



Nouvelle-Calédonie

Document public

**Cartographie des formations superficielles
et
des aléas mouvements de terrain
en
NOUVELLE – CALEDONIE
-
Zone du Koniambo**



Mots clés : aléas naturels, risques naturels, Plan de Prévention des Risques, mouvements de terrain, Nouvelle-Calédonie, latérites, péridotites.

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

Maurizot P., Lafoy Y., Poupée M. (2002) – Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie – Zone du Koniambo, Rap. BRGM/RP 51 624 - FR.

©BRGM, 2002, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1 - GENERALITES SUR LES ALEAS, LES RISQUES ET LES P.P.R.

1.1 - La notion d'aléa et de risque

1.2 - Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.) en Métropole et dans les DOM

2 - LA NOUVELLE-CALEDONIE : CONTEXTE, SPECIFICITE ET TRAVAUX ANTERIEURS EN TERME D'ALEAS ET DE RISQUES

2.1 - Les principaux aléas naturels en Nouvelle-Calédonie

2.1.1 - Cyclones et inondations

2.1.2 - Séismes

2.1.3 - Mouvements de terrain et érosion

3 - ZONE D'ETUDE DU PROGRAMME 2001 - 2002

3.1 - Travaux antérieurs réalisés

3.2 - Contexte général

4. - PRINCIPAUX RESULTATS

4.1 - CARTE GEOLOGIQUE ET DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

4.1.1 - Formations du substrat volcano-sédimentaires

4.1.1.1 - Crétacé supérieur

4.1.1.2 - Paléocène

4.1.1.3 - Flysch éocène supérieur

4.1.2 - Unité des basaltes de la "nappe de Poya"

4.1.2.1 - Basaltes

4.1.2.2 - Amphibolites de Pinjen

4.1.3 - Unité de la "nappe des péridotites"

4.1.3.1 - Péridotites indifférenciées

4.1.3.2 - Dunites

4.1.3.3 - Péridotites serpentinisées et "serpentine de base"

4.1.3.4 - Serpentinites de la semelle basale ou en écailles

4.1.3.5 - Filons recoupants de gabbros et roches feldspathiques

4.1.3.6 - Sédiments radiolaritiques

4.1.4 - Formations d'altération sur substrat volcano-sédimentaire

4.1.4.1 - Argiles rouges sur pélites crétacées

4.1.4.2 - Vertisols (à gypse) sur basaltes

4.1.5 - Formations d'altération sur substrat péridotitique

4.1.5.1 - Conglomérats et silcrêtes du sommet Tambounan

4.1.5.2 - Cuirasses remaniées du Kaféaté et de la pointe Vavuto

4.1.5.3 - Cuirasses plus ou moins démantelées et blocs de cuirasses sur substrat divers

4.1.5.4 - Accumulations de nodules ferrugineux stratifiées

4.1.5.5 - Zones silicifiées et accumulations de blocs de silice

4.1.5.6 - Latérites épaisses

4.1.5.7 - Latérites minces

4.1.5.8 - Saprolite

4.1.5.9 - Latérites remaniées à blocs de péridotites

4.1.6 - Formations d'épandages et de versants

4.1.6.1 - Formations de piémont et colluvions sur péridotites

4.1.6.2 - Accumulations continues de blocs de silice et/ou de giobertite

4.1.6.3 - Epanrages de galets de quartz et schistes

4.1.7 - Formations littorales et alluviales

4.1.8 - Indications structurales

4.1.9 - Indications morphologiques

4.2 - MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN - IMAGES SATELLITALES

4.2.1 - Modèle numérique de terrain

4.2.2 - Données satellitales

4.3 - CARTE INFORMATIVE DES PHENOMENES RECENSES, TYPOLOGIE DES PHENOMENES

4.3.1 - Aléas dans le substrat volcano-sédimentaire

4.3.2 - Aléas dans les massifs de péridotites

4.3.3 - Cartographie des zones dégradées par l'activité minière

5. - MISE EN EVIDENCE DE ZONES SENSIBLES

5.1 - Zone de l'ancienne mine Kataviti

5.2. - Flanc Nord Est du Koniambo

CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

ANNEXE 1 : Descriptif de la base de données SIG

ANNEXE 2 : Carte géologique et des formations superficielles à 1 / 33 000

ANNEXE 3 : Carte des zones dégradées à l'échelle du 1 / 25 000

Liste des figures

- Fig. 1 - Principales étapes de réalisation d'une étude de risques
- Fig. 2 - Emprise de la zone d'étude
- Fig. 3 - Zone d'étude
- Fig. 4 - Carte géologique et des formations superficielles
- Fig. 5 - Directions de rubanement des péridotites dans le massif du Koniambo
- Fig. 6 - Paléosurface du Koniambo (vue depuis la presqu'île de Foué)
- Fig. 7 - Carte morpho-structurale
- Fig. 8 - Image SPOT 4 du massif du Koniambo
- Fig. 9 - Ombrage du MNT selon différentes directions
- Fig. 10 - Cartographie des zones dégradées
- Fig. 11 - Panorama de l'ancienne mine de Kataviti, vue depuis le Sud
- Fig. 12 - Mine Kataviti : Comparaison multi-dates
- Fig. 13 - Panorama de l'ancienne mine de Trazy, vue depuis le Nord
- Fig. 14 - Mine Trazy : Comparaison multi-dates
- Fig. 15 - Panorama de l'ancienne mine de Bilboquet, vue depuis le Nord

INTRODUCTION

1 - Objectifs de la convention

L'opération intitulée "Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie" fait l'objet d'une convention pluriannuelle entre la Nouvelle-Calédonie et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières. L'opération est réalisée par le Service Géologique National en collaboration étroite avec le Service des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie. Elle consiste à compléter la cartographie géologique existante, en particulier par un levé des formations superficielles et d'altération et à dresser un inventaire des zones d'aléas du point de vue de l'instabilité et de l'érosion des sols. Cette opération permet, entre autre, de fournir des documents cartographiques pouvant contribuer à l'élaboration d'un schéma d'aménagement et de développement de la Nouvelle-Calédonie (article 211 de la loi organique du 19 mars 1999).

Cela consiste, pour les zones d'étude sélectionnées chaque année :

1 - à réaliser la cartographie des formations superficielles et faire le bilan de toutes les informations disponibles sur les phénomènes d'instabilité (mouvements de terrain et érosion) significatifs, observés ou historiques. Ces informations (disponibles auprès d'organismes tels qu'administrations, bureaux privés, universités, ...) sont synthétisées sous la forme d'une carte informative des phénomènes à l'échelle 1/25 000 destinée à informer et sensibiliser les élus et la population,

2 - à réaliser l'analyse de l'aléa instabilité et à en dégager les paramètres pour aboutir à une cartographie de susceptibilité. Cette carte des aléas permet, en tenant compte si possible, de la nature des phénomènes, de leur probabilité d'occurrence et de leur intensité, de localiser et de hiérarchiser les zones exposées aux phénomènes concernés,

3 - à contribuer à la constitution d'une base de données locale actualisable. Pour ce faire, ces données sont restituées sous forme numérique afin d'être intégrées dans les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) développés par le Réseau d'Echanges et de Traitement d'Informations Géographiques (RÉTIGéo) de la Nouvelle-Calédonie.

2 - Contenu de l'étude

L'étude doit délimiter, dans les zones d'enjeu sélectionnées et avec une précision compatible à une échelle de 1/25 000ème, les zones susceptibles d'être affectées par les phénomènes naturels suivants :

- les mouvements de terrain tels que les glissements, éboulements, chutes de blocs, effondrements, affaissements, coulées boueuses, ...
- la dégradation naturelle ou anthropique de zones qui seront recensées en tant que facteur aggravant.

Le recensement des phénomènes naturels traités se fait par :

- la synthèse des archives en possession de divers organismes et administrations. Des enquêtes pourront être menées auprès de la population et des élus afin de réactiver la mémoire collective,
- l'interprétation des données de télédétection (images satellitales et photographies aériennes),
- la compilation des études existantes (cartes thématiques: topographiques, géomorphologiques, géologiques, de densité du couvert végétal; cartes de localisation des phénomènes; cartes de risques).
- des levés de terrain.

Le contenu de l'étude, englobe également:

- la saisie numérique des données en vue de leur intégration sous SIG,
- la constitution de la base de données des informations,
- l'élaboration des cartes: informative des phénomènes, géologique (du substrat et des formations superficielles), et de susceptibilité (zonage d'aléas),
- les traitements informatiques d'analyse et de modélisation.
- la rédaction des notices explicatives (cartographie) et descriptives (base de données).

Le rapport d'étude est remis aux autorités de la Nouvelle-Calédonie, à savoir :

- le Président du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie,
- le Délégué du Gouvernement, Haut-Commissaire de la République en Nouvelle-Calédonie, service de la sécurité civile,
- les services des Mines et de l'Energie et des Méthodes Administratives et de l'Informatique, tous deux mandatés pour le valider d'après la définition du cahier des charges de l'étude,
- les services des provinces où se déroule l'étude,
- les communes intéressées par l'étude.

1 - GENERALITES SUR LES ALEAS, LES RISQUES ET LES P.P.R.

1.1 - La notion d'aléa et de risque

Le risque R peut être défini de manière théorique comme une mesure probabilisée de l'impact d'un phénomène sur le milieu anthropisé. Pour un site ou une région donnée, il représente l'espérance mathématique des pertes au cours d'une période de référence. Il peut se décomposer en deux fonctions dont il représente le produit :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$

A représente l'Aléa naturel et est défini comme la probabilité pour qu'au cours de la période de référence, un événement atteigne ou dépasse une certaine intensité sur le site étudié. Evaluer l'aléa revient donc à calculer, en un site donné, la fonction de répartition des paramètres caractéristiques de l'événement. Pour caractériser l'aléa, des facteurs de deux types sont à prendre en compte. Il s'agit des facteurs permanents indépendants des notions temporelles, à l'échelle humaine (topographie, géologie, géomorphologie dynamique...) et des facteurs temporels, présents ou passés, ponctuels dans le temps (instabilités historiques, géomorphologie...).

V est la vulnérabilité du site. Dans un désert parfait, la vulnérabilité est nulle, et par conséquent, le risque est nul, même si l'aléa ne l'est pas. La vulnérabilité est un facteur complexe qui présente des termes qui sont de deux natures différentes. Les uns sont de nature physique (exprimables, par exemple, en fonction de l'intensité de l'événement), comme la stabilité des constructions aux mouvements du sol, alors que les autres sont de natures socio-économiques, tels que la perception du risque par la population ou l'organisation de la gestion des crises.

Les principaux aléas naturels correspondent aux inondations, cyclones tropicaux, séismes, manifestations volcaniques et mouvements de terrain (glissements, érosion, stabilité des

versants,...). En matière de mouvements de terrains, l'approche probabiliste est plus difficile à cerner que pour des aléas sismiques ou d'inondations. En effet ils dépendent souvent de facteurs aggravants dont certains relèvent d'une analyse probabiliste (variations climatiques courtes, séismicité) et d'autres d'un pur déterminisme (actions humaines) (Masure, 1994).

1.2 - Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.) en Métropole et dans les DOM

- Présentation

Les P.P.R. sont des documents d'urbanisme qui délimitent des zones exposées aux risques tels que les inondations, les avalanches, les mouvements de terrain, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

En métropole et dans les DOM, c'est la loi "Barnier" du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de la nature, qui a relancé l'action dans le domaine de la prévention des risques naturels. Cette loi présente l'avantage de moderniser et de simplifier le dispositif juridique, avec la mise en place d'un document unique, le P.P.R., qui remplace tous les plans ou périmètres anciens. Ces anciens plans (P.S.S. : Plans de Surfaces Submersibles, P.E.R. : Plans d'exposition aux Risques) demeurent en vigueur tant qu'ils ne seront pas remplacés.

Les P.P.R., mentionnés aux articles 40-1 à 40-7 de la loi du 22 juillet 1987, ont quatre principaux objectifs :

- 1 : délimiter les zones à risques en tenant compte de leur nature et de leur intensité, afin d'interdire tout type d'aménagement ou, de prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités;

- 2 : délimiter les zones, non directement exposées, mais où l'aménagement pourrait aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, et donc de prévoir des mesures d'interdiction ou de prescriptions propres à ces zones;

- 3 : définir des mesures de prévention, de protection, et de sauvegarde, en priorité pour les zones mentionnées dans les points 1 et 2. Ces mesures sont prises par les collectivités publiques dans le cadre de leur compétence;

- 4 : définir des mesures relatives à l'aménagement de ces zones, qui doivent être prises par les propriétaires, les exploitants ou les utilisateurs potentiels.

Les dispositions mentionnées en 1 et 2 peuvent être, après consultation des maires concernés, immédiatement rendues opposables par le représentant de l'état dans le département. Cette décision est rendue publique. Il en est de même pour les deux autres mesures, qui en fonction de la nature et de l'intensité du risque, sont à réaliser dans un délai maximal de 5 ans. A défaut de mise en conformité dans les délais prescrits, la réalisation des mesures sera exécutée au frais du propriétaire.

Le P.P.R., institué par le préfet de département, est approuvé par arrêté préfectoral, après enquête publique et avis des conseils municipaux des communes. Il vaut servitude d'utilité publique et est annexé au P.O.S (Plan d'Occupation des Sols). La mairie établit des dossiers d'information sur les risques naturels à différents niveaux (atlas départemental, dossier départemental, dossier d'information à la mairie, presses locales...). La non-conformité à ses servitudes est sanctionnée par des peines prévues dans le code de l'urbanisme. La possibilité d'expropriation de biens exposés à un risque naturel majeur peut être également envisagée, après enquête publique.

Des dispositions complémentaires peuvent s'appliquer dans des cas particuliers (zones particulièrement exposées aux risques sismiques ou cycloniques, risques à fortes conséquences financières...).

- Contenu technique

Selon Garry et al. (1996), les P.P.R. présentent de nombreux atouts :

- leur souplesse (étude mono-risque ou multi-risques), leur niveau de précision (échelles de réalisation), le secteur géographique à cartographier (en privilégiant les bassins de risques) et leurs possibilités de modifications ultérieures;

- l'aspect qualitatif prédominant des études réalisées. Des études complémentaires quantitatives (géotechniques par exemple), qui précisent l'aléa et par conséquent diminuent l'incertitude, peuvent être envisagées au cas par cas;

- la concertation accrue de toutes les compétences en présence pour l'élaboration des P.P.R.

Les études, proprement dites, comportent deux phases, une technique et une autre administrative (Garry et al., 1996). La phase technique consiste à recueillir les données et à les analyser, ces travaux étant réalisés respectivement par les services de l'état et par des spécialistes. La phase administrative qui correspond au zonage réglementaire, est développée par le service instructeur en collaboration avec les spécialistes. Seule cette dernière phase est négociable par les élus.

Le service instructeur désigné par le préfet pour élaborer le P.P.R. doit mettre en œuvre une approche inter-services et pluridisciplinaire, afin de rassembler et de valoriser toutes les données disponibles (données historiques, conditions actuelles du milieu naturel et de son

environnement, composantes de l'occupation humaine).

L'étude est réalisée par bassin de risque. La gestion du risque est donc plus globale et prend en compte des zones à priori non exposées aux risques, mais pouvant avoir des répercussions sur le risque en aval.

L'élaboration du P.P.R. se traduit par quatre étapes qui donnent lieu à la rédaction de plusieurs cartes techniques et d'une carte réglementaire (Garry et al. 1996).

1 - La carte informative

La carte informative des phénomènes naturels résulte d'une exploitation d'informations variées (archives, études et cartes déjà réalisées, photographies aériennes...) afin d'évaluer la fréquence, la sensibilité des secteurs géographiques concernés, et de déterminer les facteurs naturels ou anthropiques jouant un quelconque rôle dans ces phénomènes. Elle est présentée au 1/25 000 agrandie au 1/10 000.

2 - La carte des aléas

La carte des aléas localise et hiérarchise les zones exposées à des phénomènes potentiels. Cette carte interprétative, qui classe les aléas en plusieurs sous-groupes (fort, moyen, faible et nulle), résulte d'une approche purement qualitative des différents aléas, en termes de nature, probabilité d'occurrence et intensité des phénomènes. Cette cartographie est réalisée sur des fonds topographiques à l'échelle du 1/25 000 agrandis au 1/10 000. La prise en compte du facteur temps est difficile, voir impossible, pour les mouvements de terrain, l'érosion est appréciée, quant à elle, à l'échéance de 100 ans. Les aléas dus aux mouvements de terrain, de part leur forte diversité, sont classés en fonction par exemple d'un potentiel de dommage par type de construction. Cette démarche qualitative intègre une certaine marge d'incertitude.

3 - La carte d'appréciation des enjeux

L'appréciation des enjeux existants et futurs permet de vérifier d'une part que le niveau de précision des études est adapté à la zone étudiée,

d'autre part d'orienter les prescriptions réglementaires. Cette analyse est réalisée principalement à partir de la superposition de la carte des aléas et celle de l'occupation des sols. Cette phase peut faire l'objet d'une représentation cartographique.

4 - Le plan de zonage du P.P.R.

Le plan de zonage du P.P.R. a pour but de prévenir le risque en réglementant l'occupation et l'utilisation des sols. Cette réglementation s'applique à des zones dans lesquelles sont définies les interdictions et les prescriptions réglementaires. Ce document peut être établi au 1/ 5000 dans les zones où les enjeux sont importants. Les zones sont délimitées en confrontant la carte des aléas à l'appréciation des enjeux. Chaque famille de phénomène est représentée par une couleur différente, chaque type de phénomène par un figuré et les niveaux d'aléas sont représentés par des tons de couleurs différentes. Le plan de zonage est finalement annexé au P.O.S. à l'échelle du 1/5 000 imposant parfois une transcription plus ou moins complexe.

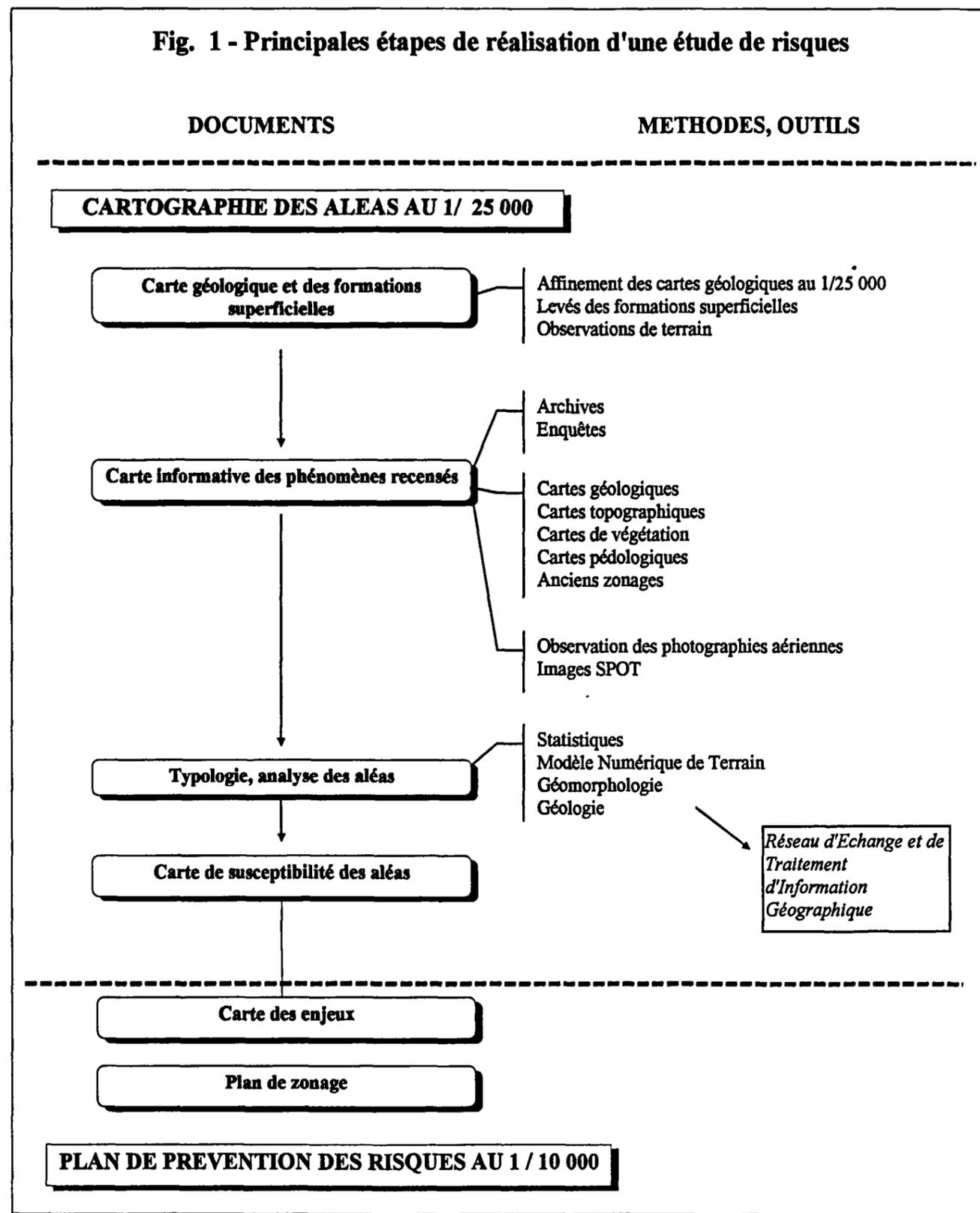
Des documents complémentaires peuvent être éventuellement joints à l'étude dans un souci de clarté. Il s'agit notamment de documents techniques intermédiaires qui ont pu être réalisés au cours de l'étude (cartes géomorphologiques, hydrologiques, de hauteur de submersion, de facteur de prédisposition pour les mouvements de terrain...).

