériaux bitumineux, qui pourraient servir à l'entretien routier, bien souvent défaillant à Madagascar. Un projet d'étude de ces indices (recensement, cartographie, échantillonnage pour analyses, quantification des réserves) a été récemment proposé par le BRGM Madagascar, dans le cadre d'une action de coopération régionale entre La Région Réunion et Madagascar : il permettrait de connaître le potentiel de ces indices et de définir des programmes de reconnaissance approfondie pour les indices les plus intéressants. Si certains de ces indices s'avéraient être des gîtes exploitables, Madagascar disposerait alors en propre (aujourd'hui tout le bitume est importé) de ressources en matériau bitumineux pour l'entretien des routes, domaine très important dans le développement des infrastructures du pays.

3. Les filières matériaux naturels pour la construction du point de vue des Industriels

3.1 PRINCIPALES CONTRAINTES

3.1.1 Faible densité du tissu industriel vis à vis des filières matériaux de construction

Comme cela a été mentionné précédemment (paragraphe 2.2 à 2.12), le sous-sol de Madagascar est riche en ressources dans le domaine des matériaux naturels pour la construction. Mais, contrairement à d'autres pays de la Zone Sud-Ouest de l'océan Indien, à fort potentiel de ressources, tel l'Afrique du Sud, il n'y a pas de filières industrielles développées. En effet, les industries ayant une taille conséquente sont peu nombreuses et une grande partie du marché intérieur des matériaux de construction est assuré par des artisans, notamment par le milieu informel. Certains chiffres, difficilement vérifiables, indiquent que le secteur formel ne représente que 5 à 8 % du marché. Les produits informels, de moindre qualité mais aussi moins chers, sont une adaptation au faible pouvoir d'achat des habitants, et ainsi, ils concurrencent fortement les produits des industriels. Pour citer un exemple, 20 millions de briques sont fabriquées chaque année de façon artisanale aux alentours d'Antananarivo, et pourtant, il n'existe pas de briqueterie vraiment industrielle à Madagascar.

La faible densité du tissu industriel malgache dans le domaine des matériaux de construction est également la conséquence du faible montant des investissements dans les années passées, autant étrangers que malgaches.

3.1.2 Problème du transport

De manière générale, les matériaux naturels pour la construction sont généralement très pondéreux et leur transport entre les zones d'exploitation et celles de traitement, puis jusqu'aux lieux de consommation, en renchérit le prix. Or ce phénomène est accentué à Madagascar pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la superficie de la Grande Île (équivalent à celle de la France et du Bénélux, réunis), est importante. Egalement, le réseau routier est très peu dense et, très souvent, en mauvais état. Ainsi, de nombreuses régions sont difficiles d'accès, ce qui nécessite d'emprunter des pistes sur de longues distances. Mais, même sur les axes bitumés des Hautes Terres, la circulation des camions est lente, car le relief est très montagneux. Le transport des matériaux ne peut par ailleurs pas se faire par voie ferrée, car le réseau ferroviaire, très ancien, n'est presque plus fonctionnel. Enfin, le nombre de ports en eaux profondes est limité.

3.2 FILIERE ROCHES ORNEMENTALES ET PIERRES DIMENSIONNELLES

3.2.1 Société HAZOVATO

Contact : Mme RAMIARISOA, Directeur Général.

La société malgache HAZOVATO produit du bois et exploite des carrières de roches ornementales depuis 30 ans. Quatre carrières (aragonite, marbre vert, marbre blanc, marbre noir) sont en exploitation sur permis de l'Etat, mais aujourd'hui le maintien de ces permis se pose et des prospections sont en cours pour identifier de nouvelles ressources. La carrière d'aragonite est située à Analavoray (100 km à l'Ouest d'Antananarivo ; photographie n° 2, annexe 3), celles de marbre à Ambatofinandrahana (80 km au Sud Sud-Ouest d'Antsirabe). L'offre de la Société HAZOVATO comprend aussi des granites qui sont achetés à la société SECMA. Les produits transformés sont des matériaux de construction (moellons, dalles,...), des tables,...

Le marché de cette société est aujourd'hui uniquement local et ses responsables considèrent que l'exportation vers d'autres pays de la C.O.I., ne peut, aujourd'hui, être envisagée, en raison :

- de ses difficultés actuelles d'approvisionnement en matières premières ;
- d'une capacité de production trop limitée ;
- de difficultés administratives et du coût du transport (par voie routière depuis Antananarivo jusqu'au port de Tamatave : 150 FF/tonne + frais portuaires).

Mme RAMIARISOA précise toutefois :

- qu'HAZOVATO exporte déjà du bois vers La Réunion ;
- que, dans le domaine des roches ornementales, si les difficultés administratives peuvent être réglées et les coûts de transport abaissés, le principe d'une exportation de produits finis ou bruts vers La Réunion ou d'autres pays de la C.O.I., l'intéresse, à condition de ne pas être un simple fournisseur de matières premières...

3.1.1 Société MAGRAMA

Contacts : MM. LANZA (Directeur) et POUPARDIN (responsable d'exploitation).

La société italienne MAGRAMA a été fondée en 1990, mais a connu des problèmes administratifs qui ont conduit à sa fermeture pendant 2 ans (1995 et 1996). Elle exploite du marbre blanc (carrière à Ambatofinandrahana – 200 km au Sud-Sud-Ouest d'Antananarivo –, en début d'exploitation), du "granite" noir (également à Ambatofinandrahana), du granite/gneiss rose/violet, du quartzite bleu, à partir de plusieurs autres carrières. M. LANZA considère que MAGRAMA est la seule société avec SECMA qui exploite de manière industrielle les roches ornementales à Madagascar. Aujourd'hui, MAGRAMA produit des carreaux, des plinthes de marches et contre-marches, des plaquettes pour revêtement mural,... Ses capacités de production sont limitées (scie circulaire d'1,20 m de diamètre), mais MAGRAMA compte diversifier les teintes et les types de produits finis et améliorer progressivement son équipement.

Le prix de vente des produits finis se situent entre 32 euros FOB le m² pour les carreaux en marbre et 52 euros FOB le m² pour les carreaux en granite noir (1 euro = 6,55957 FF = 6559 FMG – au 1^{er} mai 2000).

Le prix du transport d'un conteneur avec 650 m² depuis l'usine jusqu'au port de Tamatave est de 7 000 000 FMG HT et le prix de la mise à FOB est d'environ 2 000 000 FMG. Cela représente donc un coût total d'environ 13 800 FMG par m², soit environ 2,1 euros, ce qui est donc peu important, pour ce produit fini.

L'exportation de blocs marchands et de produits finis vers les autres pays de la C.O.I., intéresse MAGRAMA, dans un stade ultérieur.

A titre d'exemple, des plaques polies de plusieurs types de roches ornementales produites par la société HAZIVATO, ont été photographiées (photographies n° 3 à 5, annexe 3).

3.2.3 Société SECMA

Contact : M. MAZZON (Responsable d'exploitation)

La Société SECMA (Société d'Exploitation des Carrières de Madagascar) existe depuis 1991. Elle est de statut malgache, et ses capitaux proviennent pour 30 % de Madagascar et pour 70 % de l'étranger (NEWCO, Italie – MARLIN, Afrique du Sud).

La SECMA exploite principalement trois carrières de granite : granite rose à Ambatomanga (30 km à l'Ouest d'Antananarivo), granite bleu à Carion (20 km à l'Est d'Antananarivo) et granites présentant plusieurs teintes à Amparihivato (60 km au Nord d'Antananarivo). Elle ne produit que des blocs marchands de première qualité qui sont exportés vers l'Afrique du Sud ou l'Italie, où ils sont découpés, puis réexportés dans le monde entier. Les blocs exportés pèsent au minimum 25 tonnes.

Actuellement, d'autres ouvertures de carrières sont à l'étude et SECMA envisage d'en ouvrir deux nouvelles d'ici la fin de l'année 2000, afin de disposer de nouvelles teintes de granite. Elle projette également de moderniser ses outils d'exploitation, en utilisant la technique du fil diamanté pour le découpage des blocs.

La SECMA ne possède pas d'usine de traitement (découpage/sciage/polissage) des blocs à Madagascar, car cela nécessite des investissements très importants. Un projet a été étudié, mais reste en suspens pour deux raisons principales. D'une part, les décideurs de la SECMA hésitent à investir à Madagascar, ayant des craintes quant à la garantie des investissements. D'autre part, les clients exigent une très bonne qualité dans la taille des blocs, et la SECMA n'est pas sûre de trouver la technicité requise à Madagascar.

D'après M. MAZZON, les principaux handicaps de la filière pierres ornementales à Madagascar sont les difficultés et les coûts du transport, en raison notamment du réseau routier inapproprié à la circulation des poids lourds. Le coût du transport entre les carrières et le port de Tamatave varie entre 3 et 3,8 millions de FMG pour un bloc. Ainsi, en moyenne, pour un bloc de 7 m³, vendu à 2450 USD, le seul coût du transport terrestre à Madagascar représente environ 20 % du prix de vente à l'usine de traitement. Il faut bien sûr ajouter à cela le coût du transport maritime et les droits de douane.

