

Document public

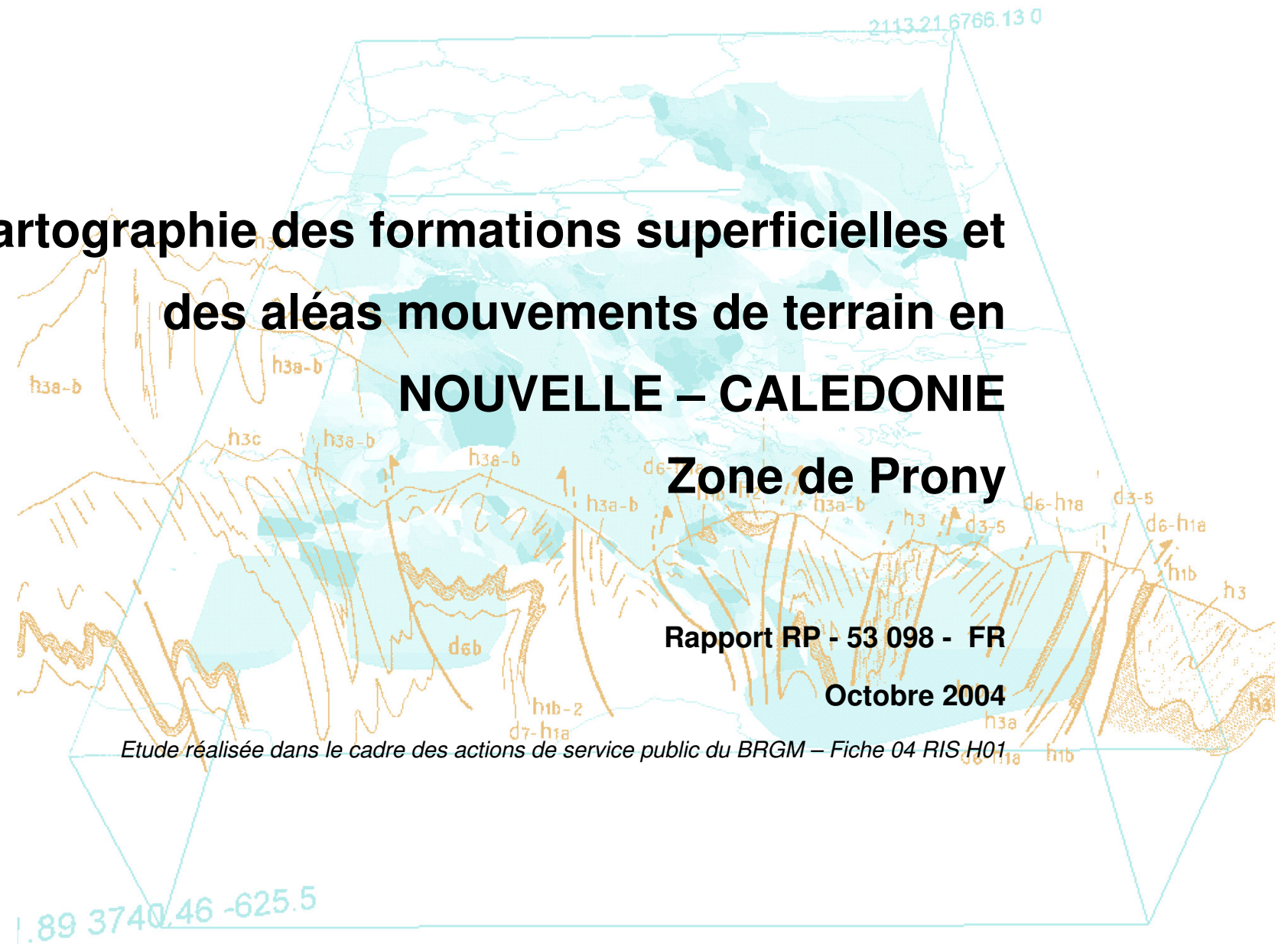
# Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en NOUVELLE – CALEDONIE

## Zone de Prony

Rapport RP - 53 098 - FR

Octobre 2004

*Etude réalisée dans le cadre des actions de service public du BRGM – Fiche 04 RIS H01*







Document public

# Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en NOUVELLE – CALEDONIE

## Zone de Prony

Rapport RP - 53 098 - FR

Décembre 2004

Etude réalisée dans le cadre des actions de service public du BRGM – Fiche 04 RIS H01

P. Maurizot , Y. Lafoy, M. Vendé-Leclerc



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

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

Maurizot P., Lafoy Y., M. Vendé-Leclerc, (2004) – Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie – Zone de Prony, Rap. BRGM /RP - 53 098 - FR.

©BRGM, 2004, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>	<b>6.</b>	<b>Carte géologique et des formations superficielles .....</b>	<b>13</b>
1.1.	Objectifs de la convention .....	5	6.1.	Formations du substrat ophiolitique .....	13
1.2.	Contenu de l'étude .....	5	6.1.1.	Harzburgites et Harzburgites à corps dunitiques .....	13
<b>2.</b>	<b>La problématique du risque en Nouvelle-Calédonie .....</b>	<b>6</b>	6.1.2.	Dunites .....	13
2.1.	Spécificité des risques en Nouvelle-Calédonie .....	6	6.1.3.	Gabbros cumulats .....	13
2.2.	La gestion du risque en Nouvelle-Calédonie .....	6	6.1.4.	Serpentinites .....	13
2.3.	Limites de l'étude .....	6	6.1.5.	Filons feldspathiques .....	13
<b>3.</b>	<b>Méthodologie des études de risque : La technique de l'aléa et la politique du risque 7</b>		6.2.	Formations d'altérations .....	13
3.1.	Introduction .....	7	6.2.1.	Cadre morphogénétique .....	13
3.2.	Le PPR stricto sensu .....	7	6.2.2.	Cuirasse continue "in situ" .....	14
3.3.	La carte des aléas annexé au POS et le "porté à connaissance" : .....	8	6.2.3.	Cuirasse démantelée .....	15
3.4.	Quelles solutions pour la Nouvelle-Calédonie ? .....	8	6.2.4.	Blocs de cuirasse sur gabbros .....	15
<b>4.</b>	<b>Terminologie des études de risque : Définitions et documents .....</b>	<b>9</b>	6.2.5.	Blocs de cuirasse et gravillons sur substrats variés .....	15
4.1.	La notion d'aléa et de risque .....	9	6.2.6.	Latérites à débris de roches feldspathiques .....	15
4.2.	Les différents documents élaborés dans une étude de risque .....	9	6.2.7.	Latérites épaisses .....	15
4.2.1.	La carte géologique et des formations superficielles .....	9	6.2.8.	Latérites minces .....	15
4.2.2.	La carte informative des phénomènes .....	9	6.3.	Formations fluvio-lacustres .....	15
4.2.3.	La carte des aléas .....	10	6.3.1.	Fluvio-lacustre de la rivières des Pirogues .....	15
4.2.4.	La carte des enjeux et d'appréciation des enjeux .....	11	6.3.2.	Fluvio-lacustre de la Plaine-des-Lacs .....	16
4.2.5.	Le plan de zonage ou carte réglementaire .....	11	6.3.3.	Conclusion sur le fluvio-lacustre .....	16
<b>5.</b>	<b>Zone d'étude du programme 2004 .....</b>	<b>12</b>	6.4.	Formations de versants .....	16
			6.4.1.	Colluvions latéritiques à blocs de péridotites .....	16
			6.5.	Formations fluviales .....	16
			6.5.1.	Epanchages fluviales superficiels .....	16
			6.5.2.	Alluvions récentes de fond de vallée .....	17
			6.6.	Indications structurales .....	17

6.7.	Indications géomorphologiques.....	17	9.5.	Baie Ué Nord.....	29
<b>7.</b>	<b>Modèle numérique de terrain – Images satellitales .....</b>	<b>18</b>	9.6.	Pic la - Mont Mau .....	31
7.1.	Modèle numérique de terrain.....	18	9.7.	Col de Prony Est .....	34
<b>8.</b>	<b>Carte informative des phénomènes recensés, typologie des phénomènes .....</b>	<b>19</b>	<b>9.7.1.</b>	Nature du désordre .....	34
8.1.	Erosion superficielle .....	19	9.8.	Mine de fer de Prony .....	35
8.2.	Les coulées de débris .....	19	<b>9.8.1.</b>	Rappel.....	35
8.3.	charriages et Débordements torrentiels.....	19	<b>9.8.2.</b>	Nature des désordres.....	35
8.4.	Les chutes de blocs et écroulements .....	20	9.9.	Essai Penamax .....	37
8.5.	Les effondrements liés aux cavités souterraines.....	20	<b>9.9.1.</b>	Rappel.....	37
8.6.	Désordres périphériques aux anciens travaux miniers .....	20	<b>9.9.2.</b>	Description des désordres.....	37
<b>9.</b>	<b>Zones sensibles et sites dégradés par l'ancienne activité minière....</b>	<b>21</b>	<b>9.9.3.</b>	Recommandations.....	37
9.1.	Rivière N'go.....	22	9.10.	Baie de la Somme .....	39
<b>9.1.1.</b>	Description des désordres.....	22	<b>10.</b>	<b>Conclusions, recommandations .....</b>	<b>42</b>
<b>9.1.2.</b>	Recommandations .....	22	<b>11.</b>	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>43</b>
9.2.	Plaine du Champ-de-Bataille.....	24			
<b>9.2.1.</b>	Nature des désordres.....	24			
<b>9.2.2.</b>	Recommandations .....	24			
9.3.	Fond de la Baie N'go.....	25			
<b>9.3.1.</b>	Nature des désordres.....	25			
<b>9.3.2.</b>	Evolution temporelle.....	25			
<b>9.3.3.</b>	Recommandations .....	25			
9.4.	Mine PB 2.....	27			
<b>9.4.1.</b>	Description .....	27			
<b>9.4.2.</b>	Recommandations .....	27			

## Table des illustrations

Figure 1 – Principales étapes de réalisation d'une étude de risque

Figure 2 - Zone d'étude du programme 2004

Figure 3 - Conglomérat sous cuirasse dans la Rivière du Carénage (Baie de Prony).

Figure 4 - Détail des conglomérats sous cuirasse.

Figure 5 - Modèle Numérique de Terrain à la maille de 10 mètres (MNT réalisé grâce aux données numériques des cartes topographiques DI3T à l'échelle du 1 / 10 000)

Figure 6 - Zones sensibles recensées dans cette étude

Figure 7 - Cadastre minier de la zone d'étude (source DIMENC)

Figure 8 - Exemple de réseau de pistes en partie abandonnées sur le flanc sud de la Plaine du Champ de Bataille

Figure 9 - Zones dégradées par l'activité minières dans le bassin de la N'go et la Plaine du Champ de Bataille

Figure 10 - Série de coulées de débris au niveau de la plaine du Champ-de-Bataille

Figure 11 - Fond de la baie N'go : bassin versant avec nombreux ravinements et engravements des creeks

Figure 12 – Fond de la baie N'go : Evolution des ravinements entre 1954 et 1976

Figure 13 - Comparaison des photographies aériennes de 1954 et 1976 sur l'emplacement de la mine PB 2.

Figure 14 - Différentes vues de la mine PB 2

Figure 15 - Différentes vues de la baie Ué Nord

Figure 16 - Photographie latérale de la zone du Pic la en 1954 (Source IGN)

Figure 17 - Photographie latérale de la zone du Pic la en 1954, 1976 et 1992 (Source IGN, DI3T)

Figure 18 - Différentes vues de la zone du Pic la

Figure 19 - Coulée de débris latéritique à proximité du col de Prony

Figure 20 - Vue générale de la zone décapée de l'ancienne mine de fer de Prony

Figure 21 - Ancienne mine de fer de Prony : A: Statut minier; B: Etat en 1954; C: Etat en 1976

Figure 22 - Vue générale de l'essai Penamax depuis le Nord

Figure 23 - Vue aérienne de la ravine située au Nord de l'essai Penamax

Figure 24 - Essais Penamax à différentes époques

Figure 25 - Embouchure du ruisseau de la Bergerie dans la baie de la Somme (Ouest de la baie de Prony)

Figure 26 - Paysages latéritiques de la Baie et de la pointe de la Somme

Figure 27 - Etude rétrospective de l'embouchure du ruisseau de la Bergerie par photographies aériennes



## Liste des Tableaux

Tableau 1 - Données statistiques sur les mines de la région de la rivière N'go (source DIMENC)...22

Tableau 2 - Données statistiques sur la concession PB2 (source DIMENC) ..... 27

## 1. Introduction

### 1.1. 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 la Direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC). 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 du 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 de cartes informatives des phénomènes à l'échelle 1/25 000 destinées à informer et sensibiliser les élus et la population,

2 - à réaliser l'analyse de l'aléa instabilité et à en dégager les paramètres. Cette carte des aléas permet, en tenant compte, 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 (RETIGéo) de la Nouvelle-Calédonie.

### 1.2. CONTENU DE L'ETUDE

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 satellitaires 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, lorsque nécessaire, une carte des sites dégradés par l'ancienne activité minière.

- les traitements informatiques d'analyse.

- 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 :

- la Présidente du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie,

- le Haut-Commissaire de la République en Nouvelle-Calédonie, service de la sécurité civile,

- la DIMENC et le Service 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.

## 2. La problématique du risque en Nouvelle-Calédonie

Depuis 1998, un programme de **cartographie des risques naturels concernant les mouvements de terrain**, a été entrepris en Nouvelle-Calédonie, à la demande de l'Etat, compétent dans le domaine de la sécurité civile et en réponse aux dégâts récurrents occasionnés par le passage des cyclones et dépressions tropicales. Ce programme est financé par la Nouvelle-Calédonie et la dotation d'Etat du Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Il est réalisé par le BRGM en collaboration avec la Direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC) et le Service des Méthodes Administratives et de l'Informatique (SMAI). A ce jour, quatre programmes ont permis de couvrir huit régions prioritaires réparties dans les Provinces Nord et Sud de la Grande Terre.

### 2.1. SPECIFICITE DES RISQUES EN NOUVELLE-CALEDONIE

**Le facteur dominant et permanent qui détermine les mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie est d'ordre géologique (notion de risques géologiques ou geohazards en anglais).** Dans la grande majorité des cas, les désordres résultent de la conjonction des mêmes facteurs : intense altération des roches en climat tropical, fortes pentes du milieu montagneux, événements pluvieux cycloniques qui préparent et déclenchent des phénomènes d'instabilité parfois originaux.

La Grande Terre, présente sur les 500 kilomètres de son grand axe un fort relief. Les sommets dépassent couramment 1000 mètres alors que la largeur de l'île n'est en moyenne que de 40 kilomètres. Les entailles sont profondes, les vallées encaissées. Les populations se concentrent essentiellement sur le littoral ou dans les embouchures des principales rivières.

L'un des traits géologiques fondamental de la Grande Terre est constitué par les grandes étendues des massifs de péridotites. La plupart des risques naturels dangereux leur sont liés.

Ces massifs sont en position topographique dominante. L'altération propre au milieu tropical fragilise à divers degrés ces formations particulières. La roche mère est profondément transformée en latérite, résidu terreux et meuble, constitué en majorité d'hydroxydes de fer, formant un manteau épais parfois de plusieurs dizaines de mètres. 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 et sensible.

Cette puissante altération est le corollaire d'un climat chaud et humide. L'abondance et la chronicité des précipitations gouvernent le processus d'altération à long terme. Mais les crises aiguës pluviométriques, cyclones et dépressions tropicales, jouent le rôle de déclencheur des phénomènes d'instabilité. Des intensités pluviométriques supérieures à 100 mm/h sont parfois enregistrées 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.

Les débits des rivières et des "creeks" (torrents) peuvent connaître des pointes de crues exceptionnelles. Le débit liquide mesuré lors du cyclone Gyan (décembre 1981) sur la Ouaième est un record mondial : 10 400 m<sup>3</sup>/s pour 320 km<sup>2</sup>. Des variations de hauteur du lit de l'ordre de la dizaine de mètres ont été rapportées. Quant aux débits solides ils ne sont pas moins importants pour tous les bassins versants.

Schématiquement, on a donc, une zone littorale au relief modéré, lieu de prédilection pour les implantations humaines, dominée 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 phénomènes résultants sont nombreux et chaque cyclone apporte son cortège de dégâts : toute la gamme des mouvements de terrains est représentée, avec des glissements, des

écroulements, des coulées de débris, des coulées boueuses, des zones de forte érosion avec ravinement actif à l'amont et engravement des cours d'eau à l'aval, des zones de débordement torrentiel. Les cas les plus bénins concernent des inondations ou des pollutions de rivières par des boues latéritiques. Les cas les plus graves consistent en coulées de "laves torrentielles" destructrices.

Ce contexte naturel très spécifique au sein de la communauté française d'outre mer (spécificité géologique aussi forte que celle de la Polynésie française, des Antilles ou de la Réunion avec ses terrains volcaniques par exemple) demande en retour une étude adaptée.

L'activité humaine n'est pas sans incidence sur ce milieu sensible. L'exploitation des ressources, au premier chef minérales, avec le nickel, mais aussi forestières et dans une moindre mesure agricoles, sont autant de facteurs additionnels qui peuvent aggraver ces conditions naturelles déjà sévères. La destruction du couvert végétal, l'abandon d'anciennes exploitations, l'ouverture de pistes, l'exploitation du sol et du sous-sol, de la forêt ou la mise en culture de certaines zones peuvent, s'ils ne sont pas maîtrisés, déclencher ou aggraver les mouvements de terrain et les phénomènes torrentiels. L'activité minière du Territoire, présente mais surtout passée, est au centre de cette problématique. **Son incidence véritable par rapport aux désordres recensés doit être établie.**

### 2.2. LA GESTION DU RISQUE EN NOUVELLE-CALEDONIE

La culture du risque reste faible en Nouvelle-Calédonie, ce qui est paradoxal pour un territoire soumis périodiquement aux cyclones et dont la constitution géologique et physiographique est éminemment favorable à l'instabilité des terrains. Cette méconnaissance du risque a plusieurs causes : urbanisation et infrastructures encore réduites, faible prise en compte de l'environnement, absence de recul

historique sur les événements, décalage du dispositif légal par rapport à la métropole, priorité donnée au développement économique au détriment du milieu naturel, indifférence face à la réglementation perçue comme un pouvoir renforcé de l'Etat.

Bien des désordres infligent chaque année des dégâts aux infrastructures de la Nouvelle-Calédonie. Si ces phénomènes n'ont pas encore fait de victimes directes, les dégâts sur les biens sont en revanche importants : réseaux linéaires divers coupés (voirie, lignes électriques, adductions d'eau), franchissements emportés, propriétés dégradées, captages détruits, rivières engravées ou polluées, lotissements inondés, habitations endommagées et évacuées, chantiers perturbés, installations minières détruites.

Ces dommages coûtent cher aux collectivités, qu'il s'agisse de simples déblaiements périodiques, de travaux de réfections ou à l'extrême, de travaux lourds de génie civil pour la protection et le confortement des sites dégradés. En comparaison, **une stratégie de prévention du risque** dont l'objectif premier est de délimiter les zones dangereuses et le but final d'améliorer la réglementation des futurs aménagements, représente une économie évidente sur le moyen et le long terme.

### 2.3. LIMITES DE L'ETUDE

Cette étude concerne strictement les aléas liés aux différents types de mouvements de terrain. Les autres types d'aléas naturels ne sont pas ou peu pris en compte. L'aléa sismique demeure faible en Nouvelle-Calédonie. L'aléa "inondation des grandes vallées alluviales" est traité par la DAVAR. L'aléa torrentiel, dans la partie basse des vallées, n'est pas pris pleinement en compte. 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 - DIMENC), ainsi que les risques d'inondation à l'aval, dans les grandes vallées côtières (programme DAVAR).

### 3. Méthodologie des études de risque : La technique de l'aléa et la politique du risque

#### 3.1. INTRODUCTION

Parmi les risques naturels connus : inondations, séismes, mouvements de terrains, ces derniers sont les plus mal perçus par la société. Alors que le caractère "naturel" est accepté quand il s'agit des phénomènes d'inondations pour lesquels le risque, généralement précédé par des phénomènes annonciateurs, est subi avec une certaine fatalité, il en va autrement pour les mouvements de terrain aux caractères plus soudain, destructeur et ruineux. On cherche souvent un coupable... Or, les mouvements de terrain sont par essence difficilement prévisibles. L'un des moyens les plus efficaces pour s'en protéger reste donc la prévention.

Lorsque les biens ou les populations sont atteints par un phénomène naturel, cette intrusion est désormais perçue par le public comme quelque chose de plus en plus intolérable. La sécurité face aux éléments naturels devient alors un droit que certains n'hésitent pas à placer au même rang que le droit au travail, à l'assistance, à la santé.

Dans plusieurs pays, l'impulsion et la coordination des recherches, la législation en matière de catastrophes et de risques, sont maintenant placés directement sous la responsabilité du gouvernement. **Comment prendre en compte les risques naturels dans les documents d'urbanisme ? Quels aménagements pour garantir quelle sécurité ? Quels conseils donner aux maires pour concilier le développement de leur commune et les risques naturels ?** Autant de questions auxquelles une véritable politique de gestion des risques doit pouvoir répondre et sur lesquelles nous nous proposons d'apporter quelques éléments de réponse.

L'Etat s'est préoccupé de longue date de prévenir les sinistres dus aux risques naturels en métropole mais la forte spécificité des DOM TOM n'a pas permis la transposition pure et simple des dispositifs légaux dans ces contextes éloignés. On ne peut pas en effet comparer des milieux naturels aussi disparates que celui de la métropole, des Antilles ou de la

Réunion avec le volcanisme, ou de la Nouvelle-Calédonie avec ses "massifs miniers", pas plus qu'on ne peut comparer leurs développements socio-économiques, leurs statuts administratifs, leurs compétences en matière d'aménagement et de sécurité civile.

Toutefois, comme partout, la fin du XXe siècle a vu une accélération de l'occupation humaine dans tous ces pays et la prise de conscience de la nécessité d'une réglementation vis à vis des risques naturels.

En métropole, divers documents ont été créés pour avertir les populations exposées et réglementer la construction dans les zones à risque. Cette réglementation a pris successivement la forme selon le département concerné et l'époque, de cartes de risques naturels en application de l'article R111-3 du code de l'urbanisme, de PZEA, PZERN, Projets d'Intérêt Général (PIG), de Plans d'Exposition aux Risques naturels prévisibles (PER), etc... La plupart de ces documents sont remplacés aujourd'hui par les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) considérés de par leur poids réglementaire et leur niveau de réalisation technique comme la forme la plus aboutie en matière de plan de prévention.

Quelles règles définir pour la Nouvelle-Calédonie où un tel dispositif n'existe pas ?

Toute étude de risques naturels présente deux phases :

- **la première est technique** et correspond à l'inventaire des phénomènes et à la réalisation de la cartographie des aléas (probabilité de survenance du phénomène).

- **la deuxième est administrative et réglementaire**, et se pose plus en terme de réflexion d'aménagements. **Elle est donc politique** et considère les moyens de se protéger des phénomènes.

Si la première phase présente parfois des difficultés techniques de réalisation par manque d'informations, difficulté d'évaluation de la

probabilité, faible recul historique, c'est à dire en fait par manque de représentativité statistique, elle arrive à son terme la plupart du temps quitte à présenter quelques imperfections. Il n'en va pas de même pour la phase réglementaire qui entraîne obligatoirement une concertation et une négociation au niveau des collectivités et constitue une phase délicate avec ses dimensions socio-économiques et donc politiques. Cette dernière phase est cependant essentielle car, en théorie, il est toujours possible de se protéger contre un phénomène. Mais à quel prix ? Seul le coût des protections, leur caractère "raisonnable", l'incidence sur la gestion de la collectivité, permettent de trancher. Il s'agit donc en fait de "négocier le risque acceptable" vis à vis de tel ou tel aménagement et, pour aboutir dans une telle négociation, il importe que les limites "techniques" des secteurs soient bien explicitées par les techniciens puis reconnues et acceptées par les décideurs.

Le retard constaté en métropole dans la mise en œuvre des PER puis des PPR alors que la fréquence des catastrophes ne baissait pas, bien au contraire, a mis en évidence la nécessité de garder un éventail législatif le plus ouvert possible, prenant en compte les différentes situations locales et les enjeux pour gagner en efficacité et en réalisme en matière de prévention.

A l'heure actuelle deux choix sont possibles :

#### 3.2. LE PPR STRICTO SENSU

Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles, ou P.P.R., ont été mis en place par une loi dite "loi Barnier" (loi n°95-101 du 2 février 1995, décret n°95-1089 du 5 octobre 1995) pour simplifier l'affichage du risque, en remplaçant les différents documents mis en place jusqu'alors. Les PPR peuvent "interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou [...] prescrire les conditions dans

lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités" (Art. 40-1 de la loi 87-565 modifiée par la loi 95-101). Il s'agit donc d'un outil puissant, capable de réglementer toute occupation humaine si nécessaire.

A titre d'exemple, dans une zone où des mouvements de terrains sont connus, on peut être soumis aux réglementations suivantes :

- Le risque est fort : toute construction ou aménagement sont interdits, sauf exceptions dûment justifiées et sécurisées (bâtiments sans occupation humaine, pylônes, routes...).

- Le risque est moyen ou modéré : une étude géotechnique, est exigée avant toute construction, et diverses dispositions peuvent être prescrites au constructeur.

- Le risque est faible, mais les terrains sont sensibles : quelques mesures d'urbanismes (absence d'infiltration d'eau dans les sols, etc..) sont prescrites, et l'administration recommande une étude de sol à l'échelle d'une parcelle, qui relève alors de la responsabilité du constructeur. Dans ce dernier cas le pétitionnaire peut passer outre à la recommandation, mais prend un grand risque vis à vis de ses assurances qui pourraient bien en cas de sinistre évoquer l'absence d'étude, alors que le risque (même faible) était notoire, pour en refuser la prise en charge.

Après élaboration dans les formes définies par la loi (prescription par le Préfet, élaboration par un service de l'Etat, consultations, enquête publique puis approbation par le Préfet), le P.P.R. vaut servitude d'utilité publique, et doit être annexé au Plan d'Occupation des Sols (POS). Les dispositions du PPR peuvent être, après consultation des maires concernés, immédiatement rendues opposables par le représentant de l'état dans le département. Cette décision est rendue publique. A défaut de mise en conformité, la réalisation des mesures peut être exécutée au frais du propriétaire.

A côté de cette procédure lourde mais puissante qui n'a jamais été transposée en Nouvelle-Calédonie, subsiste la possibilité

d'intégrer directement des réglementations concernant les risques naturels dans les POS, généralement par le biais d'une carte des aléas.

### **3.3. LA CARTE DES ALEAS ANNEXE AU POS ET LE "PORTE A CONNAISSANCE" :**

Dans le cadre de l'élaboration ou de la révision d'un POS ou d'un document d'urbanisme en tenant lieu, l'Etat en métropole dispose des moyens de droit commun du Code de l'urbanisme que sont notamment le contrôle des permis de construire au regard de la sécurité publique en application des articles R. 111-2 et 3 du Code de l'urbanisme.