- Contenu juridique d'un P.P.R.

Les dispositions réglementaires visent à améliorer la sécurité des personnes et à stopper, puis réduire la croissance de la vulnérabilité des biens et des activités dans les zones exposées. Leurs définitions s'appuient principalement sur les études antérieures, mais aussi sur les concertations et des consultations menées lors de l'élaboration du document. Ces dispositions peuvent être différentes pour un même niveau d'aléa selon les vocations des zones, l'importance des risques et la destination ou l'usage des constructions. Dans tous les cas elles doivent être faciles à appliquer et à percevoir pour les

destinataires. La rédaction du règlement, interdépendant du plan de zonage, présente clairement les dispositions réglementaires qui renvoient à chaque type de zone délimitée et indexée dans les documents graphiques (Garry et al., 1996).

Fig. 1 - Principales étapes de réalisation d'une étude de risques



2 - LA NOUVELLE-CALEDONIE : CONTEXTE, SPECIFICITE ET TRAVAUX ANTERIEURS EN TERME D'ALEAS ET DE RISQUES

2.1 - Les principaux aléas naturels en Nouvelle-Calédonie

2.1.1 - Cyclones et inondations

Le risque naturel le plus important en Nouvelle-Calédonie provient des cyclones (par conséquent, les effets des cyclones mériteraient une étude détaillée).

Les cyclones tropicaux surviennent en saison chaude (mi-novembre à mi-avril). Les dégâts causés sont dus au vent, aux précipitations qui provoquent des inondations et aux marées de tempêtes. Les inondations sont fréquentes en période de crues. Les plaines de la frange côtière ouest sont particulièrement exposées, ce phénomène étant amplifié par l'exhaussement du fond des lits mineurs dont la charge solide est abondée par des déblais miniers. Les deux phénomènes associés, marées de tempêtes et précipitations, aggravent également les crues.

2.1.2 - Séismes

En Nouvelle-Calédonie, les séismes locaux ressentis affectent une région allant de Tontouta à la région de Thio-Canala. Ouvéa et Lifou peuvent plus rarement ressentir des séismes locaux (Louat et Baldassari, 1989). Selon ces auteurs, un raz de marée ayant pour origine un tremblement de terre est peu probable sur la Grande-Terre, grâce à l'effet protecteur de la barrière de corail. Compte-tenu de cette protection naturelle, un raz de marée ayant pour origine un tremblement de terre à proximité de la zone de subduction des Nouvelles Hébrides-Vanuatu est peu probable (Louat et Baldassari, 1989). Selon ces auteurs, la Grande Terre semble à l'abri des tsunamis transocéaniques.

2.1.3 - Mouvements de terrain et érosion

La Grande Terre présente sur la quasi-totalité de son grand axe (400 km) un fort relief. Bien que les hauts sommets dépassent rarement 1600 m, la largeur de l'île n'est en moyenne que de 40

kilomètres. La plupart des fleuves n'ont donc que la moitié ou moins de cette distance (à vol d'oiseau) pour "dégringoler" jusqu'à la mer. Les entailles sont profondes, les vallées encaissées. Les populations se concentrent essentiellement sur le littoral ou dans les embouchures.

L'un des traits géologiques fondamentaux de la Grande Terre est constitué par les **massifs de péridotites ou "massifs miniers"**. La plupart des risques naturels leur sont liés. Ces massifs, mis en place pendant l'orogénèse alpine sur un substrat volcano-sédimentaire, sont en position topographique dominante. Leur nature physique résistante leur confère un rôle d'armature au sein des paysages calédoniens. Ils constituent les principaux reliefs par rapport au substrat schisteux dont la morphologie est généralement plus molle. L'un des points culminants du Territoire est un massif de péridotite (Mont Humboldt, 1628 m).

L'altération propre au milieu tropical fragilise à divers degrés les formations géologiques. Sur le substrat volcano-sédimentaire, on assiste à une argilification intense, mais c'est surtout dans les massifs de péridotites que la roche mère est complètement transformée en latérite, sorte de résidu terreux constitué en majorité d'hydroxydes de fer, formant un manteau épais parfois de plusieurs dizaines de mètres. Les éléments primitifs géochimiques y sont complètement redistribués. Le nickel, en particulier qui se retrouve piégé à la base des profils d'altération. Au-dessous de ces latérites, une altération pénétrante se poursuit parfois à grande profondeur au sein des massifs.

Les sols ferrallitiques qui se développent sur ces ensembles altéritiques présentent une faible fertilité naturelle en raison de nombreuses carences et de la toxicité due aux métaux. En conséquence, la couverture végétale qui a réussi à s'adapter à ce milieu difficile, est très fragile.

Cette puissante altération est le corollaire d'un climat chaud et humide qui prévaut encore dans la période actuelle. L'abondance et la chronicité des précipitations gouvernent le processus d'altération à long terme, préparant ainsi le terrain à des **crises aiguës pluviométriques**, qui jouent le rôle de déclencheur des aléas naturels. Des intensités pluviométriques supérieures à 100 mm/h sont rapportées au passage de **cyclones ou de dépressions tropicales**. On relève un record de 1392 mm tombés en 24 h. sur le Mont Humboldt lors du passage du cyclone Anne en 1988.

Schématiquement, on a donc, un soubassement au relief modéré, lieu de prédilection pour les implantations humaines, dominé par des massifs aux fortes pentes, puissamment altérés, à la végétation fragile, et arrosés par d'abondantes précipitations en altitude. Cette situation, on le comprend, présente des risques.

Les aléas résultants sont nombreux : des mouvements de terrains divers tels que glissements, écroulements, coulées boueuses, des zones de forte érosion avec ravinement actif à l'amont et engravement des rivières à l'aval, des zones de débordement torrentiel. Les cas les plus bénins concernent des inondations ou des pollutions de rivières par des boues rouges latéritiques. Les cas les plus graves consistent en coulées de "laves torrentielles". Si ces aléas n'ont pas encore fait de victimes directes, les dégâts sur les biens sont importants : réseaux linéaires divers coupés (voirie, lignes électriques, adductions d'eau), franchissements emportés, propriétés dégradées, captages détruits, rivières engravées ou polluées, lotissements inondés, installations minières endommagées.

Enfin l'activité humaine avec l'industrie minière vient interférer dans cette situation déjà fort

complexe. Si l'effet anthropique des exploitations actuelles sur le milieu naturel est minimisé par les mesures imposées actuellement, il n'en a pas toujours été de même par le passé. Il importe donc dans une telle situation de donner les éléments les plus précis possible pour permettre de faire la part de ce qui revient au milieu naturel et de ce qui relève de l'anthropisation.

Ce contexte très spécifique à la Nouvelle-Calédonie (spécificité aussi forte que celle des Antilles avec ses phénomènes volcaniques par exemple) demande en retour une étude adaptée. Au-delà du simple inventaire des zones d'aléas, nous avons donc cherché à comprendre les règles de distribution du monde des altérites et les mécanismes de déclenchement des aléas et donc opté pour une analyse des différents phénomènes observés, dans leur contexte géologique et historique. Cette démarche facilitera par la suite la réalisation des cartes de susceptibilité, fruit de la généralisation à l'ensemble du paysage géomorphologique, des paramètres dégagés dans la phase analytique.

3 - ZONE D'ETUDE DU PROGRAMME 2001 - 2002

La zone d'étude concernant la Province Nord pour le programme 2001 - 2002 couvre une surface de 525 km² (environ 25 x 20 km ou 24 cartes à l'échelle du 1 / 10 000) entre Koné, Voh et Témala (figure 2). Elle concerne le massif du Koniambo et les plaines environnantes.

3.1 - Travaux antérieurs réalisés

Le secteur SE du massif du Koniambo et de Koné a fait l'objet d'une étude similaire en 1999 (Cartographie des aléas naturels, rapport BRGM R 40 775). Afin de donner une certaine homogénéité à l'ensemble régional formé par le massif du Koniambo et son pourtour nous avons repris et intégré dans cette étude les données du rapport de 1999. On pourra aussi consulter utilement les travaux du programme 97-98 de cartographie des aléas, effectués plus au sud dans la région de Pouembout, sur des formations géologiques très comparables.

Nous avons bénéficié pour cette étude d'une couverture de photographies aériennes en couleur, mosaïquées et orthorectifiées, gracieusement prêtées par le projet Koniambo (SMSP - Falconbridge).

3.2 – Contexte général

Comme dans beaucoup de secteurs en Nouvelle-Calédonie, **les aléas sont concentrés dans et à la périphérie des "massifs miniers"**. C'est en effet dans ce contexte où les dénivellations sont importantes, où les formations altérées et instables se trouvent en positions dominantes et où les anciens travaux miniers sont parfois présents, que les menaces de mouvements de terrain sont les plus grandes. L'analyse des différents types d'aléas est présentée dans le paragraphe 4.3.

Les principaux centres de population dans la zone d'étude sont, les villages de Koné, Oundjo et Voh. Le village de Koné est implanté à une certaine distance du massif du Koniambo, et la rivière qui passe immédiatement à l'ouest du

village ne provient pas de ce massif. Cependant des zones de constructions relativement récentes (groupe scolaire), commencent à se développer vers l'Ouest, se rapprochent de zones d'exutoires torrentiels issus du "massif minier". Le secteur d'Oundjo est situé dans un contexte moins sensible, en bordure du plateau du Kaféaté, où les dénivellations sont bien moins importantes. Le village de Voh est construit à proximité des reliefs, de part et d'autre de la rivière Voh qui traverse le "massif minier".

Le massif du Koniambo a fait l'objet d'exploitations intensives pour le nickel depuis la fin du siècle dernier, jusqu'à la fin de la seconde guerre mondiale. La production totale du massif a été de 2 600 000 tonnes de minerai, la plupart du temps à haute teneur. Les mineurs de cette époque ne disposaient que de moyens très limités et pratiquaient une extraction essentiellement manuelle du minerai, en suivant des "filons" (en réalité des zones fracturées et altérées) à haute teneur. La quantité de stérile issu de cette activité était restreinte. Les moyens d'accès pour les sites miniers les plus anciens étaient réduits à de simples sentiers. Ce type de site minier est bien représenté dans la zone d'étude. Il se localise sur des éperons rocheux, en limite du plateau latéritique, là où la découverte "stérile" (pour l'époque), était réduite au minimum. Les versants situés sous ces carrières sont souvent salis par des boues latéritiques, ou couverts par les rejets de stériles rocheux. Certains cours d'eau qui drainent le cœur du massif (creek Koko en particulier) sont engravés sur de larges portions et sujets au phénomène de charriage torrentiel. Mais d'une manière globale, le massif du Koniambo a été relativement peu touché par les dégâts causés par les méthodes d'exploitation des années 70, en particulier lors de la phase du "boum".

Les projets de développements futurs dans la zone d'étude sont l'ouverture dans le massif du Koniambo, d'une importante exploitation

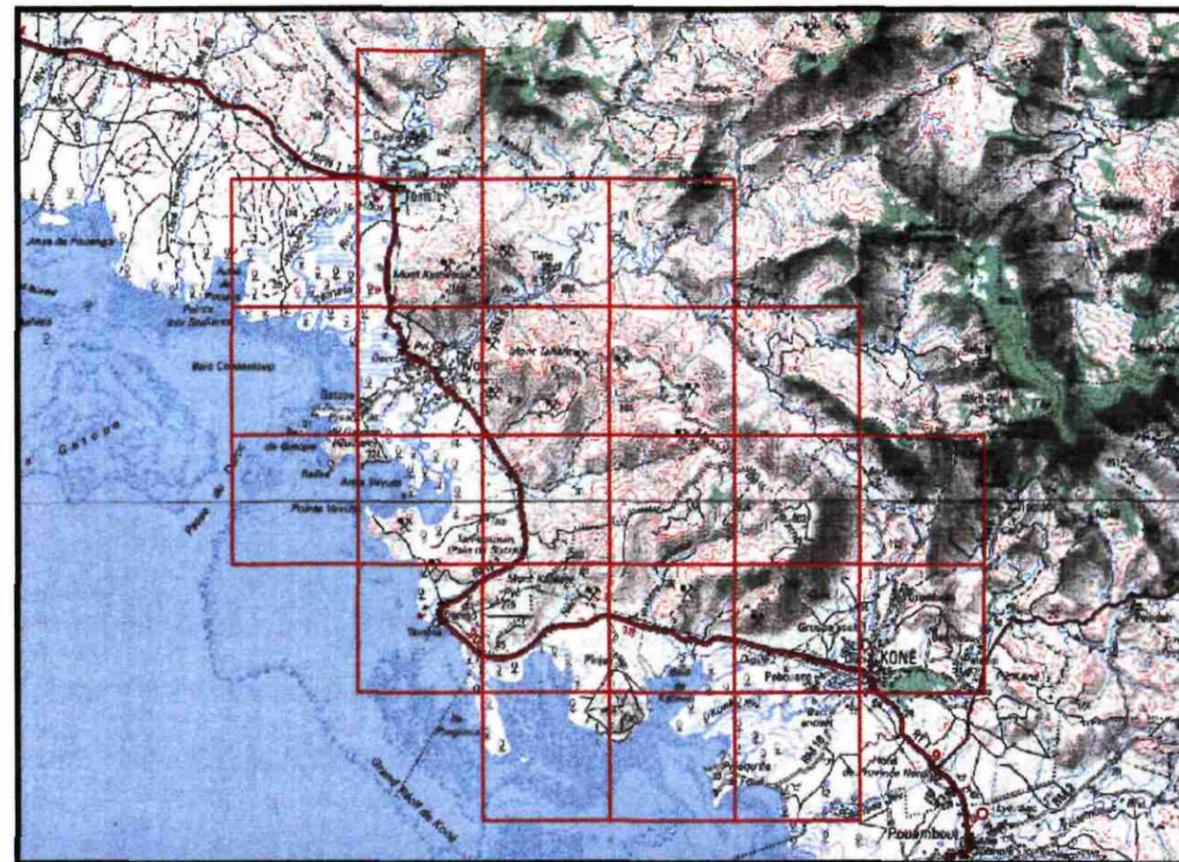


Fig. 2 - Emprise de la zone d'étude

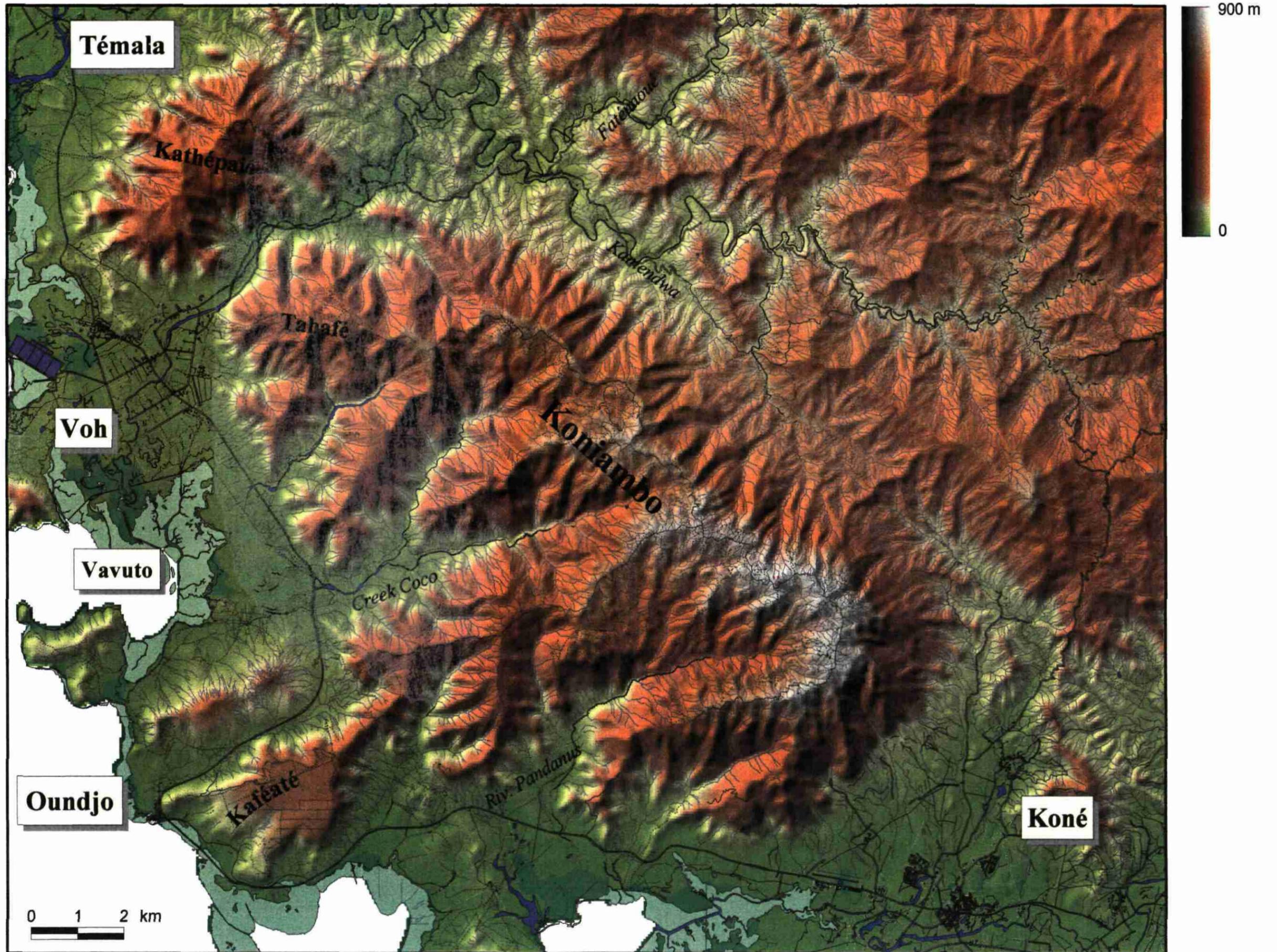
(les cadres rouges représentent les coupures DI3T à l'échelle du 1 / 10 000 qui ont fait l'objet de levés de terrain)

(garnièrite et latérite) et l'installation des infrastructures associées à une usine de traitement du minerai.

Même si la localisation de ces aménagements n'est pas encore complètement figée à l'heure actuelle, il paraît tout à fait opportun de faire l'état des lieux, concernant les aléas mouvements de terrains, dans toutes ces zones d'activité futures.

4. - PRINCIPAUX RESULTATS

Fig. 3 - Zone d'étude



4.1 - CARTE GEOLOGIQUE ET DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

La zone d'étude (figure 3) est recouverte par trois cartes géologiques à l'échelle du 1 / 50 000 : coupures Pouembout (J.P. Carroué, 1972), Goyeta - Pana (J.P. Carroué, 1972) et Voh - Ouaco (J.P. Carroué, 1972). Ces cartes sont relativement anciennes, peu détaillées et la notice en est très succincte. Le substrat volcano-sédimentaire y est relativement bien décrit. Le massif de péridotite du Koniambo y est par contre très grossièrement appréhendé, en particulier les altérites. Quelques particularités au niveau des formations quaternaires anciennes, sont cependant aperçues, cartographiées, mais non expliquées. Des formations détritiques (notation H) sont ainsi individualisées, mais non interprétées.

Pour les besoins de la présente étude, une nouvelle cartographie a été réalisée. Une vue synthétique en est présentée en figure 4. Son échelle de validité est le 1 / 25 000, bien que les levés aient été réalisés systématiquement sur des supports topographiques à l'échelle du 1 / 10 000 de la DI3T et avec l'aide de différents jeux de photographies aériennes dont certaines en couleurs. Ce travail a bénéficié de nombreux documents topographiques, géologiques ou photographiques, aimablement communiqués par le projet Koniambo (SMSP - Falconbridge).

L'effort a bien entendu porté sur les formations superficielles qui sont le siège de la plupart des phénomènes qui nous intéressent.

On peut distinguer synthétiquement trois grands ensembles géologiques dans la zone d'étude :

- le substrat volcano-sédimentaire, représenté ici par la couverture d'âge crétacé supérieur à éocène, discordante sur des noyaux mésozoïques, qui s'appuie sur les reliefs montagneux de la Chaîne centrale au NE,
- une première nappe ophiolitique, ou nappe des basaltes de Poya, qui constitue la plus grande part du soubassement de la grande plaine de la côte ouest,
- une deuxième nappe ophiolitique, ou nappe des péridotites, représentée principalement par la

klippe du Koniambo, qui forme le relief dominant de la zone d'étude.