Le fait que les blocs marchands préparés à Madagascar soient découpés en Italie et en Afrique du Sud, par des sociétés renommées qui produisent une grande quantité de matériaux avec une grande variété de produits (par exemple, MARLIN possède 80 carrières, dont l'une des plus beaux « granites » noirs du monde), permet aux produits de la SECMA d'obtenir de larges débouchés dans le monde entier, ce qui serait impossible pour une entreprise ne possédant que quelques carrières.

Du fait de cette caractéristique propre de fonctionnement (traitement des blocs à l'étranger), le marché de la C.O.I. n'est pas, aujourd'hui, privilégié par la SECMA.

3.3 FILIERE CHAUX

3.3.1 Société CHAUMAD

Contact : M. RAVANDISON (Directeur).

D'après son directeur, l'unique producteur de chaux de qualité (qualité certifiée par les laboratoires européens ; norme EN 459) à Madagascar est la Société CHAUMAD. Elle exploite un calcaire très cristallin (cipolin) à haute teneur en CaCO_3 (98 %), à Ibity (Sud d'Antsirabe). Les réserves de ce gisement sont énormes.

Chaux vive et chaux éteinte sont produites. CHAUMAD exporte déjà de la chaux vive vers La Réunion (importateur : CGEA ONYX). Toutefois, les coûts de transport sont problématiques, mais d'autres gisements pourraient être trouvés dans des zones proches de la côte. Le marché de La Réunion et de l'île Maurice (sucreries) est estimé par M. RAVANDISON, à respectivement 4 000 tonnes et 8 000 tonnes. L'Afrique du Sud s'approvisionne actuellement en Zambie.

La perspective d'exporter vers La Réunion des produits bruts - semi-transformés - transformés, intéresse vivement M. RAVANDISON.

3.4 CIMENT

3.4.1 Société MACOMA

Contact : M. ALBRECHT (Directeur Général).

La Société MACOMA est une filiale du Groupe suisse HOLDERBANK (tout comme MACORE à La Réunion). M. ALBRECHT n'est pas très optimiste quant aux possibilités d'exportation rentable de clinker ou de ciment vers La Réunion pour les raisons ci-après :

- les coûts de transport par route Tananarive-Tamatave sont de l'ordre de 100 FF/tonne et deviendront encore plus élevés ;
- au sein de la C.O.I., la permanence de l'octroi de mer à La Réunion est un frein notable à l'exportation ;
- il ne faut pas attendre d'aide ni des opérateurs locaux ni du gouvernement malgache, ni de la coopération française, ... ;

D'après lui, les perspectives d'une exportation compétitive passent par :

- la création d'une "usine sur l'eau" (projet de cimenterie à Tuléar ; coût : 200 millions de dollars) ;
- l'établissement d'un contact entre industriels réunionnais et partenaires malgaches.

3.4.2 Société SANCA

Contacts : MM. PAUPINAT (Directeur Commercial SANCA) et BAGES (Directeur Général LAFARGE océan Indien).

La Société SANCA (filiale du Groupe LAFARGE) exploite une carrière de calcaire marneux dans les environs de Majunga. Certains bancs, très purs, titrent 98 % de CaCO_3 . A partir des matériaux bruts, sont élaborés ciment et chaux.

En ce qui concerne le marché réunionnais, les responsables de SANCA considèrent :

- qu'il n'est pas pensable d'initier un projet rentable portant sur la chaux (usages agro-alimentaire et chimie de l'agro-alimentaire), en raison de la non culture de la chaux dans l'assolage des sols à La Réunion (contrairement à ce qui se pratique à l'Île Maurice) et ceci malgré d'excellente solubilité de la chaux produite par SANCA ;
- que leur ciment n'est pas exportable vers La Réunion, car il n'est pas aux normes françaises.

D'après SANCA, le marché du ciment à La Réunion est de 400 000 tonnes/an, alors que la capacité de production des Ciments de Bourbon est de 350 000 tonnes/an. Pour ce qui est d'un éventuel marché vers l'Afrique du Sud, il n'y a pas de débouché, en raison d'une surcapacité de production des cimenteries sur place.

3.5 FILIERES DOLOMIE ET KAOLIN

Deux sociétés importantes, qui travaillent en parallèle, exploitent et traitent la dolomie et différentes autres substances. Il s'agit des sociétés PROCHIMAD et SOMADDEX. Elles ont un quasi-monopole sur le marché intérieur, n'ayant pas d'autres concurrents à Madagascar et travaillant sur des produits trop pondéreux pour être importés à des prix concurrentiels.

3.5.1 Société PROCHIMAD

Contact téléphonique avec Mme ANDRIANTSITOMAINA (Directeur Commercial)

La Société PROCHIMAD exploite une carrière de dolomie à Antsirabe et possède une usine près d'Antananarivo destinée à la micronisation et la mise en sacs. Sa capacité est de 7 000 T/an, mais sa production reste en-deça de ce chiffre. Actuellement, elle n'exporte pas et vend toute sa production sur Madagascar. D'après le directeur commercial, la possibilité d'exportation de dolomie n'est pas envisagée par PROCHIMAD.

Les produits proposés sont des produits bruts, aucune transformation n'étant effectuée par la société. Ses principaux clients utilisent la dolomie dans la fabrication d'enduits et de peintures.

Les prix proposés (2000) sont donnés dans le tableau 1, en FMG HT (1 000 FMG = 1 FF au 1^{er} mai 2000) :

	Sac de 50 kg	Soit la tonne
Dolomie 40 μ	55 000	1 100 000
Dolomie 20 μ	55 275	1 105 500
Dolomie 10 μ	75 000	1 500 000

Tableau 1 : Prix de la dolomie proposée par PROCHIMAD

3.5.2 Société SOMADEX

Contact : M. RAHAMEFY (Directeur Commercial).

- **Renseignements sur la Société**

La société nationale SOMADEX (SOCIÉTÉ MALGACHE D'EXPLOITATION de mines et de carrières) exploite et transforme de la dolomie, du kaolin, du talc, du feldspath, de la barytine, de la silice et de l'ardoise. D'après son directeur commercial, M. G. RAHAMEFY, PROCHIMAD et la SOMADEX ont un quasi-monopole sur la distribution de ces substances.

La SOMADEX est une Société Anonyme fondée en 1963, détenue à 92 % par l'Etat. Une fusion avec PROCHIMAD et surtout une reprise par des capitaux privés (malgaches et étrangers) est en cours. Ce changement devrait permettre à la société de faire de nouveaux investissements et de se tourner vers l'exportation.

Actuellement, la SOMADEX possède différentes carrières dans la région d'Ibity (Sud d'Antsirabe) et une usine moderne à Antsirabe où elle traite toutes ses substances. La capacité de cette usine est de 30 000 T/an, mais elle est largement sous-exploitée, puisque la production de la SOMADEX, toutes substances confondues, est de 4 à 5 000 T/an. Le principal problème rencontré par la société est l'approvisionnement depuis les carrières jusqu'à l'usine. Aucun investissement n'a été fait ces dernières années et seuls un ou deux camions peuvent approvisionner l'usine en matériaux. Comme les réserves sont importantes pour toutes les substances considérées, des investissements en moyens de transport devraient permettre d'accroître rapidement la production.

Concernant la qualité, les produits de la SOMADEX n'ont pas de problème pour être aux normes internationales, car les gisements sont de très bonne qualité physico-chimique. D'après le responsable de la SOMADEX, ils seraient de meilleure qualité que les produits concurrents d'autres pays.

Pour le moment, la SOMADEX n'exporte pas et vend toute sa production à Madagascar. Le principal problème rencontré, outre celui de la faiblesse de la production, est le coût du transport, à la fois depuis l'usine jusqu'au port de Tamatave, mais aussi le transport par bateau. Pour donner un ordre de grandeur, le coût du transport entre Antsirabe et Antananarivo est de 60 000 FMG/T (soit environ 60 FF/T), prix qui devrait prochainement augmenter. Il y a quelques années, la SOMADEX a eu des contacts avec La Réunion et l'Île Maurice qui souhaitaient acheter de la dolomie, mais ses prix n'étaient pas concurrentiels par rapport à d'autres sources d'approvisionnement, à cause du coût du transport.

L'arrivée du repreneur, qui devrait se faire d'ici fin 2000, devrait permettre d'augmenter la production, ce qui ira de pair avec une recherche de débouchés à l'exportation, en partie au sein de la C.O.I.