L'article R. 111-3 du code de l'urbanisme (en métropole) stipule que "la construction sur des terrains exposés à un risque, tel que: inondation, érosion, affaissement, éboulement, avalanches, peut, si elle est autorisée, être subordonnée à des conditions spéciales. Ces terrains sont délimités par arrêté préfectoral pris après consultation des services dans les formes prévues par le décret n° 59-701 du 6 juin".

Pour ce faire, il est possible d'annexer au POS une carte des aléas qui permet de prendre en compte la notion de risque naturel. Il s'agit là d'un mode de fonctionnement plus facile à mettre en œuvre qu'un PPR, mais un peu plus limité dans ses possibilités réglementaires : Un POS ne peut pas en effet imposer de dispositions constructives (par exemple étude de sol), qui restent de la responsabilité du maître d'œuvre.

Les cartes des aléas jointes au POS ne sont donc pas en elles même des documents réglementaires. Sur le plan juridique, il s'agit d'un simple "porté à connaissance" de l'Etat ou d'une initiative de la commune, au moment de l'élaboration ou de la révision du POS : il n'y a pas de phase administrative pour ce document, contrairement au P.P.R., et l'Etat doit choisir entre une interdiction pure et simple de construire (par principe de précaution), et une simple recommandation de ces dispositions, dont l'application reste sous la responsabilité du pétitionnaire.

Cependant, la réalisation de la carte des aléas et la procédure du porté à connaissance

présentent l'avantage de mettre l'information disponible à disposition du public, de faciliter la communication de documents qui, à défaut d'apporter une réflexion et des solutions définitives aux problèmes d'instabilité, réunissent les éléments de connaissance indiscutables disponibles.

Tout le problème est de savoir où s'arrêtent les connaissances indiscutables et comment elles peuvent être rendues disponibles. Rappeler un événement survenu dans le passé ou aider à la lecture d'une carte géologique sont choses assez faciles, mais formuler, sur des bases insuffisantes, un diagnostic lourd de conséquences et de responsabilités est un exercice beaucoup plus redoutable.

La procédure du porté à connaissance est donc généralement engagée dans un premier temps à des échelles (1/25000) intéressantes surtout pour mettre en lumière les zones ou des études plus complètes doivent être entreprises. C'est l'échelle des "unités ou bassins de risque", ensemble régional homogène présentant une unité au plan géologique, géomorphologique ou économique (bassin versant, tronçon de vallée, région naturelle) soumis à un ou plusieurs phénomènes naturels récurrents. Par la suite des études à l'échelle communale (1 / 10 000) sont entreprises sur les zones jugées les plus sensibles.

### **3.4. QUELLES SOLUTIONS POUR LA NOUVELLE-CALEDONIE ?**

En Nouvelle-Calédonie, trois procédures contenant des éléments spécifiques en matière de risque naturel régissent la construction et l'urbanisme (Dinger et Tachker, 1989) et peuvent être utilisées dans la prévention des risques naturels.

Au niveau des Plans d'Urbanisme Directeur (PUD), le plan comporte un "règlement qui fixe les règles et servitudes relatives à l'utilisation du sol, justifiées par les nécessités locales ou générales. Ces servitudes peuvent, le cas échéant, comporter l'interdiction de construire" (Délibération n° 74 du 11 mars 1959) après enquête publique. L'autorité compétente est actuellement la Province lors de l'instruction du PUD puis la municipalité concernée lorsque le PUD a été approuvé.

Au niveau des lotissements, l'exécutif compétent "peut interdire le groupe d'habitations ou le lotissement si le terrain est impropre à l'habitation" (décret n° 51 – 1135 du 21 septembre 1951, alinéas 3 et 4).

Au niveau des permis de construire (compétences municipales), la délibération n°19 du 8 juin 1973 prévoit dans son article 16 que "le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les constructions, par leur situation ou leurs dimensions, sont de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique". L'article 17 stipule que "la construction sur des terrains exposés à un risque naturel tel que : inondation, érosion, affaissement, éboulement, peut, si elle est autorisée, être subordonnée à des conditions spéciales".

La procédure du lotissement précède toujours la délivrance des permis de construire. Les articles 16 et 17 relatifs au permis de construire sont directement inspirés des articles R111-2 et R111-3 du code de l'urbanisme métropolitain. Le 2ème alinéa de l'article R111-3 métropolitain, n'a cependant pas été repris dans la réglementation de la Nouvelle-Calédonie. Il s'agit de la procédure d'approbation des zonages de risques. Ces articles 16 et 17 permettraient de prendre en compte tant les effets induits (article 16) que les effets subis (article 17) en matière de risques naturels. Leur utilisation ne semble pas encore fréquente, notamment pour refuser les autorisations sollicitées.

Ajoutons enfin que la réglementation sur les permis de construire ne s'applique qu'en zone urbaine. Les constructions en zones rurales non agglomérées ne sont donc pas soumises à autorisation.

En Nouvelle-Calédonie, ces éléments de procédure doivent permettre de prendre en compte "a minima" les risques naturels notamment dans les PUD. Mieux vaut un règlement imparfait mais utilisé, reconnu et adopté qu'une étude exhaustive mais inutilisée. Nombreux sont les exemples métropolitains de cartographies thématiques ignorées des collectivités locales. A l'opposé, l'imperfection des observations ne doit jamais être prétexte à ne pas transformer le document technique en

un document d'aménagement. Enfin, l'expérience montre qu'une cartographie des risques naturels qui ne reposerait pas sur une concertation, menée tout au long de la procédure, a peu de chances d'aller à son terme administratif ou tout au moins d'être respectée dans les décisions quotidiennes d'aménagement.

En l'absence de législation du type PPR en Nouvelle-Calédonie, il semble que la procédure de la "carte des aléas" jointe aux PUD ou au POS, à défaut d'offrir une solution absolue, peut apporter des réponses satisfaisantes à la prise en compte des risques dans l'aménagement.



## 4. Terminologie des études de risque : Définitions et documents

Une étude de risque obéit à une démarche désormais bien établie, utilise des termes précis et produit différents documents de natures bien déterminées. Cette codification a été formalisée dans un certain nombre de dossiers édités par les Ministères concernés (Aménagement et Equipement) et le vocabulaire ainsi défini est désormais employé couramment dans les procédures des Plans de Prévention des Risques métropolitains. Il n'est pas inutile d'en faire un bref rappel. Il est également indispensable, de s'entendre sur la définition des termes les plus couramment utilisés. En effet, l'expérience révèle que les mots recouvrent quelquefois des significations très éloignées. Les recherches entreprises montrent malheureusement qu'il n'existe pas, dans la littérature, de terminologie claire et précise, qui fasse l'unanimité des experts des différents risques. La terminologie de référence proposée ici est établie à partir des principales définitions existantes et de l'usage courant constaté.

### 4.1. LA NOTION D'ALEA ET DE RISQUE

Le **risque R** est classiquement défini de manière théorique comme le produit de l'**aléa naturel A** par les **enjeux ou plus exactement leur vulnérabilité V**.

Risque = Aléa x Vulnérabilité

Selon une telle équation, un aléa très important en plein désert entraîne un risque nul, ou à l'opposé un aléa modeste peut entraîner un risque énorme dans une zone à fort enjeu (barrage, installations classées, forte densité urbaine). Le **risque** peut être également défini de manière plus complexe comme une **mesure probabilisée de l'impact d'un phénomène sur le milieu anthropisé**. En termes probabilistes et pour un site ou une région donnée, il représente l'espérance mathématique des pertes au cours d'une période de référence. **L'aléa naturel** fait donc référence aux phénomènes (par exemple tel type de glissement de terrain) et c'est la

présence d'enjeux (biens ou personnes) qui crée les conditions du risque.

**L'aléa naturel A** est défini à son tour comme la **probabilité d'occurrence d'un phénomène**, ou plus précisément comme la **probabilité pour qu'au cours de la période de référence, un événement atteigne ou dépasse une certaine intensité** sur le site étudié. On définit par exemple, dans le cas des inondations, les limites des crues quinquennale, décennale, etc..., sachant bien que la crue décennale peut se produire deux années consécutives. Cet aspect probabiliste est encore plus pesant dans le cas des mouvements de terrain. Aucun phénomène n'y ressemble au précédent. Si dans le cas des inondations, la modélisation du phénomène est relativement plus facile, dans le cas des mouvements de terrain et selon le type concerné, une beaucoup plus grande incertitude existe.

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 plusieurs 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...). Plus précisément pour les mouvements de terrain on distingue :

- les facteurs **permanents** ou **intrinsèques** tels que la nature du sol et du sous sol, c'est pourquoi on parle souvent de **facteurs ou risques géologiques**,
- les facteurs **aggravants** tels que les interventions humaines (feux de brousse, aménagements sans précautions), ou encore la pente,
- les facteurs **déclenchants** tels que les cyclones et les précipitations qui les accompagnent, ou encore les séismes.

**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 en réponse aux mouvements du sol, alors que les autres sont de nature socio-économique, tels que la perception du risque par la population ou l'organisation de la gestion des crises.

**L'aléa relève du domaine technique** et de l'expertise. S'agissant de glissements de terrain, un géologue pourra l'appréhender. S'agissant d'inondation un hydraulicien pourra l'évaluer. **La vulnérabilité relève du domaine de l'aménageur, l'appréciation du risque en fin de compte revient au décideur et au politique.**

### 4.2. LES DIFFERENTS DOCUMENTS ELABORES DANS UNE ETUDE DE RISQUE

La succession des différents stades et documents produits par une étude de risque est présentée sur la figure 1.

#### 4.2.1. La carte géologique et des formations superficielles.

Le facteur intrinsèque et principal des aléas concernés par cette étude est de nature géologique. Une **analyse géologique détaillée** du site est donc un préalable nécessaire à toute étude de risque. Elle met l'accent sur **la géologie des formations superficielles et d'altération**, siège de tous les phénomènes d'instabilité. Dans bien des cas, les documents géologiques existant ne prennent que peu en compte ces types de formations. Il est donc souvent nécessaire de palier cette carence par des levés actualisés à différentes échelles. Ne pouvant matériellement pas disposer d'une

information en continu, le géologue est alors amené à trouver une règle de répartition des formations superficielles et d'altération qui lui permet à partir de points clefs isolés de généraliser à l'ensemble cartographié.

Dans le cas spécifique de la Nouvelle-Calédonie, les cartes géologiques sont souvent anciennes et peu précises. Quant à la cartographie des formations superficielles et d'altération elle est à chaque étude entièrement à réaliser. C'est l'un des acquis principaux de cette étude

#### 4.2.2. La carte informative des phénomènes

La connaissance des phénomènes historiques, passés ou encore actifs constitue une étape essentielle et incontournable pour la bonne compréhension des phénomènes. Il est donc indispensable dans toute étude de risque de réaliser une sorte d'état des lieux des phénomènes dans la zone considérée, et de collecter un maximum d'occurrences de phénomènes, de les classer, les hiérarchiser et en établir une typologie dans leur cadre géologique, géomorphologique et physiographique. Cet étape se fait à la fois par des observations de terrain, par une enquête, menée auprès des habitants, de la municipalité, des services administratifs, par la compilation d'archives, d'études et de cartes déjà réalisées, de photographies aériennes... Une bonne compréhension des phénomènes concernés est un préalable nécessaire à l'élaboration d'une telle carte.

Dans le cas spécifique de la Nouvelle-Calédonie, le recul historique est faible, les archives rarissimes et les études presque inexistantes. L'extension de l'urbanisation et l'accélération du développement économique ne datant que d'une vingtaine d'années, la confrontation aux phénomènes de mouvements de terrain est toute récente. Il est donc difficile d'apprécier l'évolution des phénomènes et de les quantifier en terme de fréquence ou d'intensité. L'un des outils fondamentaux pour réaliser le suivi chronique des phénomènes

d'instabilité dans ce contexte, reste la photographie aérienne. Le pays est couvert entièrement par trois jeux de photographies "standards" (1942, 1954 et 1976). Des couvertures partielles près des zones urbaines ou sur le massifs miniers permettent de faire des observations complémentaires.

Les images satellitales telles que SPOT ou LANDSAT sont de résolution trop faible pour être directement exploitées. Elles ne sont utilisées que pour éclaircir le contexte géologique à grande échelle, lorsque les données de base sont par trop fragmentaires. Les nouvelles images satellitales haute résolution (Quick Bird ou Ikonos par exemple de résolution inférieure au mètre) pourraient s'avérer très intéressantes.

Sur tous les documents photographiques, la méthode analytique est essentiellement visuelle. Les désordres se manifestent par des zones claires correspondant à la destruction de la végétation, qu'il s'agisse de zones de départ (arrachements), de transport (ravines) ou d'atterrissement (alluvions).

Le suivi temporel n'est pas toujours aisé. Les échelles sont variables (1 / 20 000 à 1 / 40 000, 1 / 8 000 dans le meilleur des cas). Il en est de même pour les angles de prises de vue et d'éclairage. Parfois des zones d'ombre empêchent toute observation. Les contrastes saisonniers sur la végétation et les contrastes hydriques sur les sols, fonctions de l'abondance et de la proximité dans le temps des précipitations pendant la période précédant la prise de vue, introduisent aussi une grande hétérogénéité dans la donnée. Enfin, le pas de temps entre deux observations procuré par ces documents est assez disparate. L'intervalle de temps le plus important (de 54 à 76) correspond d'ailleurs à une période critique pour le suivi de l'érosion, puisqu'il recouvre la période du "boom" du nickel qui a duré de 68 à 71. Les premières observations antérieures à cette période de référence remontent à 14 ans et les prochaines observations disponibles sont de cinq années postérieures.

La périodicité des documents disponibles est également à comparer avec la fréquence des événements pluvieux anormaux déclencheurs des mouvements de terrains les plus remarquables. La région de Nouméa a été

affectée par les cyclones Béatrice en 1954, Colleen en 1969, Alison en 1979, Anne en 1988, Erica en 2003, soit des intervalles de 10 à 15 ans.

Compte tenu de toutes ces précisions sur la donnée on comprend que la méthode présente plusieurs limitations. L'échantillonnage dans le temps est très ponctuel. En outre, s'il est possible de mettre en évidence les

changements les plus flagrants tels qu'apparitions, cicatrises ou aggravations spectaculaires et importantes, il n'est en revanche guère réaliste de vouloir mesurer précisément l'évolution des phénomènes. Pour donner un exemple, le déplacement d'un front d'érosion de 10 mètres (ce qui est considérable au regard des phénomènes étudiés) sur un document à l'échelle moyenne du 1 / 20 000 se traduira par un écart de 0.5 millimètres sur le cliché. La comparaison avec un cliché similaire, d'une autre époque, pris sous un angle et dans des conditions d'éclairage différents ne peut pas être valide avec de tels paramètres. Tout au plus pourra-t-on mettre en évidence des tendances et des modifications manifestes.

Les résultats obtenus par l'étude rétrospective des photographies aériennes pour suivre l'évolution des désordres dans le milieu naturel et éventuellement l'influence des aménagements humains sur celui-ci sont mitigés. L'outil a ses limites mais faute d'être le meilleur, c'est en tout cas le seul qui soit capable d'offrir une vision sur l'état naturel passé. La perception offerte par les anciennes photographies aériennes tend cependant à minimiser les désordres de petites et moyennes tailles. Elle ne permet pas d'estimer les phénomènes dynamiques tels que l'accroissement du transport des sédiments (fins ou grossiers). Elle offre par contre une bonne réponse pour ce qui a trait à la morphologie et aux changements de formes pour peu que ceux-ci soient d'une ampleur appréciable par rapport à l'échelle du document.

#### 4.2.3. La carte des aléas

La carte informative des phénomènes naturels permet d'évaluer la fréquence, la sensibilité des secteurs géographiques ou des configurations géologiques concernées, et de déterminer les facteurs naturels ou anthropiques jouant un quelconque rôle dans ces phénomènes. Mais au-delà de l'inventaire des phénomènes existants, il est nécessaire de délimiter des zones où les mouvements peuvent survenir, les secteurs où ils sont potentiels. Il s'agit alors d'une démarche prospective pour établir une carte tenant compte des phénomènes prévisibles et pas seulement visibles. Une telle carte est qualifiée de "carte des aléas". Chaque

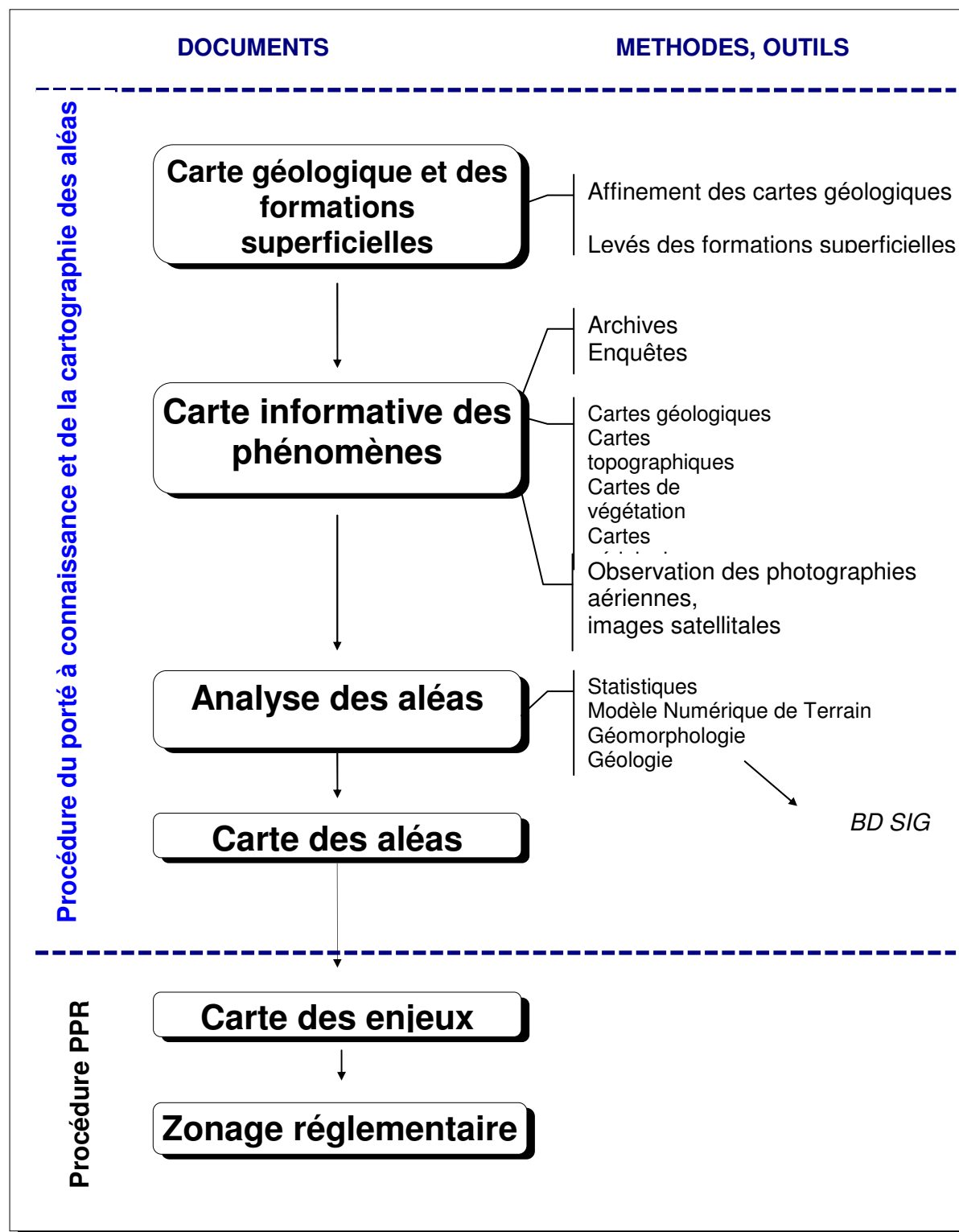


Figure 1 – Principales étapes de réalisation d'une étude de risque

famille de phénomène y est représentée par une couleur différente, chaque type de phénomène par un figuré et les **niveaux d'aléas** (fort, moyen, faible et nul) sont représentés par des tons de couleurs différentes.

Dans l'étude présente, la carte d'aléas n'est produite que lorsque les informations disponibles sur les phénomènes sont suffisamment abondantes.

#### 4.2.4. La carte des enjeux et d'appréciation des enjeux

En métropole, ce document n'est élaboré que dans le cadre des Plans de Prévention des Risques (PPR). L'appréciation des enjeux existants et futurs permet 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.

Un tel document n'est pas élaboré dans le cadre de cette étude.

#### 4.2.5. Le plan de zonage ou carte réglementaire

Cette cartographie permettra "in fine" de classer les différents terrains dans le **zonage réglementaire**. La transformation de la **carte des aléas** en **carte de zonage réglementaire** n'est pas une pure et simple transposition. Elle résulte d'une concertation entre les techniciens et les décideurs, et fait l'objet d'une négociation au cours de laquelle les différents aléas peuvent être appréciés diversement et pondérés, les limites déplacées en fonction des enjeux, des contraintes économiques, ou du bâti existant. Il est en effet théoriquement souvent possible de se prémunir contre un risque. Mais à quel prix ?

Il n'appartient pas au technicien de l'aléa de décider de quelle manière doit être classée telle ou telle zone, ou si celle-ci est constructible ou pas. Pas plus qu'il ne doit préconiser tel ou tel règlement. Ce travail relève de l'organisme instructeur. Il est par contre du devoir du technicien de l'aléa de bien expliciter son

analyse et ses limites afin d'aider au mieux l'organisme instructeur dans sa décision.

C'est selon cette procédure que sont établies les cartes de zonage des Plans de Prévention des Risques assorties d'un règlement, en Métropole.

Ce document à l'échelle cadastrale fait apparaître un zonage détaillé des contraintes appliquées à l'urbanisation allant du non-constructible à la construction libre, en passant par un ensemble de recommandations et de prescriptions décrites dans des fiches spécifiques rattachées à chaque zone. L'ensemble de ces mesures constitue le règlement.

Ce type de document n'est également pas produit par la présente étude, des études à plus petite échelle étant indispensables pour son élaboration.



## 5. Zone d'étude du programme 2004

La zone d'étude concernant la Province Sud pour le programme 2004 couvre une région de 15 x 20 km (Figure 2). Elle concerne l'extrémité Sud-Est de la Grande-Terre (commune du Mont-Dore) et recouvre une partie du bassin de Prony, de la rivière N'go et de la plaine du Champ de Bataille. Les zones habitées y sont peu nombreuses pour l'instant mais, après Plum et l'embouchure de la rivière des Pirogues, la Plaine du Champ de Bataille est probablement à moyen terme l'une des zones du Sud calédonien vers laquelle l'urbanisation progressera, dans le cadre du développement du projet du Sud. Il apparaît donc opportun de faire un état des lieux de ce secteur.

La zone recouvre en outre le domaine minier de Prony qui est le siège d'un important projet d'exploitation.

Géologiquement l'ossature du domaine étudié est constituée par la nappe des péridotites. Les formations d'altérations sont bien développées sur ce substrat. Elles constituent la majorité des affleurements. L'une des caractéristiques géomorphologiques de cette zone est son relief modéré à fort. Les principaux sommets culminent entre 400 et 500 mètres d'altitude. Les masses latéritiques y sont donc fortement exposées à l'érosion et dominent le lagon sud.

Il n'y a pas eu de travaux antérieurs concernant les aléas dans la zone concernée.



Figure 2 - Zone d'étude du programme 2004



## 6. Carte géologique et des formations superficielles

La zone d'étude est couverte par les feuilles 1 / 50 000 Prony (Guillon, 1972) et Mont-Dore (Noesmoen, 1971). Ces deux coupures géologiques sont donc vieilles de plus de trente ans. Ces cartes, réalisées à une telle échelle et avec les documents de l'époque (photographies aériennes antérieures à 1976) ne peuvent prétendre à une grande précision. Les formations d'altération y sont peu détaillées en particulier celles de la feuille Mont-Dore. Il est inutile cependant de trop critiquer ces documents désormais obsolètes, qui représentent une étape de la connaissance géologique de la région.

Pour les besoins de la présente étude, une nouvelle cartographie a été réalisée (annexe 1). Son échelle de validité est le 1 / 25 000, bien que les levés aient été systématiquement réalisés sur des supports topographiques à l'échelle du 1 / 10 000 (DI3T) et avec l'aide de différents jeux de photographies aériennes dont certaines en couleurs. L'effort, a bien entendu, porté sur les formations superficielles et d'altération. Ce travail a bénéficié de la participation des sociétés Prony Nickel et Goro Nickel qui ont aimablement fourni les données géologiques, à caractère provisoire pour certaines, en leur possession.

La zone d'étude est située à l'extrémité sud de la Nouvelle-Calédonie, dans la zone d'enneigement des reliefs axiaux de la Grande-Terre dans le lagon sud. Elle est située à l'Ouest des grands bassins latéritiques déprimés de Goro et de la Plaine-des-Lacs et recouvre une partie du bassin de Prony. L'ensemble du secteur est caractérisé par un fort recouvrement latéritique. Ces ensembles altéritiques contiennent les grandes réserves en minerai nickélique du Sud calédonien.

La description des principales entités géologiques qui suit se calque sur la légende de la carte géologique située en annexe 1.

### 6.1. FORMATIONS DU SUBSTRAT OPHIOLITIQUE

#### 6.1.1. Harzburgites et Harzburgites à corps dunitiques

Ces péridotites sont composées par une alternance de niveaux plus ou moins riches en orthopyroxènes déterminant un rubanement. Elles correspondent à des péridotites mantelliques appauvries à la suite d'un fort taux de fusion partielle. Les péridotites portent la signature typique de la déformation asthénosphérique (foliation et linéation d'étirement NS) remarquablement constante à travers toute la zone étudiée (Prinzhofer, 1981).

#### 6.1.2. Dunites

Les dunites, en niveaux, poches ou lentilles sont de plus en plus abondantes à proximité des gabbros cumulats. Elles sont composées essentiellement de péridots et de spinelles chromifères.

#### 6.1.3. Gabbros cumulats

On les trouve sur le pourtour de la baie de Prony à l'Est et dans le bassin de la rivière des Pirogues au NW. Ces roches grenues présentent un litage matérialisé par l'alternance de bancs plus ou moins riches en feldspath (anorthite) provenant de la cristallisation fractionnée et de la ségrégation des différentes phases minérales au sein de chambres magmatiques.

#### 6.1.4. Serpentinites

Les serpentinites jalonnent les principaux accidents à l'intérieur des péridotites.

#### 6.1.5. Filons feldspathiques

Plusieurs générations de filons ont été reconnues sans pour autant constituer des

entités cartographiables. Wehrlite, pyroxénite, gabbros, dolérite, anorthosite, plagiogranite parfois associés dans le même filon, en sont les constituants lithologiques principaux. Les gabbros pegmatoïdes présentent des megacristaux de tailles parfois centimétriques à décimétriques de feldspath blanc et amphibole noire. Ils sont fréquemment déformés, aplatis ou cisailés, voire recristallisés dans le faciès amphibolite. Leur composition est souvent rodingitique (transformation métasomatique produisant une paragenèse à caractère hydraté avec notamment hydrogrossulaire). Cette génération de filons accompagne la plupart des discontinuités de direction NW-SE et NE-SW bien visibles dans la topographie. De bons exemples de filons composites montrant plusieurs générations d'injections et de déformations sont exposés dans la carrière du gisement de chrome de Georges Piles (fond de la rivière N'go) ou dans le secteur du col de N'go.