Le domaine de la Chaîne centrale au NE est séparé de celui de la côte ouest par une zone de faille flexure qui a abaissé vers le SW la nappe des basaltes de Poya, si bien que le contact entre ces deux unités, tangentiel à l'origine, est actuellement verticalisé. Le contact basal de la nappe des péridotites qui chevauche les deux domaines précédents est horizontal à grande échelle.

4.1.1 - Formations du substrat volcano-sédimentaire

4.1.1.1 - Crétacé supérieur

Le Crétacé supérieur affleure dans la partie NE de la zone d'étude où il représente une couverture sédimentaire discordante sur les formations mésozoïques de la Chaîne centrale. Les composants lithologiques principaux de la formation sont des conglomérats, des grès, des niveaux à charbon et des argilites. La formation est partout affectée par la schistosité liée à la phase tectonique majeure fini-éocène. Dans le paysage, elle est facilement reconnaissable par les alignements réguliers de collines couvertes de niaoulis, aux crêtes souvent dénudées où affleure le faciès dominant de pélite schisteuse de couleurs claires tachée par des oxydes rouge violacés.

Dans la région de Tiéta, des niveaux à charbons associés à un ensemble gréseux ont été reconnus dès 1882 selon E. Glasser (1904) puis étudiés par P. Routhier (1954) et par P. Koch (1955), ce qui a permis de fournir quelques détails dans cet ensemble plissé de manière complexe.

Les conglomérats sont présents dans la partie amont de la rivière Kamendoua. Ils se rattachent plus au Sud aux "conglomérats de la Congo" amplement décrits par P. Routhier (1954). Dans le secteur de Tiéta, les conglomérats, qu'ils soient associés ou non aux grès, sont constitués par des débris anguleux de quartz, des fragments de séricitoschistes et de quartzite, des galets

(intraclastes ?) de pélite noire, les éléments quartzeux dominants largement.

Les grès forment au niveau de Tiéta, en rive droite de la Kamendoua, une bande de cinq kilomètres de long, où ils sont associés à des lentilles de charbons et à des gîtes fossilifères. Nous devons leur description détaillée à P. Koch (1955). Dans les pélites schisteuses associées aux grès, s'intercalent souvent des niveaux de calcaires ferrugineux de couleur ocre, fossilifères, de puissance décimétrique à métrique. On trouve également de nombreux nodules carbonatés ou pyriteux à écorce siliceuse de 0,10 à 1 mètre de diamètre. Les grès, de couleur blanche ou rouille lorsqu'ils sont ferruginisés, présentent des litages obliques ou entrecroisés. Ils forment des lentilles décimétriques à hectométrique en largeur et épaisseur et hectométrique à kilométriques en longueur. Les masses gréseuses se subdivisent en gros bancs d'épaisseurs décimétriques à métriques. Le grain moyen est compris entre 0,2 et 1 mm. Les clastes sont représentés par du quartz (30 à 60 %) en grains roulés ou anguleux, des plagioclases (10 à 40 %) en cristaux frais souvent automorphes, des phyllites (muscovite) en gros cristaux tordus, des éléments lithiques de roches volcaniques (trachy-andésite, rhyolite, jaspe). Le ciment est généralement siliceux, parfois carbonaté et souvent ferruginisé. De rares grains de glauconie ont été signalés par P. Koch.

Localement ont été observées des **volcanoclastites à éléments basiques** dont les clastes minéraux sont constitués par du plagioclase et du pyroxène, et les éléments lithiques par des petits galets de roches volcaniques basiques (basalte andésitique), des fragments de trachyte fluidale et des débris de quartzite.

Une cinquantaine d'affleurements de **lentilles de charbon** a été recensée par P. Koch. Selon cet auteur, les corps charbonneux constitueraient le toit des séquences gréseuses et passeraient aux niveaux pélitiques vers le sommet. Les lentilles

ont une épaisseur métrique et une extension décamétrique, mais la complexité tectonique inhérente à ces niveaux de décollement préférentiel, induisant boudinage, pincement, étirement et bourrages de charnières, ne permet pas d'estimer raisonnablement les épaisseurs initiales. Les pélites schisteuses associées ou les conglomérats sont souvent pyriteux. Ces niveaux charbonneux sont supposés être d'origine allochtone, formé par flottation de débris puis dépôt (Koch, 1955).

Les **pélites** constituent un ensemble monotone schistosé qui s'étend principalement vers le Nord. Les rares figures sédimentaires visibles y sont constituées par de fines straticulations silteuses ou de la bioturbation. Les éléments détritiques y sont constitués par de fins clastes de quartz et des phyllites.

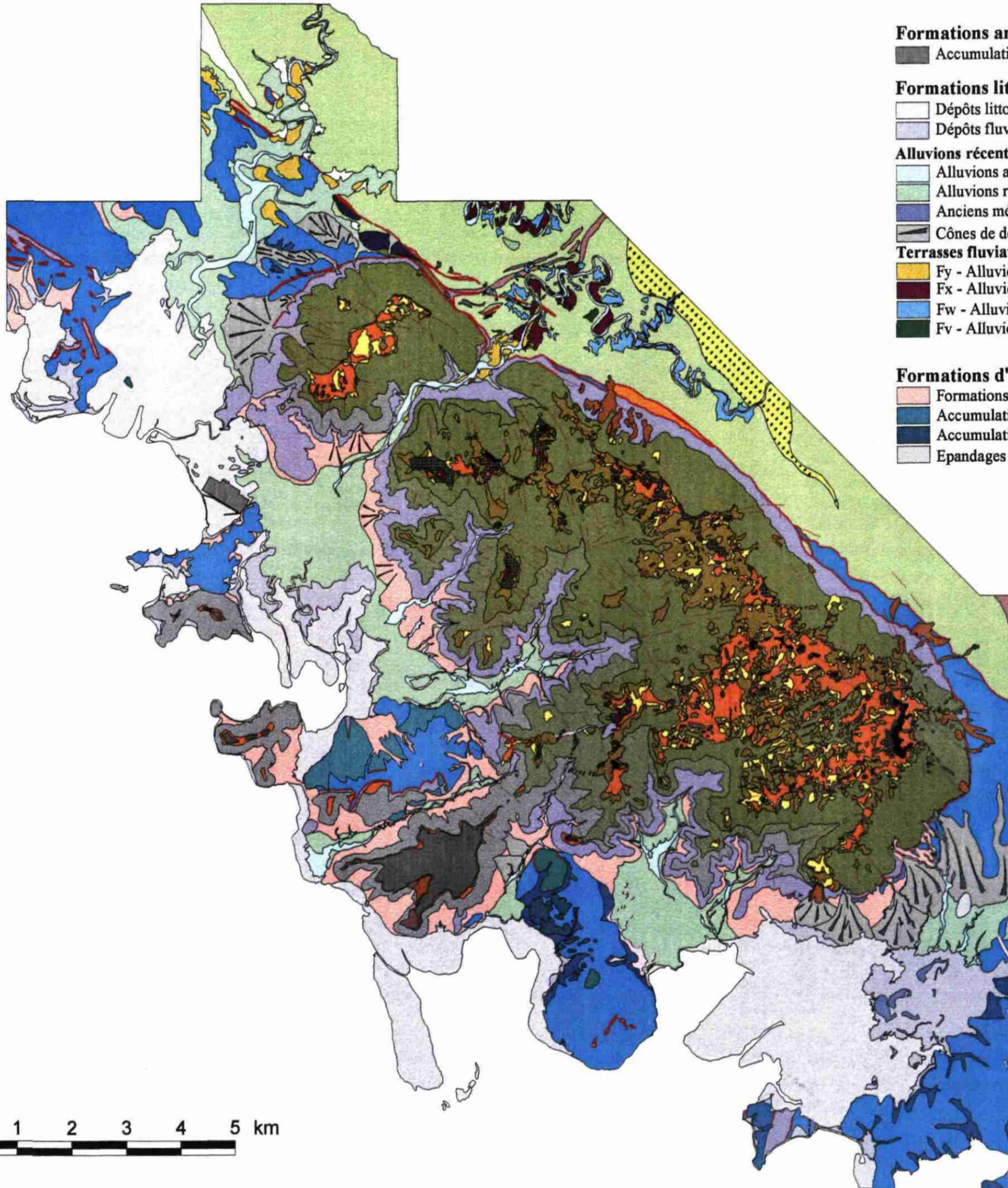
L'ensemble des affleurements de cette région montre un passage latéral continu entre les conglomérats développés au NE et les grès au SW. Les grès de Tiéta et les niveaux charbonneux et fossilifères associés peuvent être considérés comme des sédiments déposés dans un environnement deltaïque.

4.1.1.2 - Paléocène

Les terrains rapportés au Paléocène se trouvent dans une mince bande étirée en bordure de la Chaîne centrale, sur le flanc NE du massif du Koniambo. Ils surmontent en continuité les formations du Crétacé supérieur. La formation est constituée par deux faciès lithologiquement très typés et de faciès uniformes sur l'ensemble de la Grande-Terre : les cherts hémipélagiques et les calcaires pélagiques à Globigérines.

Les **cherts hémipélagiques** ou "phtanites" (P. Routhier, 1953) sont constitués de petits bancs d'épaisseurs décimétriques séparés par de minces feuillets argileux. Des petits horizons dolomitiques et carbonatés ou des niveaux d'argilites noires s'y intercalent également. Le plus souvent les bancs sont plissés de manière complexe, boudinés, fracturés et parcourus par

Fig. 4 - Carte géologique et des formations superficielles



Formations anthropiques

■ Accumulation anthropique

Formations littorales et alluviales

□ Dépôts littoraux, marais, mangrove
 ■ Dépôts fluviaux littoraux

Alluvions récentes

■ Alluvions actuelles, lit mineur (Fz)
 ■ Alluvions récentes, lit majeur (Fyz)
 ■ Anciens méandres abandonnés
 ■ Cônes de déjections torrentiels

Terrasses fluviales

■ Fy - Alluvions récentes
 ■ Fx - Alluvions anciennes
 ■ Fw - Alluvions anciennes
 ■ Fv - Alluvions anciennes

Formations d'épandage et de versant

■ Formations de piémont et colluvions
 ■ Accumulation de blocs de silice
 ■ Accumulation de blocs de giobertites
 ■ Epandages de galets de quartz et schistes

Formations d'altération sur substrat péridotitique

Altérites "in situ"

■ Cuirasse remaniée du Kaféaté et de Vavuto
 ■ Cuirasse peu démantelée du sommet du Koniambo
 ■ Cuirasse démantelée
 ■ Amoncellement de blocs de cuirasse
 ■ Blocs de cuirasse épars et nodules sur latérites épaisses
 ■ Blocs de cuirasse épars et nodules sur latérites minces
 ■ Accumulation de blocs de cuirasse sur saprolites
 ■ Latérites épaisses
 ■ Latérites minces
 ■ Saprolites
 ■ Zones silicifiées et accumulations résiduelles de silice

Altérites à divers degrés de remaniement

■ Conglomérats et silcrètes du sommet Tambounan
 ■ Accumulation de nodules ferrugineux stratifiée
 ■ Latérites remaniées
 ■ Latérites remaniées à blocs de péridotites

Formations d'altération sur substrat volcano-sédimentaire

■ Vertisols (à gypse) sur basaltes
 ■ Argiles rouges sur pélites crétaées

Formations ophiolitiques

Unité de la "nappe des péridotites"

■ Dunites
 ■ Péridotites indifférenciées
 ■ Péridotites serpentinisées
 ■ "Serpentine de base"
 ■ Serpentine de la semelle basale ou en écailles
 ■ Filons recoupants de gabbros et roches feldspathiques
 ■ Filons recoupants de pyroxénite

■ Sédiments radiolaritiques

Unité de la "nappe des basaltes de Poya"

■ Basaltes de la "nappe de Poya"
 ■ Basaltes et tufs basaltiques de la presqu'île de Foué
 ■ Amphibolites de Pinjen

Formations du substrat volcano-sédimentaire

■ Flysch éocène supérieur

Paléocène

■ Calcaires pélagiques
 ■ Cherts hémipélagiques ("Phtanites")

Crétacé supérieur

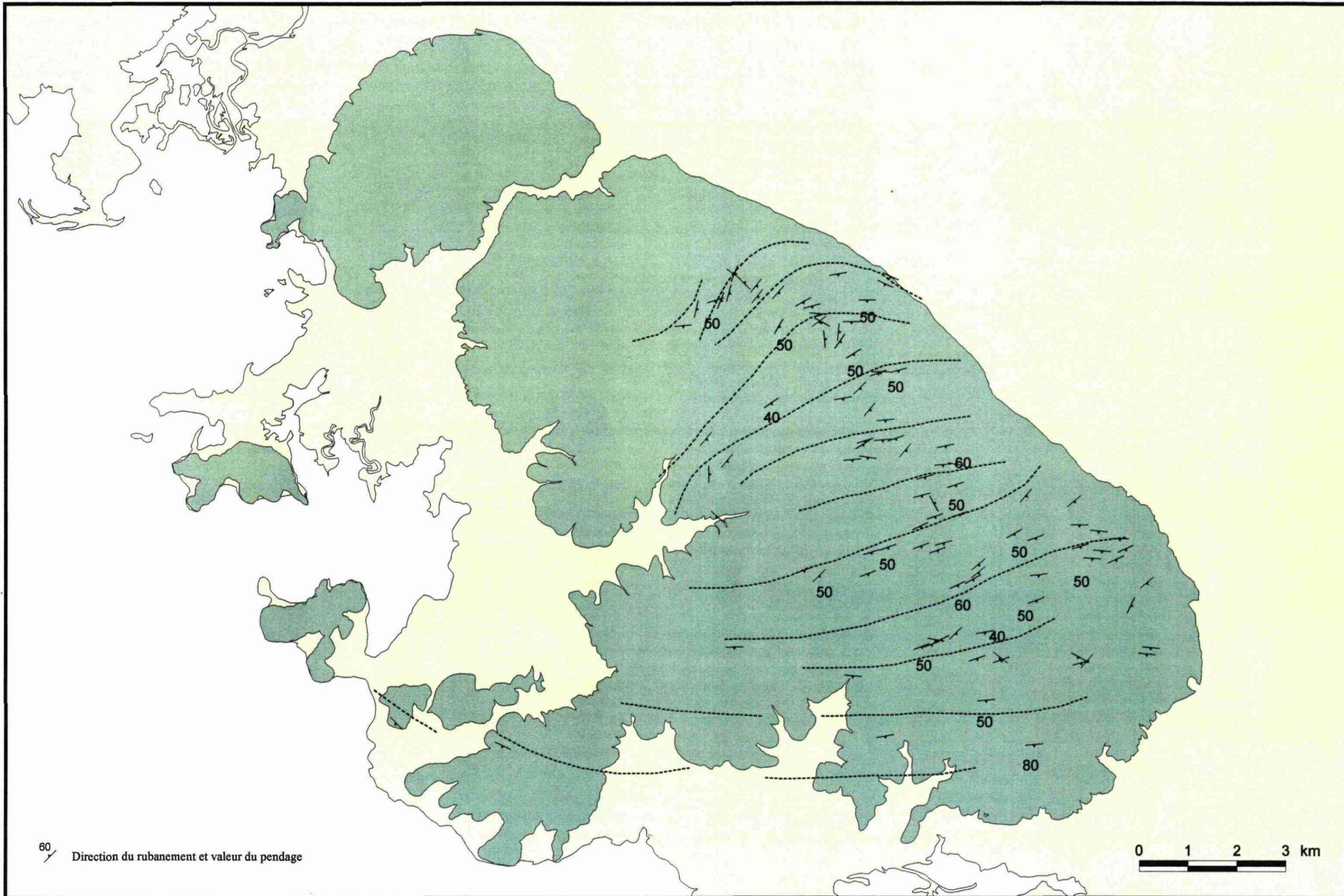
■ Pélites, argilites
 ■ Volcano-clastites à éléments basiques
 ■ Grès de Tiéta
 ■ Conglomérats basaux

Indications structurales

— Contacts tectoniques majeurs
 — Failles et fractures



Fig. 5 - Directions de rubanement des péridotites dans le massif du Koniambo



des veinules de quartz. La roche en cassure fraîche est noire. La pâte est fine, homogène et sans structure, constituée de grains siliceux. Les clastes distincts du fond micro-cristallin sont rares. Quelques éléments biogéniques tels que des spicules de Spongiaires (Routhier, 1953), des Radiolaires (Gonord, 1977) ou encore de rares diatomées (Meffre, 1995) sont visibles. Ces faciès sont souvent riches en pyrite, soit disséminée, soit rassemblée sous forme de nodules de marcassite. La barytine est également présente sous forme de nodules ou en veinules de recristallisation.

Les calcaires pélagiques constituent des lentilles d'extension plus réduites au sein des empilements de cherts auxquels ils sont étroitement associés. Les niveaux calcaires sont souvent parcourus de lits siliceux de nature identique aux cherts hémipélagiques. Dans le secteur ce faciès est bien représenté par plusieurs lentilles formant des buttes à l'Ouest de Témala. Le faciès le plus courant est celui d'une micrite grise (faciès sublithographique à cassure conchoïdale) à microfaune pélagique de Globigérines, Globorotalidés et Radiolaires.

Ces deux pôles lithologiques sont facilement reconnaissables dans le paysage. Les cherts hémipélagiques se désagrègent en cailloutis de silice dépigmentée blanche qui constituent, avec les argiles d'altération bariolées rouges et blanches qui les emballent, des glacis d'accumulation au pied des reliefs, couverts d'une savane clairsemée à petits niaoulis. Les calcaires quant à eux déterminent de spectaculaires édifices ruiformes de rochers gris, colonisés par des banians, où la dissolution en milieu tropical a découpé des tubulures caractéristiques séparées par des arêtes acérées.

4.1.1.3 - Flysch éocène supérieur

Des tufs grossiers et des brèches monogéniques basaltiques ont été décrites par J.P. Carroué (1972) sur la feuille géologique Goyéta-Pana en rive gauche de la Faténaoué, à cinq kilomètres au SE de Témala, sur le flanc NE du massif du Koniambo. Cet auteur en faisait un faciès particulier de l'ensemble basaltique de l'unité de

Poya. Nous proposons une appartenance différente. Sa situation à la base de l'unité basaltique charriée de Poya dont le plan de chevauchement est ici rebroussé contre l'accident bordier de la Chaîne centrale et le faciès bréchique monogénique incitent à l'interpréter comme une lentille de flysch éocène alimentée par les basaltes au cours de l'avancée de la nappe.

4.1.2 - Unité des basaltes de la "nappe de Poya"

4.1.2.1 - Basaltes

Cette unité ophiolitique correspond aux "basaltes de type côte ouest" (J.P. Paris, 1981) ou basaltes de la "nappe de Poya" (D. Cluzel, 1994). Elle est constituée essentiellement de laves basiques souvent en pillows lavas, de dolérites, de gabbros équantes, d'argilites tufacées ("faciès Koné") et de minces intercalations de jaspes et argilites abyssales. Elle forme le soubassement de la plaine de Voh - Koné, d'altitude modeste et de relief modéré.

Les basaltes, rarement exposés à l'état sain, sont massifs et homogènes. Dolérites et gabbros forment des bouffées mal individualisées, à grain plus grossier. J.P. Carroué (1972) a signalé des feldspaths atteignant la taille du centimètre près de la station de Ouanambo, à l'est de Koné. Des pillow lava typiques avec sédiments interstitiels peuvent se voir sur les affleurements du littoral (Gatope, Pinjen).

Les intercalations sédimentaires de "faciès Koné" sont constituées par une alternance de petits lits d'épaisseurs décimétriques d'argilites et de cinérites siliceuses (cherti-tufite à échardes de verre). On trouve en outre, de manière constante, un assez grand nombre de lentilles boudinées, plissotées et pincées, constituées d'argilites et de cherts ferromanganésifères aux couleurs vives, pourpres, vertes, blanches.

Au niveau de la presqu'île de Foué peut s'observer un faciès particulier de basalte bréchique, grossièrement lité, à pillow lavas, vacuolaire, avec nombreuses vésicules à remplissage calciteux.

Au sud de la péninsule de Pinjen, des pillow lavas conservés ont également été signalés par J.P. Carroué (1972).

4.1.2.2 - Amphibolites de Pinjen

Antérieurement décrites comme "diorite de Pinjen" (Carroué, 1972) cette occurrence correspond en fait à une amphibolite grenue à texture orientée, à grain moyen, formée essentiellement de hornblende verte, plagioclase et plus rarement de quartz. Cette roche métamorphique singulière peut être interprétée comme une écaille coincée entre la semelle de charriage de la "nappe des péridotites" et "la nappe des basaltes de Poya".

4.1.3 - Unité de la "nappe des péridotites"

Les péridotites du massif du Koniambo, charriées sur le substrat volcano-sédimentaire, forment avec leur cortège d'altérites un vaste ensemble dominant la plaine de Koné.