- **Produits proposés par la SOMADEX**

Les principaux produits proposés par la SOMADEX sont les suivants :

- **Dolomie** : elle est vendue sous forme granulée (3000 μ) broyée (1000 μ) ou micronisée (20 μ). Le gisement se trouve à Ibity (Sud d'Antsirabe). La dolomie représente 75 à 80 % de la production de la SOMADDEX, soit entre 3 et 4 000 T/an. La dolomite exploitée est blanche, à aspect cristallin avec éclats vitreux. Sa densité absolue est de 2,85, sa dureté est de 3,5 à 4. Sa composition chimique est la suivante : SiO_2 : 0,1 % ; Fe_2O_3 : 0,13 % ; MgO : 21,2 % ; Al_2O_3 : traces ; CaO : 30,6 % minimum ; perte au feu dont CO_2 : 46,8 %. Elle est utilisée en agriculture, élevage, verrerie (fondant), pour la fabrication de peinture, produits chimiques, savon, porcelaine, papier...
- **Kaolin** : il est commercialisé sous forme lavée à 40 μ , micronisée à 20 μ , lavée micronisée à 20 μ . Sa blancheur est de 83 à 85 %. Il est utilisé pour la fabrication de verre, de savon, comme charge pour la papeterie, les pesticides, la peinture, la colle,... Quand la papeterie de Madagascar fonctionnait, la production de kaolin par la SOMADDEX était de 700 T/an, mais elle a actuellement beaucoup diminué. Les principaux acheteurs sont des artisans.
- **Autres argiles** : les commandes sont très rares. La SOMADDEX en assure uniquement le traitement pour la céramique. Le client amène la matière première, qui est seulement traitée à l'usine de la SOMADDEX.
- **Calcite** : elle est commercialisée sous forme brute (blocs de 10 à 40 cm), broyée à 1000 μ , pulvérisée à 400 μ , micronisée à 20 μ . La calcite exploitée est à éclat vitreux, de couleur blanche, et sa composition est la suivante : SiO_2 : traces ; Fe_2O_3 : 0,05 % ; MgO : 0,1 % ; Al_2O_3 : 0,2 % ; CaO : 56,1 % ; CO_2 (perte au feu) 43,6 %. Elle est utilisée comme fondant pour la verrerie, comme composant en céramique, en cimenterie et dans la fabrication de la chaux, de savon ou de détergent. La production totale est de 500 T/an au maximum, la SOMADDEX produisant suivant la demande. Pendant un temps, l'approvisionnement de l'île Maurice a été envisagé, mais la calcite de la SOMADDEX était plus chère que celle d'un industriel australien qui a eu le marché.
- **Talc** : il est présenté sous forme broyée à 1000 μ ou micronisée à 20 μ . Le talc exploité est blanc à éclat nacré. Sa composition chimique est la suivante : TiO_2 : 0,08 % ; Fe_2O_3 : 1,12 % ; MgO : 27,2 % ; Al_2O_3 : 0,88 % ; CaO : néant ; CO_2 (perte au feu) : 43,6 %. La production annuelle est de 100 tonnes au maximum, et il est surtout utilisé pour les cosmétiques, mais aussi comme charge pour la papeterie, la peinture, les savons, comme isolant thermique et dans la fabrication de céramique.
- **Barytine** : elle est commercialisée broyée à 1000 μ , pulvérisée à 400 μ , ou micronisée à 20 μ . Elle a un éclat vitreux un peu résineux. Sa composition chimique est la suivante : BaO : 65,7 % ; SiO_2 : 34,2 %. La production annuelle est de 400 tonnes, essentiellement pour la fabrication de peinture (Société SOMALAVALE, Tamatave) et parfois comme additif à la boue pour des forages.
- **Ardoise** : elle est commercialisée en plaquettes brutes, en plaquettes côtés sciés, en carreaux (polis, bruts), en tuiles pour couverture. La demande émane essentiellement de particuliers et demeure faible et ponctuelle, dans la mesure où l'ardoise n'est pas un matériau très utilisé dans les constructions malgaches.
- **Feldspath** : la production est très faible, car il n'y a que très peu de débouchés dans la filière céramique à Madagascar, qui est très artisanale. Les deux gros fabricants de céramiques à La Réunion et à l'île Maurice ne se fournissent pas à Madagascar.

- **Silice** : elle provient du traitement du kaolin et est commercialisée à 400 µ. Elle est utilisée comme fondant pour les produits céramiques, comme composant pour mortier enduit et briques stabilisées, et comme abrasif. La seule verrerie de Madagascar (Tamatave), a fermé il y a dix ans.

La production d'autres roches et minéraux industriels, comme le gypse, la pouzzolane (remplacé par le kaolin), la calcédoine, la chlorite, la célestite, le quartz ont été arrêtées, soit parce que la demande était trop faible, soit parce que les coûts de transport étaient trop élevés. Le prix de vente des produits de la SOMADDEX est donné dans le tableau 2.

NATURE	PRIX Hors TVA	PRIX hors TVA
	Rendu Magasin TANANARIVE	Départ ANT SIRABE
<u>I. PRODUITS BROYES</u>		
Dolomie	370 000	310 000
Calcite	370 000	310 000
Talc	422 220	362 220
<u>II. PRODUITS PULVERISES</u>		
Calcite	910 500	850 500
Kaolin	910 500	850 500
Feldspath	960 000	910 000
Silice, Argiles	900 000	840 000
<u>III. PRODUITS MICRONISES</u>		
Dolomie 5 microns	1 500 000	1 440 000
Dolomie 20 - 40 microns	1 050 000	990 000
Calcite 5 microns	1 500 000	1 440 000
Calcite 20 - 40 microns	1 050 000	990 000
Kaolin 5 microns	1 500 000	1 440 000
Kaolin 20 - 40 microns	930 000	870 000
Talc 20 microns	1 105 500	1 045 500

Tableau 2 : Prix de vente des produits de la SOMADDEX
(prix de gros à la tonne en FMG - 2000)

NB : au 1^{er} mai 2000, 1 FF = 1000 FMG

3.5.3 Société SOMALAVAL

Contact téléphonique avec M. RAKOTONDRASAMBA (Directeur)

La Société SOMALAVAL (SOciété MALgache des LAques VALEntine) fabrique des peintures dans son usine de Tamatave. Elle représente ainsi un débouché important pour les charges minérales entrant dans la composition des peintures.

La SOMALAVAL est une filiale de la Société Valentine (basée au Luxembourg), qui est détenue par le groupe I.C.I. (Royaume-Uni). Elle utilise donc les formules de Valentine, pour la production de peinture.

La SOMALAVAL achète presque la totalité de ses matières premières minérales à Madagascar : il s'agit de la dolomie, de la calcite, du kaolin, de la barytine et du talc. Ses fournisseurs sont les Sociétés PROCHIMAD et SOMADDEX. D'après son directeur, la qualité de la dolomie, du talc et du kaolin est bonne, celle de la calcite moyenne, tandis que la barytine est de bas de gamme. Ainsi, la SOMALAVAL importe parfois un peu de barytine. Mais, les produits importés sont beaucoup plus chers, en raison notamment des coûts de transport : à titre d'exemple, la calcite achetée à Madagascar est quatre fois moins onéreuse que celle importée, rendue à Tamatave. Par contre, les pigments sont importés.

Actuellement, toute la production de la SOMALAVAL est commercialisée à Madagascar, mais d'après son Directeur, la Société prospecte le marché international (Liban, C.O.I.,...), en vue d'exporter.

3.6 VISITE DE LA BRIQUETERIE DE MORAMANGA

A Madagascar, l'utilisation de briques et tuiles dans la construction est une tradition ancienne et qui se poursuit. Aujourd'hui, l'essentiel de la production est tout à fait artisanale : prélèvement de terres à briques dans les fonds de vallée (rizières, en particulier), façonnage à la main, cuisson au feu de bois par entassement des briques, vente en bord de route de produits finis qui laissent à désirer (fissuration, cuisson inégale, gauchissement,...) (photographies n° 6 à 11, annexe 3).

Afin d'aboutir à des produits finis de qualité, le besoin est exprimé par les décideurs malgaches, de construire des briqueteries industrielles.

La briqueterie de Moramanga (photographie n° 12, annexe 3), considérée comme la première unité de production semi-industrielle, appartient à la Société TMM (Tany Manga Malagasy), est implantée à une quinzaine de km à l'ouest de la ville, en rive droite du fleuve Mangoro. Sa visite s'est faite par l'entremise de M. Bernard ANDRE, responsable de la Société Otér, qui a pris les contacts nécessaires.

La briqueterie est entrée en fonctionnement au début de l'année 1999. Elle est toujours en phase de rodage. Son marché actuel est local (régions de Moramanga, Majunga, Tamatave, Tananarive,...). 60 personnes y sont employées.

Les matériaux (argiles ocre/rouge et sables fins/grossiers) sont extraits à proximité immédiate de la briqueterie, à partir d'alluvions anciennes du fleuve Mangoro (photographie n° 13, annexe 3). Il n'a pas été possible de se procurer sur place analyses chimiques, déterminations minéralogiques et résultats d'essais, sur les matières premières utilisées. D'après M. Henri ANDRIAMAHERY, directeur de l'usine, ceux-ci seraient disponibles au siège de la Société à Tananarive.

Les types et les coûts (1999) des produits de terre cuite (photographies n° 14 et 15, annexe 3) sont donnés dans le tableau 3.

