

Sommaire

1ère partie : contexte	1
1 Introduction	1
2 L'art rupestre	2
2.1 Définitions et techniques	2
2.2 Intérêt, études, datation	4
3 La conservation de l'art rupestre	7
3.1 Aperçu historique.....	8
3.2 Survol des altérations possibles et de leurs causes.....	10
3.2.1 Les roches et leur dégradation	11
3.2.2 Les motifs et leurs dégradations.....	12
3.2.3 L'équilibre des sites.....	13
3.2.4 Les causes d'altération.....	14
3.3 Interventions et traitements usuels.....	23
3.4 Rayon d'action et éthique.....	26
3.4.1 Comment envisager la conservation de l'art rupestre	26
3.4.2 Les chartes et codes d'éthique	26
4 La Nouvelle-Zélande	30
4.1 Géographie et géologie.....	30
4.2 Histoire.....	31
5 L'art rupestre en Nouvelle-Zélande	32
5.1 Historique.....	32
Répartition.....	34
5.3 Aperçu des études réalisées.....	34
6 Cadre du stage	35
6.1 La tribu des Ngai Tahu.....	35
6.2 Le Ngai Tahu Maori Rock Art Trust.....	36
7 La base de travail : l'avant-projet de plan de conservation	36
2ème partie : le site de Takiroa	38
1 Description du site	38
1.1 Situation, climat	38
1.2 Le support : la roche	39
1.3 Les motifs.....	39
1.3.1 Nombre et répartition.....	39
1.3.2 Les techniques.....	39
1.3.3 Les styles	39
1.4 Le site et son environnement	40
1.4.1 Les aménagements.....	40
1.4.2 Les pâturages	41

1.4.3	La route	41
2	Histoire du site	41
2.1	Le site et les Maoris	41
2.2	La découverte du site.....	42
2.3	Les études, interventions et modifications	42
3	Propriété et responsabilité.....	42
3.1	La Réserve Historique.....	42
3.2	Le propriétaire du terrain	42
3.3	Les groupes impliqués et/ou intéressés.....	43
3.3.1	Le NZHPT (New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga).....	43
3.3.2	Les Ngai Tahu.....	43
4	Intérêt du site	44
5	L'archéoaoustique	44
5.1	Un domaine peu connu	44
5.2	Le cas de Takiroa	44
3^{ème}	partie : le constat d'état.....	45
1	État du site en général.....	45
2	Etat du support.....	47
2.1	Dégradations naturelles	47
2.2	Dégradations causées par les animaux.....	48
2.3	Dégradations causées par l'homme	49
2.4	Cartographie de l'état du support	49
3	Etat des œuvres	49
3.1	Dégradations naturelles	50
3.2	Dégradations causées par l'homme	50
4	Résumé des dégradations	51
4^{ème}	partie : le choix des études à entreprendre	52
1	Les critères.....	52
2	Les choix	52
2.1	La surveillance régulière (monitoring).....	52
2.2	Le climat.....	53
2.3	La caractérisation de la roche et de son processus d'altération.....	53
2.4	La poussière	54
2.5	L'eau, sa provenance, ses effets, ses caractéristiques	54

5^{ème} partie : la recherche	55
1 Le suivi photographique du site	55
1.1 Buts du suivi photographique	56
1.2 Points de départ.....	56
1.2.1 Clichés de 1896.....	57
1.2.2 Clichés de 1992-1993.....	57
1.2.3 Autres clichés.....	57
1.2.4 Choix des zones et sujets à surveiller	57
1.3 Mise en place du protocole	59
1.3.1 Exigences pratiques	59
1.3.2 Choix du matériel.....	59
1.3.3 Création de documents	62
1.4 Déroulement de la première campagne.....	63
1.4.1 Choix du jour et de l'heure	65
1.4.2 Utilisation du matériel	66
1.4.3 Utilisation des archives.....	67
1.4.4 Directives pour le développement des clichés	67
1.5 Utilisation et continuation du suivi photographique.....	67
1.5.1 Rythme des relevés.....	67
1.5.2 Traitement et utilisation des données	68
2 Le climat	68
2.1 Les précipitations.....	70
2.2 Les températures et l'humidité relative	70
2.3 Le vent	71
3 Caractérisation de la roche et de son processus d'altération	72
3.1 Notions théoriques.....	72
3.1.1 Les roches calcaires.....	72
3.1.2 Données régionales propres au calcaire otekaien.....	75
3.2 Aspects à caractériser.....	77
3.2.1 Morphologie de la roche.....	77
3.2.2 Porosité	77
3.2.3 Sels.....	77
3.3 Choix et description des méthodes d'analyses appropriées	77
3.3.1 Observations macro et microscopiques	77
3.3.2 Analyses en laboratoire.....	78
3.3.3 spot tests pour l'identification des sels	78
3.3.4 Calcul de la porosité	78
3.4 Choix et collecte d'échantillons	79
3.5 Déroulement des observations et analyses	83
3.5.1 Observations macro et microscopiques, spot tests	83
3.6 Interprétation des résultats.....	91
3.7 Caractérisation de la roche et schéma d'altération probable	92
4 La poussière	93
4.1 Prélèvements.....	95
4.1.1 Observations et analyses.....	95
4.1.2 Résultats	96

4.2	Provenance possible.....	96
5	L'eau, sa provenance, ses effets, ses caractéristiques.....	96
5.1	Pluies battantes et eau de ruissellement	97
5.2	Brumes.....	97
5.3	Eau infiltrée et remontées capillaires	97
6^{ème}	partie : Conclusions	98
1	Discussion des résultats.....	98
1.1	Résultats du suivi photographique.....	98
1.2	Résultat de l'étude climatique.....	98
1.3	Résultats des analyses	99
2	Propositions pour améliorer la conservation du site	99
3	Suivi et études à envisager	100
4	Conclusion	101
8^{ème}	partie : Bibliographie, lexique et annexes	102
1	Bibliographie	102
1.1	Bibliographie générale	102
1.2	Sites Internet	106
1.3	Carte	107
2	Lexique	107
2.1	Lexique général	107
2.2	Lexique des mots maoris	112
3	Table des annexes	113
	• Annexe A : Traduction de l'avant-projet pour la conservation du site de Takiroa.....	113
	• Annexe B : Code d'éthique de l'IFRAO.....	113
	• Annexe C : Plan du site avec localisation des motifs et état de la roche	113
	• Annexe D : Page d'information sur le HOBO® H8	113
	• Annexe E : Graphes des données climatiques.....	113
	• Annexe F : Résultats des analyses DRX	113
	• Annexe G : Carte de la région de Takiroa.....	113
	• Annexe H : Photos et figures en couleurs.....	113
	• Annexe J : Copie du rapport final de surveillance photographique.....	113
	• Annexe J' : Copie du dossier plastifié à utiliser sur le site.....	113

1ERE PARTIE : CONTEXTE

1 Introduction

Ce sont mon intérêt pour l'art, mon envie de travailler sur le terrain et ma curiosité pour la préhistoire qui m'ont poussée à choisir de consacrer mon année de diplôme à l'étude de la conservation de peintures rupestres. Je suis par ailleurs très intéressée par les matériaux pierreux, du sable fin aux chaînes de montagnes en passant par les pierres de construction.