4.1.3.1 - Péridotites indifférenciées

Ces roches ultrabasiques représentent une séquence mantellique appauvrie à la suite d'un fort taux de fusion partielle. Les péridotites sont représentées essentiellement par des harzburgites. Elles portent la signature typique de la déformation asthénosphérique (foliation et linéation d'étirement). Le rubanement est assez homogène sur l'ensemble du massif (figure 5). Il est bien exprimé dans la partie SE. Dans la partie NW et le Katépahié, plus difficiles d'accès, nous ne disposons pas de mesures. Lorsqu'il est visible, le rubanement se traduit par une alternance de niveaux plus ou moins riches en orthopyroxènes (dunite, harzburgite ou pyroxénite).

4.1.3.2 - Dunites

Les dunites constituent des bancs, lentilles ou corps de dimensions centimétriques à pluri-hectométriques. Les plus notables sont localisés sur les mines Raymondes, Tipouet et Révélation. Seuls les niveaux les plus continus ont été cartographiés. Sur les concessions Frederic et Namouna, des bancs conformes de pyroxénite d'une puissance pluridécamétrique sont visibles.

4.1.3.3 - Péridotites serpentinisées et "serpentinite de base"

Sur la moitié SW du massif du Koniambo, les péridotites sont affectées par une serpentinitisation générale, sous forme d'un réseau dense et diffus de fractures affectant la masse de la roche. Le maillage de fracturation est décimétrique et isole des compartiments de péridotites à altération concentrique. Ce faciès présente une morphologie très particulière avec des flancs droits et courts, réguliers, pentés en moyenne de 45°. Sommets et crêtes s'organisent en une succession et une hiérarchie de formes pyramidales. Il fait la transition avec les véritables serpentinites de la semelle de la nappe.

4.1.3.4 - Serpentinites de la semelle basale ou en écailles

A l'exception de quelques rares accidents tectoniques situés à l'intérieur de la masse principale des péridotites, non cartographiables, les ensembles de serpentinites massives sont confinés à la sole basale de charriage.

4.1.3.5 - Filons recoupants de gabbros et roches feldspathiques

Les filons recoupant tardivement les péridotites sont relativement rares dans le massif du Koniambo. Signalons un filon de pyroxénite au niveau de la piste d'accès au plateau du Koniambo entre les altitudes 300 et 350 mètres. Un filon de gabbros tardif, déterminant un sillon d'altération peut être vu sur la même piste à l'altitude 770 mètres. Un filon de roches feldspathiques altérées, dont l'épaisseur maximale est de trois mètres, d'orientation NS, peut se suivre avec une certaine continuité dans le secteur de Manguen. D'autres pointements de roches feldspathiques ou quartzo-feldspathiques non cartographiables existent. Enfin un filon de gabbro recoupant peut être vu dans les serpentinites au-dessus du village de Voh, dans le talus de la piste montant au massif du Tahafé.

4.1.3.6 - Sédiments radiolaritiques

Des sédiments colorés, formant des alternances décimétriques de couleur pourpre, verte et blanche, ont été mis à jour lors du creusement de

deux décanteurs en bordure de la piste d'accès au plateau du Koniambo, à l'altitude 300 mètres. Ce niveau peut se suivre en continuité sur 600 mètres de long. L'épaisseur maximale de la lame est d'une trentaine de mètres. Son orientation vers le SW est relativement constante bien que le pendage soit irrégulier. Le contact supérieur avec les péridotites environnantes est nettement visible dans le talus de la piste. Il est de nature tectonique, jalonné par un niveau de serpentinite amygdalaire. Le contact inférieur, de même nature, sur des serpentinites silicifiées, est exposé dans le décanteur amont. Dans ce même décanteur nous avons pu trouver du basalte et des dépôts de manganèse associés à la base des sédiments.

Selon D. Cluzel et J.C. Aitchison (communication personnelle) les sédiments les plus fins sont composés d'argilites magnésiennes de type smectite, les sédiments les plus grossiers (silt argileux) contiennent un peu de quartz et surtout des zéolites probablement d'origine hydrothermale. La microfaune est représentée par des radiolaires assez mal préservées et de ce fait indéterminables (95 % de spumellaires (formes sphériques) et 5% de nasellaires (formes coniques)).

Ces sédiments évoquent donc fortement les intercalations de sédiments abyssaux que l'on rencontre couramment au sein des basaltes de l'unité de Poya, mais ils diffèrent de ces derniers par l'absence de plissements complexes. Il semble bien que l'on soit en présence d'une écaïlle tectonique mais les mécanismes qui ont pu l'amener à cette position restent énigmatiques.

4.1.4 - Formations d'altération sur substrat volcano-sédimentaire

4.1.4.1 - Argiles rouges sur pélites crétacées

Des profils d'altération de faible épaisseur se rencontrent couramment sur toutes les formations argileuses du substrat volcano-sédimentaire et en particulier sur les argilites crétacées. Ils se caractérisent par le développement d'un horizon de surface de couleur rosée à rouge, enrichi en argile et en fer. Ce profil "in situ" incorpore des éléments

résiduels ou allochtones détritiques, notamment dans sa partie supérieure où s'accumulent des cailloutis surtout quartzeux.

Dans plusieurs secteurs de la vallée de la Témala ou de la Faténaoué on peut voir ces profils d'altération se raccorder graduellement à d'anciennes terrasses fluviales. Le développement de ces profils correspond donc à des stades de stabilité des reliefs et de remblaiements des vallées. Leur étagement successif témoigne de l'enfoncement progressif du réseau hydrographique dans le substrat.

4.1.4.2 - Vertisols (à gypse) sur basaltes

Très fracturés et écaillés de part leur nature charriée, les basaltes de l'unité de Poya présentent une altération pénétrante importante épaisse, sur 5 à 10 mètres, et déterminent des gradients d'altitudes faibles. La densité des discontinuités, pour la plupart colmatées par des carbonates ou des minéraux chloriteux, ne permet pas la libération de blocs d'importance volumétrique notable. Ce faciès se désagrège donc en une sorte d'arène friable, qui possède une réserve utile en eau localement importante. En surface peut s'accumuler un horizon d'argile gonflante, rouge ou noire, ce qui amène la formation à être très rapidement et provisoirement imperméable dès qu'elle est humidifiée.

La répartition de l'altération suit une loi simple, fonction de l'altitude. Sur les crêtes et les versants on trouve des horizons discontinus et peu épais d'argiles, affectées par de multiples petits tassements épidermiques formant autant de niches d'arrachement où le basalte altéré, brun, désagrégé affleure. Vers l'aval, sur les bas de versants et les plaines, se développent des horizons d'argiles noires hypermagnésiennes parfois gypsifères, épais de 1 à 2 m (vertisols à gypse).

4.1.5 - Formations d'altération sur substrat péridotitique

L'un des traits morphologiques majeurs qui marque cette zone de la côte ouest est la paléosurface inclinée vers le lagon qui coiffe

l'ensemble du massif du Koniambo (figure 6). Cette paléosurface remarquable forme un plan matérialisé par le plateau en pente douce du Kaféaté dont l'altitude est de 90 m en bord de mer, s'élevant graduellement (mais moyennant quelques fractures) jusqu'au plateau sommital complexe du Koniambo perché à 900 mètres d'altitude en moyenne. Un ensemble altéritique complexe, en bonne partie démantelé, jalonne cette surface façonnée par l'altération des péridotites en milieu continental. Les gisements de nickel du massif du Koniambo résultent pour l'essentiel de cette phase d'altération. Ce plan est en continuité clinométrique avec ceux que l'on peut voir plus au Sud, sur le flanc SW du massif du Kopéto, et avec les entablements formés par les dépôts d'âge miocène de Népoui. Il est probable qu'une partie au moins des formations altéritiques qui chapotent le massif du Koniambo se soient formés dès cette époque, soit il y a 10 millions d'années.

4.1.5.1 - Conglomérats et silcrêtes du sommet Tambounan

Située au NE d'Oundjo, cette petite butte témoin, de quelques dizaines de mètres de diamètre et de vingt mètres tout au plus en épaisseur, a une signification importante pour la compréhension de l'histoire de l'altération continentale dans cette zone. Perchée au sommet des basaltes, elle repose en discordance sur ceux-ci, à la même altitude que les surfaces latéritiques et cuirassées environnantes (plateau du Kaféaté, Poa Mavoud) qui ne sont distants que de 1 à 2 km.

Reposant sur les basaltes on trouve, des grès et conglomérats à éléments de péridotites silicifiés dans un ciment lui-même silicifié. Les éléments les plus gros atteignent 20 cm de longueur. Les galets sont jointifs, peu classés mais bien arrondis. La silicification des galets de péridotites se fait par propagation centripète en couches concentriques ou à partir des craquelures qui s'insinuent dans les fentes, se rejoignant pour former des cloisons. Souvent ne subsiste plus au centre qu'un résidu saprolitique de péridotite. Le ciment est lui-même silicifié, enrobant des galets altérés à coeur que l'érosion a pu dégager ne laissant qu'un moule vide. La silicification peut

être massive ou imprégner la roche par une fine résille. Des cloisons ou des fronts de ferruginisation parcourent la roche. Des éléments basaltiques ayant subi le même type d'altération ont été signalés par J.P. Carroué (1972) et J.P. Paris (1981).

Les niveaux gréseux stratifiés, parfois à stratifications entrecroisées, sont constitués d'accumulation de nodules et de fragments ferrugineux alternant avec des boues latéritiques remaniées. Des traces de racines entourées de manchons ferrugineux sont présentes.

Cette formation est tout à fait analogue à celle du faciès conglomératique du Miocène de la presqu'île de Népoui, tel qu'on peut l'observer par exemple au niveau de la zone de chargement de minerais de la SLN, à 45 km de là. On est donc fortement tenté d'en faire un équivalent d'âge similaire et, de supposer que les plateaux cuirassés les plus proches, en continuité clinométrique avec la butte témoin du Tambounan, pourraient être contemporains.

4.1.5.2 - Cuirasses remaniées du Kaféaté et de la pointe Vavuto

Dans les zones de faible altitude et proches du lagon (plateau du Kaféaté, pointe Vavuto), on trouve des formations cuirassées particulièrement planes et régulières formant des entablements remarquables limités par des abrupts nets (plateau incliné du Kaféaté) par rapport aux surfaces plus élevées situées sur le massif du Koniambo lui-même, dont la morphologie est plus bosselée. Les cuirasses y présentent un faciès tout à fait particulier. Au lieu d'une véritable cuirasse continue et in "situ" on observe des amas de blocs de cuirasse démantelées et ressoudées. En plusieurs endroits on observe également des horizons de nodules ferrugineux grossièrement stratifiés et, flottants dans cette matrice, des galets de quartz, de la taille et de la forme de dragées, très arrondis et lustrés. Sous ces niveaux, des profils d'altération différenciés "in situ" sont présents. Pour preuve de leur autochtonie, on peut voir que leur partie saprolitique garnéritique a fait autrefois l'objet de prospections et d'exploitations (permis Revanche

à Vavuto). Seule la partie supérieure de ces profils présente donc des caractères de remaniements.

4.1.5.3 - Cuirasses plus ou moins démantelées et blocs de cuirasses sur substrat divers

Il n'y a pas de véritable cuirasse continue et "in situ" dans tout l'ensemble altéritique de cette région, mais plutôt des agglomérats de blocs de cuirasses à divers stades de démantèlement : amoncellement de blocs de cuirasse démantelée, semis de blocs de cuirasses épars sur substrats divers, généralement sur des latérites mais parfois aussi directement sur la péridotite rocheuse.

4.1.5.4 - Accumulations de nodules ferrugineux stratifiés

A la partie supérieure de certains profils d'altération, généralement en zones pentues, on trouve parfois des accumulations de nodules ferrugineux emballant des blocs de cuirasse, grossièrement stratifiés. Leur épaisseur peut atteindre 6 mètres. Ce matériau est non soudé, meuble, très sensible à l'érosion.

4.1.5.5 - Zones silicifiées et accumulations de blocs de silice

Dans les zones saprolitiques les péridotites sont fréquemment parcourues par un réseau de cloisons siliceuses résultant du remplissage du réseau de fracture. Les zones où ce réseau est particulièrement dense ont été individualisées. Ces cloisons peuvent s'accumuler de manière résiduelle dans la partie supérieure des profils d'altération ou à leur surface.

4.1.5.6 - Latérites épaisses

Elles englobent des ensembles de terre bien différenciés où l'épaisseur dépasse 10 m. Elles sont souvent surmontées par des flaques de cuirasse ou d'éléments de cuirasse démantelés. Elles correspondent généralement à des morphologies convexes à pente faible (replats) ou à de larges dômes (plateaux). L'érosion s'y manifeste par l'ouverture d'incisions, ou lavakas, sièges d'une érosion régressive. La densité de végétation est généralement faible sur ces zones où peu de plantes arrivent à se fixer.

4.1.5.7 - Latérites minces

Les latérites minces sont à squelette rocheux souvent apparent. L'épaisseur des terres y est inférieure à 5 m, irrégulière à très irrégulière. Les profils sont souvent incomplets, réduits parfois à une couche discontinue de terre rouge à gravillons. Des indices de remaniement, de sédimentation, sont fréquents (blocs, niveaux de grenaille). Des sillons étroits, des poches latéritiques peuvent occasionnellement apparaître. La morphologie est également convexe, mais la pente plus soutenue. L'érosion s'y manifeste dans les zones de plus forte pente par des arrachements correspondants au départ de plaques de latérites accompagnées de blocs du substrat péridotitique.

4.1.5.8 - Saprolite

Le niveau d'altération saprolitique est souvent affleurant dans le massif du Koniambo, lorsque les terres sus-jacentes ont été érodées. La plupart des anciennes exploitations qui ont suivi des zones riches en garnièrite sous faible couverture latéritique sont situées dans ces ensembles saprolitiques.

4.1.5.9 - Latérites remaniées à blocs de péridotite

Plusieurs anciennes coulées de latérites à blocs ont été relevées en pied du massif des péridotites. Il s'agit d'anciennes coulées à matrice latéritique, gros blocs flottants de péridotes, cuirasses et silice. Ces formations sont importantes à prendre en compte dans le cadre de cette étude, car certaines d'entre elles constituent le témoignage d'anciens mouvements de terrain qui peuvent nous éclairer sur la survenue des aléas actuels.

4.1.6 - Formations d'épandages et de versants

Un nappage important de produits d'épandage de compositions variées recouvre fréquemment les versants et les glacis de la zone d'étude. Ces formations semblent correspondre pour partie à celles décrites par J.P. Paris (1981), J.P. Carroué (1962) et J.J. Espirat (1967), dans la région de Népoui, sous le terme de formation de Muéo. Toutefois, l'analyse de la littérature semble

montrer une certaine confusion entre les conglomérats de base du Miocène transgressif de Népoui et divers épandages postérieurs. Nous préférons donc ne pas reprendre cette terminologie.

4.1.6.1 - Formations de piémont et colluvions sur péridotites

Le bas des versants en zones de péridotite, entre talus rocheux et zone alluviale, est fréquemment recouvert par une accumulation de blocs de péridotites ou de serpentinites emballées dans une matrice argileuse nontronitique, à la couleur "moutarde" caractéristique, riche en concrétion de giobertite.

4.1.6.2 - Accumulations continues de blocs de silice et/ou de giobertite

Cette formation est particulièrement bien développée sur les talus de la butte témoin du Tambounan où elle recouvre basalte et serpentinite. Le talus de la RT1 la recoupe à 3 km au Nord Est d'Oundjo.

Elle est formée par un amoncellement de blocs de silice caverneuse, d'éléments de cuirasse, de nodules ferrugineux et de fragments de péridotite altérée, le tout emballé dans une matrice latéritique remaniée de couleur orange. Les blocs de silice sont de toutes tailles, certains dépassant le m³. Ils renferment des galets arrondis de péridotite partiellement silicifiés à leur périphérie et altérés au cœur. Ces blocs proviennent donc du démantèlement d'une formation dont la butte du Tambounan représente le dernier témoin intact. On trouve également de nombreux nodules de giobertite au sein de la formation, dont il est difficile de dire s'ils sont remaniés ou néoformés.

Dans la tranchée de la RT1 au niveau d'Oundjo, sous les conglomérats siliceux, se développe au-dessus et au dépend des serpentinites, un horizon d'altération pédogénétique argileux bariolé avec des manchons racinaires et des concrétions carbonatées. Un plan de faille normale recoupe les conglomérats.

L'érosion actuelle a repris et dispersé ces matériaux dont les plus résistants, notamment les blocs siliceux jonchent fréquemment les plaines. On observe alors des blocs de silices épars ou des zones de nodules de giobertite disséminés. Une concentration importante de nodules de giobertite est visible au niveau de Pinjen.

4.1.6.3 - Epandages de galets de quartz et schistes

Au niveau du village de Koné, on peut voir dans nombre de talus, un recouvrement superficiel conglomératique associé à un niveau d'altération argileux rouge développé au dépend du substrat volcano-sédimentaire.

Les conglomérats contiennent des éléments de 2 à 10 cm plus ou moins bien roulés de phtanites, calcaires, quartzites, jaspes rouges, schistes et micaschistes, grès et quartz cariés. Ils sont lités, les galets étant disposés à plats, quelques-uns fichés verticalement. Le ciment peut être carbonaté, gréseux ou encore argileux. On relève donc essentiellement des éléments détritiques en provenance des terrains de la chaîne centrale, à l'exclusion des basaltes, des péridotites ou de produits latéritiques. L'horizon d'argile rouge d'altération sur le substrat volcano-sédimentaire n'est jamais visible que sur une épaisseur de plus d'un mètre.

Cette formation affleure également à l'est du village de Koné et se retrouve dans de nombreux affleurements en tranchée le long de la RP N2 (transversale Koné - Tiwaka) entre l'hôtel de la Province Nord et Netchaot. Elle correspond probablement à des épandages fluviatiles anciens en provenance de la Chaîne centrale.

4.1.7 - Formations littorales et alluviales

Le système fluviatile et littoral actuel est formé par un ensemble coalescent. A l'aval dans le domaine côtier, ces formations passent graduellement de l'une à l'autre alors qu'à l'amont dans le domaine montagneux elles se découpent en une série de terrasses étagées.

Les marais côtiers supportant ou non la mangrove sont le siège de dépôts limoneux et

Figure 6 - Paléosurface du Koniambo (vue depuis la presqu'île de Foué)

Kaféaté



Koniambo



Photo BRGM - SME

argileux auxquels se mêlent des fragments de coquilles et des débris végétaux.

Le cours de grandes rivières est encaissé de quelques mètres (lit mineur) dans les **alluvions fluviales récentes** (lit majeur ou plaine inondable), lesquelles se raccordent vers l'amont aux **cônes de déjections torrentiels** et latéralement aux **formations fluvio-littorales**. De nombreux **méandres abandonnés** sont visibles au niveau des estuaires.

Les terrasses alluviales sont composées de graviers, sables, limons et argiles. Elles sont bien développées au niveau des cours de la Témala, de la rivière de Voh, de la Faténaoué et de la Kamendoua. Sur cette dernière, trois niveaux étagés s'individualisent particulièrement bien, en amont du massif du Koniambo, aux altitudes : 15 - 20 m (Fy), 25 - 30 m (Fx) et 45 - 50 m (Fw). Ces anciennes alluvions sont souvent riches en boulders et galets quaternaires blancs provenant des terrains métamorphiques de la Chaîne centrale ou des phanites. La partie amont de ces terrasses se raccorde parfois transitionnellement au versant, ce dernier supportant un profil d'altération constitué d'argile rouge à la base et de cailloutis résiduels au sommet.

4.1.8 - Indications structurales

On relève différents types de discontinuités. Les discontinuités majeures sont représentées par les plans de chevauchement des deux nappes : nappe des basaltes de Poya et nappe des péridotites. Des failles et fractures de moindre ampleur mais très importantes au plan du contrôle des altérites et des minéralisations de Nickel, affectent le massif du Koniambo. Nous proposons une vision synthétique de ce type de structures, n'ayant pas la prétention de se substituer à une véritable analyse structurale du massif. Ces discontinuités ont été individualisées sur le terrain, sur le MNT et par télédétection (photographies aériennes, images satellitales). Il s'agit essentiellement de discontinuités probables et supposées. L'échelle envisagée ici est celle du 1 / 25 000. Nous y avons rajouté des traits morphologiques remarquables tels que des crêtes rectilignes qui

complètent et soulignent la structuration de l'ensemble.

Une première famille de discontinuités soulignées par des intrusifs de gabbros ou de roches feldspathiques est particulièrement bien visible dans la moitié est du massif. Elle a une direction N. 0 à N. 170°. Les intrusifs accompagnateurs appartiennent au cortège ophiolitique. Ce type de discontinuité est donc précoce, d'âge probablement antérieur au charriage.

Une deuxième famille formant des couloirs relativement continus suit la direction NW-SE. Les anciens gisements de Manguen et Bilboquet en crête du massif étaient visiblement contrôlés par cette direction.