A titre de comparaison, les briques pleines fabriquées artisanalement autour d'Antananarivo, s'achètent 100 FMG/pièce. Elles sont donc quatre fois moins chères que les briques de la briqueterie de Moramanga. Cet écart de prix explique pourquoi le secteur informel tient une

place aussi importante dans le secteur des matériaux de construction à Madagascar, même si les produits artisanaux sont souvent de mauvaise qualité.

PRODUITS	DIMENSIONS (cm)	P.U. HT (FMG)	PU TTC	Nb/m ²	Prix HT/m ²
Brique creuse	20 x 20 x 40	1800	2160	12	21600
Brique creuse	15 x 20 x 40	1195	1434	12	14340
Brique creuse	10 x 20 x 40	920	1104	12	11040
Brique pleine	21 x 10,5 x 6	333	399,6	45	14985
Briquette	6 x 20 x 3,5	850	1020	83	70550
Tuile plate	17 x 28	450	540	59	26550
Dalle	20 x 20	950	1140	25	23750
Hourdi	33 x 33 x 15	1900	2280	9	17100

Tableau 3 : Types et coûts des produits de terre cuite de la briqueterie de Moramanga

Il nous a été donné de constater que la briqueterie de Moramanga pouvait, effectivement, au mieux, être qualifiée de semi-industrielle :

- filière de mélange, broyage, malaxage, extrudage semi-automatique (photographie n° 16, annexe 3) par convecteurs (matériel d'occasion) ;
- séchage des briques pleines et des dalles à l'air libre pendant 5 jours (dans une région à forte pluviométrie...) ;
- séchage des produits creux dans des tunnels (source de chaleur : brasero très rudimentaire et ventilation par pales) ;
- cuisson dans trois fours à bois rustiques (photographie n° 17, annexe 3).

De plus, il ne semble pas y avoir de contrôle de la qualité des matières premières. Ainsi, le contremaître de l'usine nous a "avoué" que le criblage du sable n'était pas fait...

Le résultat en est une production qui laisse à désirer : produits finis fissurés, écaillés, gauchis,... et une perte qui est estimée par les responsables entre 10 et 15 %.

Malgré l'intérêt manifesté par des mauriciens, d'après le directeur de l'usine, il est clair que dans son état actuel de fonctionnement et d'équipement, la briqueterie de Moramanga ne peut raisonnablement envisager des exportations.

4. Point de vue des Institutionnels

4.1 CONTACTS AVEC LES AUTORITES MALGACHES

Les responsables malgaches rencontrés (Mme RANOROSOA, Directeur des Mines et de l'Energie et M. RATOVOMALALA, Ministre de l'Industrialisation et de l'Artisanat) se sont montrés tout à fait favorables à des perspectives d'échanges entre La Réunion et Madagascar dans le domaine concerné.

Le Ministre considère que l'opportunité de cette coopération est réelle dans le cadre de la loi de Développement Industriel et d'un programme de 12 grands projets industriels qui sont en cours d'identification à Madagascar (dont un projet de cimenterie). Il a insisté, par ailleurs, sur l'importance qu'il y avait pour Madagascar, confrontée à une forte croissance démographique, à développer l'industrie de la construction. Il a cité, pour exemple, le manque actuel d'une briqueterie industrielle dans le pays.

Les deux responsables ont chacun proposé d'associer certains de leurs collaborateurs à la suite de notre programme d'étude.

Des contacts ont également été pris avec M. R. VIA, Officier Permanent de Liaison (OPL) Malgache au sein de la C.O.I., et Mme V. RAZOELINIRINA, Chef de Service au ministère de l'Industrie, pour leur présenter un projet visant à mettre en place une gestion concertée des ressources en granulats et sables au sein de la C.O.I. Ce projet les intéresse et leur soutien est assuré pour la recherche des cofinancements nécessaires.

4.2 CONTACT AVEC LE POSTE D'EXPANSION ECONOMIQUE DE L'AMBASSADE DE FRANCE

M. de DIANOUS, responsable du poste d'Expansion Economique à l'Ambassade de France, considère que le projet est intéressant et répond à un réel besoin. Toutefois, il souligne deux difficultés constituant des freins à l'exportation de produits malgaches vers La Réunion :

- le coût du transport par voie routière, des matériaux depuis l'intérieur du pays, jusqu'à un port ;
- pour des raisons de droit français, la permanence de taxes douanières (octroi de mer) à l'entrée à La Réunion, alors que les autres pays de la C.O.I. rentreront dans une zone de libre échange à 0 % de taxes douanières à terme (c'est déjà le cas depuis le 1^{er} janvier 2000 entre Madagascar et l'île Maurice).

Pour ces raisons, d'après lui :

- les industriels réunionnais doivent accompagner la démarche et entrer en contact avec les industriels malgaches ;
- la pertinence économique d'une industrie réunionnaise à La Réunion, se justifiant par une importation permanente de produits malgaches n'est pas démontrable aujourd'hui (coût de la main d'œuvre ; maintien de l'octroi de mer ; coût du transport terrestre à Madagascar). *A contrario*, l'installation d'industries réunionnaises à Madagascar ou dans d'autres pays de la C.O.I. est jouable ;
- l'importation de matériaux pondéreux de Madagascar vers La Réunion n'est pas rentable actuellement pour les industriels réunionnais.

5. Premières conclusions

Si l'on excepte l'Afrique du Sud, Madagascar est le seul pays parmi ceux concernée par cette étude de coopération régionale (pays de la C.O.I. et Afrique du Sud) à renfermer un potentiel important en matériaux naturels pour la construction : en effet, de par sa superficie, la diversité de sa géologie et la richesse de son sous-sol, Madagascar fait figure de pays ressource pour toute la zone, vis à vis de ces substances utiles. De nombreux gisements ou indices ont été recensés de pratiquement tous les matériaux intéressant notre étude (argiles, calcaires, cipolin, dolomie, roches ornementales, matériaux pouzzolaniques, gypse, feldspaths, quartz...). Pourtant l'exportation de matériaux naturels de construction est aujourd'hui très faible, depuis Madagascar.

Pour expliquer ce paradoxe, il faut mentionner certaines spécificités de la Grande Île, qui ont freiné le développement des filières matériaux de construction et qui encore aujourd'hui sont des obstacles à surmonter. On peut ainsi citer différentes raisons :

➤ Des ressources abondantes mais mal connues et mal valorisées

Concernant les matériaux de construction à Madagascar, il n'y a pas de problèmes de matières premières : toutes les substances entrant dans les différentes filières sont représentées en abondance. La Grande Île constitue le principal réservoir en roches et minéraux industriels de la C.O.I.. Toutefois, les premières reconnaissances de gisements n'ont pas toujours débouché sur de nécessaires compléments d'exploration et les investissements importants que nécessitent une mise en exploitation ont souvent fait défaut. Des reconnaissances et études complémentaires sont nécessaires pour une meilleure identification et valorisation. Dans ce cadre, la réalisation d'un inventaire (atlas, cartes de ressources et d'unités de transformation par régions / provinces,...) des ressources du pays en roches et minéraux industriels, serait très utile. Elle permettrait de valoriser de façon attractive les ressources malgaches et d'intéresser des investisseurs de la C.O.I.

➤ Un tissu industriel peu développé et fortement pénalisé par des contraintes économiques et structurelles

L'insuffisance des infrastructures de transport (routes, voies ferrées, ports) renchérit fortement les matériaux produits à Madagascar : certains gisements sont très isolés et requièrent de lourds investissements pour leur mise en exploitation. Même sur les axes routiers dans un état correct de service, les distances et donc les durées de transport sont longues, et les coûts sont très élevés.

Le marché intérieur est en partie assuré par le secteur informel et artisanal, qui produit des matériaux de moindre qualité, mais à bas coût, ce qui correspond au faible pouvoir d'achat de la majorité des Malgaches.

Le secteur de production souffre d'un manque de moyens financiers, matériels et humains pour utiliser des techniques modernes et effectuer les investissements nécessaires.

Certains produits malgaches ne correspondent pas toujours aux normes exigées par les pays importateurs (pour La Réunion, normes AFNOR).

➤ **La barrière douanière réunionnaise : un frein aux échanges avec Madagascar**

Un frein à l'exportation de matériaux de Madagascar vers La Réunion est la permanence de l'octroi de mer (qui devrait se maintenir à moyen terme) alors que dans le cadre des accords économiques au sein de la C.O.I., toutes les taxes douanières ont été supprimées au 1^{er} janvier 2000 entre Madagascar et Maurice, et que pour les autres pays hors Réunion, des discussions sont en cours.

Dans la mesure où des financements privés et publics pourront être mobilisés, accompagnant une réelle volonté politique des différents pays de la C.O.I., de partager leurs savoir-faire et leurs ressources, dans un but d'échanges technico-économiques, fructueux pour tous, la situation actuelle de mauvaise valorisation du potentiel en matériaux naturels pour la construction à Madagascar, peut évoluer.