### 6.2. FORMATIONS D'ALTERATIONS

#### 6.2.1. Cadre morphogénétique

Nous ne nous étendons pas ici longuement sur l'aspect géochimique et minéralogique de l'altération des péridotites qui a été décrit par maints auteurs (Trescases, 1975, Latham, 1975, Pelletier, 1983, 1996). Rappelons simplement que la dissolution chimique s'exerce au dépend des silicates ferromagnésiens et produit une grande quantité de résidus ferrugineux dont la plupart demeurent "in situ". Au plan chimique, il y a lixiviation presque complète du magnésium et rétention partielle de la silice. Le fer à l'instar du manganèse reste in situ, et avec lui un cortège d'éléments traces spécifiques aux péridotites tels que nickel, cobalt, chrome. L'accumulation des résidus conduit à la formation d'un manteau latéritique couronné par une cuirasse.

Nous insisterons par contre sur les transformations morphologiques qui affectent les péridotites. Whirthman (1965, 1970), a été le premier à souligner le caractère karstique de

cette altération avec dissolution chimique et formation d'un résidu altéritique. Le vocabulaire du karst ("surfaces lapiazées", "dolines") a été couramment employé par les différents auteurs (Whirthman, 1965, Trescases, 1975). Les phénomènes de dissolution se traduisent par une progression vers le bas du front d'altération sous sa couverture résiduelle. Ils s'accompagnent de l'entraînement et du départ par soutirage des latérites et du tassement de la couverture. Il en résulte toute une série de formes en dépressions à différentes échelles plus ou moins envahies par l'eau de surface et comblées par les sédiments : cuvettes, marécages, lacs, dolines, bassins endoréiques. En surface il y a un déplacement général des matériaux meubles des zones hautes vers les zones basses sous forme de colluvions et d'alluvions qui viennent sédimenter et colmater ces dépressions. On a ainsi un enfoncement progressif du système et une tendance à l'aplanissement généralisée.

Cette évolution conduit au paysage actuel de grands bassins partiellement fermés ou alvéoles séparés par des septa ou cloisons, à fonds plats marécageux, parcourus par un réseau de drainage mal individualisé, dont l'illustration la plus typique est la Plaine-des-Lacs.

Dans le manteau altéritique, les zones de soutirages se manifestent en surface par l'apparition de dolines, entonnoirs aux bords abrupts qui constellent la plupart des surfaces cuirassées. Ces effondrements ont des pourtours arrondis ou ellipsoïdaux dont la forme peut trahir une anisotropie du substrat rocheux. La coalescence de plusieurs dolines forme ce que l'on appelle un "ouvala" en pays karstique calcaire, terme peu ou pas employé en Nouvelle-Calédonie. L'alignement de plusieurs dolines en surface peut traduire en profondeur la présence d'un accident important. Les dolines et l'ensemble des dépressions associées se substituent au réseau hydrographique de surface dont elles constituent une ébauche avortée, reflet très déformé d'une circulation complexe en profondeur.



Dans un milieu sans anisotropies structurales, l'altération progresse dans le substrat péridotitique en créant, approfondissant et élargissant des formes de dissolution circulaires ou alvéoles. On peut en reconnaître les formes caractéristiques, en partie préservées, dans les chaînons résiduels bordant les principaux bassins, où elles se retrouvent perchées. Elles y composent toute une hiérarchie de formes emboîtées à différentes échelles et à différents états de déblaiement. Les dimensions les plus fréquentes sont d'ordres hecto à kilométriques, mais des tailles pluri-kilométriques existent également.

La coalescence de plusieurs dépressions abouti à l'isolement de reliefs résiduels. Dans ces chaînons, les sommets de formes pyramidales à base triangulaire sont très fréquents. Ils résultent de l'intersection d'au moins trois structures circulaires réparties de manière aléatoire.

Cependant le substrat péridotitique est souvent affecté par des anisotropies diverses reflétant une variation de la composition lithologique ou une structuration tectonique héritée. L'influence de cette dernière est primordiale. Les accidents préexistants introduisent un contrôle directionnel dans la progression de l'altération qui utilise préférentiellement ces discontinuités. Lors de son enfoncement, le réseau hydrographique va s'aligner sur ces discontinuités primaires. Ce phénomène classique d'adaptation du réseau hydrographique, au sens géomorphologique, explique que les cours d'eau les plus encaissés dans les massifs de péridotites ont souvent des tracés en segments rectilignes contrôlés par la structure du substrat rocheux. Il en est de même pour les crêtes et le tracé du littoral. La progression différentielle de l'altération révèle ainsi la structuration profonde du substrat péridotitique.

Les discontinuités représentées sur la carte géologique (Annexe 1) répondent à ce modèle. Elles correspondent plus à des linéaments morphologiques hérités qu'à des failles post-altération ou à caractère néo-tectonique. Les mouvements différentiels verticaux de tassement induits par un enfoncement inégal du front d'altération en profondeur se répercutent par des ruptures hydroplastiques dans les latérites ou par des cassures dans les cuirasses

qui sont aussitôt ressoudées. A l'échelle de temps géologique l'altération chimique qui prévaut sur tous les autres phénomènes gomme progressivement les ruptures



Figure 3 - Conglomérat sous cuirasse dans la Rivière du Carénage (Baie de Prony).

morphologiques qui pourraient apparaître instantanément.

Les perturbations introduites par les variations eustatiques, notamment l'abaissement du niveau de base, peuvent provoquer des phases d'érosion. Les bassins peuvent être ainsi partiellement déblayés. Leurs produits de démantèlement peuvent venir participer au remplissage des zones plus basses.

Dans la pratique cartographique, à l'échelle du 1 / 25 000, il n'est guère possible de prendre en compte tous ces aspects et toutes ces nuances. Aussi ne trouvera-t-on sur la carte géologique et des formations superficielles que les entités suivantes :

## 6.2.2. Cuirasse continue "in situ"

Les cuirasses "in situ" constituent des étendues ayant une certaine continuité cartographique à

l'intérieur des bassins ou sur les zones de plateaux. Elles sont épaisses en moyenne de un à trois mètres et constituent le sommet induré des profils d'altération, reposant sur les altérites meubles. Sous une apparente monotonie, plusieurs textures et structures non cartographiables à l'échelle de l'étude sont notables ponctuellement :

- faciès massif alvéolaire à cloisons,
- faciès brêchique soudé,
- faciès pisolithique soudé,
- faciès à cloisons parallèles subverticales.

Sur leurs bordures on peut observer tous les stades de destruction par l'érosion : blocs de cuirasse basculés, amoncellement de blocs de

cuirasse démantelée sur talus, semis de blocs de cuirasses épars sur différents substrats. Les principaux ensembles, suffisamment étendus, de ces accumulations de blocs de cuirasse ont été cartographiés.

La base de la cuirasse plonge et s'insinue fréquemment dans les latérites sous-jacentes, formant des appendices de morphologie variée : cloisons planes, incurvées, anastomosées, piliers. Ces sortes de racines se pincent en profondeur. La plupart du temps elles se présentent sous la forme de cloisons planes doubles avec un vide médian correspondant au passage de l'eau. Elles sont constituées de dépôts ferrugineux concrétionnés de part et d'autre de fissures drainant l'eau *per descensum*. Ces fissures peuvent localement se rassembler en faisceaux denses de cloisons intriquées et anastomosées, s'organisant parallèlement sur une largeur d'ordre métrique à décamétrique, trahissant la présence d'une zone de faille qui a été le siège de circulations privilégiées. Ces zones de failles sont elles même les reflets déformés des discontinuités profondes du substrat rocheux.

La présence d'une cuirasse continue en surface ne présage pas forcément de l'existence d'un profil continu d'altération latéritique sous-jacent. Un bon exemple en est exposé dans le bassin de Prony à l'amont de la rivière du Carénage, à quelques centaines de mètres au Sud du CR7. Dans ce secteur, l'érosion régressive de la rivière du Carénage a entaillé le plateau et fournit une coupe naturelle intéressante (Figures 3 et 4). Sous la cuirasse, un horizon conglomératique d'un mètre d'épaisseur maximum, surmonte les latérites in situ. La cuirasse est formée par des gravillons ferrugineux soudés où l'on peut voir quelques traces de racines. Le conglomérat est constitué uniquement par des galets de cuirasse très arrondis, atteignant jusqu'à 30 cm, dont certains sont fichés verticalement. Son ciment est latéritique, remanié. Les latérites sous-jacentes sont in situ. La taille et la disposition des galets dans le conglomérat indiquent une dynamique torrentielle de haute énergie.

Cette coupe est inhabituelle et unique dans le bassin de Prony. Nous n'en avons pas trouvé d'autres équivalents. Elle peut laisser supposer qu'un système fluvio-lacustre a peut être existé



dans cette zone, qui se développait plus en aval.



Figure 4 - Détail des conglomérats sous cuirasse.

### 6.2.3. Cuirasse démantelée

Sur les bordures des plateaux cuirassés, l'érosion sape l'horizon sommital induré qui bascule dans la pente naturelle en se démantelant. Les principaux ensembles de ces accumulations de blocs ont été cartographiés.

### 6.2.4. Blocs de cuirasse sur gabbros

Il s'agit d'accumulations de blocs de composition ferro-alumineuse qui ne constituent pas de niveaux continus.

### 6.2.5. Blocs de cuirasse et gravillons sur substrats variés

Pratiquement tous les talus latéritiques situés sous les plateaux cuirassés sont jonchés de blocs de cuirasse épars et de nodules ferrugineux.

### 6.2.6. Latérites à débris de roches feldspathiques

Des latérites riches en débris de roches quartzo-feldspathiques se développent localement aux dépens des zones de substrat riches en filons. Le quartz et les rognons de roches feldspathiques ou gabbroïques y forment un cailloutis résiduel en surface.

### 6.2.7. Latérites épaisses

Elles englobent des ensembles de terres bien différenciées dont l'épaisseur dépasse 5 mètres. Sur les reliefs, elles correspondent généralement à des morphologies convexes à pente faible (replats). Dans les bassins en cours de déblaiement, elles forment les talus sous les plateaux cuirassés. L'érosion s'y manifeste par l'ouverture d'incisions, ou lavakas, sièges d'une érosion régressive.

### 6.2.8. Latérites minces

Les latérites minces, à squelette rocheux souvent apparent, se rencontrent en zones de versants. L'épaisseur des terres y est inférieure à 5 mètres, irrégulière à très irrégulière. Les profils sont souvent incomplets, réduits parfois à une couche discontinue de terre rouge à gravillons. La morphologie est également convexe, mais la pente plus soutenue.

## 6.3. FORMATIONS FLUVIO-LACUSTRES

Deux zones de dépôts fluvio-lacustres sont présentes dans la zone d'étude : l'ensemble du bassin de la rivière des Pirogues et celui de la Plaine-des-Lacs.

Ces formations sont constituées par des produits de remaniement essentiellement dérivés de l'altération des péridotites, parfois de

l'altération des gabbros, plus épisodiquement du substrat sain. Elles ont subi elles-même une altération se traduisant par des reconcentrations diagénétiques de fer dans différents types de discontinuités, conformes ou sécantes sur la stratification. Elles se terminent notamment par un horizon cuirassé.

### 6.3.1. Fluvio-lacustre de la rivière des Pirogues

Dans le haut bassin de la rivière des Pirogues, un ensemble sédimentaire est entaillé par l'érosion sur une épaisseur d'environ 70 mètres. Le sommet de la formation est cuirassé (plateau de Gertrude) et correspond à une paléosurface d'environ 140 mètres d'altitude. Ces sédiments se rattachaient à ceux du bassin du lac de Yaté avec lesquels leur surface est en continuité altimétrique. Le drainage de ce bassin s'effectuait alors vers le nord. Actuellement, la rivière des Pirogues draine ce bassin vers le Sud.

De bonnes coupes de la formation, depuis le conglomérat basal jusqu'à la cuirasse sommitale, sont exposées dans le talus de la piste qui remonte la Napoueredjeine depuis son embranchement avec la rivière des Pirogues jusqu'au bassin d'Alice-Louise.

Les faciès de granulométrie fine sont représentés par des boues latéritiques de diverses couleurs (rouge à jaune) dérivant de l'érosion des latérites, des argiles nontronitiques vert-sombre, des argiles kaoliniques blanches dérivant de l'altération des faciès feldspathiques du substrat, notamment dans les zones de cumulats gabbroïques. En rive gauche de la rivière des Pirogues, les cumulats gabbroïques sont recouverts par des dépôts de kaolinite blanche de plusieurs mètres d'épaisseur. Dans le corps de la formation, des horizons de kaolinite blanche à fragments altérés de gabbros, de 0,1 à 1 m de puissance ne sont pas rares. Des niveaux de tourbe ont été signalés par Trescases (1975).

Les faciès de granulométrie intermédiaire sont représentés par des sables constitués surtout de pisolithes ferrugineux et de chromites plus ou moins enrobées d'oxyde de fer. Une matrice boueuse latéritique est le plus souvent présente, les niveaux sableux lavés et triés

étant relativement rares. Les passées de chromite sableuse n'excèdent pas 1 à 2 cm d'épaisseur pour quelques décimètres de long. Des classements granulométriques ont été mentionnés par Guillon et Trescases (1976).

Les niveaux à graviers et les conglomérats sont peu fréquents. Ils contiennent des pisolithes, des éléments de cuirasses arrondis et des fragments de péridotites décomposés, plus rarement de gabbros altérés. Au niveau du gué de la Napoueredjeine, en rive droite, un conglomérat basal se développe au-dessus des dunites du substrat sur 1 à 3 m d'épaisseur. Les éléments les plus gros ne dépassent pas 10 cm de diamètre. L'altération concentrique progressive de la plupart de ces éléments grossiers, postérieurement à leur dépôt, atteste de la continuité des transformations chimiques au sein des dépôts. Selon Trescases (1975), cette altération paraît minéralogiquement identique à celle qui intervient à la base des profils latéritiques *in situ*.

Les concrétions ferrugineuses sont omniprésentes. Elles se présentent le plus souvent en cloisons formant des plaquettes indurées qui, libérées par l'altération, constituent un cailloutis résiduel caractéristique de la formation. Ces concrétions sont multiformes :

- enrobages concentriques d'anciennes racines ainsi fossilisées dans une gangue ferrugineuse, soit isolées, soit formant un tissu dense et enchevêtré de racines et radicelles,

- niveaux sub-conformes à la stratification correspondant à des discontinuités sédimentaires,

- niveaux onduleux, contournés et concentriques correspondant à des fronts de migration recoupant les structures sédimentaires, formant des tores ou mimant parfois des stratifications obliques,

- cloisons planes, recoupant la stratification, souvent doubles avec un vide médian correspondant vraisemblablement à des discontinuités (fissures, fractures, failles) où l'eau de circulation a déposé des oxydes ferrugineux sur chaque face. Ce dernier type est analogue aux cloisons observables à la

base des cuirasses plongeant et se pinçant dans les latérites.

Des ensembles de cloisons, d'épaisseur centimétrique à décimétrique, disposés en faisceaux parallèles et anastomosés, sur une largeur d'un mètre à une dizaine de mètres, s'accompagnant d'une ferruginisation envahissant l'encaissant, peuvent être interprétés comme des zones de fractures, siège d'une circulation privilégiée d'eau. Dans la coupe de la Napoueredjeine, de telles zones de fractures s'enracinent dans des accidents du substrat rocheux. La plupart des cloisons portent sur leur surface des glyphes ou des formes parfois difficilement interprétables :

- stalactites à la partie inférieure des cloisons subhorizontales, formées vraisemblablement par la précipitation du fer à partir de gouttes d'eau,

- boursouffures, bourgeons,

- draperies ondulées de différentes longueurs d'ondes (1 mm à 5 cm) correspondant à des concrétions déposées perpendiculairement à l'écoulement de fines nappes d'eau sur des plans inclinés.

Ces figures n'ont pu se former que sur des surfaces ruisselantes, lors d'épisodes de sortie de la zone saturée en eau et d'aération des dépôts, peut-être lors de la phase finale d'émersion de la formation.

Très souvent, les dépôts successifs des fines lamelles ferrugineuses miment à la surface de ces cloisons la structure de tissus ligneux.

La partie supérieure de la formation est très nettement enrichie en lits de pisolithes ferrugineux, puis les derniers mètres sont une véritable cuirasse constituée par la soudure de cet ensemble pisolithique. L'épaisseur de la cuirasse est de 1 à 4 m. L'ensemble cuirassé le plus important s'étend sur 3 km<sup>2</sup> au sud de la confluence entre la rivière des Pirogues et la Napoueredjeine (ancien PRA Gertrude) au Nord de la zone d'étude. Dans plusieurs secteurs du bassin d'Alice-Louise, le sommet de la formation est enrichi en fragments partiellement dissous quartzo-feldspathiques, tout comme le sont les profils de latérite *in situ* environnants.

L'épaisseur la plus importante de la formation est mesurable à la confluence de la rivière des Pirogues et de la Napoueredjeine. Elle est de 75 m. Plusieurs sondages, effectués sur le plateau cuirassé de l'ancien PRA Gertrude, ont recoupé la formation sur des épaisseurs comprises entre 50 et 70 m.

Les restes ou traces d'organismes trouvés à ce jour sont exclusivement végétaux :

- empreintes de feuilles ou débris végétaux divers à la surface des sédiments les plus fins,

- racines enrobées de concrétions ferrugineuses formant des niveaux continus,

- restes végétaux et ligneux conservés dans les argiles kaoliniques et nontronitiques.

Au Nord de la zone d'étude, dans la tranchée de la RP 3, au niveau de la rivière des Pirogues (pont Gauzères), un niveau d'argile nontronitique et kaolinique de 0,8 m d'épaisseur a livré de nombreux restes de bois encore intacts, souches et racines apparemment en position de vie, noyés dans le sédiment argileux. Ce matériel a fait l'objet de tentatives de datations par la méthode <sup>14</sup>C (). L'âge limite de cette méthode, supérieur à 40 000 ans a été obtenu.

### 6.3.2. Fluvio-lacustre de la Plaine-des-Lacs

Dans la partie ouest de la Plaine-des-Lacs, peuvent s'observer jusqu'à une altitude de 260 mètres environ, des dépôts stratifiés de manière frustrée et localement cuirassés en surface.

Vers l'amont, leur surface se raccorde progressivement aux glacis qui descendent des reliefs environnants. Dans les ravines on peut voir des couches de gravillons ferrugineux remaniés et des cailloutis de cuirasses roulés, traversés par des cloisons ou des manchons ferrugineux correspondants à d'anciennes racines. Les zones cuirassées sont composées essentiellement de nodules ferrugineux stratifiés et soudés.

Au NW de la Plaine-des-Lacs, à proximité de son exutoire vers les Chutes de la Madeleine

("ancienne laverie de la Rivière-des-Lacs" selon la carte DI3T), des excavations ont été ouvertes dans la formation (ancien essai minier pour Nickel). Les déblais correspondants montrent les sédiments typiques fluvio-lacustres : horizons à manchons racinaires, lits de nodules et fragments de cuirasse remaniés, racines enchevêtrées en place et épigénisées, cloisons et concrétions ferrugineuses, niveaux de vases organiques, boues latéritiques à empreintes de feuilles.

La formation affleure également au niveau des Chutes de la Madeleine. La cuirasse qui constitue le ressaut des célèbres chutes est constituée par des couches de nodules ferrugineux soudés à rhyzoconcrétions ferrugineuses.

Elle est également exposée au lieu dit "la Capture", dans la cascade qui draine la Plaine-des-Lacs vers le bassin de Prony.

Les données de sondages du secteur de la Plaine des Lacs (DIMENC) montrent que le bed rock peut se trouver à une profondeur maximum de soixante mètres. Toutefois les épaisseurs relatives du fluvio-lacustre et des latérites *in situ* ne sont que très mal définies, les sondages ayant été pratiqués en destructif.

### 6.3.3. Conclusion sur le fluvio-lacustre

Les sédiments très particuliers de la formation fluvio-lacustre dans le bassin de la rivière des Pirogues ou dans la Plaine-des-Lacs sont donc caractérisés

par :

- un milieu de dépôt de faible énergie (prédominance des fines, quasi-absence de niveaux sableux triés, immaturité des apports détritiques),

- une circulation d'eau interne et une diagenèse ferrugineuse intense,

- un passage latéral progressif aux profils latéritiques *in situ* et un cuirassement sommital,

- des épisodes de colonisation temporaire par la végétation.

Si la base de la formation peut reposer par endroits directement sur le substrat péridotitique, son sommet n'est en revanche jamais en contact avec celui-ci. Là où ils n'ont pas été réentaillés par l'érosion actuelle, les sommets des profils de latérite environnants se raccordent sans discontinuité morphologique et graduellement, au sommet de la formation fluvio-lacustre. Le passage latéral aux profils latéritiques développés *in situ* est souvent progressif. Il y a donc probablement continuité de fonctionnement entre la périphérie des bassins où l'altération prévaut et leur centre où les processus de comblement sédimentaires dominent.

Tous ces faits permettent de reconstituer un paysage qui n'est pas très éloigné de celui des plaines endoréiques fonctionnelles actuelles qui en serait la prolongation dans le temps : plaines marécageuses parsemées de lacs peu profonds, réseau hydrographique anastomosé et peu chenalisé. Dans ce sens, la formation est plus lacustre que fluviale.

## 6.4. FORMATIONS DE VERSANTS

### 6.4.1. Colluvions latéritiques à blocs de péridotites

Dans les zones de relief important, les versants sont tapissés par un mélange de latérite et de blocs de péridotites. Cette formation se rencontre surtout sur les bordures des vallées les plus profondes. Les blocs de péridotites emballés, sont parfois eux même altérés en saprolite. Le matériau est peu cohésif et instable.

## 6.5. FORMATIONS FLUVIATILES

### 6.5.1. Epanchages fluviaux superficiels

Sont regroupées sous ce terme des zones d'épanchages récents superficiels et de faibles épaisseurs, qui viennent combler les dépressions au sein des différents bassins. Les

sédiments sont constitués en majorité par de la grenaille (nodules ferrugineux), parfois en cours d'induration, alternant avec des boues latéritiques. Les sédiments fins prédominent car la mise en place des sédiments résulte de ruissellements diffus.

#### **6.5.2. Alluvions récentes de fond de vallée**

Les alluvions actuelles ou récentes sont cantonnées aux lits des rivières principales (N'go) dans leurs zones inondables et dans le fond des baies. Elles sont constituées essentiellement de galets, graviers et sables de péridotites, cuirasses et nodules ferrugineux.

### **6.6. INDICATIONS STRUCTURALES**

Il s'agit essentiellement de discontinuités probables et supposées dans le substrat péridotitique. Ces indications peuvent aider dans la reconstitution de la structure profonde du substrat péridotitique et de la compartimentation des masses latéritiques. L'évolution du relief au cours de l'altération se calque sur le canevas structural pré-établi du substrat rocheux. Les diverses discontinuités du substrat jouent le rôle de guides pour l'altération dont la progression différentielle révèle ainsi la structuration profonde. Ces discontinuités (terme qu'il est préférable de substituer à celui de "faille") sont donc héritées. Elles peuvent correspondre à des tassements différentiels, des contrastes lithologiques accentués par la dissolution.

### **6.7. INDICATIONS GEOMORPHOLOGIQUES**

Tous les phénomènes karstiques tels qu'effondrements, dolines, pertes, résurgences ont été recensés par télédétection et observations directes sur le terrain. Ont servi entre autres à cet inventaire les données de Prony Nickel et de la cartographie numérique à l'échelle du 1 / 10 000 de la D13T.

Les traces d'anciens cordons littoraux ont été cartographiées dans le fond de la baie Ué.



## 7. Modèle numérique de terrain – Images satellitales

### 7.1. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN

Le relief est une donnée fondamentale des études géomorphologiques et de risque. Couplé à la géologie des formations superficielles et à la télédétection, son étude permet de déceler, par exemple, les anomalies de formes et les ruptures morphologiques 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.

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT ou modèle représentatif de l'altitude en tout point de la zone d'étude) permet par divers calculs informatiques de mieux visualiser et parfois quantifier les critères morphologiques. 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, ombrage. 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 maille de 10 mètres a été généré à partir des informations altimétriques (points cotés et échantillonnage des courbes de niveau) des cartes topographiques DI3T à l'échelle du 1 / 10 000. Une représentation en est proposée en Figure 5.

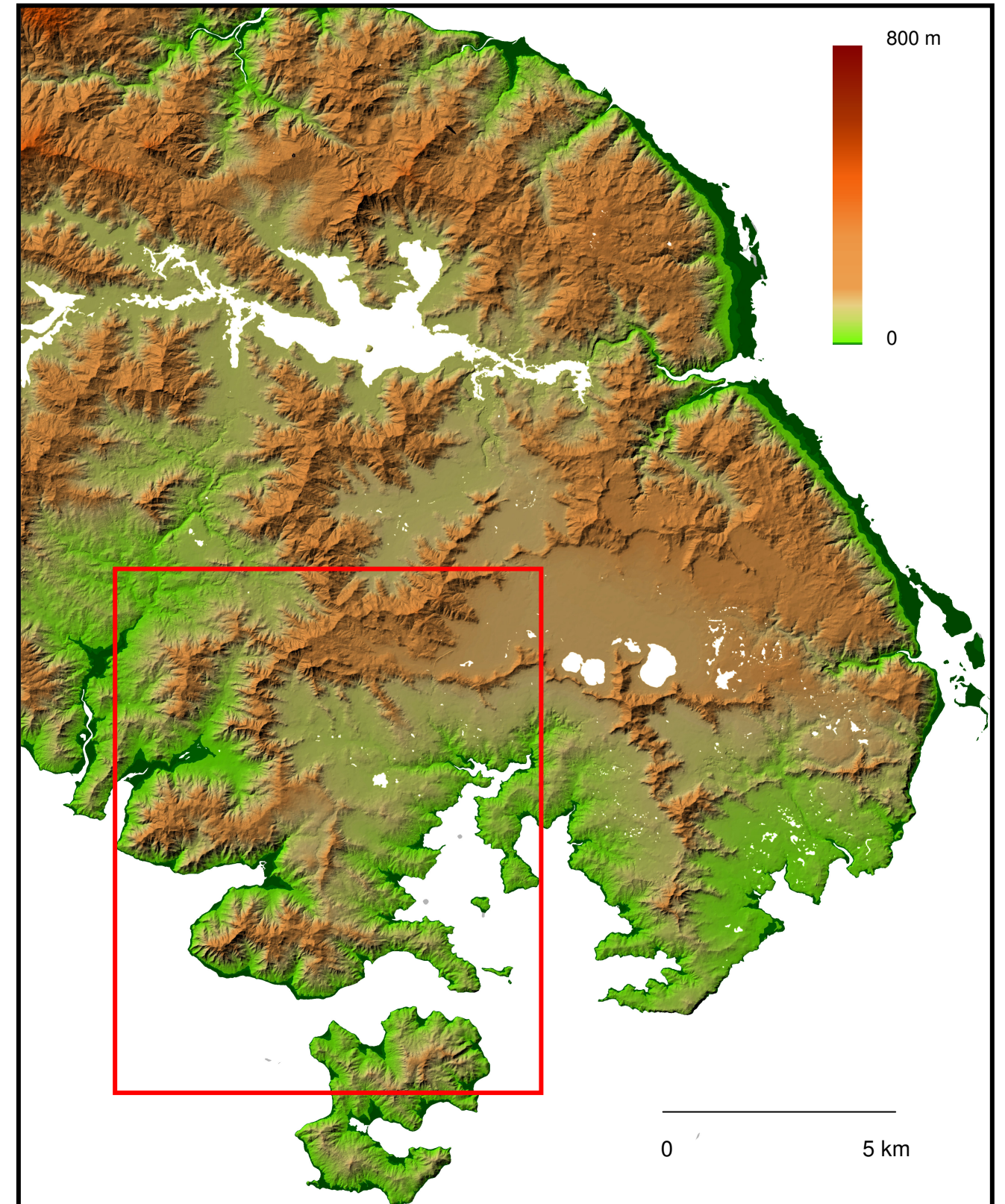


Figure 5 – Localisation de la zone d'étude (encart rouge) et Modèle Numérique de Terrain à la maille de 10 mètres (MNT réalisé grâce aux données numériques des cartes topographiques DI3T à l'échelle du 1 / 10 000)



## 8. Carte informative des phénomènes recensés, typologie des phénomènes

L'ensemble des phénomènes recensés est présenté sur la carte à l'échelle du 1 / 25 000 en annexe 2. On expose dans ce chapitre l'aspect théorique et la typologie de ces phénomènes. D'une manière générale, leur variété et leur nombre sont faibles. L'érosion superficielle et les coulées de débris sont les deux types les plus fréquents dans la zone d'étude. Il n'a pas été mis en évidence de mouvement de terrain important du type glissement ou écroulement.