Une dernière famille de fracture, de direction N. 70°, très rectiligne et apparemment tardive, se superpose aux principales vallées qui drainent et découpent le massif. Elle est à l'origine du découpage en touches de piano décalant les différents panneaux d'altérites du massif.

4.1.9 - Indications morphologiques

La figure 7 présente un essai de carte morpho-structurale du massif du Koniambo. Sur cette carte ont été rassemblés les principaux types d'éléments suivants, surfaciques ou linéaires :

- Les principales **surfaces d'aplanissement** altérées dont l'enveloppe délimite les unités principales d'altérites.

- Les **replats d'altération étagés** que l'on peut individualiser de proche en proche sur le plateau principal occupant la partie est du massif, mais aussi la partie ouest. Le niveau le plus élevé se situe entre les altitudes 800 et 900 mètres. Il correspond aux zones de cuirasse sommitales les moins démantelées. Les replats étagés sont particulièrement bien visibles dans tous l'amphithéâtre correspondant au bassin perché en forme de fer à cheval du haut du creek Confiance.

- Les **escarpements rocheux** en limite du plateau principal. L'altitude de cet escarpement

est de 700 mètres en moyenne sur le flanc NE du massif, alors que sur le flanc SW elle peut s'abaisser à 200 mètres.

- Les "**Arêtes rocheuses remarquables**" qui sont des objets linéaires et rectilignes, matérialisés par des alignements rocheux de formes aiguës. Ce type de structure bien visible sur les contreforts du massif peut éventuellement se prolonger par des saillis ou des cloisons sous couverture latéritique.

- Les traits morphologiques circulaires liés au fonctionnement de l'altération sont représentés par des "**entailles circulaires**". Ces entailles traduisent la progression de la dissolution et de l'altération, aboutissant à la formation d'alvéoles, lesquelles sont déblayées en partie par l'érosion qui laisse un cirque rocheux. Bien qu'il y ait toute une hiérarchie d'alvéoles emboîtées à différentes échelles, les diamètres s'échelonnent entre 100 et 1000 mètres avec une fréquence maximale entre 200 et 500 mètres.

- Les **principaux linéaments** déduits de l'imagerie satellitale, du Modèle Numérique de terrain et de ses dérivés (pentes et ombrages) et des observations de terrain. Ces traits structuraux correspondent à des ruptures morphologiques, des alignements de creek ou de crêtes.

L'ensemble de ces éléments permet de structurer le massif dans les grandes unités suivantes :

- La **zone des entablements du Kaféaté, du Tambounan et de Vavuto**, en bordure du lagon, d'altitude faible, avec des faciès particuliers de cuirasse contenant une part importante d'éléments remaniés parfois exotiques est fondamentalement différente du reste du massif. Elle est témoin d'une partie de l'histoire de l'altération, puisqu'il y a des gîtes de nickel et des latérites en place sous les cuirasses, peut être contemporaine du dépôt des conglomérats miocènes de Népoui.

- Le **plateau proprement dit du Koniambo** peut être séparé en deux grandes unités :

1) une unité sud qui domine la plaine de Koné, relativement continue, avec des ensembles importants de cuirasses partiellement démantelées subsistant entre 800 et 900 mètres d'altitude. Elle affecte globalement la forme d'un bassin perché ou d'une vallée suspendue, drainée vers le SW, se raccordant à la plaine par l'intermédiaire de cascades. Cette unité doit contenir logiquement la plus grande réserve, volumétriquement parlant, en produits d'altération latéritiques du massif. Les replats d'altération étagés sont nettement visibles dans tout ce secteur et représentent probablement les témoins de l'enfoncement progressif du réseau. Une étude plus fine de leur répartition pourrait apporter une information intéressante sur l'histoire de l'altération et par conséquent la distribution des minéralisations de tout ce secteur.

2) une unité nord qui domine le secteur de Voh, plus étroite, d'altitude moyenne moindre, dont le démantèlement est beaucoup plus avancé que l'unité sud.

Fig. 7 - Carte morpho-structurale

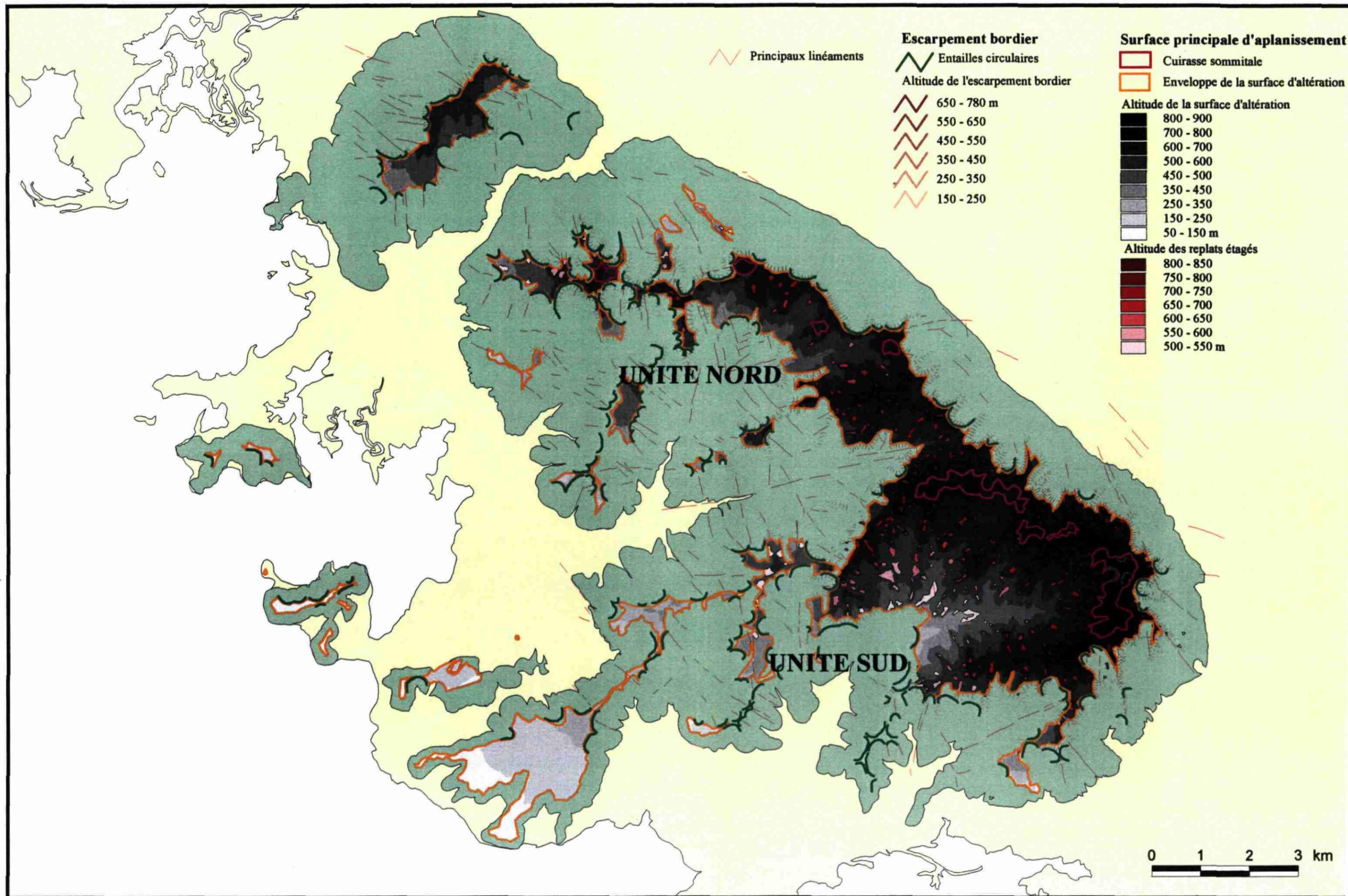


Fig. 8 - Image SPOT 4 du massif du Koniambo

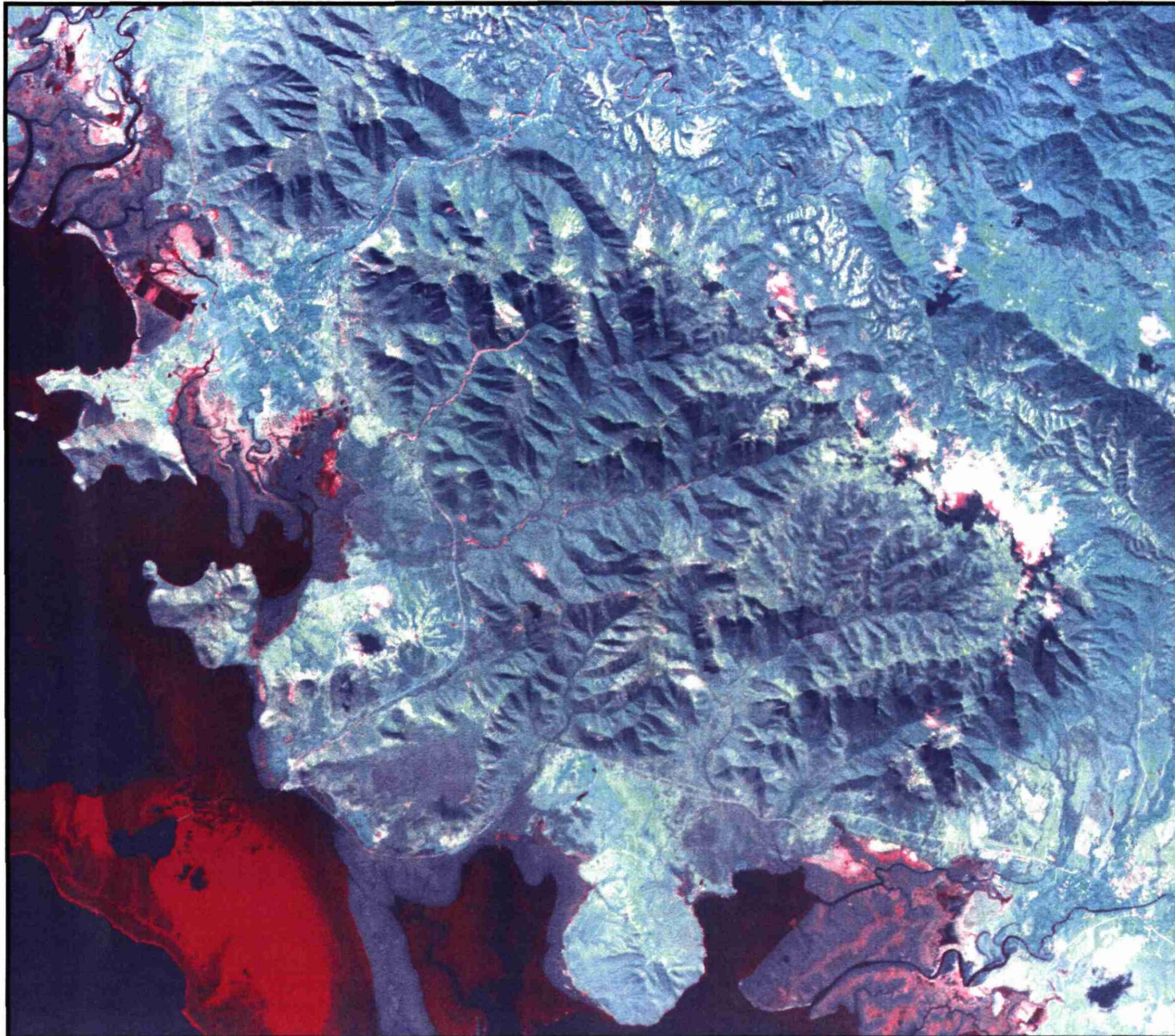


Image réalisée par le Service des Méthodes Administratives et de l'Informatique

4.2 - MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN - IMAGES SATELLITALES

4.2.1 - Modèle numérique de terrain

Le relief est une donnée fondamentale des études de risque. Couplé à la géologie des formations superficielles son étude permet à l'expert, par la discipline géomorphologique, de déceler, par exemple, les anomalies de formes du paysage trahissant souvent d'anciens désordres ou encore de reconstituer les diverses étapes de l'érosion des reliefs. On aboutit ainsi à une compréhension des phénomènes, permettant de dépasser le stade du simple inventaire des désordres, pour accéder à leur prévision.

Il est donc nécessaire de disposer d'un modèle représentatif de l'altitude en tout point de la zone d'étude. Pour ce faire on acquiert un Modèle Numérique de Terrain (MNT) qui permet par divers calculs informatiques de mieux quantifier les critères morphologiques et par delà apprécier l'aléa. A partir de cette donnée de base, il est possible de dériver toute une série de paramètres du relief tels que : pente, courbure (concavité / convexité), drainage, exposition. Le MNT apparaît ici comme un moyen très puissant pour individualiser des variables pertinentes du paysage que l'œil humain n'appréhende que globalement.

Dans le cadre de cette étude un MNT spécifique à la maille de 10 mètres a été généré à partir des informations altimétriques (points cotés et échantillonnage des courbes de niveau) des cartes topographiques du projet Koniambo (SMSP - Falconbridge). Une représentation en est proposée en figure 3. En figure 9 sont présentées des cartes d'ombrage du MNT selon huit directions d'éclairage. Chaque direction d'éclairage met en valeur des structures différentes. La structuration du bed-rock est nettement sensible sur toutes ces images.

4.2.2 - Données satellitaires

Des données traitées, dérivées des images SPOT, ont été fournies par le Service des Méthodes Administratives et de l'Informatique (SMAI). Une image SPOT IV à une résolution de 20 m a

été utilisée (figure 8). Elle permet de dégager les grands ensembles lithologiques et d'occupation du sol.

Fig. 9 - Ombrage du MNT selon différentes directions

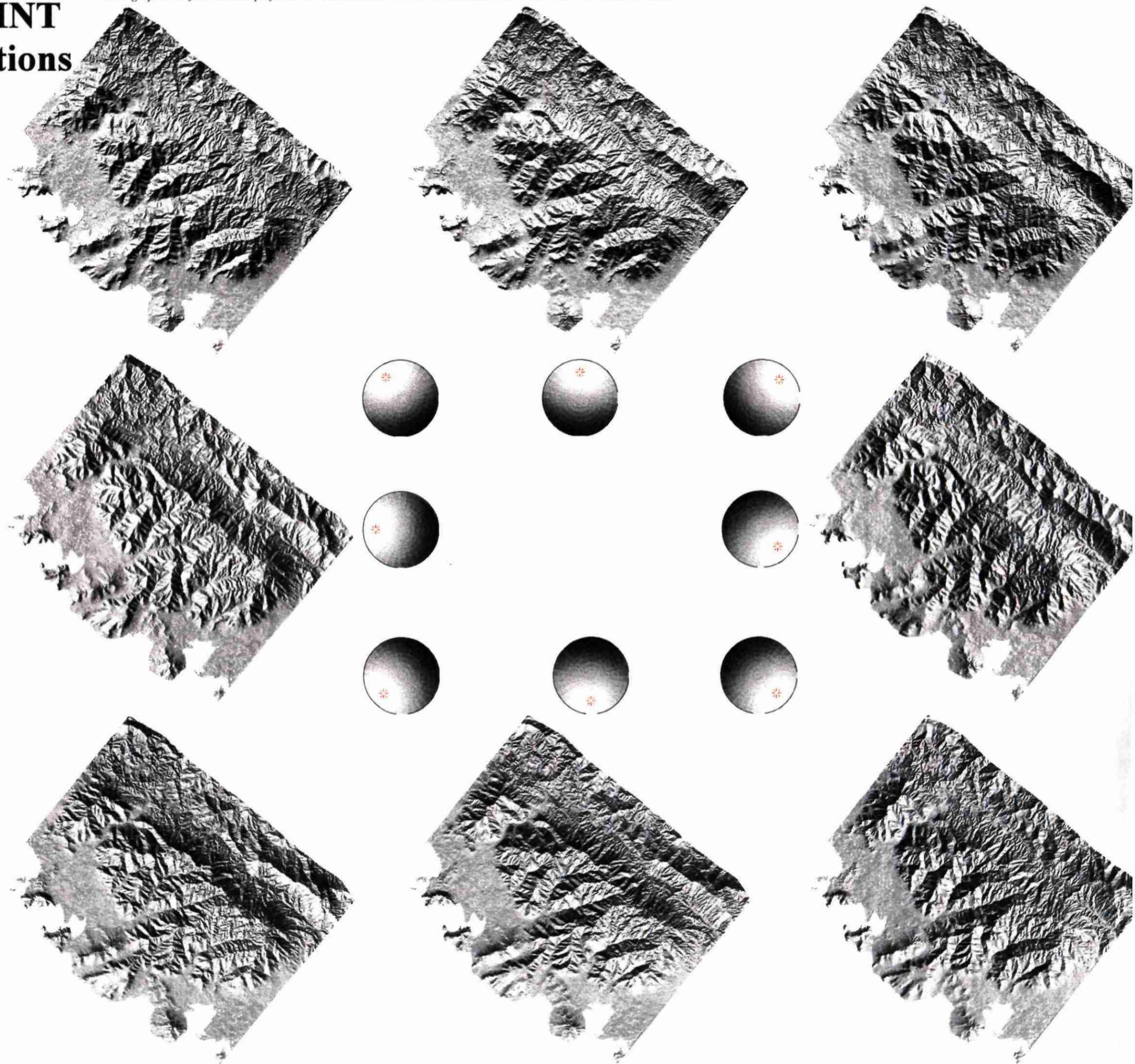
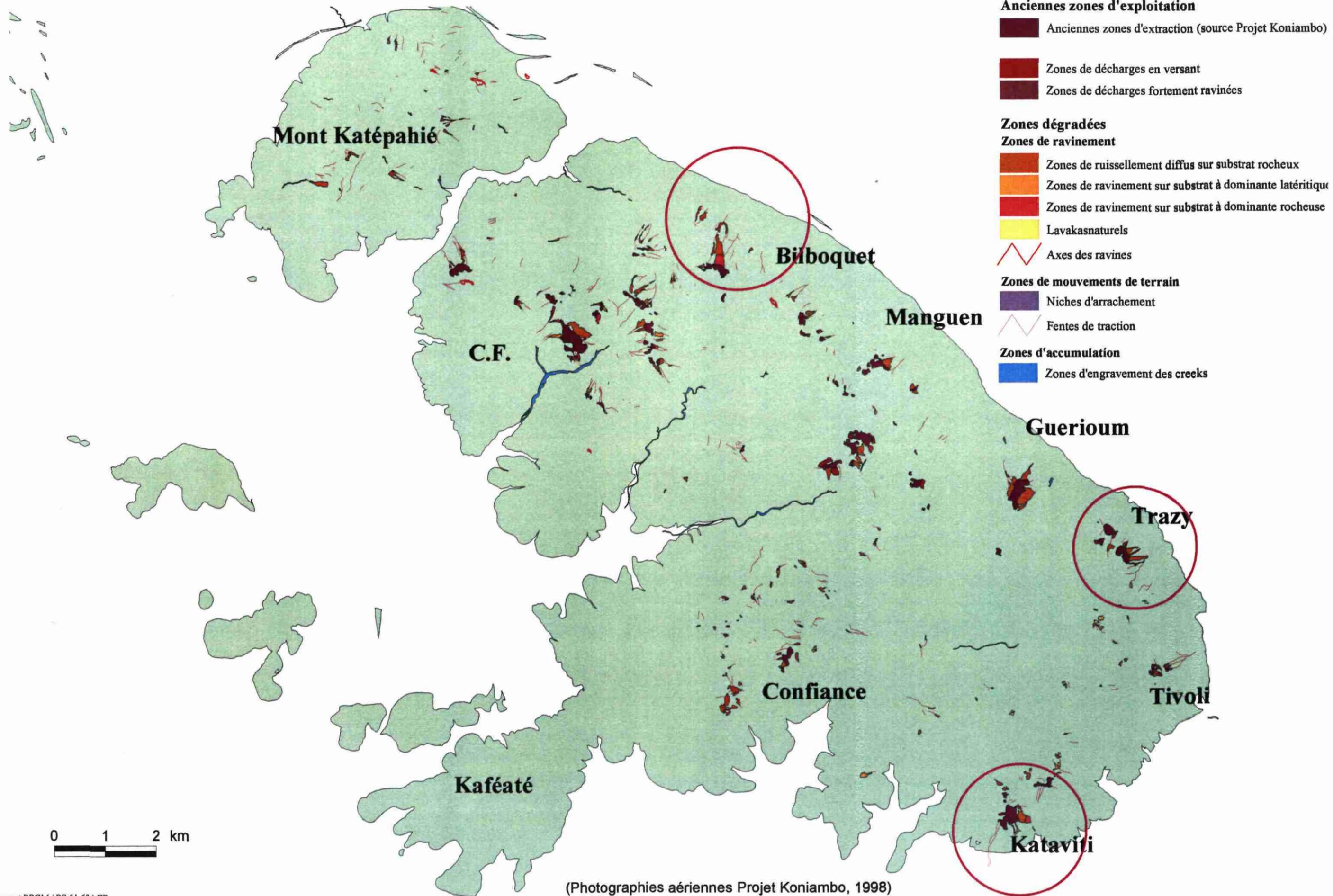


Fig. 10 - Cartographie des zones dégradées



0 1 2 km

(Photographies aériennes Projet Koniambo, 1998)

4.3 - CARTE INFORMATIVE DES PHENOMENES RECENSES, TYPOLOGIE DES PHENOMENES

D'une manière générale, la variété et le nombre des aléas du type "mouvements de terrain" recensés dans la zone d'étude sont faibles. Néanmoins les futurs enjeux et aménagements dans toute cette zone étant très importants, il y a lieu de porter une attention particulièrement critique vis-à-vis des phénomènes possibles. Rappelons que l'aléa sismique et l'aléa inondation ne sont pas pris en compte par cette étude. L'aléa "inondation torrentielle" dans la partie basse des vallées, n'est pas non plus intégré. Il n'y a pas à l'heure actuelle de spécialiste de ce type d'aléas en Nouvelle-Calédonie, alors que les risques à l'amont (mouvements de terrain) sont bien cernés (programme BRGM - SME), ainsi que les risques d'inondation à l'aval, dans les grandes vallées côtières (programme DER).