Compte tenu de son énorme potentiel géologique, Madagascar est susceptible de devenir un important pourvoyeur en matériaux naturels pour les petites îles-Etats de la C.O.I., beaucoup moins bien pourvues. D'ores et déjà, quelques idées peuvent être présentées :

➤ **Des projets déjà identifiés ou en cours de lancement**

Certains gisements, dont le potentiel bien qu'encore mal connu, est pressenti comme très intéressant, pourraient faire l'objet d'une présentation didactique, sous forme de fiches, à des industriels. L'objectif recherché est, bien sûr, d'intéresser des investisseurs pour relancer les études d'exploration et de faisabilité concernant des gisements prometteurs.

Ce travail a déjà été réalisé par le "Plan directeur d'actions pour la mise en valeur des ressources du sol et du sous-sol à Madagascar (1) – deuxième phase", préparé par le BRGM, à la demande du Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines, en 1985. Mais, les 33 fiches rédigées alors par le BRGM en étroite collaboration avec les ingénieurs de la Direction des Mines et de la Géologie, sur l'ensemble des substances minières à Madagascar méritent d'être mises à jour. Les projets qui avaient été sélectionnés dans le domaine des matériaux de construction, au vu des connaissances sur les ressources et du marché, sont récapitulés dans le tableau 4.

Intitulé de l'opération	substance	Zone d'intérêt	niveau d'intervention
Valorisation des kaolins de Madagascar	kaolin	Tuléar Antsirabe	étude de pré faisabilité
Evaluation du potentiel du gisement de syénite néphélinique de Nosy Komba	syénite néphélinique	Nord-Ouest de Madagascar	étude de pré faisabilité
Prospection de gypse sur le plateau de l'Ankara	gypse	Maevatanana	étude d'indices
Actions destinées à favoriser la production de quartz	quartz		assistance technique des petits exploitants
Prospection du quartz	quartz	Tamatave Antsirabe	étude d'indices
Etude des gisements de fer de Soalala	fer	Majunga	études de gisement

Tableau 4 : Intitulé des fiches-programmes rédigées dans le cadre du Plan Minéral (1985)

Perspectives d'échanges technico-économiques matériaux de construction pays de la Zone sud-ouest de l'océan Indien - Ressources et filières à Madagascar

Même si, 15 ans plus tard, certaines données (économiques notamment) ont changé, nombreux sont ceux parmi ces projets, qui restent d'un grand intérêt.

Récemment, la Coopération Française, dans le cadre du projet FAC "Relance des activités minières" (n° 970002000), a initié la rédaction de fiches dont l'objectif est de faire la synthèse sur des sujets miniers intéressants, à développer. Les fiches, rédigées par le BRGM, ont été finalisées en 1999. A Madagascar, sur les trois sujets sélectionnés, deux concernent des substances concernant notre étude (tableau 5).

Intitulé de l'opération	substance	Zone d'intérêt	niveau d'intervention
Argiles pour céramiques de la région d'Anjoro-Antatabe	argiles pour céramique	Moramanga	études de gisement et de faisabilité
Appui à la filière du quartz ultra-pur à Madagascar	quartz		appui à la filière ; étude d'indices

Tableau 5 : Intitulé des fiches-programmes rédigées dans le cadre du projet FAC (1999)

Dans ce cadre, le ministère français des Affaires Etrangères vient de décider de financer le sujet concernant les perspectives de développement et de renforcement de la filière quartz industriel. Cette étude, démarrée en novembre 2000 a été confiée au BRGM (cf. § 2.7.1).

Dans le futur, d'autres initiatives de ce genre sont souhaitables, car elles permettraient de mieux présenter pour le valoriser, le potentiel de Madagascar en matériaux naturels pour la construction auprès des industriels et des Etats.

➤ **Perspectives d'échanges entre Madagascar et les autres pays de la C.O.I.**

Pour ce qui est des perspectives d'échanges avec les autres pays de la zone sud-ouest de l'océan Indien, en raison de l'état du réseau routier, le coût élevé du transport à Madagascar (matériaux bruts notamment) est un facteur limitant à l'exportation. Une alternative pourrait être le transport ferroviaire, mais celui-ci n'est pas vraiment opérationnel aujourd'hui. Par contre, le développement de filières de transformation de matériaux bruts permettraient de disposer de produits à plus forte valeur ajoutée, qui seraient donc moins pénalisés par le coût du transport. Cela peut notamment s'envisager pour les roches ornementales, par l'intermédiaire de transferts de technicité entre les autres pays de la zone ayant des compétences dans ce domaine et Madagascar. Ce transfert de technicité permettrait également d'améliorer la qualité des produits malgaches, ce qui est, dans certaines filières, un obstacle à leur exportation (mise en conformité par rapport aux normes des autres pays de la zone).

➤ **Perspectives de mise en réseau des connaissances et de la gestion des ressources**

Toujours dans la perspective d'une meilleure connaissance des différentes filières et des informations géologiques concernant les matériaux naturels pour la construction, il serait intéressant de créer une base de données bibliographiques sur ce thème, en englobant également les autres substances minières. En effet, un tel outil permettrait de centraliser les informations disponibles et de les rendre facilement accessibles aux opérateurs de la filière.

Perspectives d'échanges technico-économiques matériaux de construction pays de la Zone sud-ouest de l'océan Indien – Ressources et filières à Madagascar

Par ailleurs, lors du séminaire qui s'est tenu aux Seychelles du 9 au 12 février 2000, dans le cadre du Programme Régional Environnement C.O.I. (PRE-C.O.I.), les représentants des différents pays ont exprimé leur besoin de disposer de moyens de transferts et d'échanges de savoir-faire, en matière de gestion durable des ressources en matériaux pour granulats et en sables. D'une façon générale, concernant ces substances utiles, les facteurs économiques de court terme prédominent très souvent sur la protection de l'environnement et l'exploitation raisonnée et économe des ressources.

La mise en place d'une gestion intégrée des ressources en sables et matériaux pour granulats constitue donc une priorité pour l'ensemble des pays de la C.O.I.. Partant de cette nécessité, la constitution d'un réseau d'échanges d'information et de savoir faire doit contribuer à une optimisation des moyens et des compétences déployées, ainsi que des résultats acquis, dans une optique de coopération régionale très concrète (complémentarité des actions entreprises, réciprocité des échanges, partenariat actif).

Dans ce cadre, il a été demandé par la DRIRE-Réunion qui a participé à ce séminaire, au BRGM, de proposer un projet visant à répondre aux attentes de la C.O.I., dans une dynamique de coopération régionale.

Le programme d'étude proposé qui s'appuiera le plus possible sur les services techniques et organismes compétents de chacun des pays de la C.O.I., est prévu sur une durée de 3 ans. Il comporte trois types d'action (volet environnemental : impact des extractions, volet technico-économique : identification de sites et ressources de substitution, mise en réseau régionale pour une gestion concertée et "écologiquement correcte" des ressources en matériaux pour granulats et des sables dans l'ensemble des pays de la C.O.I.).

Il est proposé qu'en année 1 (dans le cadre de la programmation de service public 2001 du BRGM), un premier volet de coopération bilatérale, soit engagé entre Madagascar et La Réunion, ceci pour les raisons suivantes :

- la vastitude du territoire malgache, ainsi que la diversité de ses formations géologiques et des problématiques d'extraction à traiter, permettront d'élaborer une méthodologie extrapolable aux autres pays de la zone ;
- à La Réunion, la poursuite des actions engagées dans le cadre du Schéma Départemental des Carrières (en particulier filière "granulats"), pourra se faire dans le cadre de ce projet de coopération régionale, en faisant bénéficier l'ensemble des pays de la zone des retours d'expérience acquise.

ANNEXES

ANNEXE 1 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) **BRGM** (1985) - Plan directeur d'actions pour la mise en valeur des ressources du sol et du sous-sol de Madagascar. Première et deuxième phases.
- (2) **BESAIRIE, H.** (1965) - La géologie de la province de Diego-Suarez.. Service géologique de Madagascar.
- (3) **BESAIRIE, H.** (1961) - Annales Géologiques de Madagascar. Les ressources minérales de Madagascar.
- (4) **BILLARD, G.** (1964) - Etude des principaux gîtes de pouzzolane de Nosy Be et de la Grande Comore. Rapport BRGM TAN 64 A/28.
- (5) **ODENT, B.E. et SNOEP, J.** (1990) - Etude préliminaire du marché des minéraux industriels à Madagascar (application à six substances). Rapport BRGM R 31 353.
- (6) **BRGM** (1965) - Etudes de gîtes de pouzzolanes dans la région d'Antsirabe. Rapport BRGM TAN 65 A/25
- (7) **BRGM** (1986) - Argiles du bassin de Moramanga. Reconnaissance sommaire de 6 sites. Rapport BRGM 86 TAN 02.
- (8) **BRGM** (1986) - Echantillonnage de l'indice d'argile de Ranofotsy. Auteur : P. LEGAL
- (9) **BRGM** (1965) - Etudes géologiques et technologiques de matières premières pour céramique (Région d'Anjoro). Rapport BRGM TAN 65 – A/40.
- (10) **BRGM** (1967) - Indices de marbre de la région d'Ambatofinandrahana. Rapport technique de reconnaissance. Rapport BRGM TAN 67 – A/6
- (11) **BRGM** (1965) - Reconnaissance du gisement de cipolins de l'Ibity. Rapport BRGM TAN 65 – A/35
- (12) **BESAIRIE, H. et DELBOS, L.** (1957) - Carrières et Matériaux de Madagascar. Service Géologique. N°80.
- (13) **BRGM** (1967) - Carte Géotechnique de la région d'Antsirabe. Rapport BRGM TAN 67 – A/1
- (14) **LANDRY, J.** (1971) - Etude des gisements de lignites et schistes bitumineux du bassin d'Antanifotsy : reconnaissance géologique par sondages profonds. Rapport BRGM 71 TAN 26
- (15) **HOTTIN, G. et MARTEAU, P.** (1980) - Grès bitumineux de Bemolanga. RDM/DGM/n°223
- (16) **Poste d'Expansion Economique de l'Ambassade de France à Madagascar** (2000) - Lettre de Madagascar de janvier 2000.