Je n'ai pas vraiment choisi la Nouvelle-Zélande pour faire cette recherche ; j'étais disposée à aller n'importe où dans le monde et dans cette optique j'ai contacté un maximum de personnes impliquées dans la gestion, l'étude et la conservation de l'art rupestre sur tous les continents. Parmi les dizaines de réponses négatives, mais néanmoins intéressantes, j'ai eu la chance de recevoir l'invitation d'Amanda Symon, conservatrice du Ngai Tahu Maori Rock Art Trust, pour venir faire mon étude en Nouvelle-Zélande.

Sachant que je ne trouverais que très peu d'informations et d'aide sur place au sujet de la conservation de l'art rupestre, j'ai fait une escale de 5 semaines en Australie, à Canberra, pour y copier un maximum de littérature spécialisée et y rencontrer des spécialistes. La bibliothèque de l'ANU (Australian National University) possède une intéressante bibliographie à ce sujet, l'Australie étant l'un des pays les plus actifs dans la gestion et la conservation des sites de peintures rupestres.

Une fois arrivée en Nouvelle-Zélande, à Dunedin, on m'a installée au 4^e étage d'un building, avec un bureau, une chaise et un téléphone, et on a mis à ma disposition les volumes d'inventaire de différents sites de peintures rupestres de l'Île du Sud. Puis on m'a fait visiter le site de Takiroa, que j'allais étudier durant plus de 7 mois. Ce site est très grand et ouvert au public, mais protégé par des grillages.

Le site de Takiroa est un des sites principaux de l'art rupestre Maori, il est aussi certainement un des sites les plus accessibles au public et de ce fait a subi une quantité importante d'actes de vandalisme. Il a fait l'objet d'une attention particulière par le New Zealand Historic Places Trust et par le Ngai Tahu Maori Rock Art Trust qui, depuis plus de dix ans, s'attachent à en améliorer la présentation et la conservation. Un rapport a été produit par le New Zealand Historic Places Trust en 1994, le « Discussion Draft Conservation Plan for the Takiroa Rock Art Site » (Avant-projet de plan de conservation pour le site d'art rupestre de Takiroa), qui constitue « la base pour tout travail de conservation sur le site »¹. C'est un volume d'une cinquantaine de pages qui réunit des informations et des instructions quant à ce qui a été fait sur le site et ce qui est planifié pour le futur. Mon travail se base sur le contenu de ce volume, que j'ai traduit en français avant mon départ pour la Nouvelle-Zélande. **(ANNEXE A)**

J'ai dirigé ma recherche vers plusieurs points : le suivi photographique du site, la réalisation d'un plan de l'état de la paroi rocheuse, la recherche de la nature et de la provenance de la poussière, l'inventaire des phénomènes d'altération, l'analyse des sels, l'observation de la structure de la roche et l'étude climatique du site. Ma recherche a aussi porté sur une multitude de sujets relatifs au site et à l'art rupestre en général, c'est-à-dire parmi d'autres la conservation de l'art rupestre dans le monde, la *géomorphologie* et la culture maorie.

La première partie de ce travail regroupe une introduction à l'art rupestre et à sa conservation, y compris les phénomènes d'altération de la pierre, ainsi qu'une présentation de la Nouvelle-Zélande, du Ngai Tahu Maori Rock Art Trust et de l'avant-projet de plan de conservation pour le site de Takiroa.

L'approche théorique liée à l'art rupestre et à sa conservation est délibérément tournée vers les sites de plein air, comme c'est le cas à Takiroa. Les problématiques liées aux grottes ornées sont parfois citées à titre d'exemple, mais elles sont trop spécifiques pour être développées dans ce travail.

Dans la deuxième partie, je fais une description complète du site de Takiroa, sa situation, sa présentation et son histoire.

C'est dans la troisième partie que commence vraiment ma recherche sur la conservation du site, effectuée sur le terrain, avec un constat d'état et un plan illustrant l'état de la roche et des motifs.

¹ New Zealand Historic Places Trust, 1994, p.5

C'est sur la base de premiers chapitres que je dois faire des choix sur les directions que ma recherche prend. Cela est expliqué dans la quatrième partie de ce travail.

La cinquième partie est consacrée à la recherche proprement dite, avec la description du travail sur le terrain et les différents tests et analyses scientifiques.

Je fais ensuite, dans la septième partie, des propositions pour améliorer la conservation du site ainsi qu'un survol des études futures à envisager.

Le travail se termine par une conclusion (8^e partie) et une importante série d'annexes, contenant des lexiques, des plans et des photos en couleur, dans la 9^e partie

2 L'art rupestre

« Les représentations préhistoriques faites sur la roche, connues sous le nom d'art rupestre ou *pariétal*, ont été produites par des hommes qui ne savaient ni lire ni écrire de la façon dont nous le convenons aujourd'hui. Cela a commencé avec l'apparition de l'Homo Sapiens, et cela offre depuis l'archive la plus importante sur l'histoire de l'être humain avant l'invention de l'écriture.

Cette forme d'art illustre un héritage humain commun. Ornés de milliers de motifs, les centaines de grands sites d'art rupestre inventoriés autour du monde représentent des milliers d'années de création artistique. Déjà du temps des premiers chasseurs-cueilleurs, les peintures rupestres et les dessins ont décrit la vie quotidienne, les croyances et les questions importantes à différents niveaux de développement de la société humaine. Ils ont aussi révélé des motivations alors conceptuelles et communicatives. Par cet art, l'essence des caractéristiques humaines telles que la connaissance, la culture, l'art, l'imagination et la religion ont été rendues visibles.

Plus de 100.000 œuvres d'art préhistoriques ont à ce jour été découvertes et inventoriées. Cela inclut des figurines, des blocs de pierre, des os gravés ainsi que de la corne et du bois décorés qui appartiennent à des musées, des galeries et à des collections privées. Pourtant, la majorité de cette production artistique, distribuée sur les 5 continents, consiste en environ 700.000 sites avec des représentations rupestres, contenant un nombre estimé à 20 millions ou plus d'images et de signes. A ce jour, plus de 99% de l'art préhistorique connu est en fait de l'art rupestre. Le nombre total de dessins pourrait être beaucoup plus élevé. »²

C'est ainsi qu'est présenté l'art rupestre par l'Unesco. Ce patrimoine mondial représente un potentiel d'étude et de fascination étonnant.