### 8.1. EROSION SUPERFICIELLE

Ce phénomène résulte du ruissellement des eaux de précipitation sur des matériaux de faible cohésion, les sols et la zone d'altération superficielle principalement. Le ruissellement en nappe décape les horizons de surface et prépare le terrain à un ruissellement plus concentré par rigoles, puis ravines. A terme on a deux conséquences :

- A l'amont une perte en sol (et en végétation), une ruine du paysage, une fragilisation du substrat, une modification de la distribution hydrographique, une concentration des débits dans quelques exutoires.
- A l'aval, une contribution importante en apport sédimentaire, généralement fins.

L'érosion superficielle prépare souvent le lit des phénomènes d'instabilité plus importants.

L'érosion superficielle en domaine de latérite épaisse des massifs de péridotites revêt la forme spécifique des "lavakas". Le terme masculin de **lavaka**, signifiant "fossé" en malgache, adopté dans le vocabulaire international de la géomorphologie, désigne des ravines à bordures escarpées, communes en pays tropical (Madagascar, Brésil), mais aussi dans quelques pays tempérés (USA, Nouvelle-Zélande, Irlande). Ces ravines présentent généralement une forme en cœur ou en goutte d'eau inversée, large à l'amont, pincée à l'aval, où l'exutoire disparaît parfois complètement. Dans le détail, les contours sont complexes et

persillés. Il n'y a pas de zone d'alimentation amont. Les lavakas abondent dans les dômes dénudés de latérites en zone de pentes faibles et la présence d'un profil latéritique induré en surface est une condition "sine qua non" de leur existence.

Le spectacle d'un ensemble de lavakas, toujours impressionnant pour les non spécialistes, suggère souvent qu'on est face à une forme extrême du ravinement et de l'érosion. De nombreux articles de la littérature sont consacrés à des discussions sur l'origine naturelle ou anthropique du phénomène. Les deux types de genèses sont tour à tour invoqués sans que l'on puisse trancher en faveur de l'un ou de l'autre et la conclusion la plus fréquemment admise est que, naturel à l'origine, le phénomène est parfois aggravé soit par l'intervention humaine (feux, déforestation), soit par les changements climatiques (recul de la végétation).

En Nouvelle-Calédonie, de nombreux lavakas sont visibles dans les zones de latérites épaisses des massifs de péridotites, et la plupart ne sont pas en relation avec des aménagements anthropiques. Leur présence traduit cependant une activité érosive intense et un déséquilibre du milieu naturel où la destruction de la couverture latéritique prend le pas sur la progression de l'altération.

Le phénomène naturel "lavaka" n'est pas un aléa à proprement parler, mais il contribue pour une grande part à la fragilisation de certaines zones :

- par la présence de zones mises à nu intensifiant le ruissellement,
- par la quantité de matériau fin latéritique mobilisable sous forme de boues,
- par son évolution possible vers d'autres types d'aléas, notamment en ravines et glissements.

Il est de même évident que les aménagements pratiqués sans précautions dans un tel contexte

ne peuvent qu'accroître la fragilité du milieu et intensifier l'érosion.

Les lavakas sont rarement isolés. Ils se développent au contraire en essaims qui affectent des versants latéritiques entiers, et donnent par coalescence des dédales de zones ravinées, de profils latéritiques et de squelettes rocheux mis à nu. L'érosion régressive qui règle leurs progressions n'a de cesse que lorsque les matériaux latéritiques dont elles se nourrissent ont été totalement consommés. Ils peuvent remonter jusqu'aux lignes de crête, ce qui montre bien qu'il s'agit d'un phénomène contrôlé par la pluie et le ruissellement et non par un écoulement concentré dans un drain.

Dans la zone d'étude de nombreux ensembles de lavakas en contexte complètement naturels sont visibles à l'Ouest du bassin de Prony : baie de la Somme, baie de la Mine aux Anglais, baie Ouest.

### 8.2. LES COULEES DE DEBRIS

Ce phénomène a pour origine, le départ de portions de versant incluant couverture végétale, latérite et blocs de péridotites, de quelque m<sup>2</sup> à quelques centaines de m<sup>2</sup>, arrachées en zones de fortes pentes. A l'aval, le matériau, complètement désolidarisé de son point d'origine s'étire linéairement (coulées) et est rapidement canalisé dans des ravines.

Selon la proportion de latérites par rapport aux matériaux rocheux, et la granulométrie de ces derniers on relèvera divers types à l'aval : coulées boueuses latéritiques, coulées de latérites à blocs, coulées de débris rocheux. Le moteur du phénomène est l'eau.

La zone de départ laisse une cicatrice ou niche d'arrachement ouverte dans le couvert végétal et éventuellement le manteau altéritique. Le terme "arrachement" est d'un emploi fréquent en Nouvelle-Calédonie, pour désigner ce type de désordre qui est un des aléas naturels les plus fréquents des massifs de péridotites.

Lorsqu'il n'est pas volumineux, le matériau libéré s'arrête en contrebas surtout si la végétation est dense et forme un barrage. Plus important, il va s'étaler sous forme d'une langue plus longue, souvent canalisée dans une gouttière, une ravine puis un torrent. Il n'est pas rare qu'il évolue en laves torrentielles.

La mise en pression dans les péridotites fracturées lors des épisodes de fortes précipitations est responsable du déclenchement du phénomène. Le débouillage de certaines fissures, facilite le glissement de blocs supportés par des fractures à pendage aval et fait céder le mince épiderme végétal protecteur ou le manteau latéritique.

### 8.3. CHARRIAGES ET DEBORDEMENTS TORRENTIELS

Rappelons que l'aléa torrentiel, dans la partie basse des vallées, n'est pas pris en compte dans cette étude. Cet aléa nécessite une approche spécifique reposant en particulier sur des mesures in situ, de l'instrumentation de bassins versants et des modélisations. Nous décrivons néanmoins les principaux désordres éventuellement encourus car de nombreux bassins versants de la zone d'étude ont un caractère torrentiel.

Charriages et débordements se caractérisent par une mobilisation importante de sédiments pris dans l'environnement immédiat d'un torrent. Celui-ci va chercher un surplus de charge solide aux limites de sa zone d'influence. La modification du profil longitudinal et transversal, le fauchage des berges, la divagation du lit vif, la mise à nu des sédiments, l'engravement de tout ou partie du lit, sont les désordres classiquement encourus. La charge solide est arrachée aux berges, remobilisée à partir du fond du lit et abondée par l'érosion hydrique environnante.

A l'instar des autres phénomènes, le charriage et le débordement se produisent pendant les crises aiguës pluviométriques.

En zones encaissées et étroites, l'action érosive domine, en zone d'élargissement et de faible pente, les dépôts s'étalent et la zone active divague. A l'exutoire, dans la zone de jonction avec le niveau de base (grandes plaines alluviales à la sortie des massifs) se forme un cône de déjection dont la génératrice n'est autre que le lit vif du torrent qui par balayage séculaire distribue sa charge solide devenue désormais intransportable par manque de pente. Le charriage et la divagation torrentielle sont des nuisances importantes qui ruinent fréquemment les aménagements humains trop proches de leur zone d'influence.

#### **8.4. LES CHUTES DE BLOCS ET ECROULEMENTS**

Ces phénomènes mobilisent des blocs de roches homogènes situés au dessus d'une zone de pente (forte en général > 40°) où ils partent en chute libre. Les chutes de blocs concernent des éléments isolés, alors qu'éboulements et écroulements concernent des masses respectivement plus importantes, le mécanisme demeurant le même : chute gravitaire dans l'air, l'eau n'étant pas impliquée dans le transport.

La cause principale de ce type d'aléa est à rechercher dans le découpage des masses rocheuses en éléments de formes diverses par les fractures affectant la formation concernée. Le degré de fracturation de la roche détermine la maille de libération des blocs. Le réseau de fracturation peut comporter des familles d'orientation plus ou moins parallèles (conformes) au versant ou déterminant des coins rocheux (dièdres) dont l'arête est inclinée vers la vallée. Le déclenchement résulte souvent de la mise en pression hydrostatique interstitielle au sein des discontinuités lors des épisodes pluvieux, voire de la croissance de racines.

Les chutes de blocs sont un aléa omniprésent des zones rocheuses montagneuses et les massifs de péridotites n'échappent pas au phénomène. L'état général de fracturation des péridotites est en effet tel qu'il n'y a pratiquement pas de zones où la roche n'est pas découpée en un maillage dense, par des plans dont certains sont conformes à la pente, libérant des éléments de diverses tailles.

La susceptibilité d'apparition de l'aléa chute de blocs et écroulement est difficilement évaluable. On peut considérer qu'elle existe au droit de toutes les zones de "péridotites indifférenciées". La dangerosité du phénomène est proportionnelle à la dénivellation et à la pente.

#### **8.5. LES EFFONDEMENTS LIES AUX CAVITES SOUTERRAINES**

Le phénomène d'effondrement lié aux cavités souterraines découle du fonctionnement du karst péridotitique sous sa couverture latéritique et cuirassée. Dans la zone d'étude ces zones sont limitées au plateau cuirassé du bassin de Prony où de nombreuses dolines et dépressions ont été recensées grâce à divers documents : observation des photographies aériennes, l'intégration des informations topographiques à l'échelle du 1 / 10 000 de la D13T, bases de données Prony Nickel.

#### **8.6. DESORDRES PERIPHERIQUES AUX ANCIENS TRAVAUX MINIERS**

Afin d'être complet nous avons fait dans la zone d'étude, l'inventaire et l'analyse par photographies aériennes des anciens travaux miniers existants. Ces anciens aménagements peuvent en effet interférer dans le déclenchement des phénomènes naturels d'instabilité, en particulier par le surcroît de ruissellement induit par les zones décapées.

Ces désordres anthropiques sont essentiellement concentrés dans la vallée de la N'go et autour de la plaine du Champs-de-Bataille. Leur cartographie a été faite à partir des photographies aériennes les plus récentes.

Dans ces secteurs ont été distingué :

- des zones soumises à l'érosion incluant des plateformes correspondant à d'anciennes zone d'extraction, des zones décapées pour les besoins de l'activité minière et des zones soumises au phénomène de ravinement.
- Des zones d'accumulations qui sont des décharges de matériaux ou de stérile dans les versants, des épandages

latéritiques ou des matériaux rocheux engravant les creeks.

La plupart de ces secteurs font l'objet d'une étude de détail dans le chapitre 9 relatif aux zones sensibles (cf Zones sensibles et sites dégradés par l'ancienne activité minière).



### 9. Zones sensibles et sites dégradés par l'ancienne activité minière

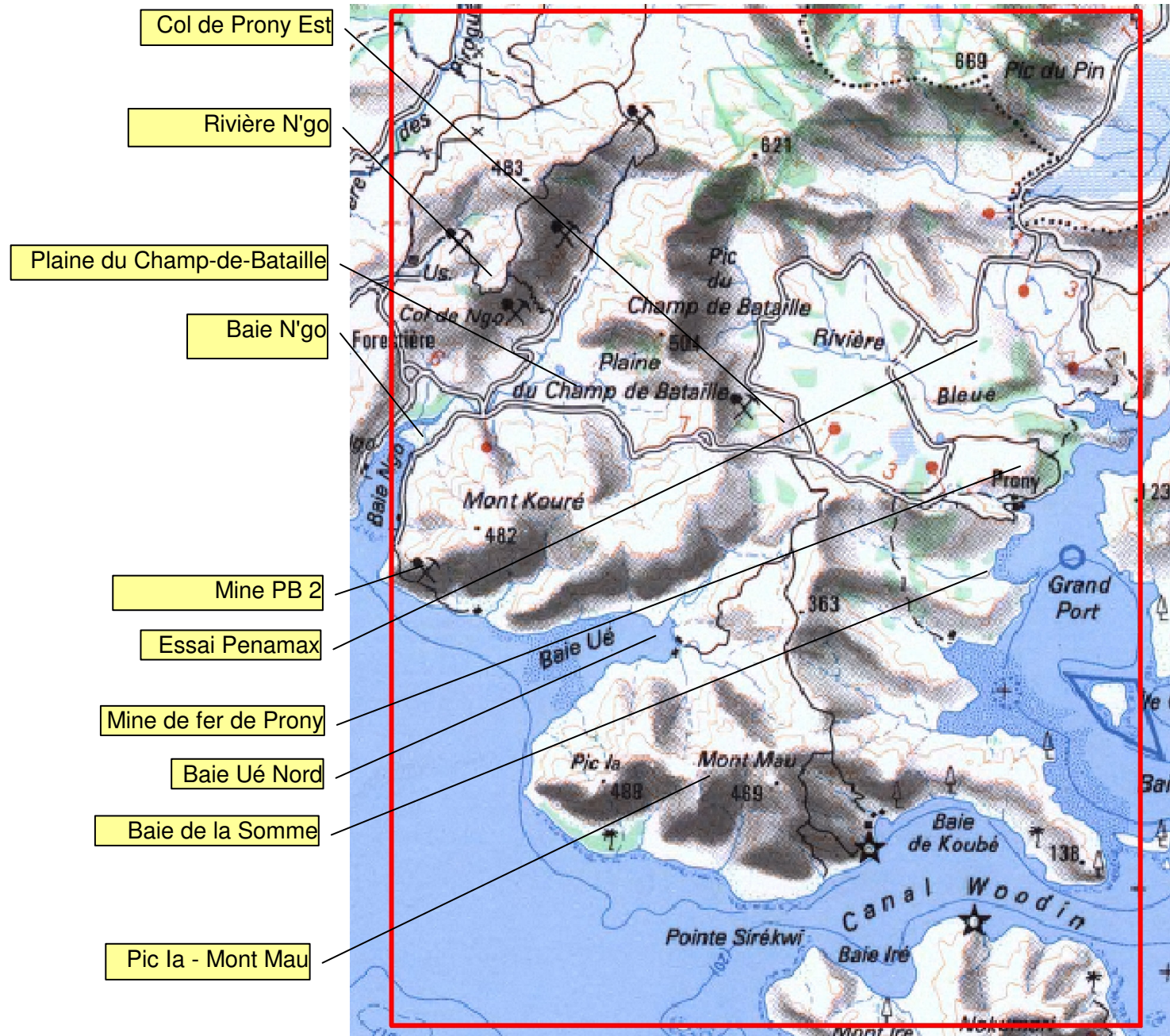


Figure 6 - Zones sensibles recensées dans cette étude

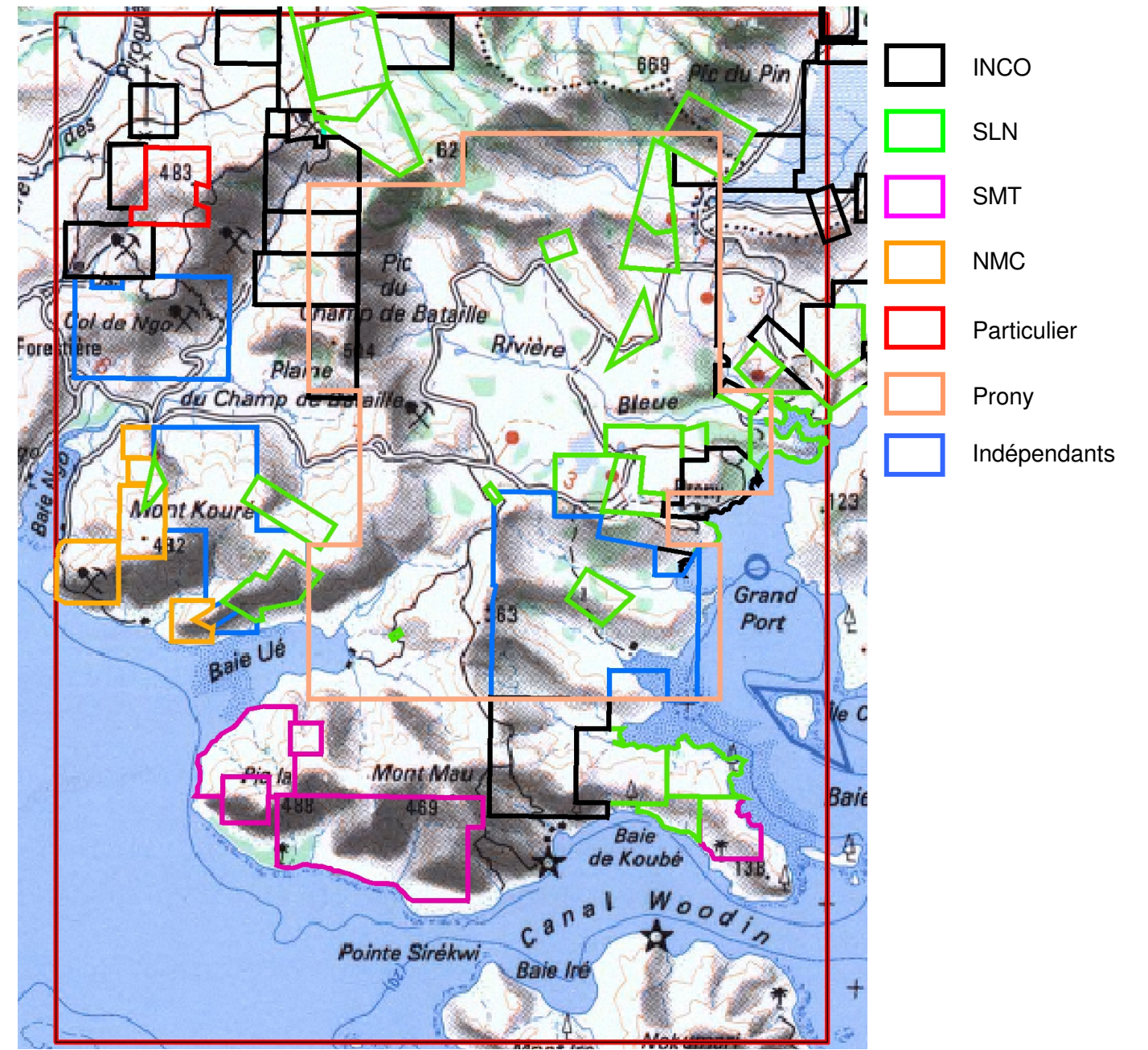


Figure 7 - Cadastre minier de la zone d'étude (source DIMENC)



## 9.1. RIVIERE N'GO

### 9.1.1. Description des désordres

Dans le bassin versant de la rivière N'go, au Sud et au Nord de la Plaine-du-Champ-de-Bataille, plusieurs anciennes exploitations sont présentes. La majorité d'entre elles se situe sur des titres encore valides (ADA 1). La mine Bien-Sur a été d'abord exploitée pour chrome puis pour nickel (Dunite Q). Un petit nombre de carrières correspond à d'anciennes exploitations orphelines.

Titre	Année	Production
Bien-Sur (Cr)	1959	4000 t
Dunite Q (Ni)	1974 - 75	51 719 t
ADA 1	1970	165 000 t

Tableau 1 - Données statistiques sur les mines de la région de la rivière N'go (source DIMENC)

La couverture latéritique de ce secteur est relativement continue et épaisse. Elle est affectée par de nombreuses ravines naturelles et échanquée de multiples lavakas. La surface couverte par les anciennes exploitations (Figure 9) n'est pas très importante : 30 Ha de décharges, 30 Ha de plateformes et 50 Ha de zones décapées diverses soit un total de 110 Ha. La production totale de ce secteur, pendant les années du "boum", n'excède pas 220 000 t de nickel. On relève en revanche un linéaire de piste très dense qui atteint plus de 160 km sur l'ensemble du bassin versant de la N'go. Il correspond à des travaux de prospection (puits, sondages, essais). Pour une largeur minimale de 3 mètres, la surface concernée par ces accès est donc de 48 Ha supplémentaires qui, non entretenus, jouent le rôle de drain potentiels. L'ensemble de ces aménagements non maîtrisés aggrave l'érosion naturelle de façon significative et perceptible en photographies aériennes. Plusieurs creeks sont engravés en relation directe avec ces travaux.

On ne relève pas, en dehors de cette érosion intense, de mouvements de terrains ou d'instabilités dans les versants. La seule préoccupation dans ce secteur concerne donc l'érosion et le ravinement qui, à terme peuvent

fragiliser l'ensemble du contexte et occasionner de multiples nuisances. Enfin l'aspect visuel n'est pas à négliger. Une bonne partie de ces surfaces décapées, à l'abandon, est visible depuis le CR 7 et par exemple depuis le point de vue touristique aménagé par la Province Sud au col de Prony.

### 9.1.2. Recommandations

L'ampleur de la surface à traiter implique que soit établi un plan de réhabilitation à l'échelle du bassin versant de la N'go. La présence de titres miniers en cours de validité complique l'entreprise de ce travail.

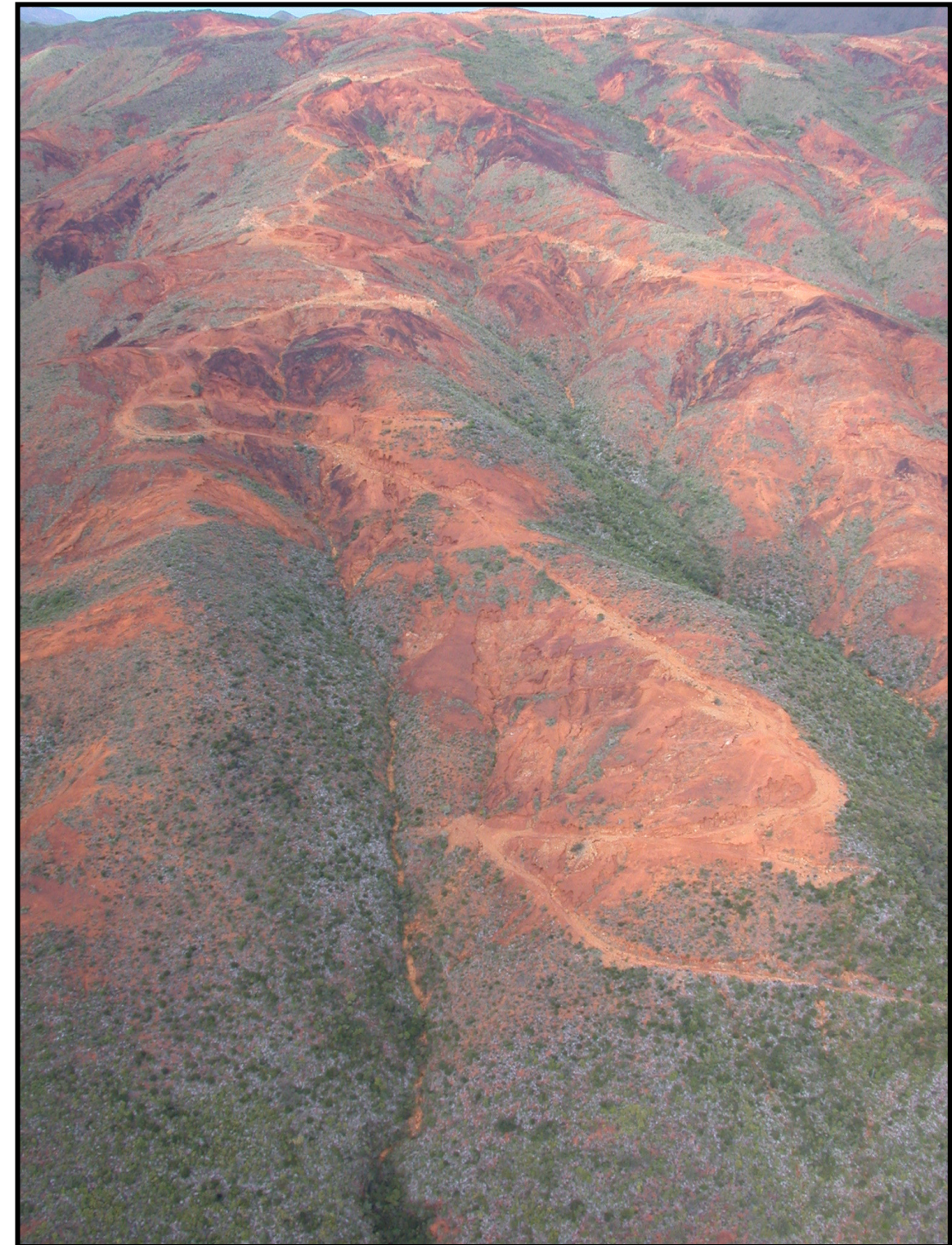


Figure 8 - Exemple de lavakas au sein d'un réseau de pistes en partie abandonnées sur le flanc sud de la Plaine du Champ de Bataille