Concernant les aléas, on peut distinguer fondamentalement deux types d'environnements géologiques en Nouvelle-Calédonie :

- 1 - Le substrat volcano-sédimentaire où les aléas sont d'ampleur limitée en nombre et en intensité.
- 2 - Les massifs de péridotites, hôtes de la plupart des phénomènes préoccupants.

4.3.1 - Aléas dans le substrat volcano-sédimentaire

Les aléas qui peuvent classiquement survenir dans un tel contexte sont de deux types :

- Des glissements, décollements superficiels et des tassements de versant, survenant dans l'horizon d'altération argileux de surface,
- Des chutes de blocs partant des barres de roches massives dominant les talus schisteux.

Nous n'avons pas relevé dans la zone d'étude de désordres de ce type, ce qui n'exclut pas leur apparition à l'occasion d'aménagement à venir. D'une manière générale, la faible amplitude des

reliefs dans le substrat volcano-sédimentaire n'induit pas de désordres marquants.

4.3.2 - Aléas dans les massifs de péridotites

Les désordres les plus notables peuvent se produire au pourtour des massifs de péridotite, là où les gradients de reliefs sont importants. Ces terrains sont en effet en position topographique dominante et de nature fragile car très fracturés et altérés. Le démantèlement progressif des massifs de péridotite se fait par processus d'altération chimique, d'érosion mécanique et de transport torrentiel puis fluvial jusqu'au rivage. Les processus de démantèlements mécaniques, se font sous forme plus ou moins brutale, avec départ de produits de toute granulométrie. Les différents types de matériaux détritiques sont ensuite distribués par le réseau torrentiel et progressivement triés jusqu'à la côte. La nature de ces phénomènes, souvent violents et soudains, mettant en jeu des énergies importantes dues aux grandes dénivellations et à la grande quantité de matériaux impliquée, entraînent une forte dangerosité dans l'environnement des "massifs miniers".

Jusqu'à présent, dans les massifs de péridotites étudiés lors des différentes phases du programme, les types d'aléas "mouvements de terrain" suivants ont été identifiés :

- chutes de blocs,
- lavakas,
- glissements,
- écroulements et écroulements en masse,
- coulées boueuses et coulées de débris,
- ravines,
- laves torrentielles,
- engravement et charriage torrentiel,
- débordements, divagations torrentielles

La plupart des ces phénomènes passent graduellement de l'un à l'autre, se télescopent et les mécanismes se recouvrent partiellement.

Enfin, l'activité minière, présente ou passée, peu interférer dans ces phénomènes. Le décapage des terrains en surface, entraîne en effet un surcroît de ruissellement générateur ou amplificateur des désordres. C'est pourquoi une cartographie spécifique (analyse par photographie aérienne fournies par le projet Koniambo : 1998) des anciens travaux et des désordres qui leurs sont liés a été effectuée (figure 10).

Dans la zone d'étude nous n'avons pratiquement recensés qu'un seul type de phénomène : le ravinement. Encore se produit-il au droit de zones peu habitées n'entraînant pas un risque important.

Les zones d'aménagement des villages de Koné et Voh ne sont pas directement exposées aux aléas que pourrait générer le massif du Koniambo. En effet, bien que ces secteurs soient situés au pied de reliefs importants (700 à 800 mètres de commandement), leurs implantations actuelles sont relativement distantes des contreforts de ce massif. Ce dernier est constitué de roches relativement saines, dans lesquelles nous n'avons pas noté de zones de désordres particuliers, si ce n'est quelques arrachements localisés. Les deux villages sont installés sur un ensemble de grands cônes de déjections anastomosés et seuls des phénomènes torrentiels (non traités dans cette étude) pourraient être redoutés. Il est clair cependant que si des infrastructures se développaient et se rapprochaient du pied des massifs de péridotites des précautions devraient être prises.

L'aléa "chute de blocs" est omniprésent dans les massifs de péridotites. Sa probabilité d'occurrence est cependant difficile à établir. La dangerosité du phénomène est proportionnelle à la dénivellation et à la pente. Des précautions simples (distance par rapport aux zones rocheuses pentues) doivent permettre de s'en prémunir.

Le ravinement

En Nouvelle-Calédonie, les ravines sont très fréquentes dans le paysage des massifs de péridotites. A la fois, zones de départ et de transport de matériaux, elles s'installent dans des terrains fragiles dès lors qu'une certaine quantité de produits de démantèlement doit transiter jusqu'au niveau de base sous l'influence d'un flux d'eau. On les trouve donc au droit de toutes les zones dénudées ou dégradées. Installées sur un substrat essentiellement rocheux elles se signalent simplement comme un trait sans végétation dans le paysage, sali par les boues latéritiques et plus ou moins encombré d'éléments détritiques. Ce n'est alors qu'une zone de transit de sédiments divers. Traversant une zone en partie altérée, latéritique, le sapement des berges viendra grossir le flux détritique. Enfin, s'attaquant à des zones fragiles saprolitiques ou serpentineuses, le phénomène s'accompagne d'une érosion intense du lit de la ravine, d'un approfondissement de l'incision et de multiples petits désordres sur les bordures qui provoquent son élargissement et le recul de la zone amont. On peut parler alors de ravinement actif à caractère régressif.

Plusieurs zones de ravinements importantes sont localisées sur le flanc NE du Koniambo. Elles sont localisées dans les anciennes zones minières de Trazy, Guerioum et Bilboquet. Peu visibles, difficilement accessibles et dans des secteurs presque inhabités, c'est à dire où le risque demeure faible bien que l'aléa soit fort, elles n'en demeurent pas moins préoccupantes par l'évolution qu'elles pourraient subir. Dans une moindre mesure la zone de Kataviti est affectée par les mêmes phénomènes. D'autres exemples, de beaucoup plus grande ampleur, tels que les ravines du Païdi sur le flanc nord du massif du Kopéto (cf. programme 1998) ont en effet montré que lorsque ce type de désordre s'installe, il est irréversible.

La présence de ravines importantes dans ce secteur n'est pas fortuite. En effet, cette limite

NE de la klippe ultrabasique du Koniambo est caractérisée par des pentes raides dominées par une crête festonnée d'une altitude moyenne de 900 mètres, qui représente le faite du massif. Au plan géologique, la base de la klippe a été reprise dans l'accident bordier de la Chaîne centrale (ex accident ouest calédonien de J.P. Paris, 1981), ce qui a entraîné un épaississement de sa semelle serpentineuse. Les phénomènes de ravinements importants constatés ont pris naissance dans ces terrains particulièrement fragiles. La présence de nombreux anciens dépôts de latérite remaniée à blocs de péridotite en placage sur ce versant NE souligne l'importance et la pérennité de la sensibilité au ravinement de ces terrains.

Les ravines à évolution régressive constituent une originalité du cortège des phénomènes d'érosion et d'instabilité dans les "massifs miniers" tout en étant une nuisance importante. Elles tirent leur spécificité du milieu serpentineux ou saprolitique fragile dans lequel elles s'installent. Elles se présentent pour les plus importantes, comme des incisions dont la section est en forme de 'V' aiguë, s'étirant parfois sur une grande longueur selon la pente qui est souvent forte, formant ainsi des sillons d'érosion ouverts et actifs. Une couverture latéritique mince et superficielle existe souvent. Les ravines sont "actives", c'est à dire que leurs bordures sont en perpétuel éboulement, particulièrement lors des épisodes pluvieux qui dégagent les matériaux non cohésifs, libérant ainsi les noyaux rocheux. Les lèvres latérales des ravines et surtout leur partie amont sont sapées par ces départs incessants qui provoquent une érosion régressive et un élargissement des entailles. Des glissements en masse peuvent se produire sur leurs bordures. Les ravines sont d'autant plus actives qu'elles sont alimentées en eau soit par l'amont, soit par des sources émergeant en elles mêmes. Leur importance en taille (profondeur, longueur, largeur) et leur "activité" sont fonction de la nature du terrain dont elles se nourrissent (épaisseur, granulométrie, cohérence). Elles s'ouvrent et s'évasent en entonnoir lorsque le terrain est peu cohésif, se ferment lorsqu'il devient rocheux, à l'aval par exemple. Plusieurs ravines peuvent devenir coalescentes.

Les conséquences de tels phénomènes sont doubles. L'érosion régressive menace d'emporter la zone amont et alimente en matériaux de toutes granulométries, surtout grossière, les parties aval. Des coulées boueuses, voire des laves torrentielles peuvent naître à partir de telles structures. L'évolution du phénomène ne peut s'arrêter qu'avec l'épuisement du matériau au dépend duquel elles s'alimentent. Il peut être éventuellement ralenti par suppression de l'alimentation en eau par l'amont. Dans le cas où une source ou une série de sources émerge au sein de la ravine, auto-alimentant le processus, l'évolution du phénomène est irréversible.

Une analyse détaillée des principales zones de ravinement du flanc NE du Koniambo est proposée dans le chapitre relatif aux zones sensibles (cf § 5). L'évolution temporelle et les relations avec les travaux miniers y sont examinées.

4.3.3 - Cartographie des zones dégradées par l'activité minière

Le massif du Koniambo a été l'objet d'activité extractive pour le nickel depuis 1900 jusqu'à la fin de la seconde guerre mondiale (2 800 000 tonnes de minerai riche à une teneur de 3 à 6%). Les mineurs de cette époque pratiquaient une extraction essentiellement sélective du minerai, en suivant des zones fracturées et altérées à haute teneur, sous faible couverture de latérite. La plupart des anciens sites d'extraction se situe sur des éperons rocheux, en limite de plateau latéritique, là où la découverte "stérile" (pour l'époque), était réduite au minimum. Les nombreux affleurements d'ensembles saprolitiques du massif ont été ainsi mis à profit. La quantité de stérile issue de cette activité était restreinte. Les moyens d'accès et d'évacuation, les infrastructures de cette époque, étaient réduits. Les versants situés sous ces carrières sont souvent salis par des boues latéritiques, ou couverts par les rejets de stériles rocheux. Certains cours d'eau qui drainent le cœur du massif (creek Koko en particulier) sont engravés sur de larges portions et sujets au phénomène de charriage torrentiel. Mais d'une manière globale,

le massif du Koniambo a été relativement peu touché par comparaison avec d'autres massifs.

La carte des zones dégradées présentée en figure 10 a été réalisée grâce à une couverture photographique numérique aérienne en couleur et orthorectifiée aimablement communiquée par le projet Koniambo (SMSP - Falconbridge). Des compléments sur le terrain ont été apportés. Parmi les principaux éléments figurés on regroupe :

- **les anciennes zones d'exploitation**, mises à nu par l'activité extractive regroupant les zones d'exploitation ou carrières et les zones d'aménagements divers où la densité des travaux a conduit à un décapage pratiquement complet de la végétation et/ou du sol. Ces contours ont été produits à partir de ceux qui nous ont été communiqués par le projet Koniambo, légèrement modifiés et complétés.

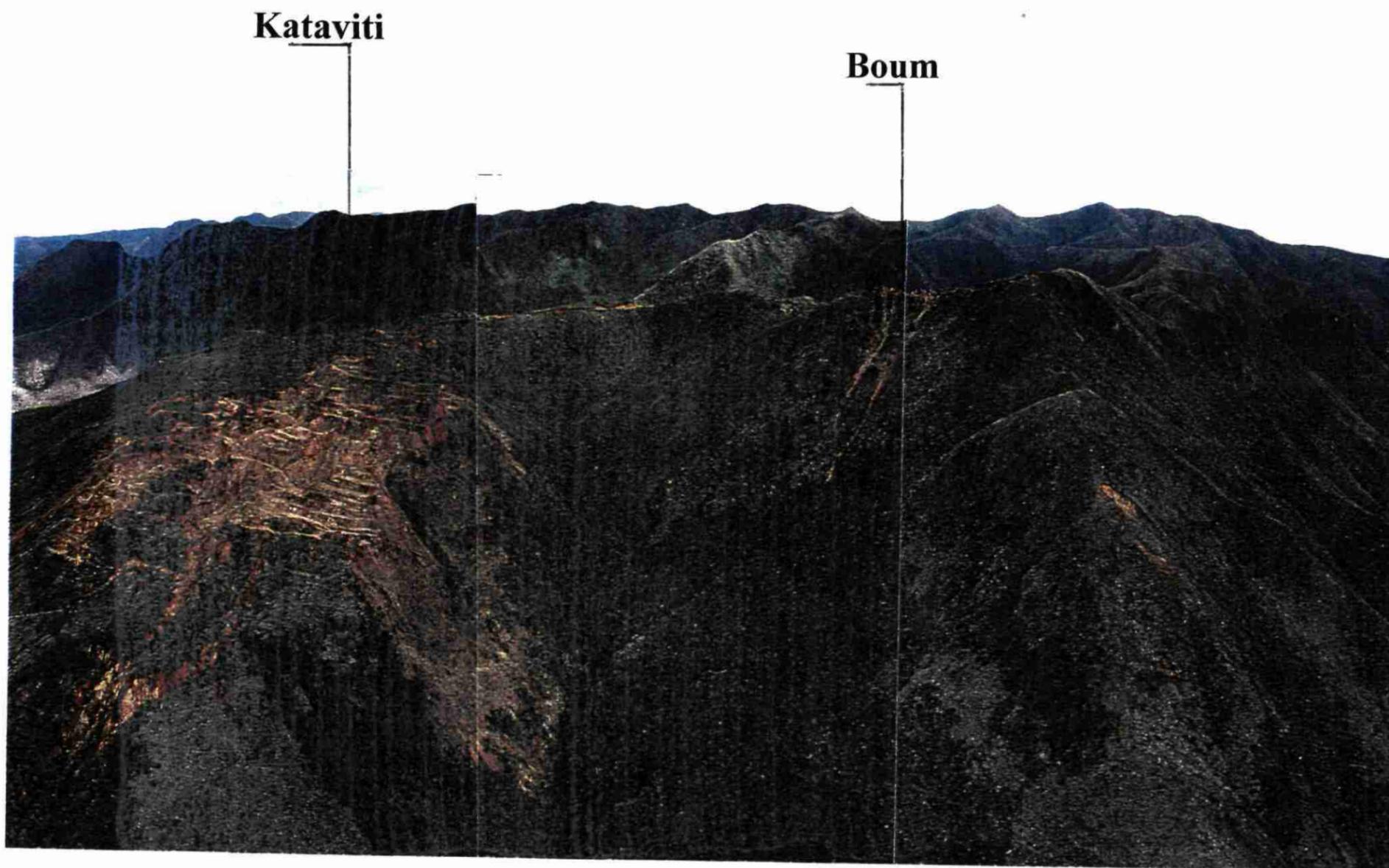
- **les zones de décharges** de produits stériles dans les versants, qu'il s'agisse de matériaux fins latéritiques, grossiers rocheux ou encore de zones décapées par le ruissellement induit.

- **les zones de ravinements** qu'elles soient naturelles telles que les lavakas, aggravées par les aménagements anthropiques ou encore directement liées à l'exploitation.

- **les zones de sédimentation** et d'engravement dans les creeks.

5. - MISE EN EVIDENCE DE ZONES SENSIBLES

Fig. 11 - Panorama de l'ancienne mine de Kataviti, vue depuis le Sud



Vue depuis le S

(Photographies aériennes, "Etat des lieux du Koniambo, SMSP, 1998")

5.1 – Zone de l'ancienne mine Kataviti

Vue d'ensemble :

La mine de Kataviti a été exploitée à diverses reprises de 1888 à 1940. Avant 1900, les teneurs d'exploitation étaient très élevées (7 à 12 %). Par la suite la teneur moyenne fut ramenée à 5 %. L'exploitation de cette époque, très sélective, se faisait de façon manuelle. Elle cumula 200 000 tonnes de minerai.

Cette ancienne exploitation est géologiquement établie sur une zone de péridotites très fracturées (figure 11), surmontant une assise serpentineuse relativement épaisse (une centaine de mètres au moins est visible). Localement cette masse serpentineuse est imprégnée de silice et de nombreux blocs de silice caverneuse, libérés par l'érosion, sont visibles sur les pentes en contrebas des anciens travaux. Il semble d'ailleurs que ces venues siliceuses aient pu jouer un rôle dans le contrôle de la minéralisation en nickel, car, selon les anciennes descriptions, celle-ci était parfois suivie le "long d'une barre de silice".

Les emplacements autrefois exploités (figure 12) sont implantés sur des zones convexes et latéritisées. La plupart des crêtes formant les contreforts du massif de péridotite dans ce secteur sont d'ailleurs fortement arrondies, convexes et recouvertes d'un manteau latéritique avec une végétation caractéristique de fougères argentées.

Nature des désordres :

De nombreuses zones de ravinement sont visibles, trouvant leur origine au niveau des anciens travaux, soit dans des zones de décapages, soit dans des zones de rejets de stériles. Les ravines situées les plus à l'est sont les plus incisées. Elles s'enfoncent profondément dans une zone saprolitique serpentineuse, au niveau d'un petit replat situé à la côte 200 mètres.

Une zone de déblais encombre le flanc NE des anciens travaux. L'épandage de stériles descend jusqu'au torrent (Oue Adi) qui dévale depuis la mine Boum. Ce secteur de déblais est lui aussi entaillé par une ravine assez profonde.

Nous n'avons pas vu de désordres autres que ceux-ci, en particulier de signes morphologiques d'instabilités de versants à grande échelle.

Il est cependant intéressant de suivre dans le temps l'évolution de ces ravines car de nombreux exemples nous ont montré que lorsque de telles zones d'incisions pénètrent dans un substrat de saprolites sur serpentines, l'évolution à terme est irréversible. Elle s'accompagne en effet de multiples petits désordres sur les bordures qui provoquent son élargissement et le recul de la zone amont, pour conduire à un phénomène de ravinement actif à caractère régressif.

Evaluation multi-dates :

Trois jeux de photographies aériennes ont été consultés dont deux en couleurs aimablement prêtés par la Société SMSP. Ils datent respectivement de 1954 (anciens clichés noir et blanc IGN), 1971 (anciens clichés couleurs SLN), 1976 (clichés noir et blanc IGN) et 1998 (clichés couleurs SMSP). Des photographies aériennes obliques prises lors de l'état des lieux du massif par SMSP (1998) sont venues compléter ces données. Ces documents couvrent donc une période de 44 ans. Pour une meilleure analyse des phénomènes, ces documents photographiques ont été orthorectifiés (figure 12).

L'ancienneté du début des travaux (1888) fait qu'il n'y a pas de documents photographiques disponibles antérieurs à l'exploitation. On ne connaît donc pas l'état des ravines avant décapage.

1954 :

Toutes les ravines sont déjà en place y compris celles qui sont profondément enfoncées à l'ouest.

1971 :

Dans le prolongement des ravines, en contrebas, les zones d'atterrissement se perdent dans une végétation bien fournie et préservée où les drains sont cependant marqués par des alignements de gros arbres, attestant de l'ancienneté de ces zones d'écoulement.

Une zone d'alluvionnement torrentiel de dimension restreinte (200 mètres en longueur pour 25 à 50 m en largeur) apparaît dans le torrent qui descend de l'ancienne mine Boum situé au NE (Oue Adi). Sa faible extension laisse supposer que cet épandage a été consécutif à un événement pluvieux isolé.

1976 :

Pas d'évolution notable par rapport à 1971. On constate la stabilité des ravines. La zone d'alluvionnement est toujours présente et a commencé à se propager en un filet étroit vers l'aval jusqu'à la RT1.

1998 :

Pour ce qui concerne les ravines, il n'y a toujours pas d'évolution notable. En revanche, la zone d'alluvionnement au NE a disparu, ce qui nous donne une indication sur les possibilités de reconquête par la végétation de désordres de ce type.

Evaluation de l'aléa, recommandations

:

Les désordres constatés au niveau de la mine de Kataviti sont limités. La zone n'est pas située sur le parcours d'un drainage important et la dénivellation entre les zones exploitées et la plaine alluviale est faible. Les seuls signes d'instabilité se réduisent à des ravinements dont on a cherché à évaluer l'importance et l'évolution dans le temps par comparaisons multi-dates.