L'art rupestre est présent sur les 5 continents et représente une période allant du paléolithique supérieur à l'époque actuelle. Il est en grande partie un art préhistorique, c'est-à-dire qu'il constitue une archive humaine réalisée avant l'invention de l'écriture.

2.1 Définitions et techniques

Le terme art rupestre est le terme général utilisé dans ce travail. Il définit les marques d'origine anthropique réalisées sur support rocheux. Cela inclut les gravures ou pétroglyphes, les dessins, les peintures et les tracés obtenus par abrasion.

La tendance est de parler d'art rupestre pour ce qui est désigné de façon générale par le terme « rock art » en anglais, et le terme art *pariétal*, correspondant à « cave art », sert à désigner les représentations situées strictement dans des grottes. La différence, au niveau de la conservation comme à celui de l'interprétation sociologique, est de taille.

L'utilisation du terme art est parfois controversée. Elle est mal adaptée pour certains, elle est une habitude pour d'autres. Il ne s'agit cependant pas ici de juger si les représentations rupestres doivent ou non être considérées comme de l'art, mais uniquement de se mettre d'accord sur l'emploi d'un terme général utilisé pour une multitude de modes d'expressions différents.

La terminologie utilisée pour parler de l'art rupestre est sujette à des discussions et des améliorations. Les besoins de la recherche font qu'il devient nécessaire d'uniformiser le langage utilisé par les

² <http://whc.unesco.org/sites/rockart.htm>, 8.03.05

chercheurs, en particulier pour une utilisation optimale des bases de données qui se créent un peu partout dans le monde.

Un document très intéressant a été publié par l'UNESCO en 1988 dans un livre intitulé « The Conservation of Rock Art »³, il s'agit d'un glossaire illustré de l'art rupestre, et plus précisément de la conservation de l'art rupestre. Il permet de standardiser une série de termes spécifiques empruntés pour les uns à la géologie, à la biologie, à la physique et encore au langage des conservateurs-restaurateurs.

Il existe en outre un dictionnaire consacré à la recherche dans le domaine de l'art rupestre, et il donne la traduction de termes spécifiques dans 7 langages différents : l'anglais, le français, l'allemand, l'italien, l'espagnol, le portugais et le russe. (*GLOSSARY OF ROCK ART RESEARCH: a multilingual dictionary*, Edited by Robert G. Bednarik, Mario Consens, Alfred Muzzolini, Jakov Sher, Dario Seglie and Mila Simões de Abreu, 2003)⁴

On distingue, dans l'art rupestre, les *pétroglyphes* et les *pictogrammes*. Les pétroglyphes sont obtenus par suppression de matière, c'est-à-dire par gravure, percussion ou abrasion (*sgraffito*), parfois même par sculpture (bas-reliefs). Les *pictogrammes* sont obtenus par ajout de matière et comprennent plusieurs techniques : la peinture, réalisée à l'aide de pigments mouillés souvent mélangés à un liant organique (graisse, sang), le dessin, réalisé avec des pigments secs, et les stencils, dont la technique consiste à propulser de la peinture par la bouche (avec ou sans « paille ») pour obtenir le profil d'un objet placé entre l'artiste et la roche. Les mains négatives sont un type très connu de stencil qui est attesté depuis le paléolithique supérieur et qui est présent sur les 5 continents. Parmi les *pictogrammes*, il y a aussi des exemples d'utilisation de tampons⁵. Un site peut contenir plusieurs de ces techniques à la fois.

Parmi les techniques assimilées à l'art rupestre se trouvent encore les figures réalisées avec de la cire d'abeille sur support rocheux. On les trouve tout au nord du Northern Territory, en Australie, et elles peuvent avoir près de 4000 ans. Elles sont classées dans les pictogrammes car elles sont obtenues par addition de matière.⁶

Les pétroglyphes sont normalement réalisés à l'aide d'outils avec lesquels on frappe, creuse ou frotte la surface rocheuse. Les méthodes de percussion peuvent être directes ou indirectes et les outils de percussion, les *mur-e*, sont souvent des cailloux durs de très petite taille, qui tiennent dans la paume de la main. Dans les milieux souterrains, où certaines concrétions sont molles (*Mondmilch*, argile), on peut trouver des tracés digitaux.

Les pictogrammes nécessitent l'utilisation de pigments qui peuvent être organiques ou minéraux. Ils peuvent être utilisés sous forme solide, à sec, par exemple un morceau de charbon. La technique du dessin produit des motifs beaucoup moins durables que la peinture, obtenue en mélangeant des pigments broyés avec un liant et parfois une charge. Au paléolithique, les couleurs utilisées étaient principalement le rouge et le noir, respectivement des oxydes de fer (hématite Fe_2O_3) ou de l'ocre (argile riche en oxydes de fer) et du charbon (de bois ou minéral) ou de l'oxyde de manganèse. On trouve aussi plus rarement des tons jaunes et bruns issus d'oxydes de fer et d'ocres ainsi que du blanc (illite ou talc).⁷

En Australie, où la tradition de la peinture rupestre a continué jusqu'à présent (c'est le cas également en Inde et en Bolivie⁸), la palette des pigments utilisés est large et elle comprend des produits modernes dès la période de contact avec les Européens. Parmi les pigments traditionnels citons, en plus des très courants charbon, hématite et ocre, l'utilisation de la limonite (mélange d'oxydes de fer hydratés sombres) qui, comme les ocres, peut être chauffée pour obtenir des tonalités plus rouges et plus foncées. Il y a encore la kaolinite, la huntite, l'enstatite, des carbonates, le gypse, la sélénite, le

³ Brunet, Vidal et Vouvé Jean, 1988 p.104-224

⁴ www.cesmap.it/ifrao/brepols.html 09.2005

⁵ Bednarik 2001 p.47-48

⁶ Bednarik 2001 p.48

⁷ Brunet, Vouvé, 1996 p. 34

⁸ Bednarik 2001 p. 47

quartz, la microcline, la muscovite et la jarosite pour les blancs, des champignons, de la sidérite et des argiles pour les jaunes et les bruns ainsi que la glauconite pour les bleus. Une grande partie de ces informations ont été obtenues par des observations ethnographiques.⁹

Aux pigments broyés est ajouté un liant, qui a pour rôle de donner à la peinture une consistance qui permet son application ainsi que d'assurer l'adhérence de la couche picturale avec le support après séchage. Là encore, des observations ethnographiques ont recensé une large gamme de substances organiques utilisées comme liants pour les peintures rupestres, tels que du sang, du lait, de l'urine, du sperme, du miel, du blanc d'œuf, des graisses animales et une multitude de substances végétales (gommes, résines, jus)¹⁰. Les analyses ne permettent pas toujours de retrouver la trace de tels liants organiques dans des peintures très vieilles.