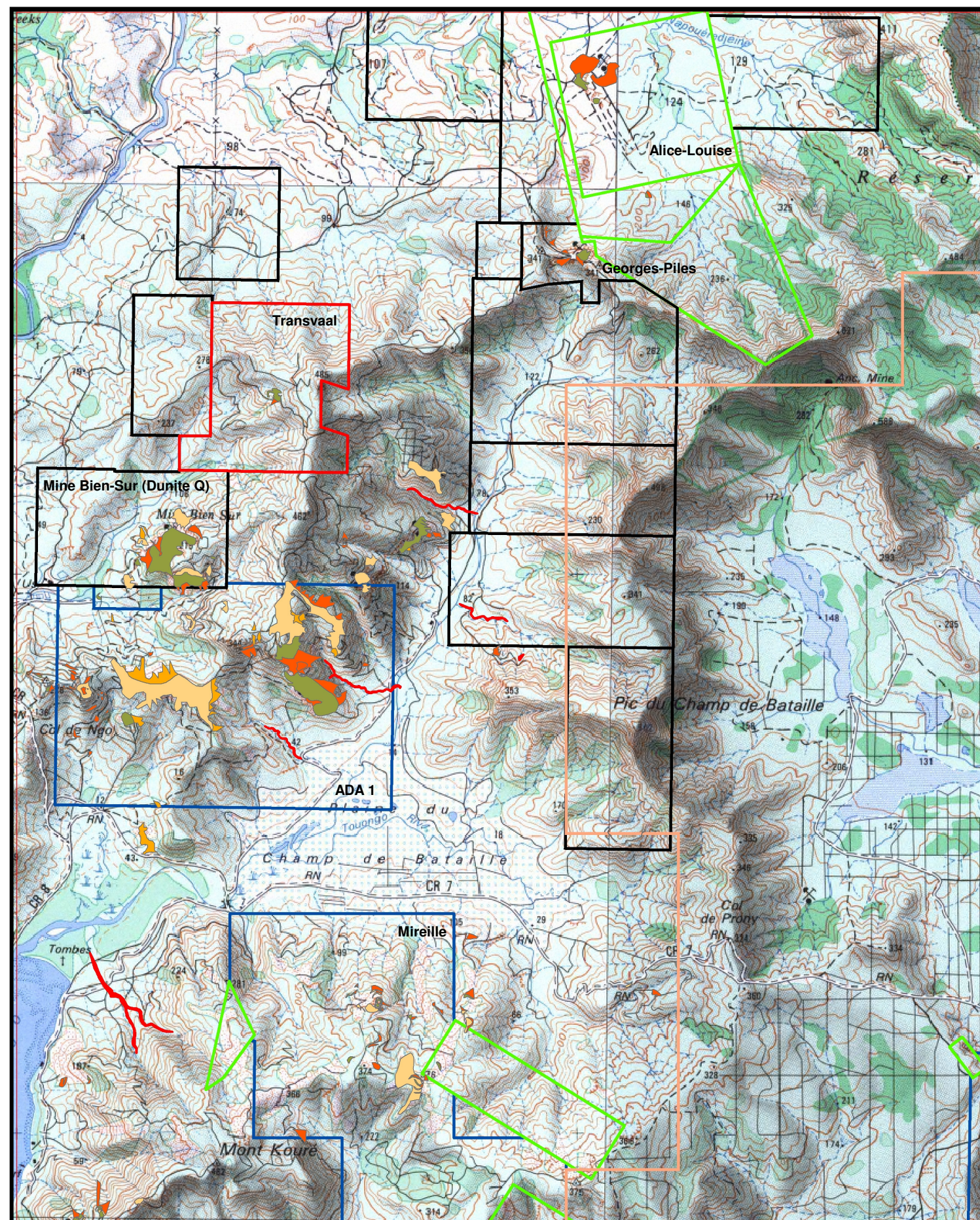


Figure 9 - Zones dégradées par l'activité minières dans le bassin de la N'go et la Plaine du Champ de Bataille



## 9.2. PLAINE DU CHAMP-DE-BATAILLE

### 9.2.1. Nature des désordres

Plusieurs coulées de débris rocheux sont visibles sur le flanc d'un petit affluent en rive gauche de la rivière N'go (Figure 10). Ces phénomènes sont naturels. Il n'y a pas d'aménagements à l'amont susceptible d'en être la cause. Les coulées de débris notées 1 et 2 (Figure 10) sont les plus manifestes mais d'autres coulées (autres flèches rouges) anciennes et cicatrisées sont visibles de part et d'autre et peuvent se suivre le long d'un niveau (souligné en pointillé). Ce dernier correspond à un épaulement peu marqué dans la topographie. A sa partie supérieure les formations de pentes altérées s'épaississent. A sa partie inférieure la pente s'accroît. Les niches d'arrachements des coulées se sont formées au niveau de la rupture de pente.

A noter en 3 une coulée qui prend place sur le tracé d'une piste. Il est probable que la coulée existait avant la piste et a été réactivée par l'ouverture de cette dernière.

Le creek en contrebas de ces désordres est passablement engravé et raviné et une zone de dépôts s'accumule à son débouché sur le CR 7.

### 9.2.2. Recommandations

Il est recommandé de procéder, sur la piste passant sous les coulées 1 et 2 et au niveau de la coulée 3, aux aménagements minima (passages d'eau, cassis, barrages filtrants, décanteurs) de manière à ce que celle-ci ne constitue pas un drain supplémentaire pouvant aggraver la situation.

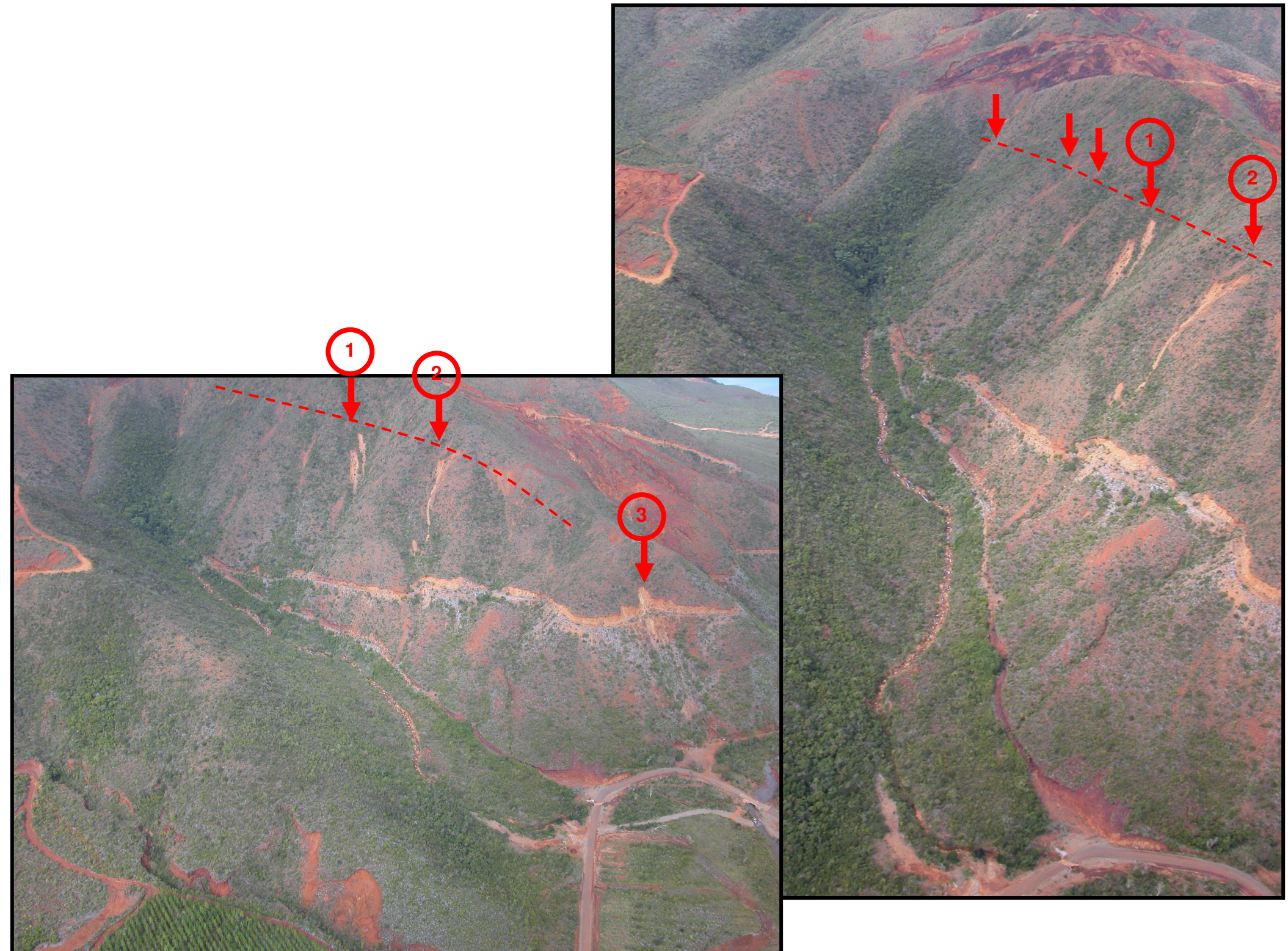


Figure 10 - Série de coulées de débris au niveau de la plaine du Champ-de-Bataille



### 9.3. FOND DE LA BAIE N'GO

#### 9.3.1. Nature des désordres

On note une importante coulée de débris rocheux et plusieurs ravines à l'amont de ce bassin versant situé au fond de la baie N'go (Figure 11), en rive gauche. Les différents tributaires sont fortement engravés et l'exutoire est marqué par un cône de déjection avec alluvionnement. Les habitations aménagées dans ce dernier secteur sont très exposées à une crue torrentielle.

Un réseau d'anciennes pistes de prospection sillonne les flancs du bassin versant. Il semble a priori (voir encadré notamment) qu'il y ait un lien entre ces anciens tracés et les différents ravinements observés.

#### 9.3.2. Evolution temporelle

L'examen des anciennes photographies aériennes (Figure 12) montre sans ambiguïté que la ravine la plus importante existait dès 1942 et que le cône de déjection avec alluvionnement était déjà présent à cette époque. Sa morphologie sur les prises de vue postérieures (1954, 1976, actuel) est remarquablement constante. La végétation n'a donc pas reconquis cette zone d'engravement depuis soixante ans (minimum). Il est probable que cette zone d'alluvionnement est épisodiquement alimentée par le ravinement amont.

Le lacs de piste n'apparaît que sur les photos de 1976. Sur ce dernier document apparaît une ravine supplémentaire sous la ravine principale, visible aussi sur la photo actuelle. La situation s'est donc dégradée entre 1954 et 1976.

#### 9.3.3. Recommandations

Sans préjuger d'une étude de détail qui reste indispensable dans cette zone complexe, les recommandations générales suivantes peuvent être formulées :

1) Réaménagement du réseau d'anciennes pistes pour maîtriser les écoulements sans pour autant procéder à des réouvertures.

2) Ouvrage de défense à l'amont immédiat des habitations et/ou canalisation de la partie aval du torrent.

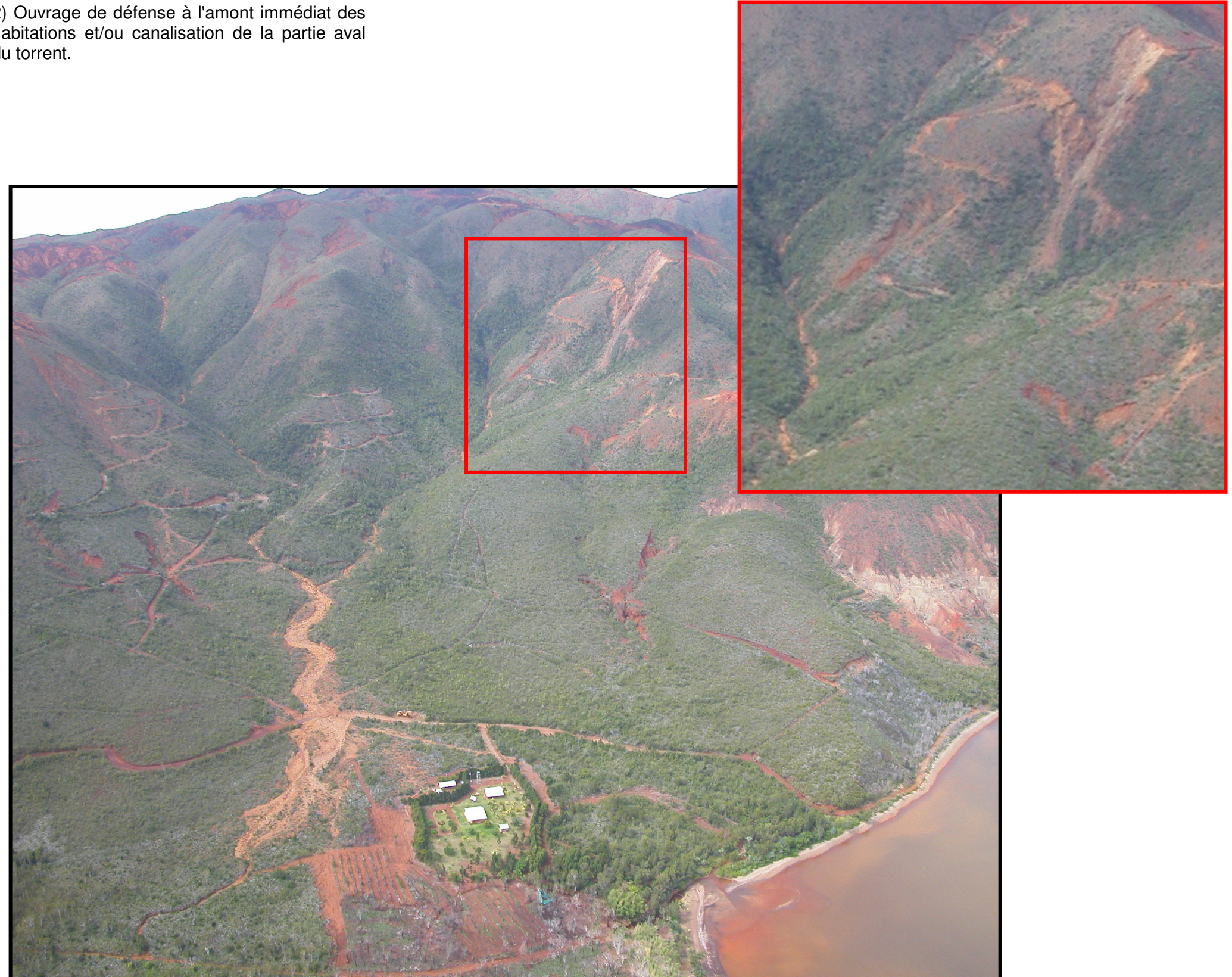


Figure 11 - Fond de la baie N'go : bassin versant avec nombreux ravinements et engravements des creeks





Figure 12 – Fond de la baie N'go : Evolution des ravinelements entre 1954 et 1976



## 9.4. MINE PB 2

### 9.4.1. Description

La mine PB 2 (Figure 13) a été exploitée entre les années 1955 et 1977, avec un pic de production à la période du "Boom" en 1971 (Tableau 2). Elle correspond à une concession détenue aujourd'hui par la société NMC. Elle est actuellement remarquablement visible depuis le lagon. Une série de vues panoramique acquises par hélicoptère est présentée (Figure 14).

Année	Titulaire	Production (t)
1955	Videault	2 670
1956		15 589
1959	Porcheron	14 340
1960		2 871
1970	ALMAX	33 000
1971		118 400
1975	CENTO	1 400
1976		6 600
1977		2 000

Tableau 2 - Données statistiques sur la concession PB2 (source DIMENC)

L'examen des anciennes photographies aériennes (Figure 13) ne laisse aucun doute quant à la période des travaux (post 1954 et pré 1976) à l'origine des dégâts constatés. Il n'y a plus d'accès praticables pour aller sur la mine. Deux carrières principales ont été exploitées à l'Ouest et au Sud. Il y a des décharges dans les flancs et des ravines profondes. Les produits d'érosion vont directement dans le lagon. Un ancien stock de minerais subsiste à l'Ouest en bordure de la baie N'go. Trois ravines profondes sont creusées à partir de la plateforme ouest (Figure 14 - 1) ne correspondant à aucun talweg naturel. Elles ont été générées par le ruissellement non maîtrisé sur les plateformes et se sont enfoncées dans des terrains meubles saprolitiques ou

latéritiques. Deux ravines importantes et des décharges de stérile rocheux sont visibles sur la zone sud (Figure 14 - 5).

### 9.4.2. Recommandations

Les dégâts environnementaux causés par ce site sont importants en regard de la modeste production (< 200 000 t) cumulée. La situation éminemment visible de cette ancienne mine exploitée avant les années 1976 incite à une restauration exemplaire. Les travaux à envisager sont importants et doivent être définis lors d'un Avant Projet Sommaire. Il comprendront a minima :

- le réaménagement d'un accès,
- le reprofilage des zones des carrières ouest et sud,
- la réalisation de plusieurs séries d'ouvrages de décantation au niveau des plateformes et à l'amont des ravines,
- une revégétalisation dont une bonne partie réalisée par semis hydraulique ou manuellement dans les pentes les plus fortes et les plus visibles.

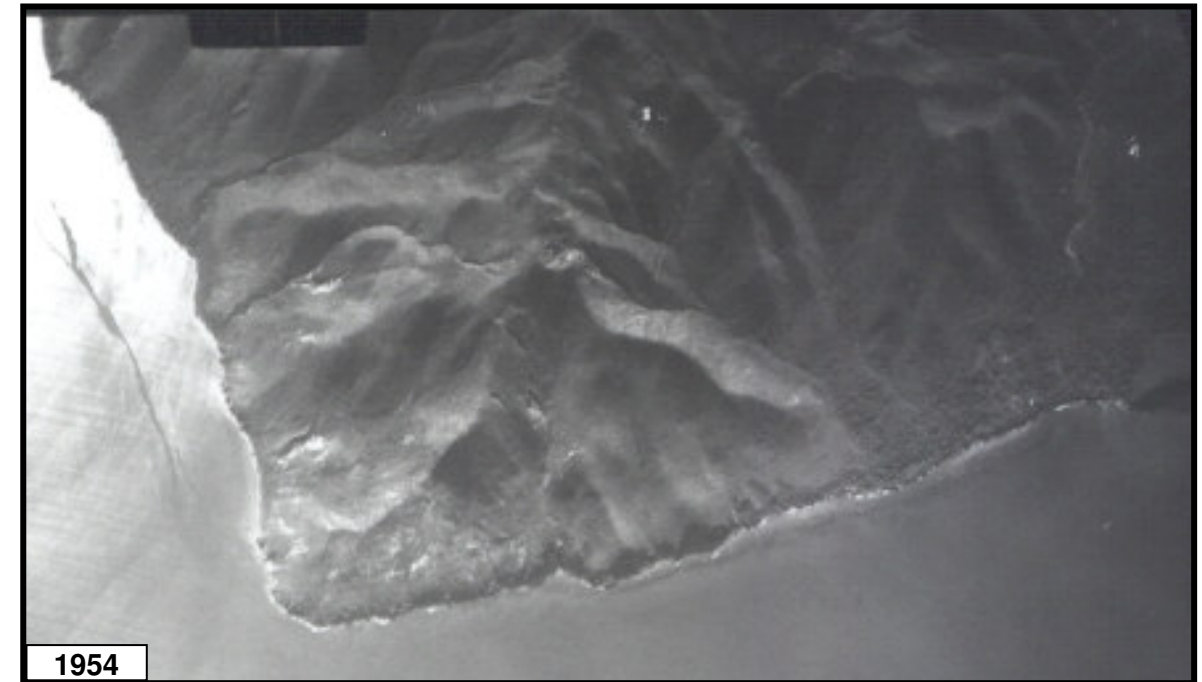


Figure 13 - Comparaison des photographies aériennes de 1954 et 1976 sur l'emplacement de la mine PB 2.



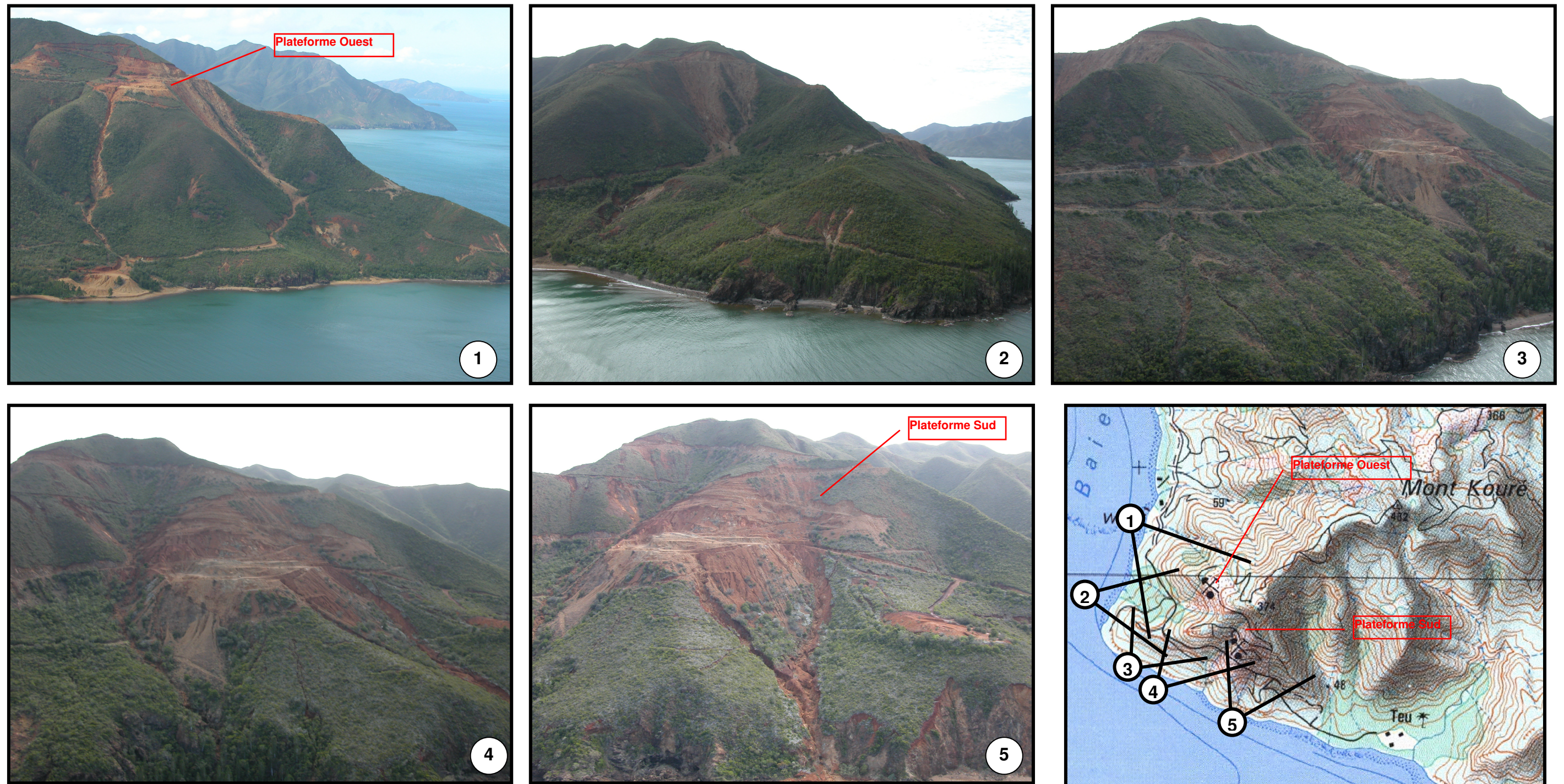


Figure 14 - Différentes vues de la mine PB 2



## 9.5. BAIE UE NORD

On relève sur le pourtour de la baie Ué nord une série de désordres peu importants. Ces désordres sont tous en contexte naturel puisqu'il n'y a pas d'anciens travaux dans cette zone éloignée. Ils sont mentionnés ici à seule fin de fournir un état zéro de la zone.

Sur la Figure 15 :

- les images 1 et 2 montrent des coulées de débris sur des flancs rectilignes avec engravement limité du creek situé à l'aval;
- l'image 3 présente à un creek raviné à l'amont, avec des plages de dépôt à l'aval;
- l'image 4 correspond à des ravines en milieu latéritique pouvant évoluer vers des lavakas;
- l'image 5 correspond à un ensemble de lavakas sur un flanc profondément latéritisé avec épandage de latérite à l'aval et formation d'une zone d'alluvionnement au fond de la baie Ué.