ANNEXE 2 : LISTE DES CONTACTS PRIS

➤ **Mission à Madagascar de J. Ph. Rançon (Directeur Régional BRGM océan Indien) du 11 au 18 octobre 1999**

Pour ces rendez-vous, J. Ph. Rançon a été accompagné de Ph. Dréan, Directeur Résident du BRGM Madagascar de 1991 à 1999.

Lundi 11/10/99 (15 h 30) :	RV avec Mme Nadine Joëlle RANOROSOA, Directeur des Mines et de la Géologie au Ministère de l'Energie et des Mines
Mardi 12/10/99 (9 h 30) :	RV avec M. Gaston ALBRECHT, Directeur Général du Groupe MACOMA
Mardi 12/10/99 (10 h 30) :	RV avec M. Antoine de DIANOUS, Conseiller Economique et Commercial (P.E.E) à l'Ambassade de France
Mardi 12/10/99 (12 h 00) :	RV avec M. Mamy RATOVMALALA, Ministre de l'Industrialisation et de l'Artisanat
Mardi 12/10/99 (13 h 00) :	déjeuner avec Philippe DREAN (Directeur BRGM Madagascar jusqu'en décembre 1999), Mme Nadine RANOROSOA et M. Asgar BARDAY, Industriel et Investisseur (Société OIM)
Mardi 12/10/99 (15 h 30) :	RV avec Mme Sylvia RAMIARISOA, Directeur Général de la Société HAZOVATO
Mardi 12/10/99 (16 h 30) :	RV avec M. Roland RAVANDISON, Directeur de la Société CHAUMAD
Mercredi 13/10/99 (10 h 30) :	RV avec M. Umberto LANZA, Directeur Général de la Société MAGRAMA
Jeudi 14/10/99 (9 h 00) :	RV avec MM. Jacques PAUPINAT et Yves-François BAGES, respectivement Directeur Commercial de la Société SANCA et Directeur Général océan Indien de la Société LAFARGE
Vendredi 15/10/99 (15 h 00) :	visite de la briqueterie de Moramanga en compagnie de MM. Bernard ANDRE de la Société Otér et de J. BOUCHUT (BRGM Madagascar)

➤ **Contacts pris par J. Ph Rançon et J. Bouchut (Ingénieur au BRGM Madagascar) en 2000**

Mardi 4/4/2000	RV avec M. Richard VIA, OPL de la COI
Mercredi 5/4/2000	RV avec M. POUPARDIN, Directeur d'exploitation de MAGRAMA
Mercredi 17/5/2000 :	Conversation téléphonique avec Mme ANDRIANANTSITOMAINA, Directeur Commercial de PROCHIMAD
Lundi 22/5/2000 :	RV avec M. Gaby RAHAMEFY, Directeur Commercial de la SOMADDEX
Jeudi 20/7/2000	RV avec M. Richard VIA, OPL de la COI et Mme Voahangy RAZOELINIRINA, chef de Service au Ministère de l'Industrie
Mercredi 2/8/2000 :	Conversation téléphonique avec M. RAKOTONDRA SAMBA, Directeur de SOMALAVAL
jeudi 17/8/2000 :	Rendez-vous avec M. MAZZON, responsable de la Société SECMA

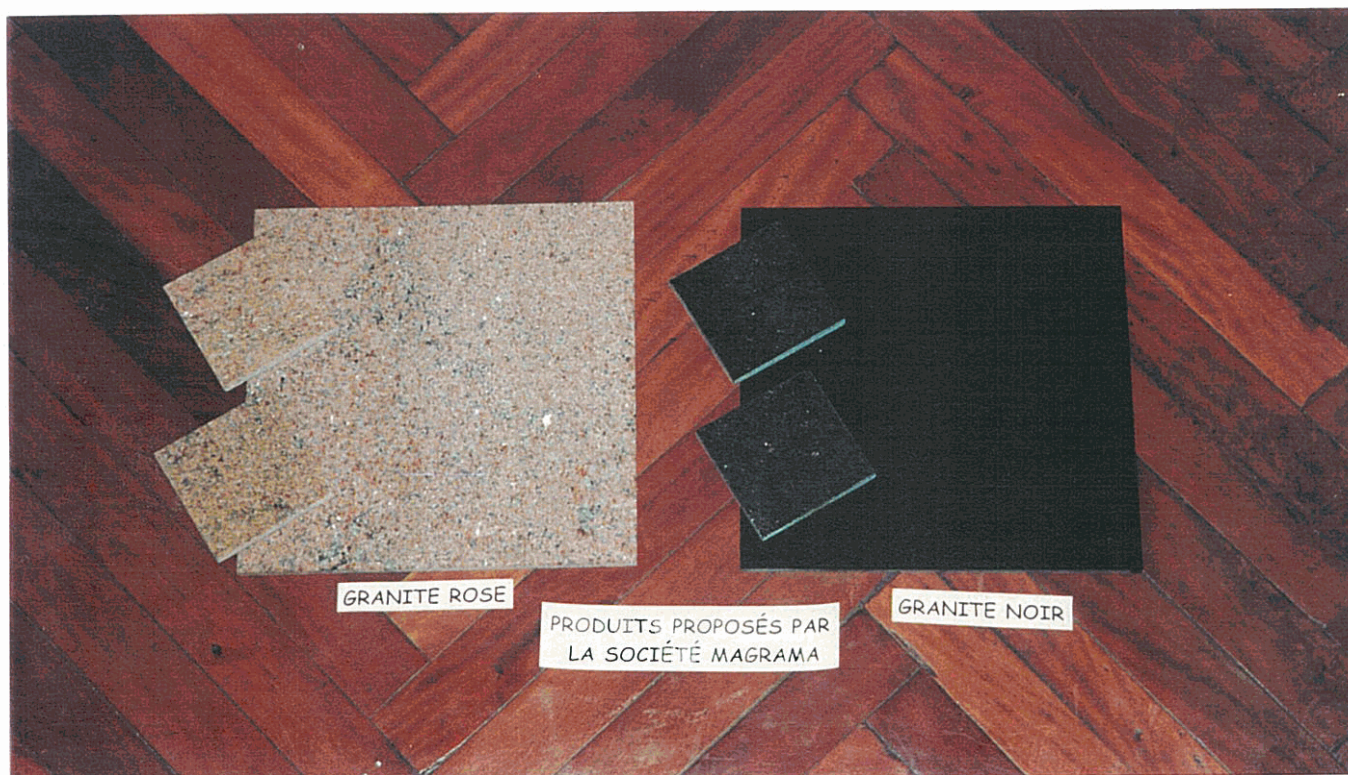
ANNEXE 3 : PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES



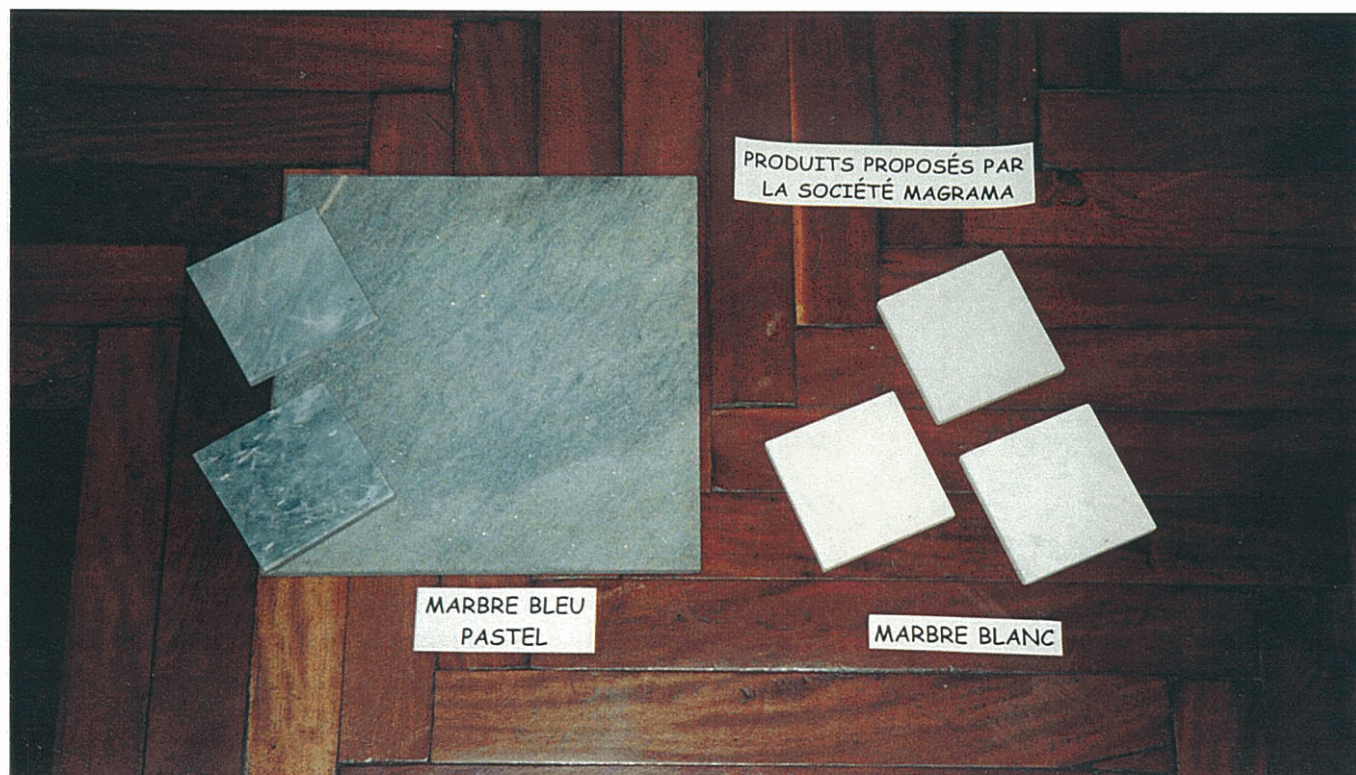
Photographie n° 1 : Carrières de granite ouvertes dans les collines des quartiers Nord-est d'Antananarivo.



Photographie n° 2 : Gisement d'aragonite d'Analavoray exploité par la société HAZOVATO



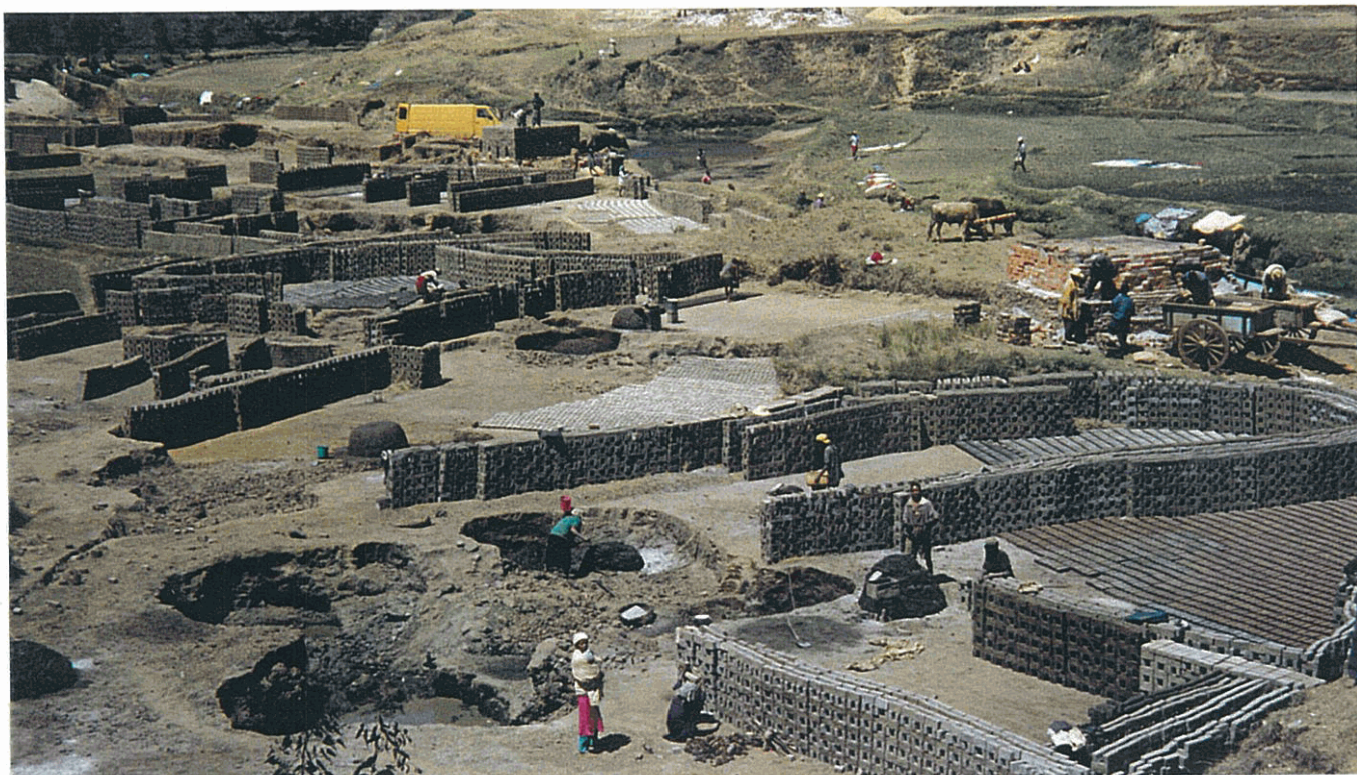
Photographie n° 3 : Plaques polies de granite rose et de granite noir produites par la société MAGRAMA



Photographie n° 4 : Plaques polies de marbre bleu et de marbre blanc produites par la société MAGRAMA



Photographie n° 5 : Plaques polies de granite jaune rose et de granite bleu produites par la société MAGRAMA



Photographie n° 6 : Fabrication artisanale de briques (extraction de la terre argileuse, séchage, cuisson) dans les environs d'Antsirabe.



Photographie n° 7 : Fabrication artisanale de briques dans les environs d'Antananarivo.



Photographie n° 8 : Fours à briques traditionnels dans les environs d'Antananarivo



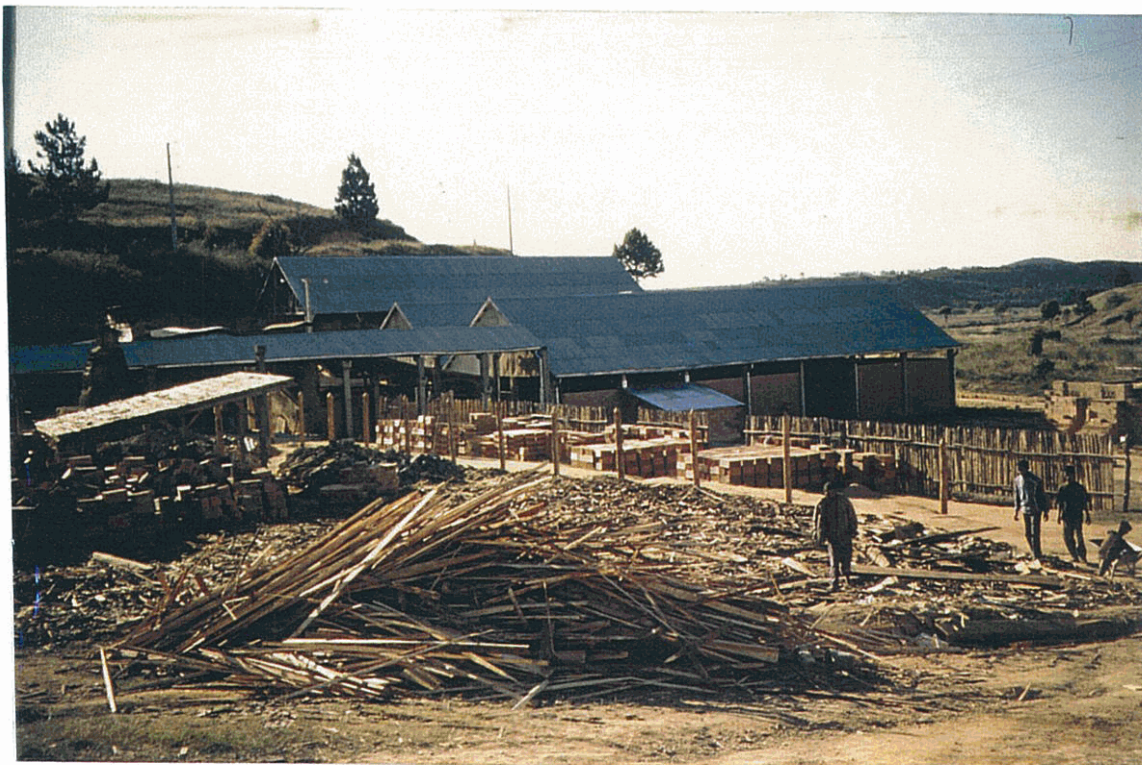
Photographie n° 9 : Mise en cuisson (feu de bois) dans un four à briques traditionnel des environs d'Antananarivo.