L'ajout d'une charge dans la peinture permet de modifier les propriétés du pigment, il peut améliorer la cohésion et le recouvrement du support et constitue également une économie de pigment. L'utilisation de *feldspath* potassique ainsi que de biotite est reportée dans des peintures magdaléniennes ariégeoises.¹¹

2.2 Intérêt, études, datation

L'art rupestre intéresse les gens qui étudient les origines de l'homme, la préhistoire, le langage, l'art et l'histoire de l'art, l'ethnologie, l'archéologie, mais il attire aussi un large public de curieux, d'amoureux de la nature et de gens intéressés par la culture en général.

Aujourd'hui, 22 sites contenant de l'art rupestre sont classées dans la liste Patrimoine Mondial de l'UNESCO, qui encourage l'implication et la formation des communautés locales dans l'entretien et la gestion des sites.¹² L'art rupestre, pour les chercheurs tels que les archéologues, ne peut être dissocié du sol archéologique qui s'y relate. Actuellement, l'art rupestre est étudié sous une large variété de points de vue. On étudie l'art rupestre en rapport avec les pratiques chamaniques, on étudie l'accoustique des sites, on étudie les différents styles, en les comptabilisant, en les comparant et en faisant des statistiques et des bases de données. L'art rupestre représente, parfois très fidèlement, le monde animal et certaines espèces disparues, et il donne une vision de l'environnement, des artefacts, des centres d'intérêt et du langage symbolique de peuples anciens.

La composition des pigments et peintures ainsi que les techniques artistiques sont un domaine de recherche important dans les peintures rupestres. Dans certaines parties du globe, la recherche est grandement assistée par l'ethnologie et l'expérimentation, mais souvent le chercheur doit faire appel à des techniques optiques de pointe ou à des analyses de laboratoire. L'utilisation d'un microscope de terrain permet une analyse assez précise des techniques qui ont permis la réalisation des œuvres : méthode d'application, repeints, sens d'application, viscosité de la peinture...). Pour des études plus poussées sur la composition des couleurs, il devient nécessaire de prélever des échantillons et de les analyser en laboratoire. Depuis les années 1970, la diffraction de rayons x (*DRX*) a été utilisée pour identifier des pigments cristallins, et la méthode est devenue courante dans les années 1990, tout comme l'utilisation du microscope électronique à balayage, souvent assisté de l'EDXA (energy dispersive x-ray analysis). Ces méthodes s'appliquent toutes à l'identification des substances minérales, mais de nombreux pigments peuvent être organiques (charbon, cochenille, champignons, jus de baies), tout comme des liants et des charges ou des débris présents involontairement dans la peinture (fibres de pincesaux, pollens...). Pour l'identification de ces composés, la chromatographie est utilisée.¹³

⁹ Bednarik 2001 p. 46-47

¹⁰ Bednarik 2001 p.47

¹¹ Brunet Vouvé 1996 p.37

¹² <http://whc.unesco.org/sites/rockart.htm>

¹³ Bednarik 2001 p.48-49

L'art rupestre peut être abordé tel quel, sans soucis de connaître son âge et qui l'a réalisé, pour un certain nombre de personnes. Mais pour les chercheurs en archéologie et en préhistoire, la connaissance de l'âge de certaines figures est souvent un but et un outil de recherche. Il y a une multitude de façons d'estimer l'âge de l'art rupestre, mais ces techniques sont souvent sujettes à des contaminations qui faussent les résultats. Elles sont limitées également par le prix de telles études et la nécessité de prélever des échantillons, ce qui engendre des considérations esthétiques, ou encore éthiques vis-à-vis des populations indigènes. Il est important pour le conservateur de connaître les méthodes de datation afin de veiller à éviter toute modification d'indices significatifs sur les sites.¹⁴

Méthodes de datation indirectes :

Parmi les méthodes indirectes traditionnelles, il y a la méthode iconographique qui consiste à déduire l'âge des motifs par ce qu'ils représentent. Par exemple, en Nouvelle-Zélande, si on trouve des moas représentés, on en déduit que l'art rupestre a été produit à l'époque où ces oiseaux existaient encore, il y a plus de 500 ans. Cette date repose donc sur des informations déduites par les archéologues et les historiens. Il peut aussi s'agir de la représentation d'armes, de bateaux ou de constructions que l'on peut associer à une époque précise. Il n'est néanmoins jamais certain que les artistes aient peint uniquement des choses qui leur étaient contemporaines, et d'autre part la vision de l'observateur est décisive dans la phase d'interprétation des motifs, qui n'est donc pas forcément objective. Il a souvent été accepté que les scènes de chasse sont pré-néolithiques, mais ce n'est plus le cas aujourd'hui.

On peut aussi tenter de dater des motifs en s'appuyant sur leur style, comme le feraient les historiens de l'art. L'ethnographie actuelle démontre cependant que la datation appuyée sur les styles n'est pas un outil précis, bien qu'il soit souvent utilisé par les archéologues pour classer temporellement des objets.

Des tentatives de datation ont aussi été faites par comparaison des techniques artistiques (gravure, peinture, dessin, pigments, liants), mais un changement de technique ne signifie pas forcément un changement de culture et ne définit donc pas forcément de limite dans le temps.

Les fouilles archéologiques peuvent considérablement aider à dater l'art rupestre. Dans le cas où des motifs ont été ensevelis, le dépôt du sédiment est nécessairement ultérieur à la réalisation des œuvres. La datation de ces couches archéologiques et/ou des objets qui s'y trouvent permet de donner un terminus ante quem pour la réalisation des motifs. Donc, si la fouille archéologique fait l'objet de méthodes de datation directes, cela peut être un outil assez fiable pour situer la réalisation de l'art rupestre dans le temps. Plusieurs sites d'art rupestre ont également été datés par association à un sol archéologique voisin fouillé. Il n'y a cependant aucun lien direct qui puisse être prouvé entre la date de l'utilisation de la paroi rocheuse comme support des dessins et l'occupation de l'espace environnant, si ce n'est la présence dans le sol d'outils et de matières ayant servi à réaliser les motifs.