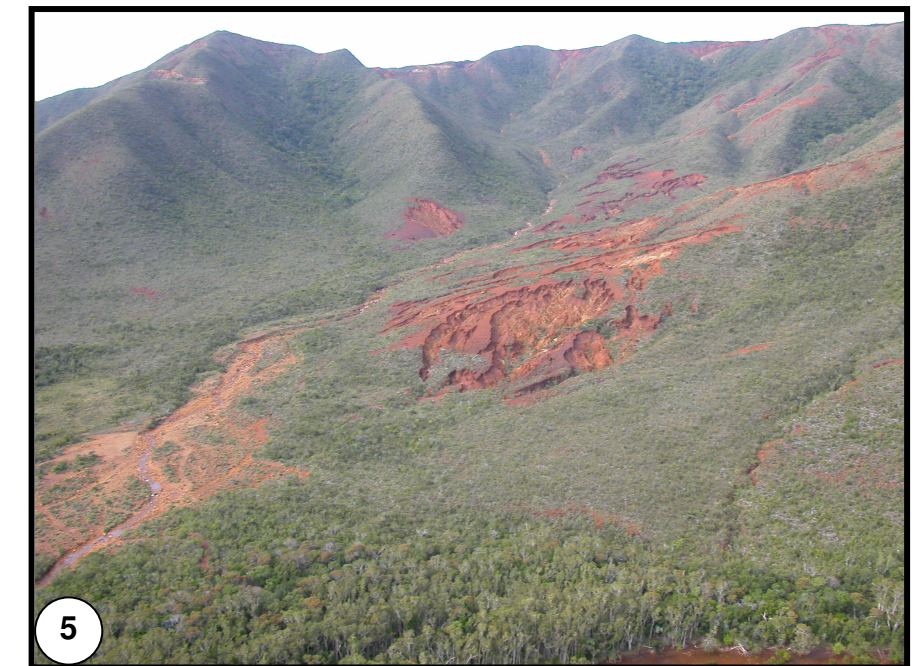
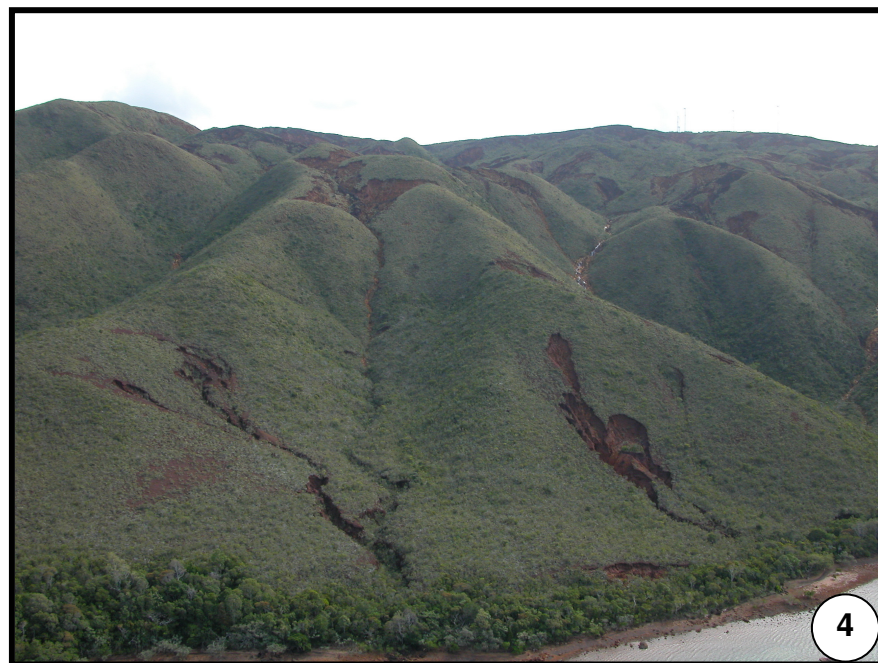
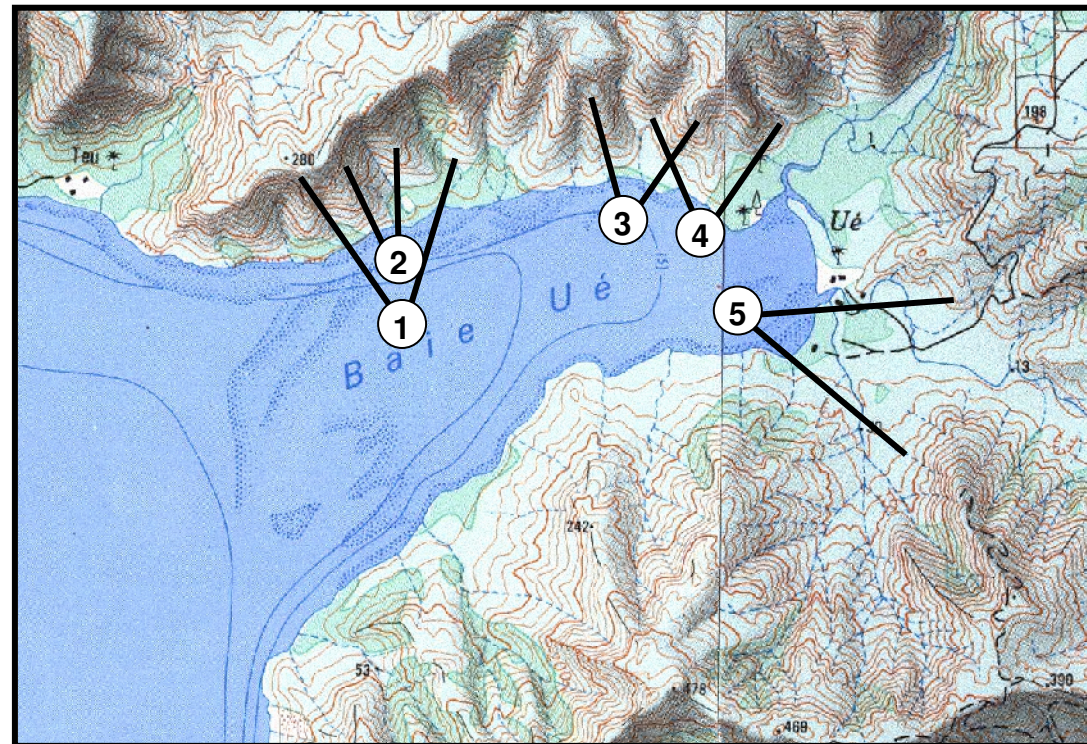
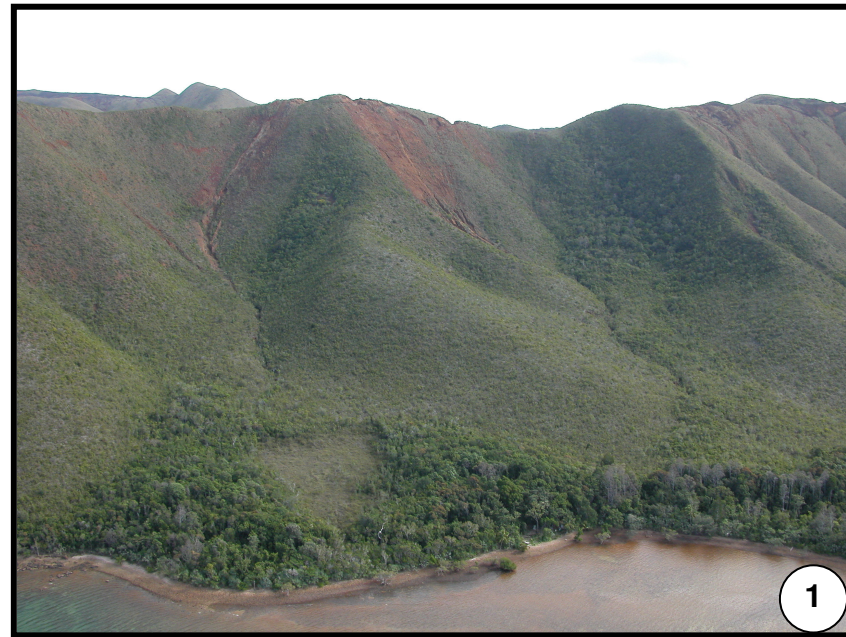


Figure 15 - Différentes vues de la baie Ué Nord



## 9.6. PIC IA - MONT MAU

En 1942, cette zone est caractérisée par l'absence de désordres (Figure 16). On relève sur le pourtour du Pic la quelques désordres mineurs dès 1954 (Figure 17). Ces désordres sont tous en contexte naturel puisqu'il n'y a pas d'anciens travaux dans cette zone éloignée. Ils sont mentionnés ici à seule fin de fournir un état zéro de la zone.

Sur la Figure 18 :

L'image 1 montre quelques zones rocheuses ravinées sur des flancs rectilignes constitués par des péridotites serpentinisées, plus friables et fragiles que les péridotites saines, rocheuses. Ces désordres naturels sont limités. Il n'y a pas d'engravement du creek situé à l'aval.

L'image 2 montre un réseau de lavakas et ravines dans une zone à fort recouvrement latéritique. A noter sur la droite une morphologie concave correspondant à une ancienne niche d'arrachement ou zone de départ d'une masse glissée aujourd'hui érodée. Ces phénomènes sont naturels. La plupart d'entre eux sont recolonisés par la végétation, ce qui pourrait indiquer une stabilisation et une évolution favorable des versants dans ce secteur.

L'image 3 représente une échancrure dans le couvert latéritique épais. Il ne s'agit pas d'une niche d'arrachement mais du passage d'un filon de gabbros altéré de couleur blanche qui a favorisé le décapage par l'érosion. Il s'agit là encore d'une forme naturelle d'érosion.

L'image 4 présente un creek engravé avec des plages de dépôts notables. Deux creeks importants de ce secteur présentent de tels symptômes.

Il nous a paru intéressant d'essayer de suivre l'évolution dans le temps de ces phénomènes (Figure 17). Sur la photographie aérienne la plus ancienne disponible (1942), des zones de sédimentation sont déjà visibles aussi bien sur le creek situé à l'Ouest que celui situé à l'Est. Il en est de même pour le cliché de 1954. Sur la photographie de 1976, un réseau d'anciennes pistes est apparu. Il sillonne les crêtes dans la partie amont des deux bassins versants. Il n'y a

cependant pas d'exploitation. Sur la photographie de 1992, la situation s'est aggravée dans le bassin versant Ouest. Une ravine s'est ouverte dans cette zone et la surface de dépôt a augmenté en aval. La ravine est sans relation avec les pistes. La zone engravée existe donc de longue date dans ces deux bassins versants. Elle existait dans le milieu naturel en l'absence de tout aménagement. Les phénomènes de ravinement à l'amont et dépôt à l'aval semblent fluctuer à cette échelle d'observation et au pas de temps qui sépare les images. Il n'est pas possible d'évaluer avec les documents dont nous disposons la contribution des pistes pour la plupart abandonnées au phénomène d'érosion et de dépôt dans ce creek.

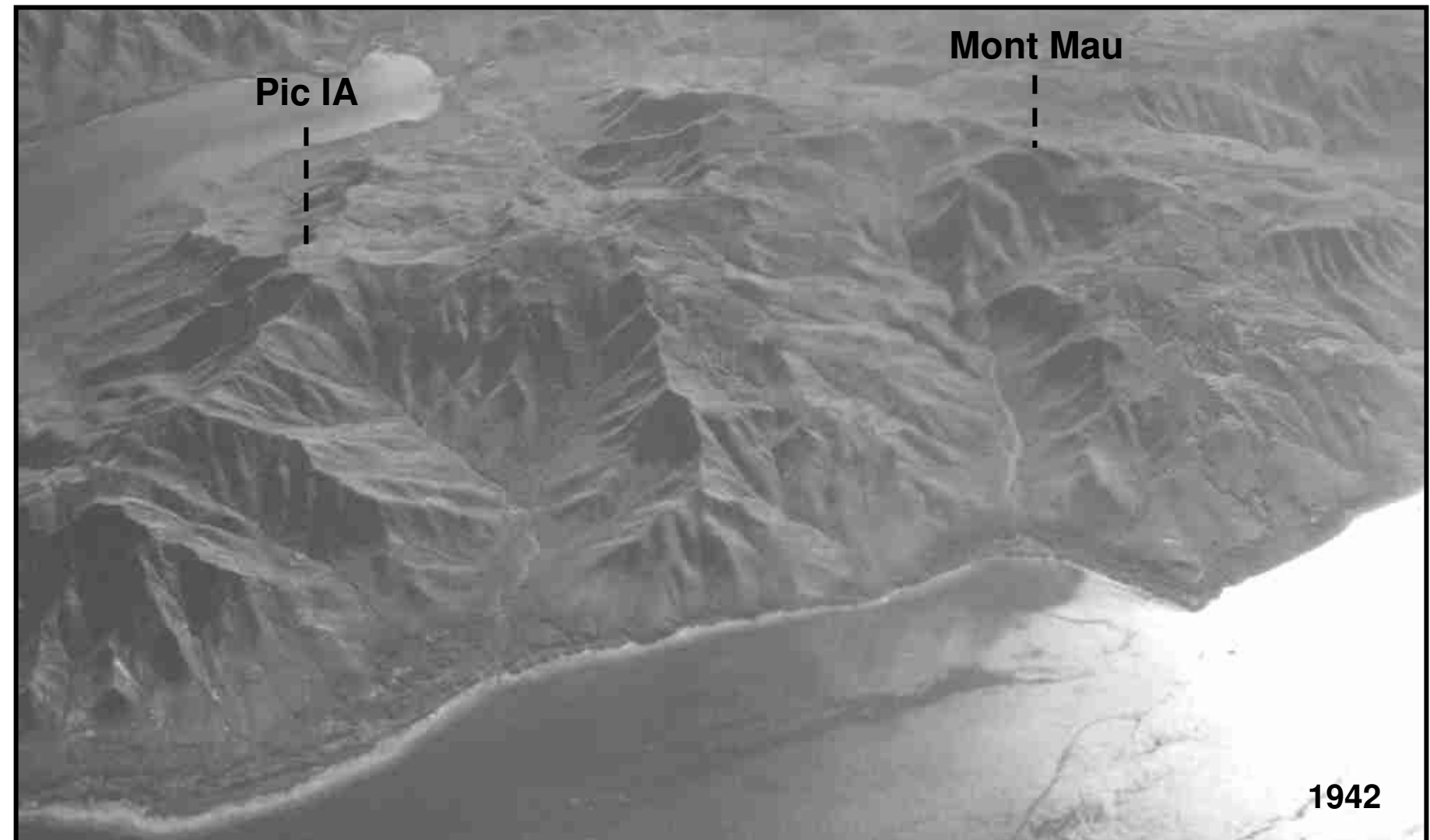


Figure 16 - Photographie latérale de la zone du Pic Ia en 1942 (Source IGN)

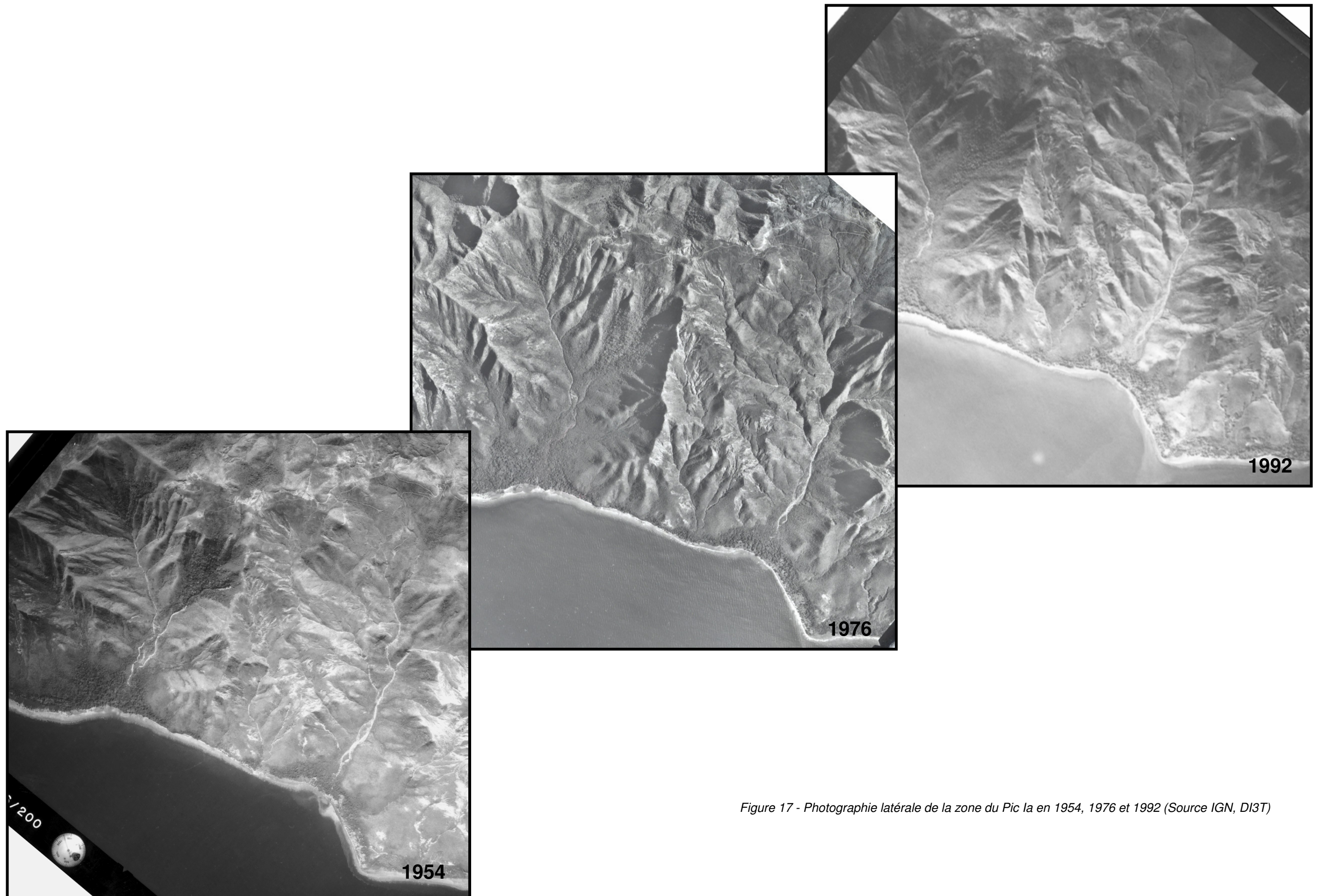


Figure 17 - Photographie latérale de la zone du Pic la en 1954, 1976 et 1992 (Source IGN, DI3T)



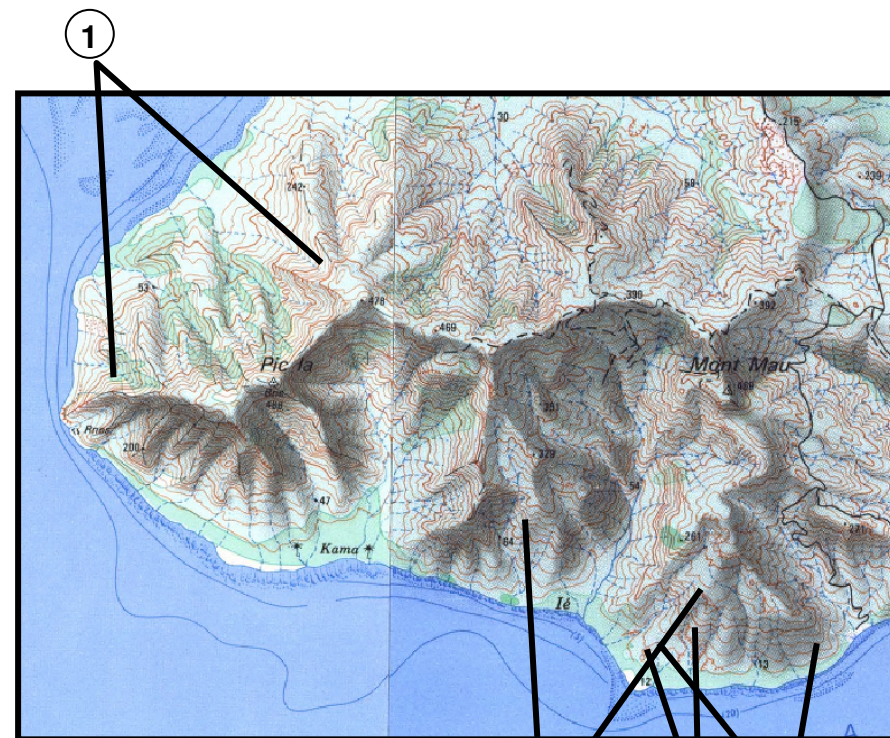
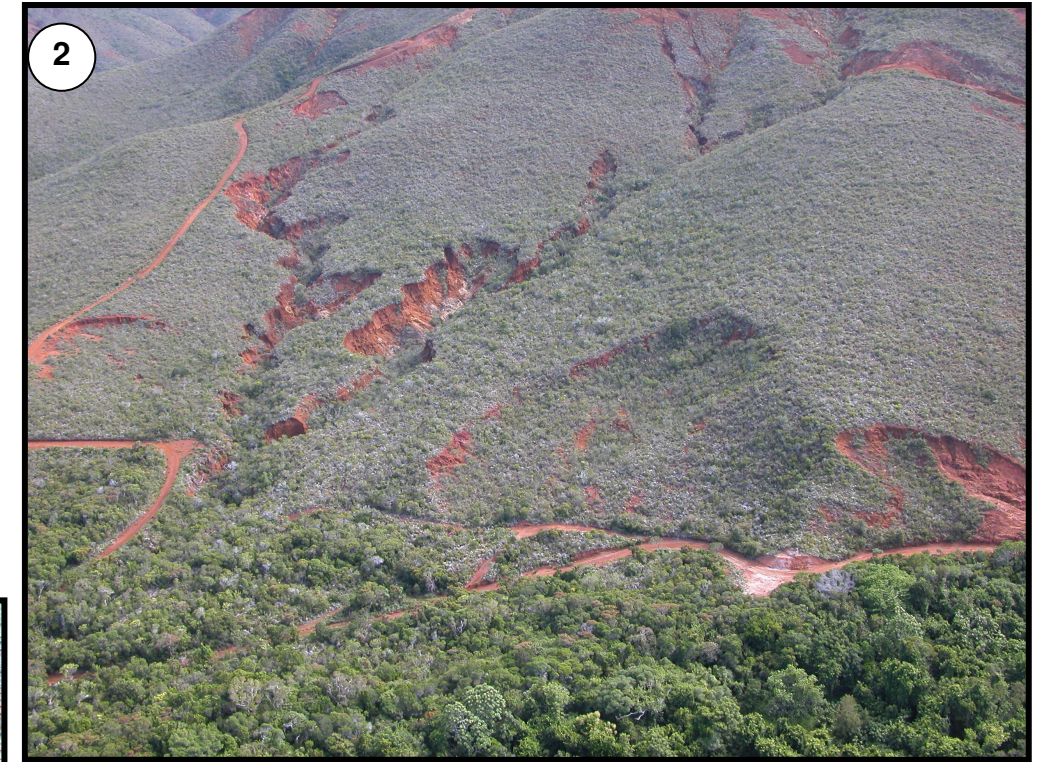


Figure 18 - Différentes vues de la zone du Pic la



## 9.7. COL DE PRONY EST

### 9.7.1. Nature du désordre

Il s'agit d'une coulée de débris essentiellement latéritique et naturelle (Figure 19). Dans la partie haute du versant, une portion de la couverture végétale, des latérites et du saprolite sous-jacent ont été emportés. Il n'y a pas de langue de dépôt à l'aval. Celui-ci, essentiellement latéritique et fin a été totalement canalisé dans la ravine en contrebas.

Il est courant de voir, au sein des massifs de péridotites, ce type de coulée rassemblée en essaim dans des versants de pentes comparables. Celle-ci est isolée. Il y a par ailleurs peu de coulées de débris dans la zone d'étude.

Ce phénomène de taille modeste ne présente pas de danger en l'état.

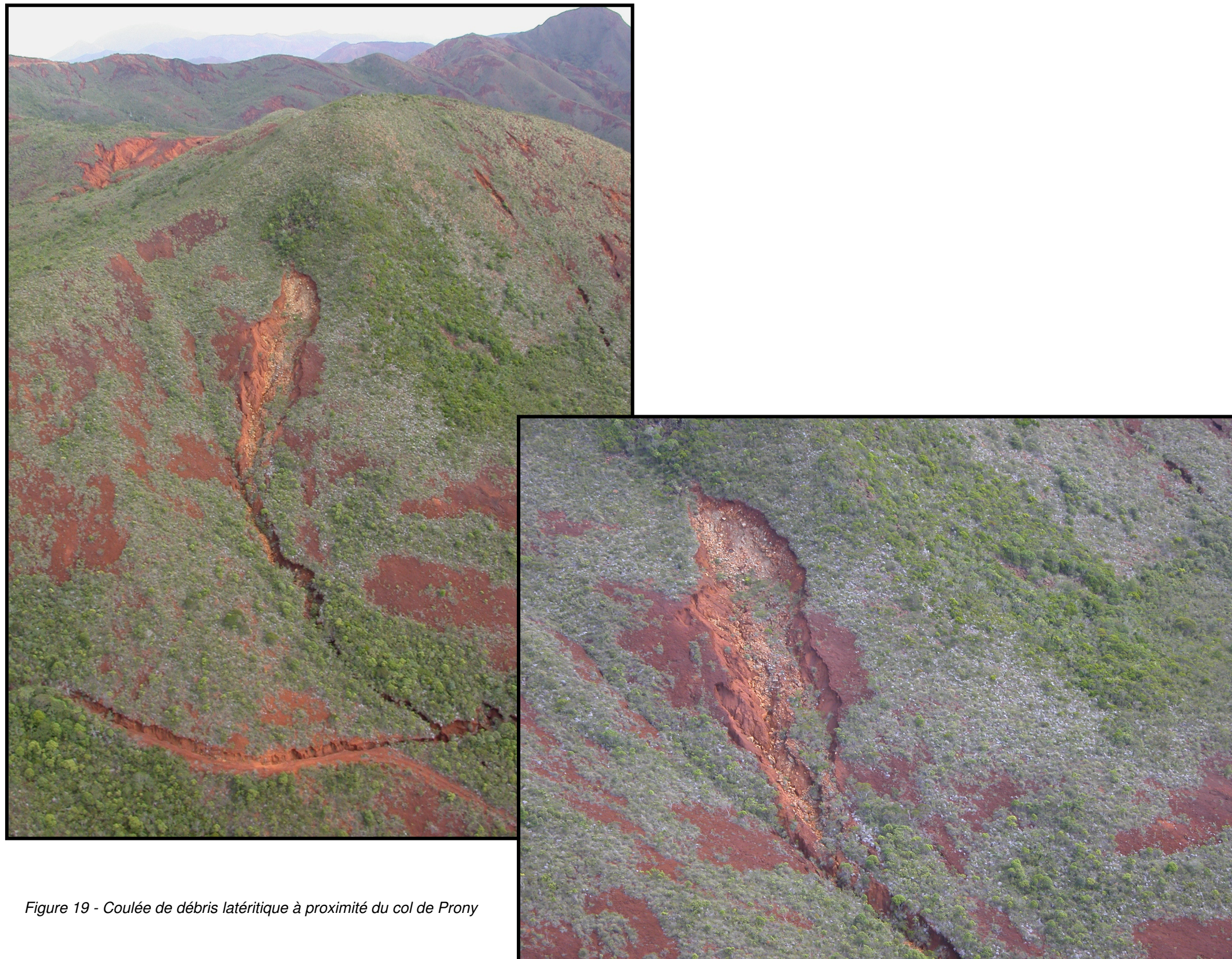


Figure 19 - Coulée de débris latéritique à proximité du col de Prony



## 9.8. MINE DE FER DE PRONY

### 9.8.1. Rappel

L'exploitation de la cuirasse ferrugineuse sur la crête qui descend depuis le plateau vers le village de Prony (Figure 20) a été menée par la SOCAMIFER (SLN). Elle a fourni 3 181 800 t de minerais (55 à 58 % Fe, 2 à 5 % de Cr, 0,2 à 0,3 % Ni) entre 1956 et 1968. La surface décapée pour les besoins de l'exploitation est de 2,6 km<sup>2</sup>. L'ancien village de Prony a été construit à cette occasion. Ce type de minerai n'est actuellement plus exploité.

Plusieurs permis (INCO et SLN) sont encore valides sur cette zone.

### 9.8.2. Nature des désordres

Malgré les décapages il n'y a pratiquement pas de figures de ravinement visibles sur l'ensemble de l'ancienne zone décapée (Figure 21). Le sommet du profil latéritique, encore induré, vraisemblablement de teneur trop basse en fer, a été laissé en place et constitue un rôle protecteur. Sa forte porosité doit également jouer pour limiter le ruissellement. Il n'y a par ailleurs pas de drains importants recoupant la zone et les pentes sont faibles. Ces caractères particuliers, font qu'en définitive ce terrain n'a pas subi une dégradation importante par l'érosion depuis 36 ans.

Paradoxalement de nombreux secteurs dans la zone d'étude, exempts de tous travaux, en contexte complètement naturel, mais en terrain latéritique non cuirassé, sont sujets à des phénomènes érosifs beaucoup plus spectaculaires (Figure 21).

Des aménagements mineurs pourraient être mis en place pour éviter sur le long terme une évolution défavorable.