On ne constate pas d'évolutions défavorables dans ce secteur sur une période de 44 ans et ce malgré l'âge très ancien des premiers travaux. Il est vrai que ce secteur n'a pas vu d'aménagements postérieurs aux années 1940, que ce soit au niveau de l'ancienne exploitation ou dans la propriété située en contrebas.

La zone est donc restée dans un **équilibre globalement stable**. La présence d'imprégnation siliceuse a peut être joué un rôle consolidant, dans cette zone serpentineuse et altérée, d'ordinaire réputée comme fragile, où nous avons trouvé de nombreux exemples de désordres et indices de fragilité.

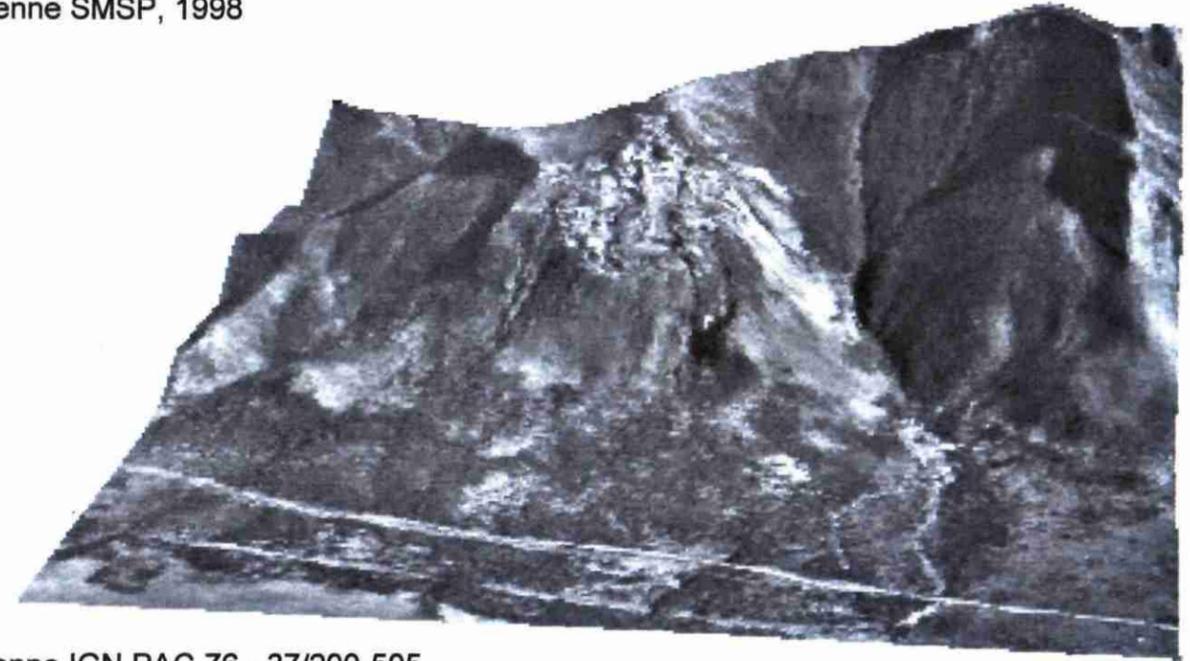
**Fig. 12 - Mine Kataviti :
Evolution multi-date,
vue depuis le Sud**

1998



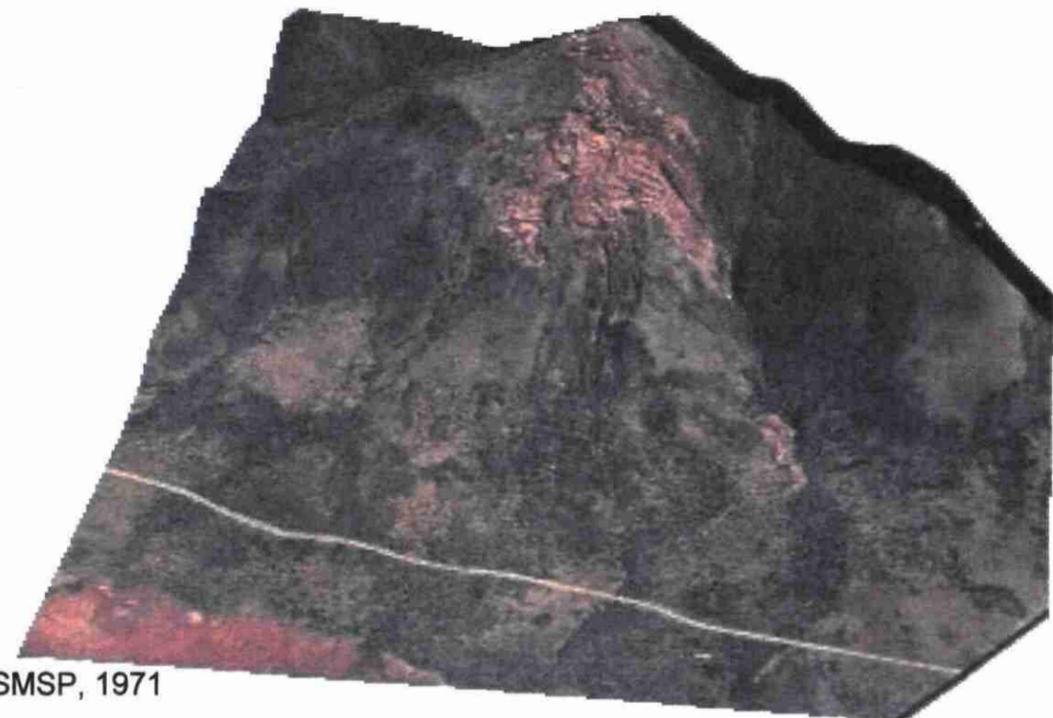
Photographie aérienne SMSP, 1998

1976



Photographie aérienne IGN PAC 76 - 37/200-505

1971



Photographie aérienne SMSP, 1971

5.2. - Flanc Nord Est du Koniambo

Situé sur la retombée nord du massif du Koniambo en zone de forte pente, ce secteur où ont été ouvertes les carrières des mines de Trazy, Guerioum et Bilboquet, présente de **nombreux phénomènes de ravinement dans une zone géologiquement fragile**. A ce titre, et bien que localisé dans une zone peu habitée, c'est à dire où **le risque demeure faible bien que l'aléa soit fort**, il nous a paru intéressant de l'examiner en détail, pour mieux comprendre les mécanismes de formation de ces ravines, leur contexte géologique spécifique et leurs relations avec les travaux miniers.

Vue d'ensemble :

L'ensemble du versant nord-est du Koniambo est caractérisé par des pentes raides dominées par une crête festonnée d'une altitude moyenne de 900 mètres, qui représente le faite du massif.

Au plan géologique, cette limite NE de la klippe ultrabasique suit grossièrement le tracé rectiligne à grande échelle de l'accident bordier de la Chaîne centrale. La semelle serpentineuse du massif de péridotite dans ce secteur est particulièrement développée. Cet épaissement est sans doute lié à la proximité de l'accident bordier, zone mobile dans laquelle la semelle serpentineuse des klippes ultrabasiques de la Côte Ouest est souvent engagée. L'épaisseur de ce niveau de serpentine a été largement sous-estimée dans les documents cartographiques géologiques disponibles (feuille 1 / 50 000 Goyeta-Pana et Pouembout). Il est systématiquement surmonté par une zone de péridotites fracturées et serpentinisées, source d'instabilités et de désordres.

Plusieurs zones de ravinements importantes sont situées dans ce contexte sur l'ensemble du flanc nord-est du Koniambo. Peu visibles, difficilement accessibles et dans des zones presque inhabitées, elle n'en demeure pas moins intéressante quant à leur mode de formation et de fonctionnement.

Les auteurs des anciennes cartes géologiques ont également représenté sur tous ces versants, diverses formations de pentes :

- notation H pour "accumulation de matériau hétérogènes ultrabasiques altérés",

- notation E pour "éboulis de roches ultrabasiques saines".

Ces formations témoignent de l'importance et de la pérennité des phénomènes de déséquilibres.

Description détaillée de la zone de Trazy :

La zone d'exploitation de Trazy (carrière de Trazy au sud et de Trazy extension 500 mètres au nord), a été ouverte en 1901. Elle a été active de 1908 à 1909 et de 1937 à 1952. La production totale a été de 270 000 tonnes de minerai.

Le soubassement de la zone exploitée est souligné par **une zone serpentineuse saprolitique épaisse** entre les altitudes 300 et 500 mètres, à la **morphologie caractéristique**, formée de croupes arrondies aux pentes plus faibles que les péridotites sus-jacentes. Un replat incliné vers le nord ouest marque le sommet de cette unité. On passe au-dessus, à des péridotites serpentinisées puis à des péridotites plus saines dans lesquelles ont été ouvertes les anciennes exploitations (figure 13).

Sous les serpentinites de la sole basale de charriage, de **nombreuses zones d'épandages de produits péridotitiques et latéritiques** encombrent les pentes (coulées de latérites à blocs de péridotites et serpentines).

Les principaux "creeks" qui descendent des reliefs traversent ces zones fragiles. Au niveau de la semelle serpentineuse en particulier, un certain nombre de **grandes ravines sont ouvertes**. La ravine la plus importante se situe au niveau du

"creek" qui passe entre Trazy et Trazy extension (figure 13). La plupart des talwegs de la zone sont encombrés de sédiments en provenance des anciennes carrières (rejets de stériles). Il y a une relation très claire entre les zones décapées par l'exploitation à l'amont et les phénomènes de ravinement à l'aval.

On ne note pas de glissements sur les bordures de ces ravines, de même **qu'il n'y a pas de signe d'instabilité à grande échelle** dans ce secteur. On est donc en présence de **ravinements à caractère régressif**, c'est à dire dont l'incision s'approfondit par simple érosion dans ce matériau sans cohésion, facilement mobilisable, entraînant le sapement des berges et leur recul.

L'examen des photographies aériennes peut permettre de caractériser l'évolution dans le temps de ce phénomène.

Evolution multi-dates sur Trazy :

Trois jeux de photographies aériennes ont été consultés dont deux en couleurs aimablement prêtés par la Société SMSP. Ils datent respectivement de 1971 (anciens clichés couleurs SLN), 1976 (clichés noir et blanc IGN) et 1998 (clichés couleurs SMSP). Des photographies aériennes obliques prises lors de l'état des lieux du massif par SMSP (1998) sont venues compléter ces données, ainsi que des observations de terrain sur l'état actuel (figure 14).

Il n'y a pas de documents photographiques disponibles antérieurs au début de l'exploitation (1901). On ne connaît donc pas l'état des ravines avant décapage.

1971 :

Toutes les ravines sont déjà présentes. Elles sont cependant peu ouvertes et **les profondeurs d'incisions ne sont pas alarmantes**. Dans les talwegs, les zones de sédiments à nues, ne se

suivent guère que sur un kilomètre avant de se perdre dans la végétation.

1976 :

Pas d'évolution notable par rapport à 1971. On constate la **stabilité des ravines**. Un réseau de pistes de prospection a été ouvert sur toute la zone latéritique surplombant les carrières.

1998 et état actuel:

Le ravinement s'est très nettement accru, notamment au niveau de la ravine principale dont la largeur et la profondeur sont bien plus grandes. Le phénomène est nettement visible sur les photographies obliques où la zone serpentineuse a été incisée sur toute sa hauteur. Vers l'aval, les zones encombrées de sédiments peuvent désormais se suivre jusqu'à la rivière Neiriwé sur plusieurs kilomètres.

Cette analyse rétrospective met donc en évidence un **aggravement des désordres** dans ce secteur, avec un renforcement de la profondeur d'incision des ravines.

Description détaillée de la zone de Bilboquet :

La zone d'exploitation de Bilboquet, a été active en 1917, de 1920 à 1930 et de 1933 à 1938. La production totale a été de 250 300 tonnes de minerai à 5,14 %.

Le soubassement de la zone exploitée est souligné par **une zone serpentineuse saprolitique particulièrement épaisse** entre les altitudes 150 et 300 mètres, à la **morphologie caractéristique**, formée de croupes arrondies aux pentes plus faibles que les péridotites sus-jacentes. Cet ensemble est surmonté par des péridotites serpentinisées puis par des péridotites saines.

Sous les serpentinites de la sole basale de charriage, de **nombreuses zones d'épandages**

de produits péridotitiques et latéritiques encombrant les pentes (coulées de latérites à blocs de péridotites et serpentines, figure 13).

Une arborescence de grandes ravines est ouverte dans les serpentinites et leur couverture de latérites remaniées à blocs. A l'aval de ce système en incision, le talweg principal est encombré de sédiments en provenance des anciennes carrières (rejets de stériles). Il y a une relation très claire entre les zones décapées par l'exploitation à l'amont et les phénomènes de ravinement à l'aval.

Un certain nombre de glissements et d'affaissements peuvent être notés sur les bordures des ravines, à la base de la semelle serpentineuse. On peut observer (figure 15) en particulier en rive gauche de la ravine principale des fentes de tractions de forme semi-circulaire, délimitant un affaissement important (100 mètres de long, 40 mètres de large). La masse glissée vient barrer le creek. Ce type d'obstruction peut provoquer un phénomène d'embâcle et le déclenchement de lave torrentielle lors d'un épisode de fortes précipitations. On est donc là aussi en présence de **ravinements à caractère régressif**, c'est à dire dont l'incision s'approfondit par simple érosion, entraînant le sapement des berges et leur recul, par éboulements et glissements de terrain.

L'examen des photographies aériennes peut permettre de caractériser l'évolution dans le temps du phénomène.

Evolution multi-dates sur Bilboquet:

Six jeux de photographies aériennes ont été consultés. Ils datent respectivement de 1942 (clichés noir et blanc de l'armée américaine, collection du Service des Mines et de l'Energie), 1955 (clichés noir et blanc IGN), 1971 (anciens clichés couleurs SLN), 1976 (clichés noir et blanc IGN) et 1998 (clichés couleurs SMSP). Les photographies aériennes obliques prises lors de l'état des lieux du massif par SMSP (1998) sont venues compléter ces données. Il n'y a pas de documents photographiques disponibles antérieurs au début de l'exploitation (1901). On

ne connaît donc pas l'état des ravines avant décapage.

1942 :

La vue est oblique et le tirage de qualité médiocre mais suffisante pour voir l'essentiel des traits importants. La zone d'exploitation est déjà présente. Tous les éléments décrits plus haut, ravines et affaissements en particulier, sont parfaitement visibles.

1954, 1971, 1976, 1998 :

Pas d'évolution constatée (ou évolution non perceptible à l'échelle des documents).

On constate la stabilité des ravines et l'absence d'évolution du glissement de terrain en rive gauche.

Cette analyse rétrospective met donc en évidence un **aggravement des désordres** dans ce secteur, avec un renforcement de la profondeur d'incision des ravines.

Conclusions, recommandations :

Ces exemples montrent bien les caractéristiques d'un type particulier de désordre s'installant dans un contexte géologique spécifique mais commun aux "massifs miniers" : **le ravinement régressif** en zone saprolitique et serpentineuse de la semelle de base des massifs de péridotite.

Ces zones sont particulièrement fragiles et sujettes au ravinement. D'autres exemples, de beaucoup plus grande ampleur, tels que les ravines du Païdi sur le flanc nord du massif du Kopéto (cf. programme 1998) nous ont montré que lorsque ce type de désordre s'installe, **il est irréversible.**

En l'absence de documents photographiques antérieurs à 1900, date de mise en exploitation, il est impossible de dire si les ravines existaient antérieurement, à l'état naturel. Il est en revanche nettement visible que dans les vingt dernières années, **le phénomène s'est aggravé au niveau de Trazy, alors qu'il est resté stable depuis 1942 jusqu'à aujourd'hui au niveau de Bilboquet.** Sans pouvoir établir un lien de causalité direct entre les exploitations et

l'évolution du phénomène de ravinement régressif observé, il est clair que les travaux de décapages à l'amont, en augmentant la quantité de ruissellement et en désorganisant le drainage naturel, **n'ont pu que contribuer aux désordres, dans ce contexte naturel déjà fragile.**

Il serait souhaitable de procéder à des **aménagements localisés** au niveau des anciennes zones d'extractions, en priorité sur celle de Trazy, pour mieux gérer les écoulements et stabiliser ainsi l'évolution future des ravines.

Fig. 13 - Panorama de l'ancienne mine de Trazy, vue depuis le Nord

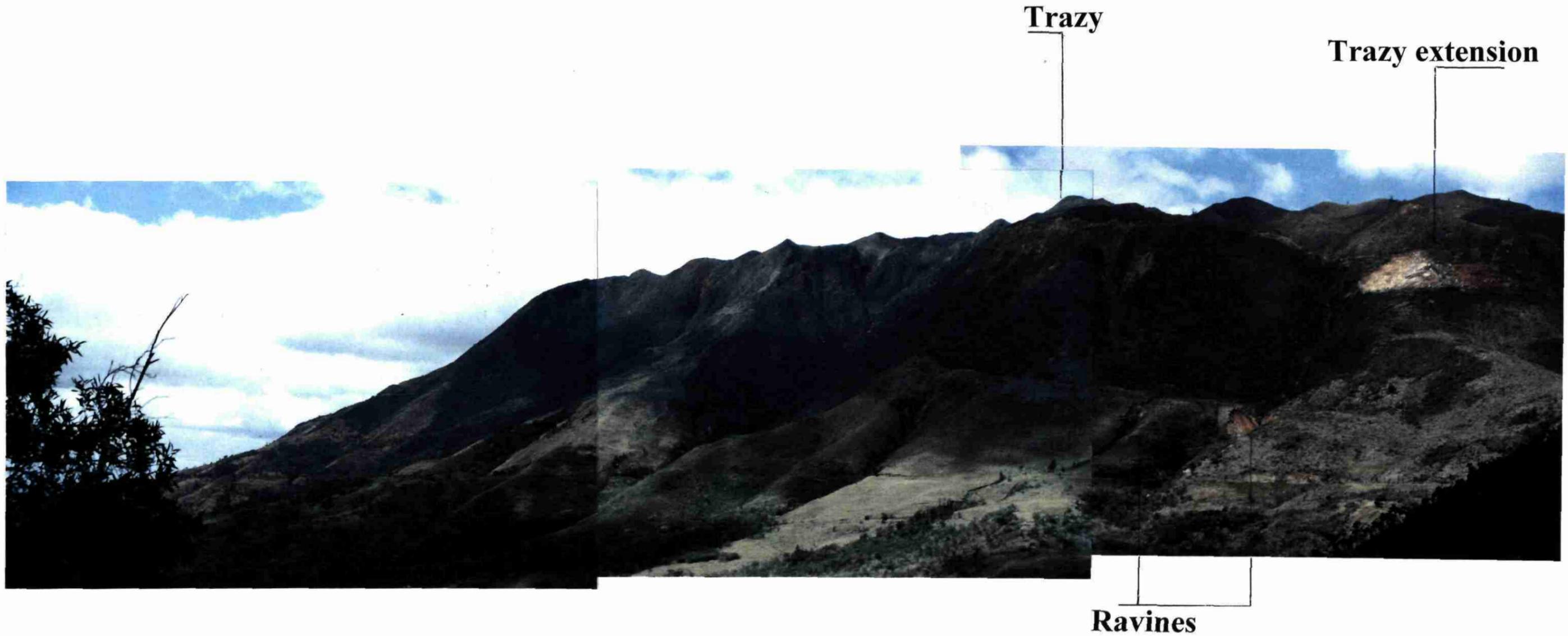


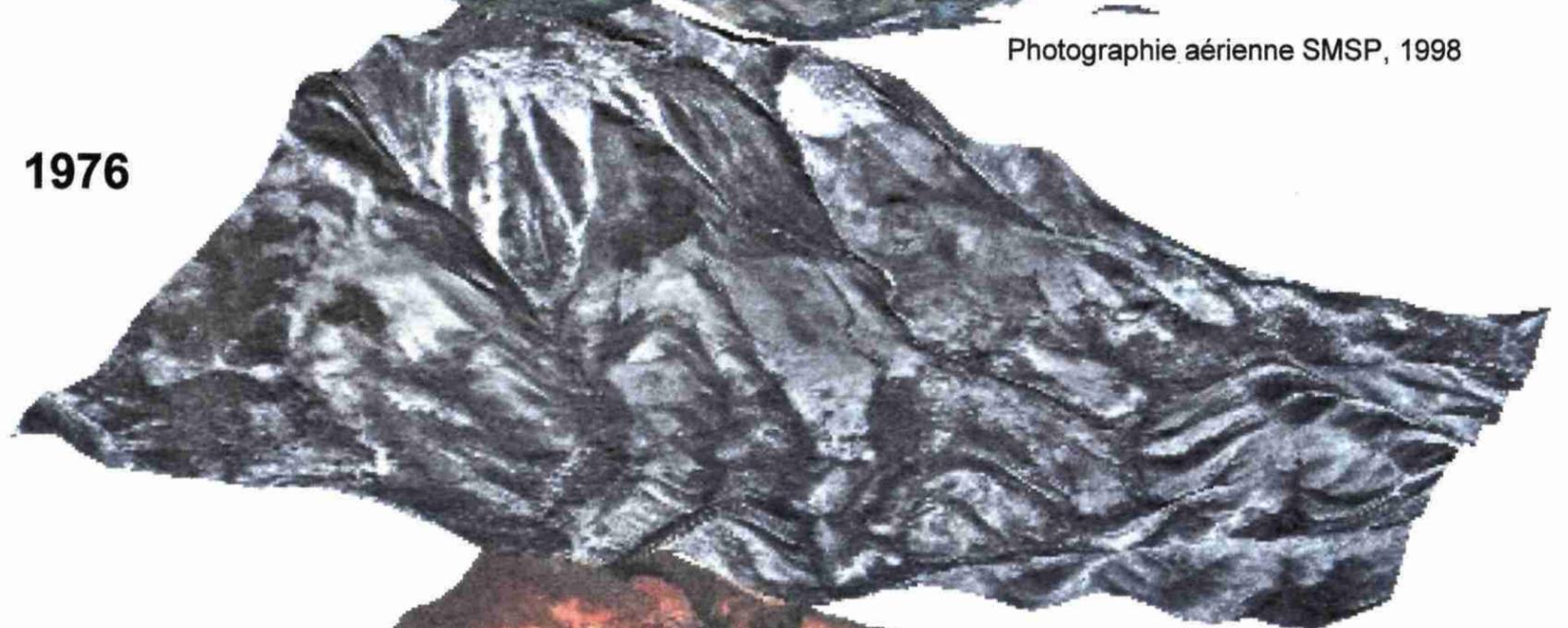
Fig. 14 - Mine Trazy : Evolution multi-date, vue depuis le Nord-Est