Une méthode de datation relative est l'étude des superpositions de motifs. En général, on peut dire qu'un motif appliqué par-dessus un autre est plus récent, et la présence d'une couche concrétionnée entre les 2 couches pigmentées indique un laps de temps considérable entre les deux épisodes de peinture. La méthode est beaucoup plus délicate avec les pétroglyphes. Il est indispensable pour ce genre d'étude de disposer de microscopes de terrain ou d'échantillons à partir desquels on peut définir une nano-stratigraphie des épisodes artistiques. C'est un outil qui, associé à des méthodes de datation directes, peut se révéler être très utile dans la datation et la compréhension des sites.¹⁵

Méthodes de datation directe :

Pour qu'une méthode de datation puisse être qualifiée de directe, elle doit remplir 2 conditions. Premièrement, il faut que la relation physique entre le motif et le critère de datation soit directe et incontestable. Deuxièmement, les propositions faites au sujet de la relation chronologique entre l'art

¹⁴ Ward, Graeme K. and Tuniz, 2000
¹⁵ Bednarik, 2001, p.111-137

rupestre et le critère de datation doivent être testables scientifiquement. Il en résulte que la datation directe peut s'appliquer à des matériaux qui représentent soit un moment contemporain à la réalisation des motifs (craquelures dues à la percussion de la roche), ou alors qui soit antérieur (lichen coupé par une ligne de gravure) ou ultérieur (colonisation de lichens par-dessus des pigments).

L'analyse radiocarbone des accrétions minérales est la première méthode de datation directe à avoir été utilisée sur l'art rupestre, en analysant le carbone 14 présent dans une couche de calcite qui recouvrait des motifs. Cette méthode est sujette à de grandes imprécisions dues à des contaminations par du nouveau carbone lorsque la porosité de la couche étudiée le permet. Cette méthode peut fonctionner avec des couches d'oxalates. Des études sont néanmoins encore nécessaires pour pouvoir dire que la datation du radiocarbone contenu dans des couches de calcite ou d'oxalates est fiable. Il en est de même pour la datation du radiocarbone contenu dans d'autres concrétions ou croûtes du style vernis du désert. Les inclusions organiques contenues dans les couches siliceuses semblent par contre offrir des résultats plus fiables car la croûte est moins poreuse donc moins sujette à des contaminations par du carbone récent.

La lichénométrie est une technique utilisée par les géomorphologues depuis les années 1950 pour dater des surfaces rocheuses récentes, spécialement pour les 500 dernières années. La technique consiste à mesurer certains indices de la croissance des lichens. Elle est donc applicable sur des sites récents colonisés par des lichens. C'est une méthode non-destructive, peu onéreuse et fiable. De nombreux sites ont cependant été traités pour éliminer les lichens au cours des dernières décennies, supprimant un grand potentiel d'étude.

L'étude des altérations de la surface de la roche, qu'il s'agisse d'érosion ou de patination, est une méthode de datation directe qui a été développée depuis les années 1970. Les phénomènes d'érosion et de *patine* sont très variables et dépendent de la pétrographie, du climat, de la topographie, de la géométrie de la surface ainsi que de l'environnement chimique, et il n'y a pas de méthode simple pour quantifier les changements de la roche et estimer leur vitesse. De plus, le rôle de la profondeur des traits gravés sur l'évolution des *patines* et de l'érosion n'est pas vraiment connu. Il est nécessaire d'approfondir la recherche à ce sujet.

L'analyse de la microérosion consiste à mesurer au niveau microscopique la vitesse de la dissolution de la surface rocheuse. Cette méthode est applicable pour des pétroglyphes réalisés sur des roches dures, comme les granits, mais elle nécessite d'avoir des courbes de référence pour un types de roche dans un lieu précis. Elle permet la datation de roches vieilles de 50000 ans ainsi que de roches plus récentes, ce qui en fait un outil précieux pour la datation de l'art rupestre. C'est néanmoins une méthode récente qui doit encore être améliorée mais qui a déjà donné des résultats satisfaisants, et c'est actuellement la méthode la plus sûre pour dater des pétroglyphes. Elle est non destructive.

La méthode dite de la thermoluminescence se réfère à l'énergie émise par des solides cristallins dès le moment où ils sont chauffés ou exposés à la lumière, et ce à un rythme connu et relativement régulier, sous la forme de photons. La quantité des photons émis est fonction du temps qui s'est écoulé depuis que le matériau a été chauffé ou exposé à la lumière. Cette méthode est utilisée en archéologie depuis les années 1960 pour dater des céramiques, mais elle nécessite de plus amples recherches pour l'application à l'art rupestre. Actuellement, elle a été utilisée pour dater des nids de guêpes sur des peintures rupestres.¹⁶

D'autres méthodes directes de datation sont l'étude des croûtes (oxalates et carbonates principalement) qui se forment sur certaines pierres, sous et sur les pigments ou sur des zones gravées. Parmi celles-ci la méthode *catio-ratio*, qui fonctionne en comptant le rapport entre le nombre de cations de potassium et calcium et ceux de titanium, beaucoup plus stable dans le temps. Plus le taux de titanium est élevé, plus la croûte est ancienne. On peut aussi analyser des microorganismes contenus dans des croûtes.

Une étude de datation doit être un processus rigoureux qui inclut la mise en place d'un protocole, le choix et la collecte d'échantillons, le traitement et l'analyse des échantillons puis l'interprétation des

¹⁶ Bednarik, 2001, p.111-137

résultats. Des contaminations peuvent survenir facilement au cours des opérations et les résultats ne peuvent être interprétés qu'avec beaucoup de prudence.

Pour permettre une interprétation fondée des résultats, il est nécessaire d'avoir plusieurs échantillons. La taille des échantillons dépend grandement de leur teneur en élément à analyser ou quantifier.

La méthode du carbone 14 ne nécessite que de très petits échantillons et peut être appliquée tant pour dater le mobilier ou les sédiments d'un site que pour des échantillons de pigments, ainsi que des couches carbonatées sur et sous les pigments.¹⁷ Il peut s'agir de méthodes directes où indirectes, c'est pour cela que c'est très vague de dire que tel site a été daté au carbone 14, cela ne donne que très peu d'informations sur ce qui a réellement été daté.

La datation par le carbone 14 ne permet pas de dater des événements assez récents. On sait que, en raison des fluctuations du carbone 14 dans l'atmosphère, la limite de la méthode pour les âges les plus récents reste la fin du moyen âge¹⁸, c'est-à-dire autour du 15e siècle.