Figure 20 - Vue générale de la zone décapée de l'ancienne mine de fer de Prony



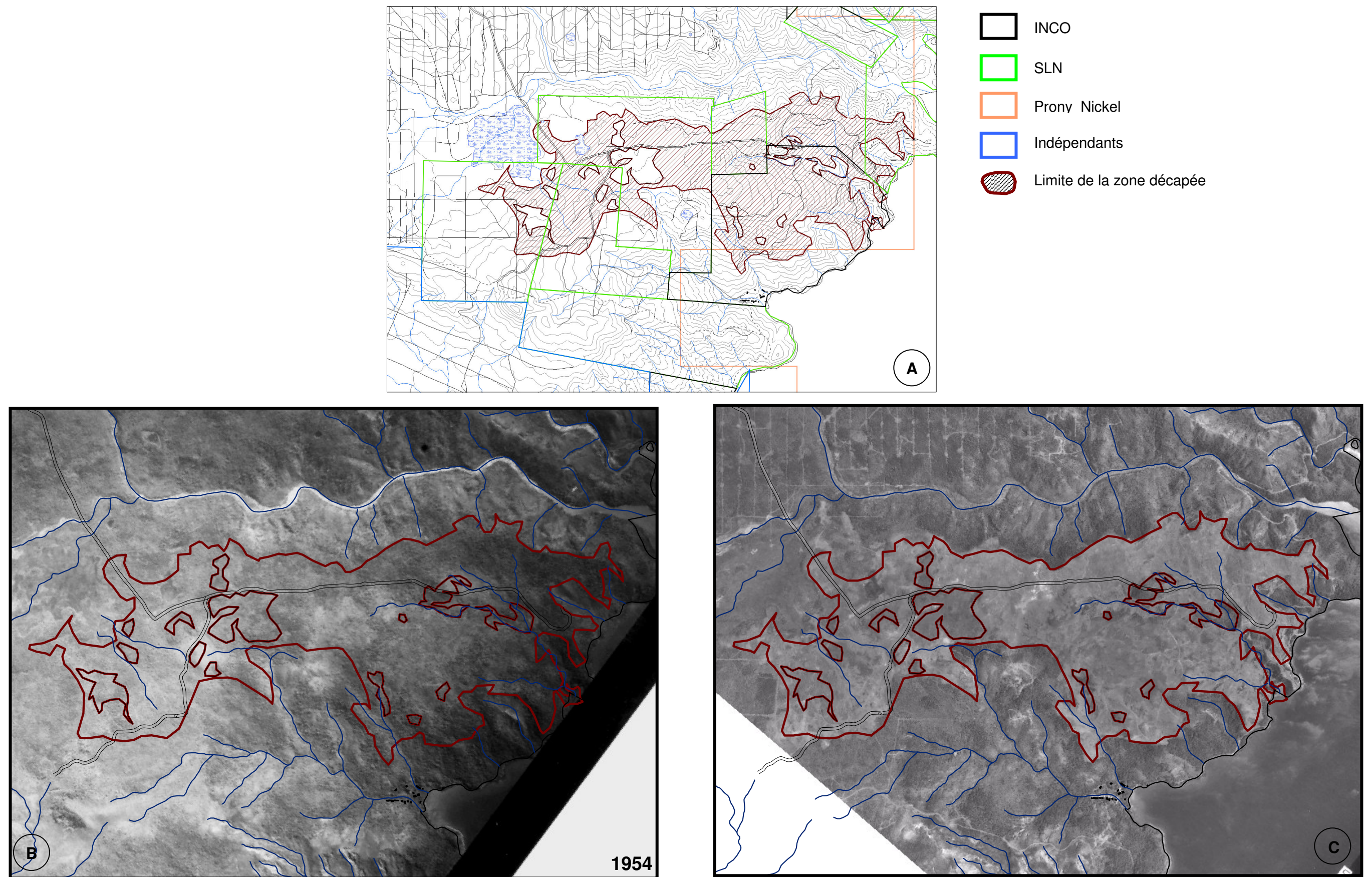


Figure 21 - Ancienne mine de fer de Prony : A: Statut minier; B: Etat en 1954; C: Etat en 1976



## 9.9. ESSAI PENAMAX

### 9.9.1. Rappel

Cette excavation (Figure 22) a été réalisée en 1975 pour tester un procédé d'exploitation et pour prendre un échantillon industriel représentatif destiné à des essais de traitement dans un atelier pilote à Golden au Colorado. Un fossé de drainage a été ouvert autour de l'excavation principale qui mesure 150 sur 60 mètres. L'excavation descendait jusqu'à trente mètres de profondeur environ. Des essais de démantèlement de la cuirasse par explosif ont également été pratiqués à cette occasion. Enfin un dispositif expérimental de revégétalisation et une parcelle de mesure du taux d'érosion ont été réalisés. Les rapports de l'époque estiment à 500 000 t la quantité de matériaux déplacés. L'état actuel de cette zone est présenté en Figure 22 et Figure 24.

### 9.9.2. Description des désordres

La carrière est ouverte à l'aval et son exutoire rejoint le réseau de drainage naturel. Un barrage avec une retenue pour décantation des fines a été installé à 500 mètres à l'aval. En l'état actuel, des traces d'épandages limitées sont visibles à l'aval de cet ouvrage, indiquant que la retenue a pu déborder ou que l'ouvrage est partiellement contourné sur les côtés.

Une ravine est ouverte dans le manteau d'altérite au Nord de la carrière (Figure 23). Cette dernière montre des indices d'instabilité inquiétants sur ces bordures sous forme de fissures sur la couronne amont délimitant des loupes de glissements potentiels. Une zone d'épandages boueux latéritiques descend et recoupe le CR 7 en contrebas de la ravine. Ces manifestations d'instabilité présagent d'une évolution défavorable.

Une étude rétrospective par photographies aériennes a été effectuée (Figure 24) :

- En 1954 le terrain est pratiquement vierge.
- L'essentiel des travaux effectués en 1975 est bien visible sur le cliché de 1976. La ravine au Nord est notamment

bien visible. Elle résulte d'un aménagement lié aux travaux (essai géotechnique ou minier) et est donc d'origine anthropique. Le barrage aval et son bassin de décantation sont opérationnels.

- Sur le cliché de 1992 l'échelle ne permet pas de déceler une évolution de la ravine au Nord. Des traces d'épandages à l'aval du barrage indiquent que celui-ci n'est plus efficace à partir au moins de cette époque.

### 9.9.3. Recommandations

Cette zone se situe sur un titre minier en cours de validité et les travaux considérés datent d'avant 1976. Sans préjuger des responsabilités, l'étude sommaire présentée ici ne permet que de définir deux zones prioritaires sur lesquelles il conviendrait d'avoir une évaluation plus précise de l'importance des désordres et des solutions de confortement.



Figure 22 - Vue générale de l'essai Penamax depuis le Nord



Figure 23 - Vue aérienne de la ravine située au Nord de l'essai Penamax



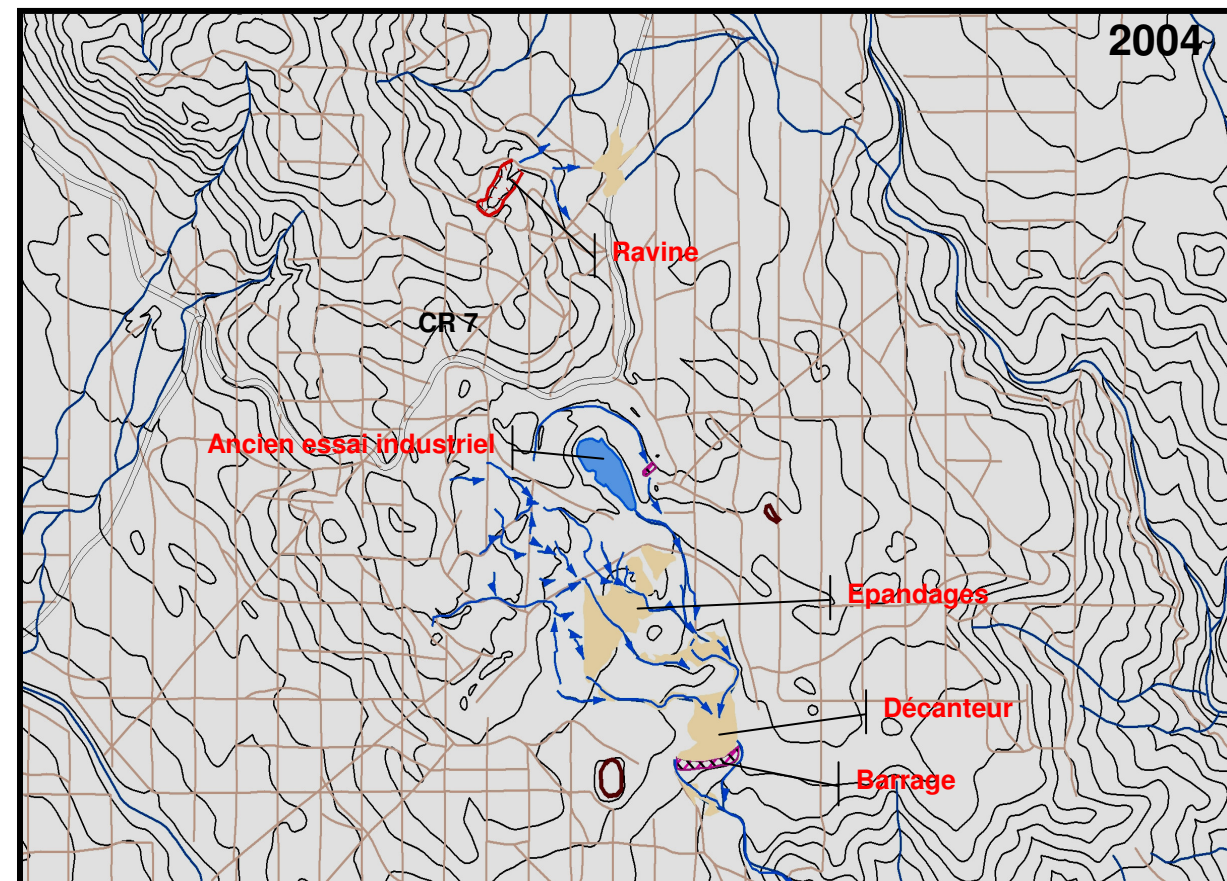
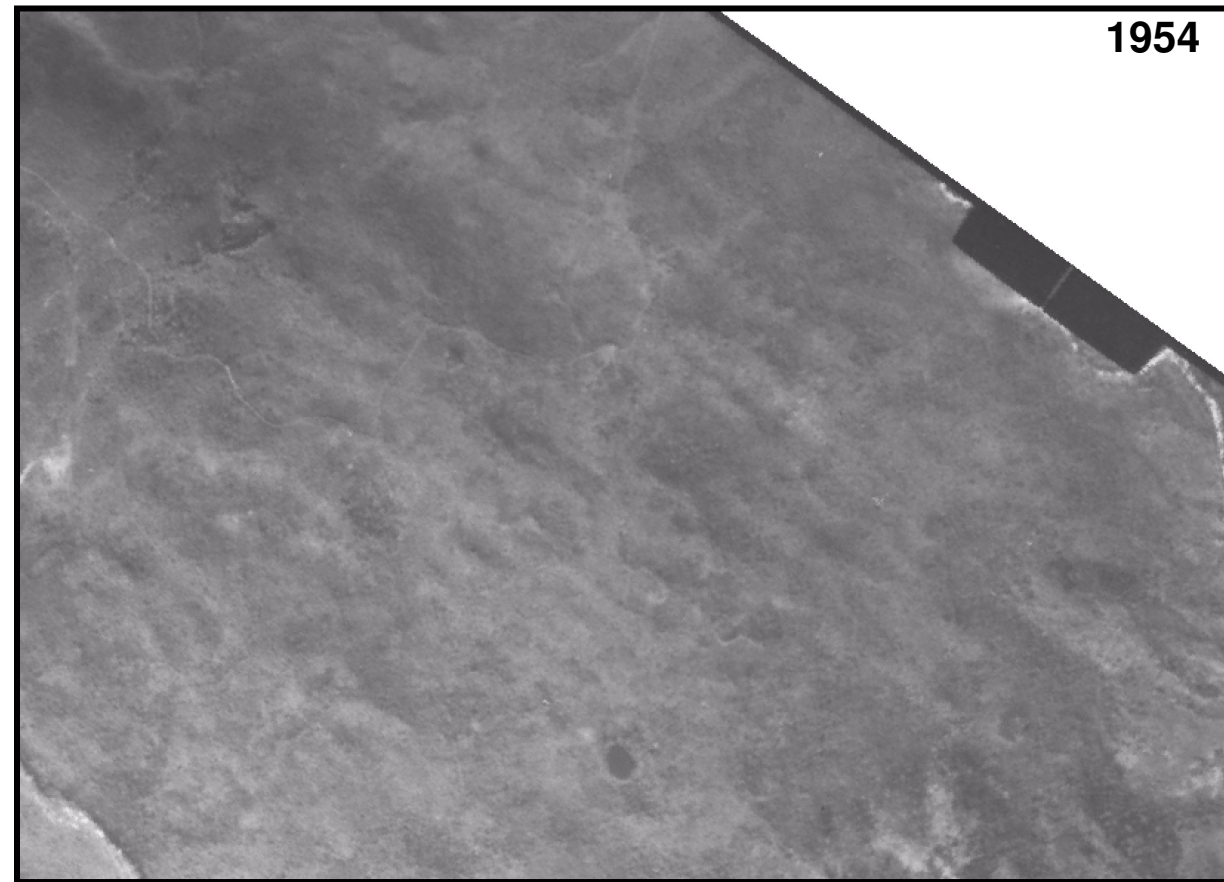


Figure 24 - Essais Penamax à différentes époques



## 9.10. BAIE DE LA SOMME

Cette zone fait partie d'un vaste ensemble de baies envasées et de pointes avec fort recouvrement latéritique sur l'Ouest de la baie de Prony. La cuirasse protectrice que constitue la cuirasse est ici réduite à quelques fonds de bassins. Des étendues considérables de latérites sont exposées sur les crêtes et soumises à une érosion intense dont témoignent des zones fréquemment dépourvues de végétation et de nombreuses lavakas (Figure 26). L'alluvionnement en matériaux fins latéritiques est important au niveau des cours d'eau dont les sédiments viennent s'accumuler au niveau des embouchures et comblent les baies. Ces accumulations littorales doivent être amplifiées par le confinement résultant de la poussée des vents dominants de secteur SE. Dans un tel contexte on peut penser pouvoir déceler sur un laps de temps assez long une évolution (probablement une progression) du trait de côte au niveau notamment des embouchures.

Il est important de souligner qu'il y a peu d'aménagements anthropiques dans cette zone et que la plupart des phénomènes d'érosion et de sédimentation concernés sont naturels.

Le bassin versant du ruisseau de la Bergerie qui débouche dans la baie de la Somme peut être pris comme exemple. La partie amont du bassin versant est occupé par de la cuirasse ferrugineuse qui représente le prolongement de la cuirasse exploitée au-dessus du village de Prony (cf 9.8 Mine de fer de Prony). Un réseau relativement lâche de layons de prospection a été ouvert dans ce secteur. Les crêtes qui ceinturent le bassin sont couvertes d'un épais manteau latéritique échancré de nombreux lavakas. En l'état actuel, le ruisseau de la Bergerie forme à son embouchure un delta latéritique remarquable s'accompagnant d'un panache de turbidité dans les eaux du lagon (Figure 25).

Nous avons tenté de suivre l'évolution du delta de sédimentation du ruisseau de la Bergerie dans la baie de la Somme par l'observation de différents jeux de photographies aériennes géoréférencées, prises depuis 1942 jusqu'à 1992 (Figure 27). L'examen de ces documents ne permet pas de dégager de tendance

générale, en particulier par rapport au trait de côte de la carte topographique à l'échelle du 1 / 10 000 (DI3T) que nous avons pris comme référence et reporté sur ces images.

La turbidité littorale et le panache de sédiments latéritiques sont visibles à toutes les époques. La morphologie de l'embouchure n'a pas varié.

L'évolution du trait de côte n'est pas sensible dans cette zone et sur cet intervalle de temps (50 ans), soit parce que l'échelle utilisée est trop grande, soit parce que les changements existants sont trop faibles. L'échelle d'étude étant le 1 / 10 000 on peut penser qu'un engraissement de 2 à 3 mm, soit 20 à 30 mètres, aurait été perceptible. La variation (progression) du trait de côte sur l'embouchure du ruisseau de la Bergerie semble donc inférieure à cette distance.



Figure 25 - Embouchure du ruisseau de la Bergerie dans la baie de la Somme (Ouest de la baie de Prony)



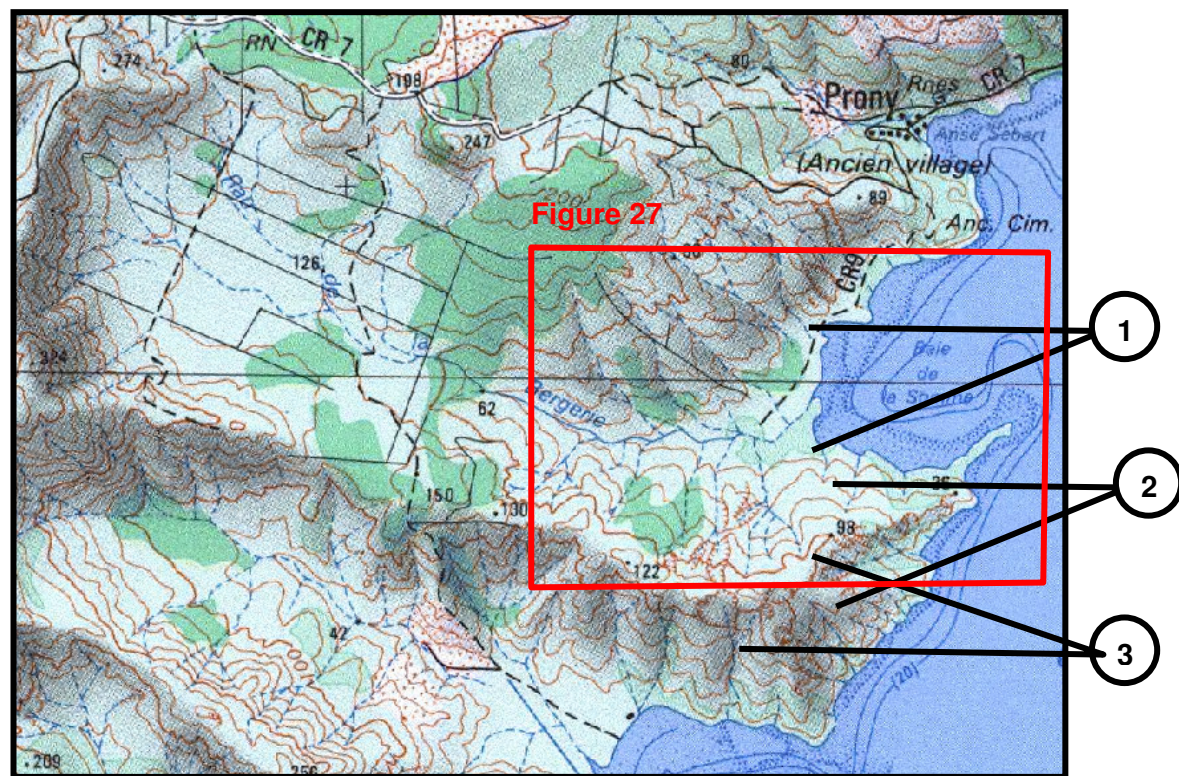
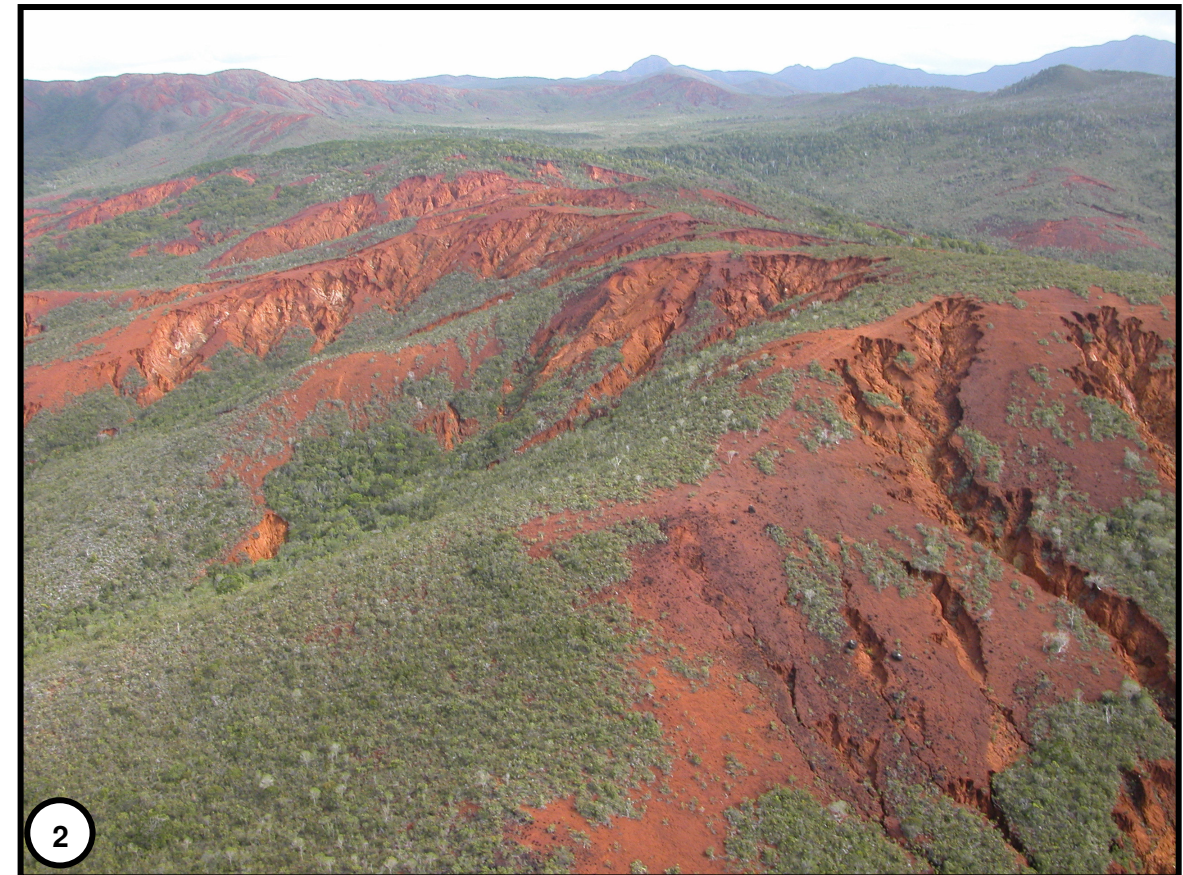


Figure 26 - Paysages latéritiques de la Baie et de la pointe de la Somme





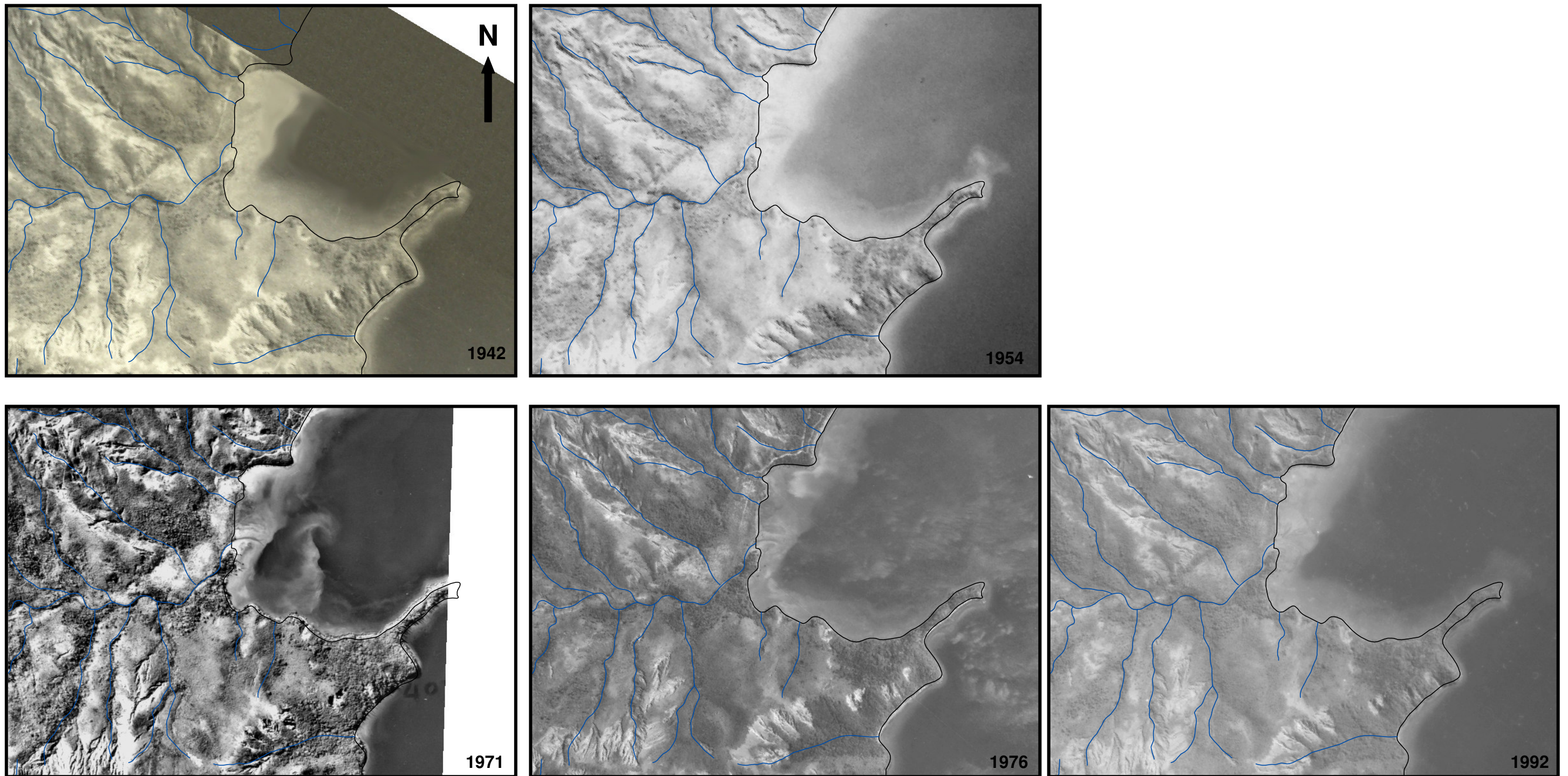


Figure 27 - Etude rétrospective de l'embouchure du ruisseau de la Bergerie par photographies aériennes

## 10. Conclusions, recommandations

Cette opération de "Cartographie des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie" représente une phase d'inventaire des désordres et surtout de compréhension des phénomènes afin d'en dégager les paramètres importants.

Cette opération s'appuie en premier lieu sur une actualisation des précédents levés géologiques, 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 (carte informative des phénomènes recensés). Puis une typologie des phénomènes est proposée ainsi qu'une évaluation de chacun d'entre eux. Cet inventaire des désordres naturels est complété par celui des zones dégradées par l'activité minière ancienne.

Les zones habitées sont peu nombreuses dans la zone d'étude mais, après Plum et l'embouchure de la rivière des Pirogues, la Plaine du Champs de Bataille et la baie N'go sont probablement à moyen terme des zones du Sud calédonien vers lesquelles l'urbanisation progressera, dans le cadre du développement du projet du Sud. La zone recouvre en outre le domaine minier de Prony qui est le siège d'un important projet d'exploitation. Pour toutes ces raisons il apparaît opportun d'effectuer un recensement des désordres existant dès maintenant.