1998



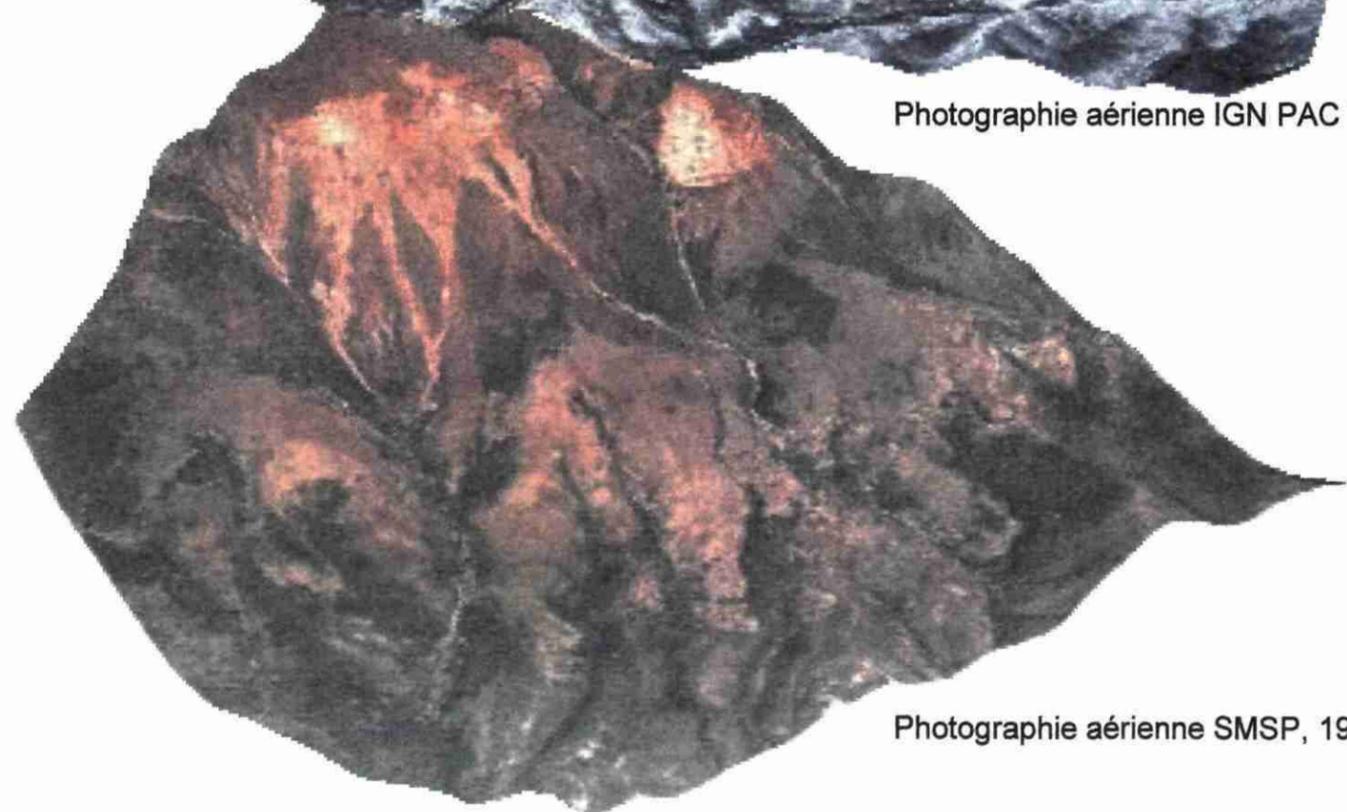
Photographie aérienne SMSP, 1998

1976



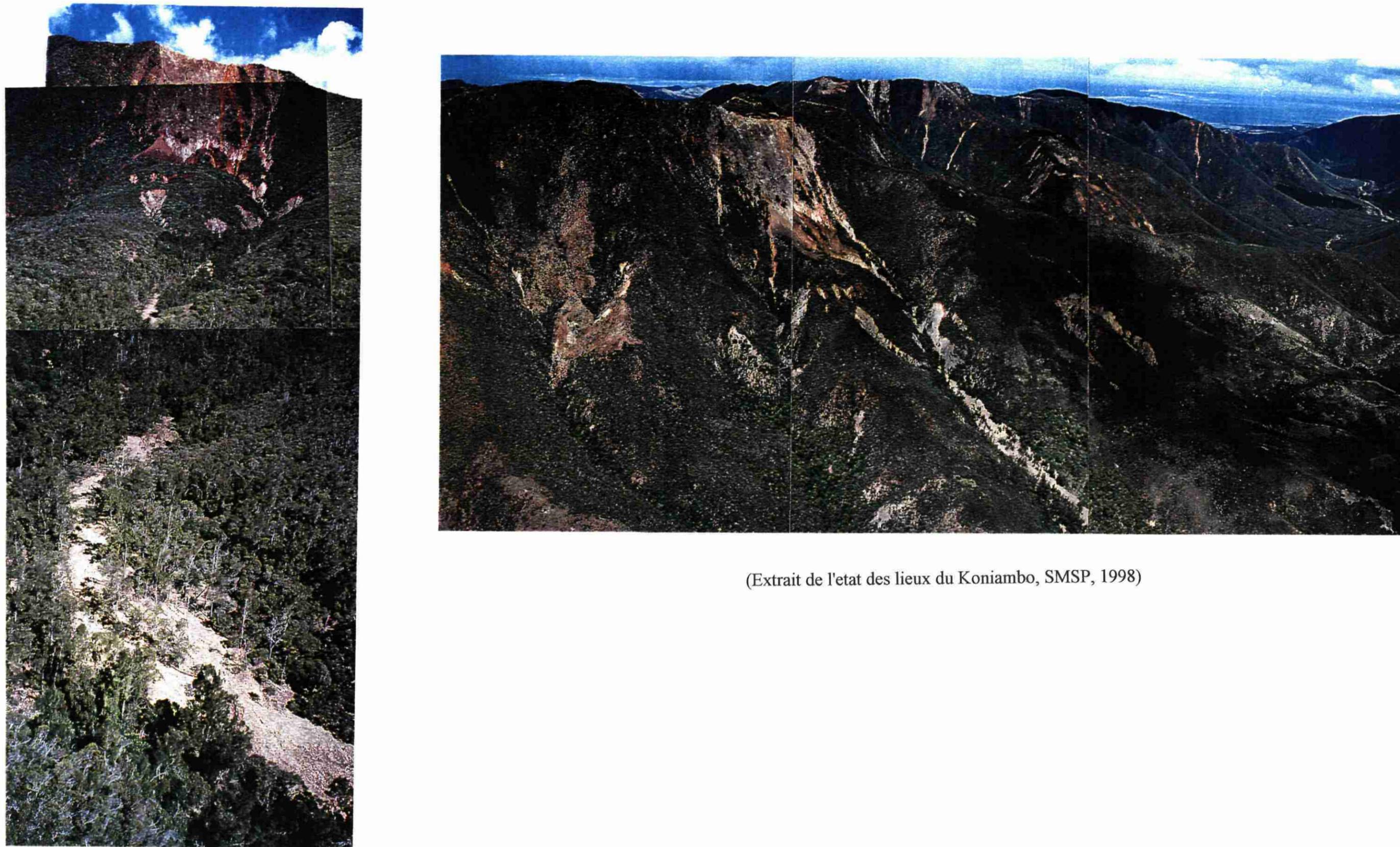
Photographie aérienne IGN PAC 76 - 37/200 - 592

1971



Photographie aérienne SMSP, 1971

Fig. 15 - Panorama de l'ancienne mine de Bilboquet, vue depuis le Nord



(Extrait de l'état des lieux du Koniambo, SMSP, 1998)

CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS

Cette opération de "Cartographie des aléas naturels" représente une phase d'inventaire des désordres et surtout de compréhension des phénomènes afin d'en dégager les paramètres importants. Ce premier dégrossissage doit permettre de hiérarchiser les aléas, d'en proposer une typologie, afin de mieux cibler les études ultérieures sur les zones d'étendues plus restreintes. Rappelons que l'aléa sismique et l'aléa inondation des grandes vallées alluviales et des basses vallées torrentielles ne sont pas pris en compte par cette étude.

Cette opération s'appuie en premier lieu sur une actualisation des levés géologiques antérieurs, qui sont complétés par les formations superficielles et d'altération et amenés de l'échelle du 1 / 50 000 à celle du 1 / 25 000 (carte géologique et des formations superficielles). Parallèlement un inventaire de tous les aléas anciens ou actuels visibles est effectué. Puis une typologie des aléas est proposée ainsi qu'une évaluation de chacun d'entre eux.

Afin de donner une certaine homogénéité à l'ensemble régional formé par le massif du Koniambo et son pourtour nous avons repris, amélioré et intégré dans cette étude les données du précédent programme mené en 1999. La surface levée a donc été doublée par rapport au cahier des charges initial.

D'une manière générale, la variété et le nombre des aléas du type "mouvements de terrain" recensés dans la zone d'étude sont faibles. Les zones d'aménagement des villages de Koné et Voh ne sont pas directement exposées aux aléas que pourrait générer le massif du Koniambo, leurs implantations actuelles étant relativement distantes des contreforts de ce massif. Néanmoins, le développement du projet minier du Nord, avec ses infrastructures lourdes impose une attention particulière vis-à-vis des phénomènes possibles.

Nous n'avons pas relevé d'aléas "mouvements de terrains" liés au substrat volcano-sédimentaire. Les aléas liés aux massifs de péridotites sont en revanche présents, notamment le ravinement parfois à caractère régressif. Leurs zones de départ, de déclenchement, sont parfois éloignées des zones d'atterrissement menacées et ne sont donc pas directement visibles par l'aménageur. Ils sont les plus à redouter de part le volume de matériaux mobilisables et les grandes énergies mises en jeu résultant des forts reliefs.

Les zones sensibles mises en évidence dans cette étude sont situées dans de tels contextes, en bordure des massifs de péridotites. L'aléa concerné est le ravinement régressif dans des zones très sensibles à l'érosion. Ces phénomènes de ravinement important, sont tous localisés sur le flanc NE du massif du Koniambo, et se développent à la faveur d'une zone de serpentinite particulièrement épaisse. Les phénomènes observés sont cependant localisés dans des zones inhabitées, ce qui rend le risque insignifiant.

Le problème de l'impact des travaux miniers sur ces zones sensibles est abordé dans cette étude. Un inventaire des zones dégradées par l'activité minière a été effectué. Les exploitations du massif ont eu lieu entre 1900 et 1945. Les travaux de cette époque sont restés limités en comparaison d'autres massifs.

Les deux principaux centres habités, Koné et Voh, sont dans des zones de faibles susceptibilités d'occurrence des aléas. Toutefois des zones de constructions relativement récentes, commencent à se développer vers l'ouest pour le village de Koné, et se rapprochent du pied des massifs et de leurs zones d'exutoires torrentiels. Les deux villages sont installés sur un ensemble de grands cônes de déjections anastomosés et par conséquent des phénomènes torrentiels (non traités dans cette étude) pourraient être à redouter.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Antoine P., Giraud A., 1995, Typologie des mouvements de versants dans un contexte opérationnel. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. Paris, N° 51.
- Baltzer F., Trescases J.J., 1971, Erosion, transport et sédimentation liés aux cyclones tropicaux dans les massifs d'ultrabasites de Nouvelle-Calédonie. Première approche du bilan général de l'altération, de l'érosion et de la sédimentation sur péridotite en zone tropicale. Cah. ORSTOM, série Géol., III, 2, pp. 221-244.
- Besson L., Durville J.L., Garry G., Graszek E., Hubert T., Toulemont M., 1999, Plans de prévention des risques naturels (PPR), Risques de mouvements de terrain, Guide méthodologique, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (DPPR), Ministère de l'Équipement, des transports et du logement (DGUHC). La documentation française.
- Carroué J.P., 1972, Carte et notice explicative à l'échelle du 1 / 50 000, feuille Pouembout, Territoire de Nouvelle-Calédonie, BRGM.
- Carroué J.P., 1972, Carte et notice explicative à l'échelle du 1 / 50 000, feuille Goyeta - Pana, Territoire de Nouvelle-Calédonie, BRGM.
- Carroué J.P., 1972, Carte et notice explicative à l'échelle du 1 / 50 000, feuille Voh - Ouaco, Territoire de Nouvelle-Calédonie, BRGM.
- Cluzel D., Aitchison J., Clarke G., Meffre S., Picard C., 1994, Point de vue sur l'évolution tectonique et géodynamique de la Nouvelle-Calédonie (Pacifique, France). C. R. Acad. Sci. Paris, t. 319, série II, p. 683 à 690.
- Cluzel, D., 1998, Du Gondwana au caillou. Les origines géologiques de la Nouvelle-Calédonie. Mines, Bulletin d'Information du secteur minier de la Nouvelle-Calédonie, n° 2.
- Collectif, 1981, Atlas de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances, ISBN 2-7099-0601-5, 53 planches.
- Davies W.M., 1918, Metalliferous laterite in New-Caledonia. Proc. Nat. Acad. Sc., t. 4, pp. 275-280
- Danloux J., Laganier R., 1991, Classification et quantification des phénomènes d'érosion, de transport et de sédimentation sur les bassins touchés par l'exploitation minière en Nouvelle-Calédonie. Hydrol. Continent., vol. 6, N° 1, pp. 15-28.
- Dinger F., Tachker Y., 1989, Protection contre les risques naturels et lutte contre l'érosion en Nouvelle-Calédonie, CR. de mission, Territoire de Nouvelle-Calédonie, Office National des Forêts
- Garry G., Graszek E., 1997, Le plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR), Guide général, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Équipement.
- Guy B., Moutte J., Lajoinie J.P., Vogt J., 1977, Evolution de la cartographie des formations superficielles des massifs de péridotite de Nouvelle-Calédonie, Bulletin du BRGM, (deuxième série), section IV, N° 1-1977, pp. 37-42.
- Improta L., Lagier M., 1991, La Nouvelle-Calédonie : un paysage et une société marqués par le nickel. Les problèmes écologiques, prévention et luttés. Mémoire de Maîtrise, Université d'Aix-Marseille, Institut de géographie.
- Laganier R., 1994, Contribution à l'étude des processus d'érosion et des risques naturels dans les îles du Sud Ouest Pacifique (Nouvelle-Calédonie et Îles Salomon), Thèse Doctorat d'Université.
- Louat R., Baldassari C., 1989, Chronologie des séismes et des tsunamis ressentis dans la région du Vanuatu - Nouvelle-Calédonie (1729 - 1989), Rapports Scientifiques et Techniques ORSTOM, Centre de Nouméa, Sciences de la Terre, Géophysique, N° 1, 48 p.
- Maurizot P., Lafoy Y., 1998, Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie, Zone de Dumbéa - Païta, Rapport BRGM N° 40 403.
- Maurizot P., Lafoy Y., 1998, Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie, Zone de Pouembout, Rapport BRGM N° 40 404.
- Maurizot P., Lafoy Y., 1999, Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie, Zone de Koné, Rapport BRGM N° 40 775.
- Maurizot P., Lafoy Y., 1999, Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie, Zone de Tontouta, Rapport BRGM N° 40 776.
- Maurizot P., Lafoy Y., 2000, Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie, Zone de Touho-Poindimié, Rapport BRGM N° 50 846.
- Maurizot P., Lafoy Y., 2000, Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie, Zone de Thio, Rapport BRGM N° 50 845.
- Maurizot P., Lafoy Y., 2002, Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie, Zone de Goro, Rapport BRGM N° 51 623 FR.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, laboratoire central des Ponts et Chaussées, février 1999, L'utilisation de la photo- interprétation dans l'établissement des plans de prévention des risques liés aux mouvements de terrain, collection Environnement: les risques naturels, édition du laboratoire central des Ponts et Chaussées, 128 p.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports, 1997, Plans de prévention des risques naturels prévisibles : guide général, La Documentation française, 76 pages
- Ministère de l'Environnement, 1987, Plans d'exposition aux risques : mesures de prévention - mouvements de terrain, La Documentation française, 529 pages.
- Masure Ph., 1994, Grands glissements et instabilités de terrain. L'aléa et les risques qu'il engendre. Projet de texte synthétique, Groupe RESPOM, sous-groupe Glissements de terrains et volcans, 8 p.
- Paris J.P., 1981, Géologie de la Nouvelle-Calédonie, un essai de synthèse. Mémoire BRGM, N° 113, 279 p.

Annexe 1 : Descriptif de la base de données SIG

Nom de couverture	Type d'entité	Contenu	Source
Thèmes			
Géologie	surfactive	Contours géologiques	BRGM - SME
Carte simplifiée - Morphostructurale	surfactive	Schéma morphostructural	BRGM - SME
Structures - Failles	linéaire	Discontinuités tectoniques	BRGM - SME
Zones dégradées	Linéaire	Axes des ravinements	BRGM - SME
Zones dégradées	surfactive	Contours des zones dégradées	BRGM - SME

Tableau 1 - Liste des couches vecteurs par thèmes

Nom d'attribut	Signification	Valeurs	Signification
Nature	Formation géologique		
		101	Mangrove sur marais côtiers
		102	Marais côtiers
		103	Formations fluvio-littorales
		104	Alluvions fluviales actuelles
		105	Anciens méandres abandonnés
		106	Cônes de déjection torrentiels
		107	Terrasses alluviales - Fy
		108	Terrasses alluviales - Fx
		109	Terrasses alluviales - Fw
		201	Formations de piémont
		202	Blocs de silice épars
		203	Nodules de giobertite disséminés
		204	Amoncellements continus de blocs de silice et de giobertite
		205	Epannage de galets de quartz et schistes
		206	Conglomérats et silcrête du sommet Tambouan
		207	Cuirasse remaniée du sommet Kaféaté et de Vavuto
		208	Cuirasses plus ou moins démantelées
		209	Accumulations de nodules ferrugineux stratifiés
		210	Latérites épaisses
		211	Latérites minces
		212	Saprolite
		213	Anciens épandages latéritiques à blocs de péridotite et silice
		214	Blocs de cuirasse sur latérites minces
		215	Blocs de cuirasse sur latérites épaisses
		216	Vertisol à gypse sur basaltes
		217	Argiles rouges sur argilites crétacées
		301	Filons de gabbros
		302	Filons de pyroxénite
		303	Sédiments radiolaritiques
		304	Péridotites rocheuses
		305	Péridotites indifférenciées
		306	Péridotites serpentinisées
		307	Serpentinites
		308	Amphibolites de Pinjen
		309	Basaltes de la nappe de Poya
		310	Flysch bréchique basaltique éocène supérieur
		311	Cherts hémipélagiques paléocènes
		312	Calcaires pélagiques paléocènes
		313	Pélites sénoniennes
		314	Lentilles de charbon
		315	Grès de Tiéta
		316	Conglomérats sénoniens
		317	Volcanoclastites

Tableau 2 - Thème géologie

Nom de la grille	Type numérique	Contenu
Mnt10Koniambo	Réel	MNT (maille 10 m)

Tableau 3 - Liste des grilles

Annexe 2 : Carte géologique et des formations superficielles à l'échelle du 1 / 33 000

Annexe 3 - Carte des zones dégradées à l'échelle du 1 / 25 000