Il n'est pas rare de lire que tel ou tel site ou motif date de telle ou telle époque, sans qu'aucune information ne soit donnée sur la ou les méthodes qui ont permis de dater l'art. De nombreuses dates publiées peuvent sérieusement être remises en question. Nombreux sont les sites qui ont été datés par l'étude des styles ou par datation indirecte des restes archéologiques, mais ces méthodes sont autant sujettes à l'erreur que les méthodes analytiques actuelles. Aujourd'hui, un certain nombre de sites à travers le monde ont été datés selon des méthodes scientifiquement reconnues et sur la base de publications détaillées, ce qui permet de mieux juger de la cohérence des résultats. Ces datations ont en majorité été faites par la méthode du carbone 14 sur des échantillons organiques, par datation au carbone 14 avec un spectromètre de masse avec accélération (Accelerator Mass Spectrometry, AMS) ou par analyse de la micro érosion de gravures. Ainsi les motifs peints de la fameuse grotte Chauvet en France auraient entre 26100 et 32400 ans (datée en 1995, SMA de pigment charbonneux et de suie de torche), mais ils seraient moins anciens que certains pétroglyphes de la Province d'Olary, en Australie, qui ont été datés en 1993 par AMS sur des restes organiques et auraient plus de 43000 ans. La plupart des représentations rupestres en Europe ont été faites il y a plusieurs milliers d'années (Altamira, Espagne, 14000 ans, Lake Onega, Russie, 4000 ans, Grosio, Italie, 4900 ans, Cougnac, Cosquer, Niaux, Le Portel, Pech Merle, France, toutes plus de 11000ans, etc...), alors que les sites d'Australie, d'Afrique, d'Asie et d'Amérique ont souvent été peints jusqu'à une période récente (El Raton, Baja California Sur, 300 à 5000 ans, Canyonland National Park, Utah, 600-750 ans, Yam Camp, Australia, 700 ans, Drakensburg, Afrique du Sud, 500 ans).¹⁹

Il y a donc une multitude de méthodes pour estimer l'âge de l'art rupestre, mais toutes sont sujettes à des imperfections, à des erreurs ou à des contaminations. Les méthodes de datation directes nécessitent d'importantes connaissances scientifiques pour analyser et interpréter les données. Il y a sur un site de nombreux indices et matériaux qui peuvent être source de matière pour dater l'art, et il est important d'en avoir conscience et de ne pas éliminer ou fausser ces données. Les propriétés d'un site font qu'il est préférable de choisir telle ou telle méthode qui lui est adaptée, et il est souvent désirable d'utiliser plusieurs méthodes pour avoir un résultat plausible. La documentation rigoureuse de la totalité du processus de datation, des prélèvements à l'interprétation des résultats, est absolument nécessaire pour être crédible.

3 La conservation de l'art rupestre

La tendance de ne faire que ce qui est absolument nécessaire est spécialement importante pour les sites d'art rupestre car ceux-ci présentent des problèmes et des fonctions très spécifiques qui peuvent poser de véritables défis. Les sites d'art rupestre ne sont pas des objets dans des musées, où l'on peut contrôler l'environnement pour assurer leur stabilité. Il est presque toujours impossible, et généralement inapproprié, sauf dans des cas extrêmes, de déplacer des parties d'art rupestre dans

¹⁷ Ward, Graeme K. and Tuniz, 2000

¹⁸ www.culture.gouv.fr/culture/conservation/fr/methodes/documents/carbone14.pdf, 07.06.05, p.13

¹⁹ Bednarik 2001 p.189-191

des laboratoires pour les traiter et les conserver. Les sites d'art rupestre ne sont pas des objets inanimés, mais ils réagissent physiquement et chimiquement selon des lois gouvernées par le fait qu'ils sont part d'un environnement vivant. De plus, et c'est très important, beaucoup de sites d'art rupestre sont encore fonctionnels dans le sens où ils constituent des lieux sacrés pour des peuples natifs et peuvent être utilisés comme lieux d'importance spirituelle. Le soin des sites d'art rupestre d'un point de vue spirituel ajoute un autre niveau de considération dans le travail du conservateur responsable.²⁰

Il y a aujourd'hui plus que jamais une emphase pour la conservation préventive, dans une volonté de réduire les traitements trop intrusifs réalisés par le passé. Dans un musée, la conservation préventive consiste principalement à contrôler l'environnement dans lequel est conservé l'objet : le climat, la lumière, l'emballage, la surveillance de l'état de l'objet. Pour les sites d'art rupestre, on cherche également à contrôler l'environnement, mais cela se réalise plus en terme d'aménagements, de gestion de la végétation et du public, ainsi que par un suivi de l'état du site.

La conservation in situ est souvent rendue compliquée par la difficulté d'accès de certains sites, par les conditions climatiques et par l'absence de ressources telles que l'eau ou l'électricité.

3.1 Aperçu historique

Dans tous les différents domaines de la conservation-restauration, on a vu les méthodes, les objectifs et l'éthique évoluer au cours du temps. Le but a toujours été de conserver, voire restaurer ou réparer, mais les façons d'y arriver ont changé, tant sur le point de vue de la technologie et du savoir que sur celui du niveau d'intervention. Aujourd'hui, on parle le plus souvent d'intervention minimale ou tout simplement de conservation préventive et de gestion des sites. Autrefois, il était accepté de tout simplement prendre des parties de sites menacés et de les mettre dans des musées, pour autant qu'ils aient survécu aux techniques de prélèvement. Certains sites ont été protégés des vandales et des animaux par des grillages ... dont la structure est fixée dans la roche, parfois même sur des motifs. La profession a appris de ses erreurs, et des erreurs des autres. On a appris à mieux cerner la fragilité des sites, l'équilibre et la paix qui leur sont nécessaires

La découverte de nombreux sites archéologiques et d'art rupestre ont eu lieu au 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème} siècle. L'énergie des chercheurs était alors dévouée à inventorier et copier les dessins découverts. Notre perception a changé aujourd'hui, après le tournant qu'a pris le monde de l'art rupestre en 1963, lorsque la décision a été prise de fermer au public la prestigieuse grotte ornée de Lascaux. La raison de la fermeture de ce monument était de rendre possible la conservation de ce lieu par les physiciens, les chimistes, les microbiologistes et les conservateurs. La recherche multidisciplinaire dans ce sujet encore inexploré a mené à l'introduction d'un concept nouveau, celui de l'interdépendance spatiale entre l'art rupestre et son environnement naturel.²¹

Le cas de la grotte de Lascaux :

La grotte de lascaux a été découverte en septembre 1940. Les premiers travaux pour faciliter l'accès de la grotte aux visiteurs ont assez rapidement été entrepris, et cela a causé une importante augmentation des circulations d'air dans la grotte et accéléré la formation des concrétions. De fin 1941 à 1944, la grotte n'a été que peu visitée. De 1945 à 1948, de nouveaux travaux d'élargissement de l'entrée ont été entrepris, ainsi que l'installation d'électricité, la pose d'une porte et la construction d' « air locks », Avant d'être réouverte au public en juillet 1948. Les fouilles entreprises durant cette période de façon peu scientifique ont causé la perte d'une multitude d'informations.

En 1958, un système d'air conditionné a été installé pour éliminer les concentrations trop élevées de dioxyde de carbone et d'humidité dues à la présence des visiteurs. Cela a causé un changement dans les cycles de température naturels, une ventilation trop rapide et une humidité modifiée artificiellement.