La région est caractérisée par un important développement des formations d'altérations et une ouverture sur le lagon sud, le long d'un littoral découpé par de nombreux caps et baies. Les ensembles latéritiques sont fortement exposés à l'érosion.

D'une manière générale, la variété et le nombre des phénomènes d'instabilité naturels recensés dans la zone d'étude restent faibles. On ne relève que quelques coulées de débris. Les surfaces concernées par d'anciennes exploitations minières représentent également une faible superficie mais sont concentrées

dans le secteur de la rivière N'go et de la Plaine-du-Champ-de-Bataille au NW. Le linéaire de pistes à l'abandon dans ce secteur atteint plus de 100 kilomètres. Un plan de réhabilitation progressif de l'ensemble serait souhaitable dans tout ce secteur mais la plupart des anciens travaux miniers datent d'avant 1976 et sont situés sur des titres en cours de validité.

L'érosion qui se manifeste par de nombreux lavakas et par des ravines semble être le problème majeur dans cette région. L'érosion se manifeste aussi bien dans le milieu naturel (moitié sud de la zone d'étude) que dans les zones anthropisées (anciennes mines de la vallée de la N'go). L'évolution de ces phénomènes, l'envasement des baies en particulier, n'est pas sensible avec les moyens de la télédétection utilisés dans cette étude sur une période 50 ans. Des secteurs vierges de tout aménagement comme celui de la baie de la Somme, n'en constituent pas moins des champs d'expériences remarquables pour quantifier les bilans de matière dans un milieu presque totalement latéritique fortement dénudé. Des bassins versants pourraient être instrumentés dans ce secteur.

Enfin, les aménagements futurs devraient pouvoir prendre en compte ce milieu fragile est exposé, par des précautions simples.



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.

Augé T., Maurizot P., 2002, Etude d'un gisement de chromite et de minéralisations en platinoïdes. Rapport final. BRGM/RC-51689-FR, 199 p, 52 fig., 35 tabl., 3 ann.

Besson L., Durville J.L., Garry G., Grasz 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.

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., Grasz E., 1996, Le plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR), Guide général, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Équipement.

Guillon J.H., Trescases J.J., 1972, Carte géologique à l'échelle du 1 / 50 000 - feuille Prony. Territoire de la Nouvelle-Calédonie - BRGM.

Guillon J.H., 1975, Les massifs péridotitiques de Nouvelle-Calédonie; Type d'appareil ultrabasique stratiforme de chaîne récente. Mémoire ORSTOM. 76.

Lafoy Y., Maurizot P., Genna A., 2003, Nickel mining in New Caledonia and environmental concerns. Abstract of papers presented at the International Meeting : Preservation and ecological restoration in tropical mining environments, Noumea, New Caledonia. Pp. 156-157.

Marcangeli Y., 2003, Cartographie des zones dégradées par l'activité minière en Nouvelle-Calédonie, Régions de Houailou et Kouaoua, Côte est. Mémoire DESS Ingénierie de l'Écologie, Université de Corse P. Paoli.

Maurizot P., Lafoy Y., 2003, Specificity of geological hazards in New Caledonia, Abstract of poster presented at the 2<sup>nd</sup> SOPAC STAR Session, Niue.

Maurizot P., Lafoy Y., Brière de l'Isle B., Boisard M., 2003 - Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie - Zone de Canala, Rapport BRGM/RP 52 496-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., Brière de l'Isle B., Marcangeli Y., 2003 - Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie - Zone de Yaté, Rapport BRGM/RP 52 497-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., 2003 - L'aléa naturel mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie, Synthèse des connaissances, Rapport BRGM/RP 52 213-FR.

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

Maurizot P., Lafoy Y., Poupée M., 2002 - Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie - Zone de Goro, Rapport BRGM/RP 51 623-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., 2001 - Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie - Zone de Thio, Rapport BRGM/RP 50 845-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., 2001 - Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie - Zone de Touho - Poindimié, Rapport BRGM/RP 50 846-FR.

Maurizot P., 2001, Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain et érosion en Nouvelle-Calédonie, Massif du Mont-Dore. Etude complémentaire pour la prise en compte des risques naturels dans le PUD de la commune du Mont-Dore. Rapport BRGM/RP 50 725-FR.

Maurizot P. 2000, Cartographie détaillée (1 / 10 000) des aléas mouvements de terrain de la vallée et du plateau des Koghis (commune de Dumbéa). Rapport BRGM/RC - 50 407-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., 1999 - Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie - Zone de Tontouta, Rapport BRGM/RP 40 776-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., 1999 - Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie - Zone de Koné, Rapport BRGM/RP 40 775-FR.

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/RP 40 403-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., 1998 - Cartographie des aléas naturels (Mouvements de terrain, érosion) dans le Territoire de Nouvelle-Calédonie - Zone de Pouembout, Rapport BRGM/RP 40 404-FR.

Maurizot P., Lafoy Y., 1998, Field mapping of superficial deposits for environmental development and geological hazards mitigation in New Caledonia, Abstract of papers presented at the STAR Session, SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission) miscellaneous report 300, 27<sup>th</sup> SOPAC, pp. 26-27, Session. Suva, Fiji.

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

## 11. Références bibliographiques

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.

Mompelat J.M., Maurizot P., 2004, Problématique du risque « mouvements de terrain » en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie : état des lieux et perspectives. Extended abstract des communications présentées aux Assises de la Recherche Française dans le Pacifique, Nouméa - Nouvelle-Calédonie, pp. 248-251.

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.

Noesmoen A., 1971, Carte géologique à l'échelle du 1 / 50 000 - feuille Mont-Dore. Territoire de la Nouvelle-Calédonie - BRGM.



Paris J.P., 1981, Géologie de la Nouvelle-Calédonie, un essai de synthèse. Mémoire BRGM, N° 113, 279 p.

Prinzhofer A., 1981, Structure et pétrologie d'un cortège ophiolitique : le massif du Sud de Nouvelle-Calédonie. Thèse Ing. Doct. ENSM. Paris.

Rouet I., Maurizot P., Allenbach M., Robineau B., 2004, Spécificité des mécanismes contrôlant les mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie. Poster. Assises de la Recherche française dans le Pacifique. Nouméa 2004.

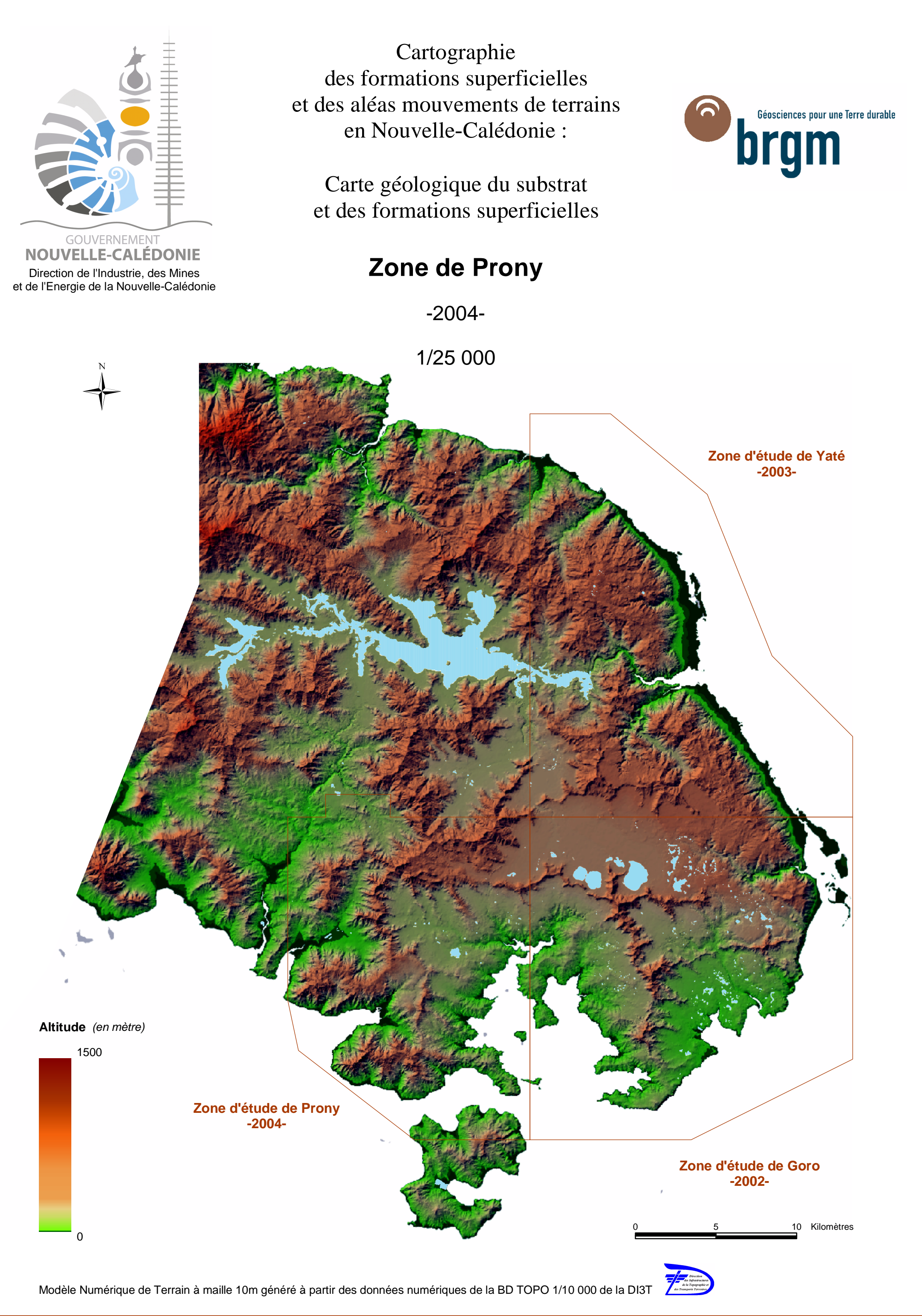
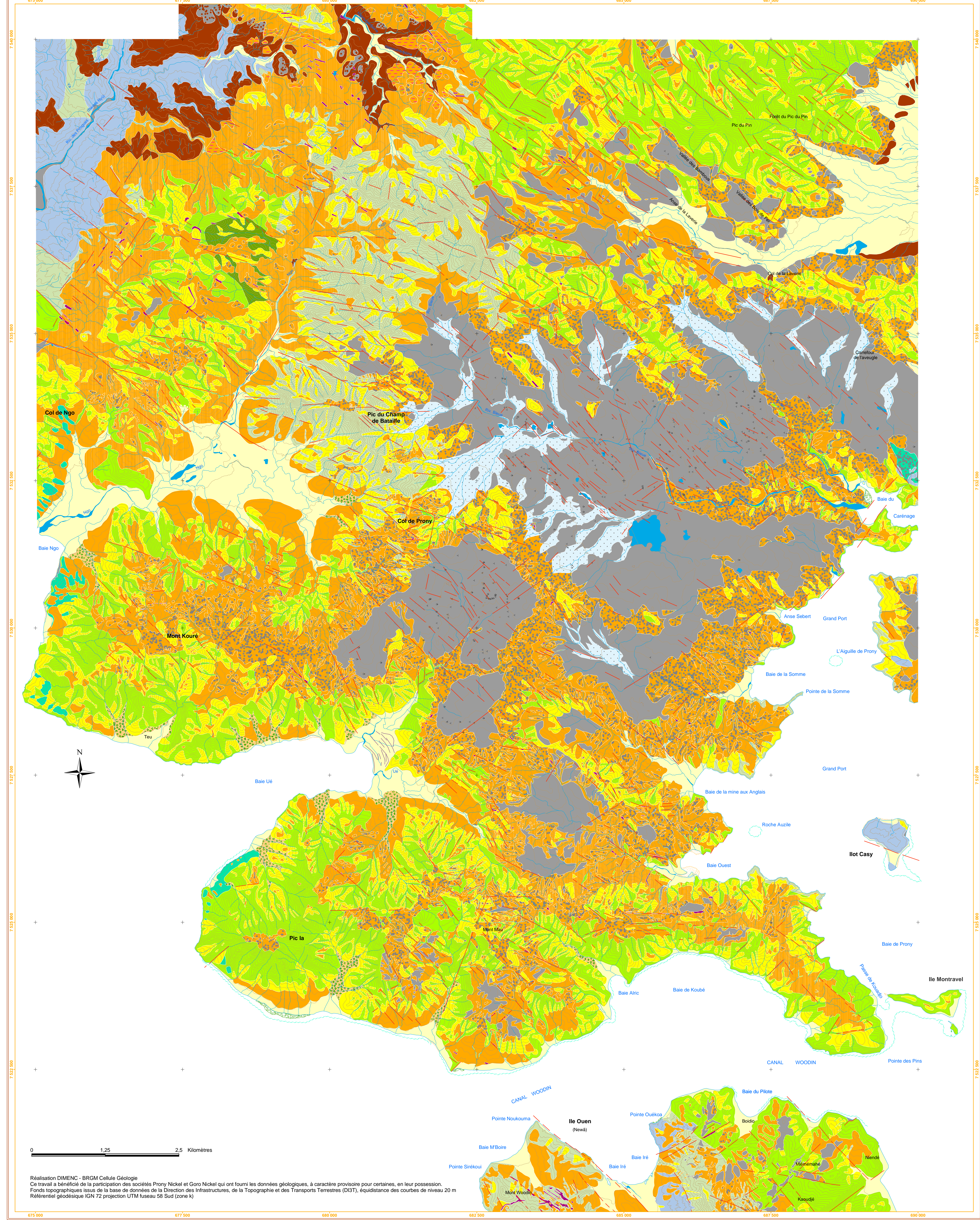
Trescases J.J., Guillon J.H., 1977, Carte géologique à l'échelle du 1 / 50 000 et notice explicative sur la feuille Yaté. BRGM - ORSTOM.

Trescases J.J., 1975, L'évolution géochimique supergène des roches ultrabasiques en zone tropicale; Formation des gisements nickélifères de Nouvelle-Calédonie. Mémoire ORSTOM 78.



## **Annexe 1 : Carte géologique et des formations superficielles à l'échelle du 1 / 25 000**







## **Annexe 2 : Carte des phénomènes recensés à l'échelle du 1 / 25 000**



## Les sites dégradés par l'activité minière

### Phénomènes anthropiques

#### Zones soumises à l'érosion

- Zones d'exploitation
- Zones décapées de la mine de fer de Prony
- Zones décapées indifférenciées
- Ravines

#### Zones d'accumulations

- Décharges
- Epanchages latéritiques
- Rivières engravées

#### Zones aménagées

- Ouvrages (Penamax)

### Phénomènes naturels

#### Mouvements de terrain

- Coulées de débris

#### Phénomènes karstiques

- Dolines
- Pertes
- Résurgences
- Zones effondrées

### Indications topographiques

#### Végétation

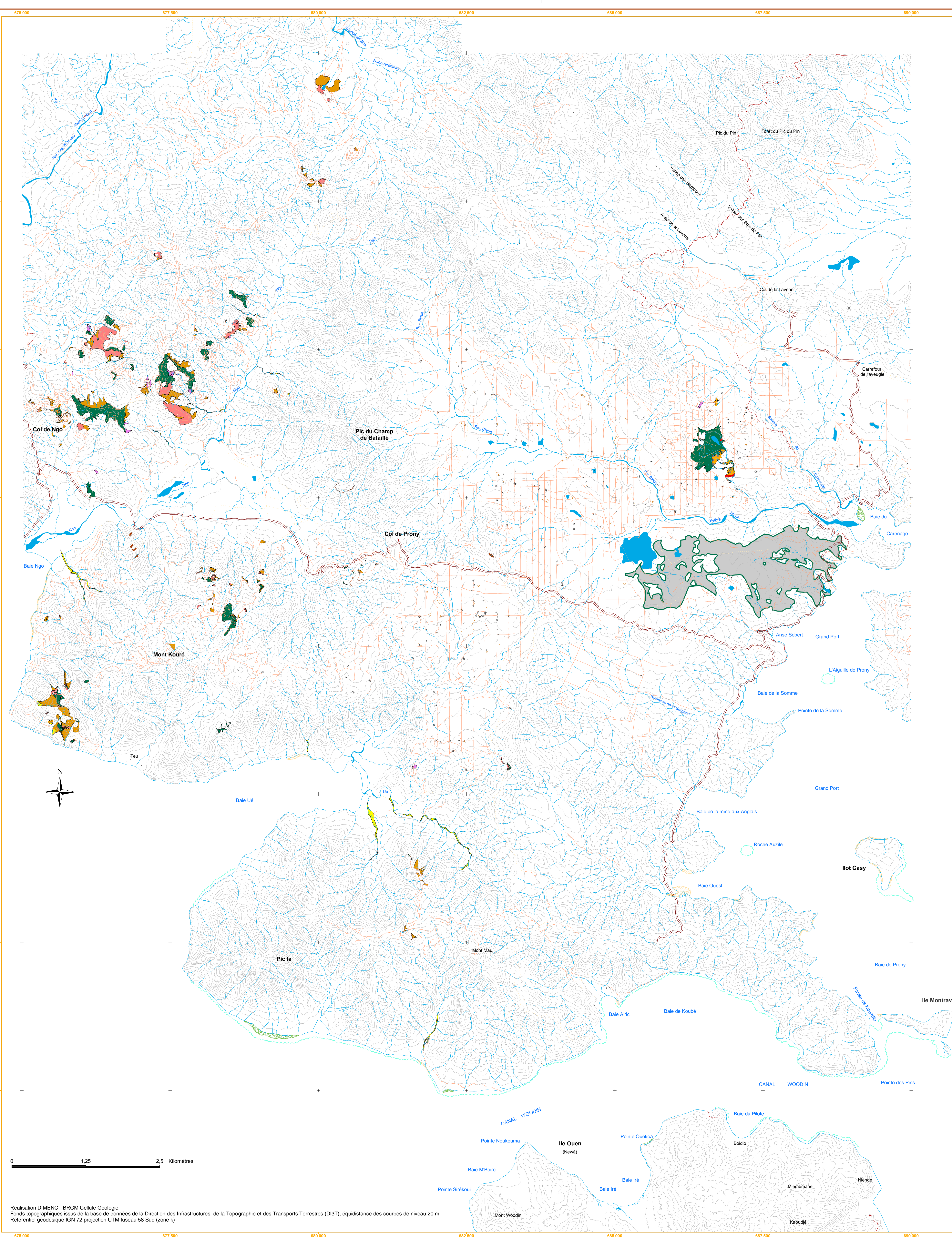
- Mangrove
- Plages

#### Hydrographie

- Réseau hydrographique
- Etendues d'eau
- Récif

#### Réseau routier

- Routes provinciales
- Pistes principales
- Pistes de prospection
- Sentier de Grande Randonnée
- Bâti



Réalisation DIMENC - BRGM Cellule Géologie  
Fonds topographiques issus de la base de données de la Direction des Infrastructures, de la Topographie et des Transports Terrestres (DIST), équidistance des courbes de niveau 20 m  
Référentiel géodésique IGN 72 projection UTM fuseau 58 Sud (zone K)



Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrains en Nouvelle-Calédonie :

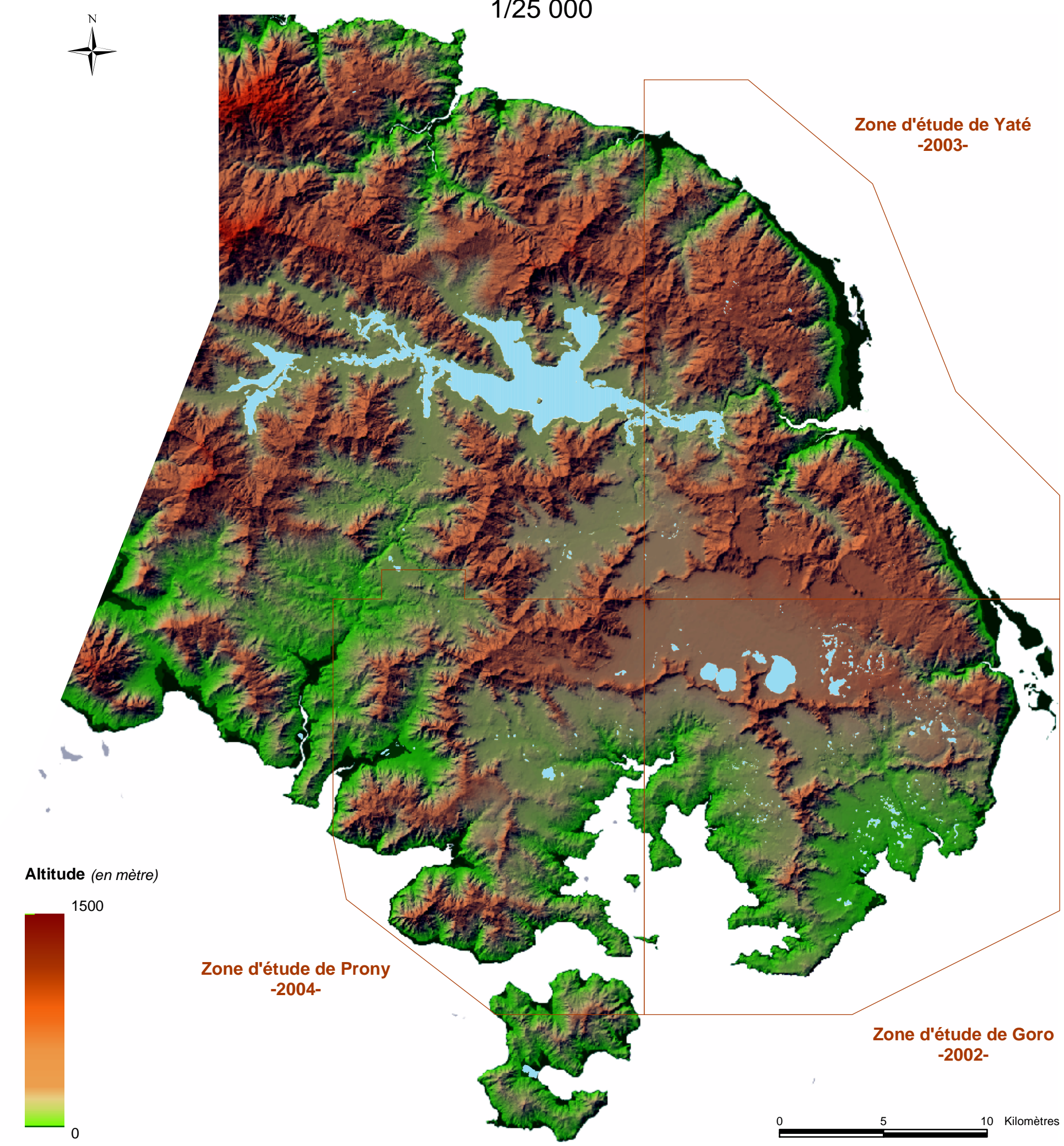


Cartographie des phénomènes recensés

### Zone de Prony

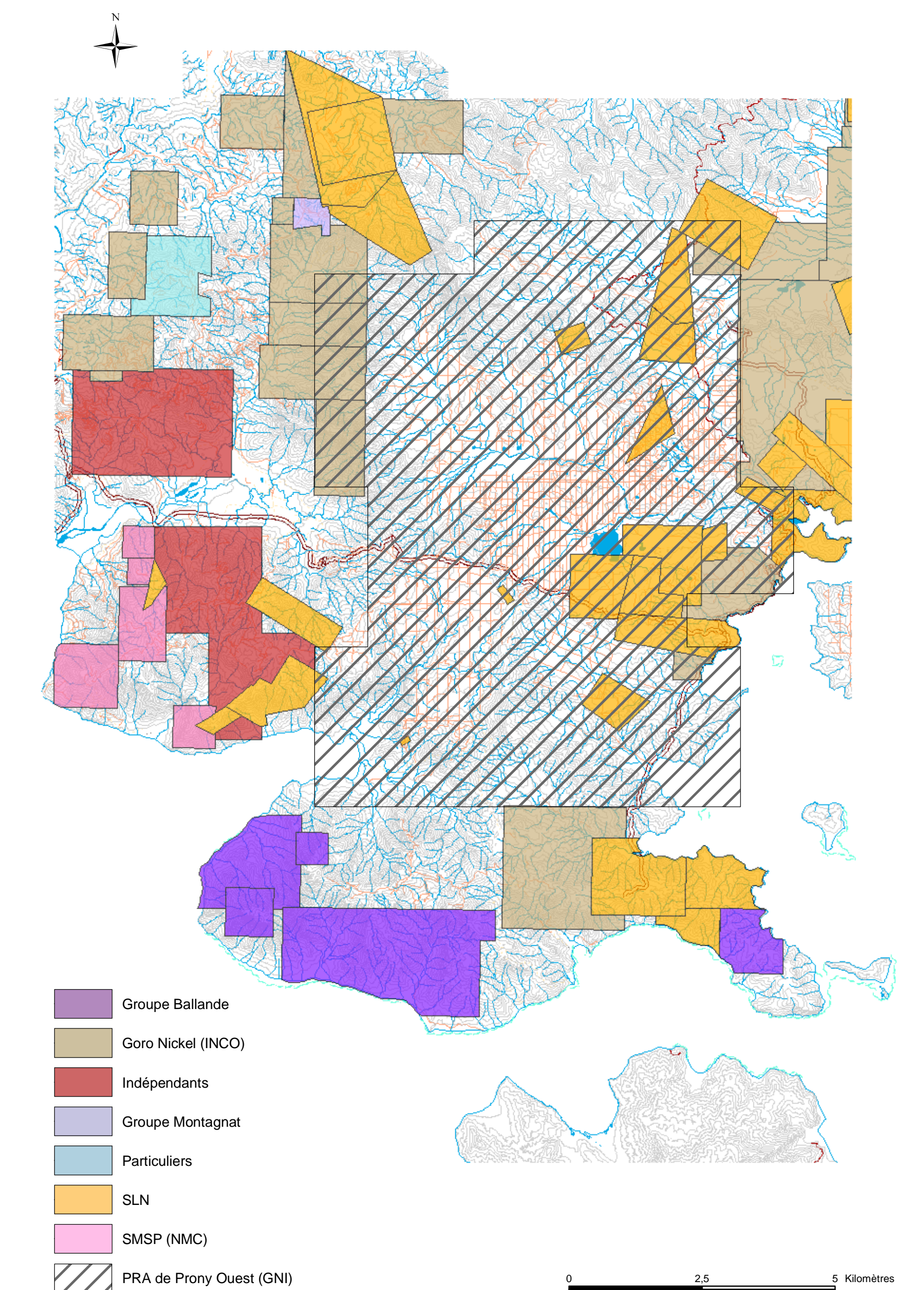
-2004-

1/25 000



Modèle Numérique de Terrain à maille 10m généré à partir des données numériques de la BD TOPO 1/10 000 de la DIST

### Cadastre minier



- Groupe Ballande
- Goro Nickel (INCO)
- Indépendants
- Groupe Montagnat
- Particuliers
- SLN
- SMSP (NMC)
- PRA de Prony Ouest (GNI)