Photographie n° 10 : Séchage à l'air libre de briques fabriquées artisanalement à partir de terre argileuse - Environs d'Antananarivo.



Photographie n° 11 : Briques traditionnelles après cuisson - Environs d'Antananarivo.



Photographie n° 12 : Vue d'ensemble de la briqueterie semi-industrielle de Moramanga.



Photographie n° 13 : Alluvions argileuses du fleuve Mangoro servant de matière première à la briqueterie de Moramanga.



Photographie n° 14 : Briques creuses produites par la briqueterie de Moramanga, entreposées à l'extérieur de l'usine.



Photographie n° 15 : Briqueterie de Moramanga : dalles de terre cuite avant cuisson.



Photographie n° 16 : Briqueterie de Moramanga : filière d'extrusion des dalles de terre cuite (remarquer les pertes abondantes en matière première).



Photographie n° 17 : Four à bois de la briqueterie de Moramanga.

BRGM

Service géologique régional de La Réunion

5, rue Sainte Anne – B.P. 906 - 97478 Saint-Denis Cedex

Téléphone : 02.62.21.22.14 – Fax : 02.62.21.86.96 – E-mail : sgreu@guetali.fr



ANNEXE III
Feuille 1

DOCUMENT ETABLI DANS LE CADRE DU
PLAN DIRECTEUR D'ACTIONS POUR LA
MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU
SOL ET DU SOUS-SOL DE MADAGASCAR
FINANCE PAR LE FONDS EUROPEEN DE
DEVELOPPEMENT
(COPPEL 061.028 V01/84/MIEM-DM1-FED)

CARTE DES GITES MINERAUX DE MADAGASCAR

ECHELLE : 1/1.000.000



LEGENDE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE

TERRAINS SEDIMENTAIRES

a	Alluvions et sables
N	Néogène
T	Tertiaire
C	Crétacé
J	Jurassique
K	Karoo
P	Permo trias marin
S2	Sakamena
S	Sakoa

VOLCANISME ET INTRUSIONS TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

	Appareils subvolcaniques à dominance alcaline et sous saturée
P	Trachytes, trachyphonolites, phonolites
B	Basaltes, ankaratrites
VOLCANISME ET INTRUSIONS CRETACEES	
(G) + (Y) + (E)	Intrusions : à dominante acide : syénites granosyénites diorites à dominante basique : gabbros ultrabasites
R	Rhyolites
B	Basaltes tholeitiques sakalavites

TERRAINS CRISTALLINS PRECAMBRIENS

	Granites intrusifs liés à l'événement thermo-tectonique pan africain
--	--

EXTREME NORD

D	Daraina - Milanoa
B	Betsiaka

EXTREME SUD

V	Vohibory
A	Ampanihy

CENTRE OUEST

V	Vohimena
A	Amborompotsy Ikalamavony

COMPLEXE ANDROYEN

A	Formations d'Ampandrandava
B	Formations de Beneto Morombe
T	Formations de Tranomaro
T	Formations de Tsitondroina

MANAMPOTSY - ANDRIAMENA

E	Formations calco-ferro-magnésiennes dominantes
S	Formations silico alu-mineuses dominantes

ANTONGILYEN MASORA

G	Gneiss et migmatites
G	Granites

γ, attribués au pan africain
γ₂ de l'Androna
γ₃ syénites et granites de l'Andringitra
γ₄ du Vavavato
γ₅ des chaînes anosyennes
γ₆ d'Illaka et de l'Imorona

U	Massifs basiques et ultrabasiques
A	Anorthosites

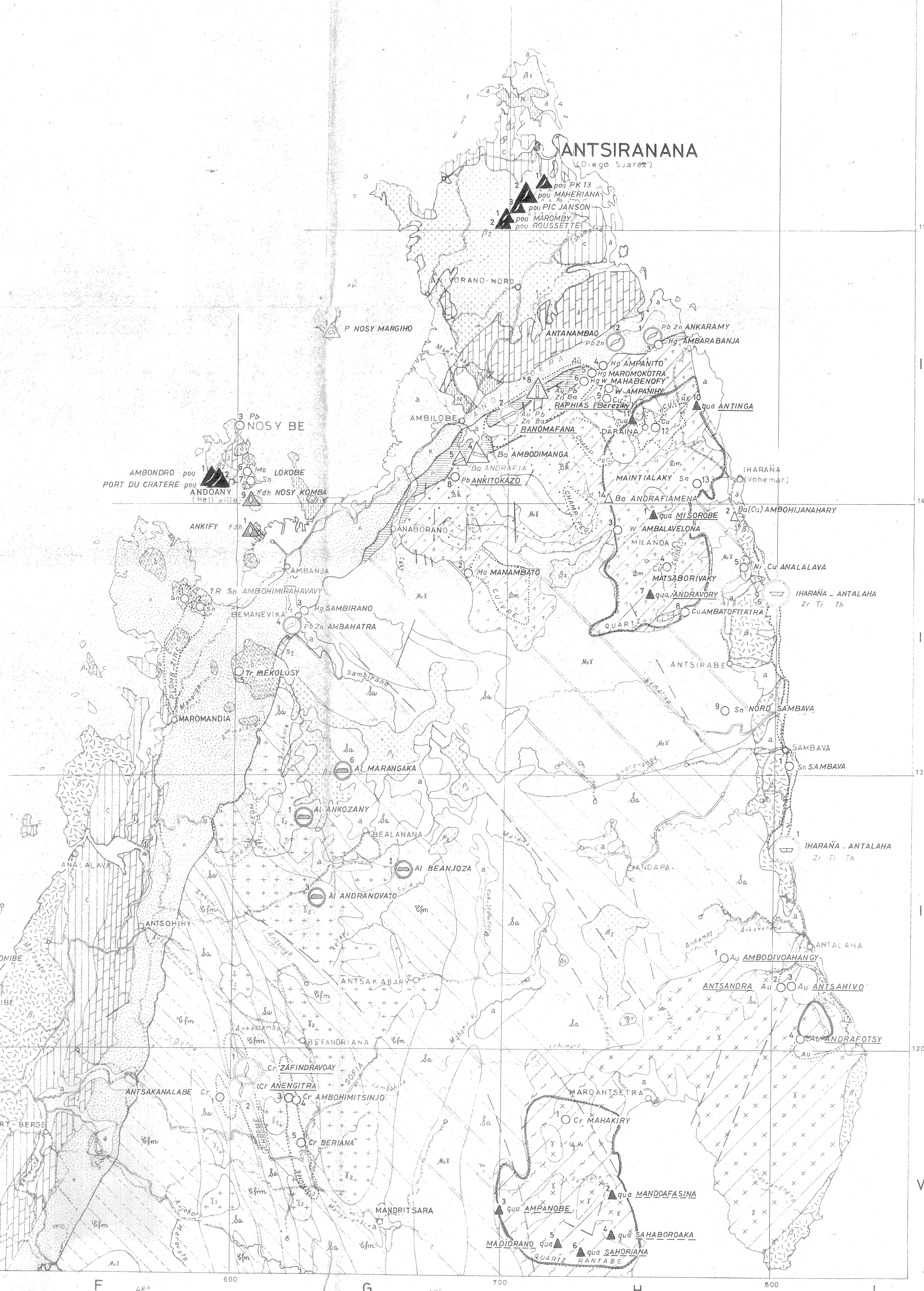
S	Série schisto-quartzocalcaire
M	Migmatites

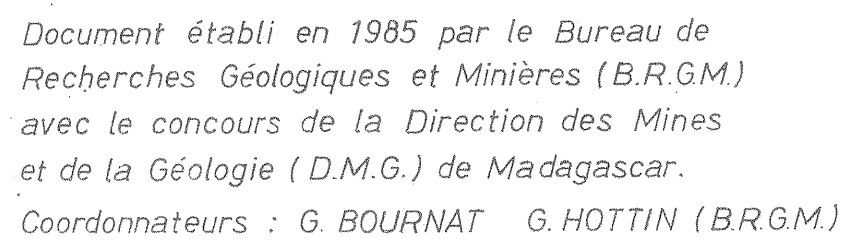
L	Leptynites de Fort-Dauphin (Tolanaro)
---	---------------------------------------

M	Migmatites et granitoïdes
---	---------------------------

MAHAJANGA
(Majunga)

C	col AMBOANJO
Sr	Sr SAKADINY





Légende inspirée de la carte des Gîtes Minéraux de l'Afrique
à 1/5.000.000 en cours de préparation par la Commission de la Carte
Géologique du Monde (C.C.G.M.)

TEKNOEXPORT, des compagnies et exploitants minières