²⁰ Loendorf, Olson, Conner and Dean, 1998, p.66

²¹ Brunet, Vidal et Vouvé, 1988, p.105

En 1963, un urgent SOS a été lancé pour sauver les peintures, suite à la prolifération de colonies d'algues sur les parois. La grotte fut alors fermée sur ordre administratif.²²

Dès lors, la grotte a fait l'objet d'études scientifiques très poussées pour retrouver et recréer les conditions naturelles de la grotte au moment de sa découverte afin d'assurer la conservation des œuvres. Une copie en 3 dimensions de Lascaux a été réalisée pour permettre au public d'admirer ce chef-d'œuvre sans altérer l'original.

Il y a un manque significatif de personnes formées pour travailler à la conservation des sites d'art rupestre. C'est un domaine spécifique qui requiert une certaine expérience et, bien que des personnes formées comme conservateurs de matériaux pierreux puissent être d'une certaine utilité, il est vraiment désirable d'avoir des scientifiques de la conservation spécialisés dans ce domaine.

« Les problèmes associés à la conservation de l'art rupestre ne sont pas du tout enseignés dans les programmes de conservation aux USA »²³

Il n'y a pour l'instant que peu de possibilités de se former comme conservateur d'art rupestre. La discipline en est encore à ses débuts, bien que cela fasse longtemps déjà que des gens prennent des dispositions pour sauver des sites. C'est une spécialisation de la conservation qui, encore plus que tout autre branche de ce corps de métier, nécessite de faire appel à un large cercle de professionnels et d'individus concernés. Il faut considérer les sites dans leur intégralité ce qui, en plus de la surface et du volume que cela représente, oblige à faire appel à des domaines tels que la géologie, la spéléologie parfois, la climatologie, la géographie, des techniques spéciales de photographie, la politique et l'ethnologie, ainsi qu'aux sciences auxquelles fait habituellement appel un conservateur : la chimie, la biologie, les techniques d'analyse et de datation. Il y a, selon la région du globe où se trouve le site et selon l'ancienneté de l'art qui s'y trouve, un lien étroit soit avec l'archéologie et la préhistoire, ou encore avec des groupes tribaux directement liés aux sites ou concernés de façon plus éloignée. La notion de propriété pour les sites d'art rupestre peut avoir des implications importantes dans leur étude et leur sauvegarde.

On est passé d'une approche de chasse au trésor-découverte-appropriation de parties isolées de roche ornée à un concept qui englobe le site dans son intégralité, l'archéologie et l'affiliation tribale des sites.

Un atelier d'étude sur la conservation de l'art rupestre s'est tenu à Perth en 1977, réunissant 4 aborigènes, 5 spécialistes internationaux du Canada, d'Afrique du Sud, du Lesotho et d'Inde, ainsi que 24 participants Australiens.²⁴

En 1987, le Getty Conservation Institute a tenu son premier cours sur la conservation de l'art rupestre, qui incluait l'examen et la documentation des sites, les causes de détérioration, les mesures protectrices et l'interprétation des sites avec une emphase sur leur protection.

En 1989, le Getty Conservation Institute et le Canberra Advanced College of Education (aujourd'hui l'Université de Canberra) ont collaboré pour offrir un cours d'une année (le plus long cours jamais consacré à ce sujet). Le titre obtenu à l'issue de cette année de formation est un « Graduate Diploma in Conservation of Rock Art ». Le cours se concentrait sur la compréhension de l'art rupestre en tant qu'élément culturel matériel trouvé partout dans le monde, mais aussi sur les méthodes de production de l'art rupestre, sur la théorie et la pratique pour l'enregistrement et la conservation de l'art rupestre, sur les exigences liées à la gestion des sites, et sur la recherche appliquée dans le domaine de la conservation de l'art rupestre. Les diplômés participèrent, au terme de cette année, à un mois de travail sur un site.²⁵

L'IFRAO a organisé 4 congrès annuels consécutifs, de 1997 à 2000, tenus respectivement en Bolivie, au Portugal, à Ripon (Angleterre) et à Alice Springs (Australie). Le sujet couvert par les membres de l'IFRAO est la recherche concernant l'art rupestre en général, et la conservation n'en est qu'une petite

²² Brunet, Vidal et Vouvé Jean, 1988, p.2-3

²³ Loendorf, Olson, Conner and Dean, 1998, p.65

²⁴ Pearson Colin ed, Conservation of Rock Art, 1977, p.iii

²⁵ <http://www.getty.edu/conservation/education/rockart/>, 11.03.05

partie. De manière générale, le nombre de papiers concernant la conservation et qui sont dignes d'être publiés n'est pas assez élevé dans ce genre de conférences.²⁶

L'ICOM (International Council Of Museums) a un groupe de travail consacré à la conservation des peintures murales, des mosaïques et de l'art rupestre depuis 2002, et l'art rupestre a auparavant été représenté dans différents groupes de travail au sein de l'ICOM.²⁷

« Le domaine de la conservation, quand on parle d'art rupestre, est plutôt large et se déroule en quelque sorte en marge des standards rigoureux appliqués aux articles de conservation dans la littérature habituelle. Cela est en partie dû au fait que la frontière est floue entre la conservation et la gestion du territoire, et il n'y a pas de distinction claire pour définir ce qu'est un conservateur. Il est généralement accepté qu'un degré en archéologie est une qualification suffisante pour pratiquer la préservation de l'art rupestre. Cela est bien illustré par le Getty Conservation Institute qui a simultanément financé un cours de 4 ans pour la restauration de peintures murales, à Londres, nécessitant des degrés préliminaires, et un cours d'un an à Canberra pour la préservation des peintures rupestres avec des conditions d'entrée très faciles et le cours en lui-même couvrait tout de la photogrammétrie au management du territoire. Les étudiants n'ont eu que 6 lectures touchant à la préservation. »²⁸

3.2 Survol des altérations possibles et de leurs causes

Les causes de la détérioration des peintures rupestres peuvent être naturelles ou anthropiques, on pourrait dire aussi naturelles ou culturelles. On peut également distinguer les causes directes et les causes indirectes, c'est-à-dire celles qui attaquent directement les motifs et celles qui mettent en péril l'équilibre du site.

Comme dans toute approche de conservation-restauration, il faut commencer par décrire la matière et les techniques qui ont permis de créer l'art rupestre, puis s'efforcer de comprendre les processus physiques et chimiques qui conduisent à la dégradation des œuvres. Il faut ensuite identifier les causes de ces dégradations et les conditions dans lesquelles elles se manifestent. Finalement, on peut réfléchir à des moyens de freiner ou d'arrêter l'action des facteurs de dégradation, on peut renforcer, protéger ou consolider les matériaux constitutifs et éventuellement restaurer ce qui a été endommagé.

Les facteurs qui jouent un rôle dans la détérioration des peintures rupestres peuvent agir de deux façons distinctes : Ils peuvent affecter la stabilité de la surface rocheuse, provoquant la perte de la roche et des motifs qui s'y trouvent, ou ils peuvent affecter la stabilité de la couche pigmentée sur la surface rocheuse, dans ce cas seuls les motifs sont menacés.

Sur les roches tendres comme les grès ou certains calcaires, la conservation des peintures ou gravures rupestres dépend avant tout de la conservation du support, de sa résistance à l'érosion. Pour les roches dures et stables ou à surface endurcie, la conservation des peintures dépend plutôt de la qualité du lien entre les pigments et le support. Elle dépend aussi de l'adhérence de la croûte de surface avec la roche qui se trouve en-dessous. La roche peut s'écailler, perdre sa surface par plusieurs phénomènes, parmi lesquels le gel, le feu et la *crystallisation* des sels. En effet la surface endurcie est souvent peu perméable, ce qui a pour conséquence que les sels qui se trouvent en solution dans la roche ne peuvent pas atteindre la surface pour cristalliser. Ils cristallisent sous cette surface, causant des soulèvements, des cloques, des fissures et des pertes irréversibles.

« Le premier pas à faire pour considérer la préservation de sites de peintures rupestres doit être une évaluation de la dynamique des processus physiques et chimiques à la surface de la roche. »²⁹

²⁶ Andrew Thorn, pers. comm, 03.05.05

²⁷ <http://icom-cc.icom.museum/WG/MuralPaintings/>, 23.09.05

²⁸ Andrew Thorn, pers comm, 3.5.05

²⁹ Rosenfeld 1985 p.19

3.2.1 Les roches et leur dégradation

Les roches sont des matières inorganiques constituées d'agrégats de minéraux. Les minéraux sont des corps solides naturels homogènes avec une composition chimique définie et une structure atomique généralement ordonnée sous forme de cristal, parfois amorphe.³⁰

On distingue 3 groupes de roches selon la façon dont elles se sont formées : Il y a les roches ignées, qui sont issues du refroidissement d'une masse minérale en fusion (volcans), les roches sédimentaires, nées de l'accumulation de minéraux détritiques dans des bassins sédimentaires, et les roches métamorphiques, qui sont en fait des roches préexistantes transformées par des phénomènes thermiques et par la pression sous la terre.³¹

Les **dégradations** de la roche peuvent être :

-Physiques : « elles résultent de la dissociation des constituants de la roche sans changement de leur nature minéralogique » (gel-dégel, gravité, érosion éolienne, chocs...)

-Chimiques : dissolution, formation de plaques ou de croûtes, désagrégation granulaire. Dans le cas des calcaires gréseux et coquillers et les grès, la dissolution facilite le dessertissage des éléments détritiques ou biodétritiques plus grossiers (on parle de désagrégation sableuse).

-Biologiques : bactéries, algues, champignons, lichens, mousses (les dégradations biologiques sont souvent de type physico-chimique).

Il faut premièrement prendre en considération la **porosité** de la roche, qui peut être **ouverte** (ou effective), c'est le cas pour les calcaires, les grès, les roches cristallines, dans lesquels les pores communiquent entre eux et avec l'extérieur, formant un réseau. La porosité peut, à l'opposé, être qualifiée de **fermée**, comme dans les laves bulleuses et en particulier les ponces, c'est-à-dire que les cavités ne communiquent pas entre elles, ni avec l'extérieur.

« La capacité d'absorption ou porosité ouverte est la quantité d'eau qu'une roche peut absorber » On l'exprime en pour-cent du volume total du matériau. On peut encore distinguer les types de porosité suivant la dimension des espaces vides : porosité réticulaire, colloïdale, capillaire et micro porosités. On distingue aussi « la porosité d'interstice (ensemble des vides compris entre les divers éléments d'une roche) et la porosité de fissures, qui dépend essentiellement du type de roche, de la densité du réseau de discontinuités et de leur degré d'ouverture. Ces discontinuités peuvent être regroupées en plusieurs familles :

-les joints qui séparent deux lits superposés d'une roche sédimentaire,

-les diaclases, qui sont des fractures sans rejets d'allongement, perpendiculaires ou obliques par rapport au litage,

-les failles, qui sont des cassures avec rejets

-les figures et fentes de retrait constituées lors du refroidissement des roches éruptives et lors de la dessiccation des roches argileuses

-la porosité de chenaux, qui s'exprime uniquement dans le cas de roches solubles (calcaire, grès), son expression directe est la *karstification*.

La **perméabilité** des roches : un matériau est perméable dès le moment où il comporte des espaces vides interconnectés à travers lesquels des gaz ou des liquides peuvent se déplacer.

La perméabilité est exprimée par un coefficient K qui a les dimensions d'une vitesse et qui s'exprime en $m s^{-1}$. Le débit Q (en $m^3 s^{-1}$) qui traverse le matériau est directement proportionnel à la perméabilité K du milieu, à la section traversée, à la perte de charge (en m), et inversement proportionnel à la distance traversée (en m). Cette loi ne s'applique pas aux cas où l'eau s'écoule en milieu fissuré ou karstique. En général, les formations poreuses perméables sont rarement isotropes. Pour les roches

³⁰ Guyot, 2003, p.3

³¹ Guyot 2003 p.5

sédimentaires, le matériau est constitué de strates d'éléments de taille variable (gros à forte perméabilité, fins à perméabilité plus faible). Il peut être associé à des formations lenticulaires (changements de faciès) voire à des alternances microlitées. L'histoire géologique d'une formation influe sur la perméabilité de la roche. La dissolution, l'altération et l'évacuation des insolubles améliore la perméabilité mais si la dissolution a pu être prolongée par des recristallisations, cela crée des colmatages et des concrétionnements qui diminuent la porosité et la perméabilité. L'anisotropie et l'orientation des écoulements vont jouer un rôle essentiel en ce qui concerne l'altération dans le matériau comme à l'interface roche/air.³²

La *géomorphologie* s'occupe de l'étude du relief terrestre, tant de ses causes que de son évolution. Elle permet de comprendre les phénomènes qui sont à l'origine des formations rocheuses actuelles et les mécanismes d'altération qui y sont liés.

« La *météorisation* est l'ensemble des mécanismes conduisant à la destruction des roches. Les éléments atmosphériques sont directement responsables de l'altération. Deux grands types d'altération : physique et chimique, auxquelles s'ajoute l'altération biologique qui fait appel aux deux grands types d'altération. Tous ces mécanismes opèrent toujours en étroite collaboration. »

Les altérations physiques sont la désagrégation de la roche, qui est la séparation des grains d'une roche par *thermoclastie*, *cryoclastie*, *hydroclastie*, ou hydrolyse, la *desquamation* de la roche, qui est l'*érosion* par enlèvement de minces écailles superficielles par *cryoclastie*, *thermoclastie* ou *hydroclastie*, et la fragmentation de la roche, qui a lieu lorsqu'il y a rupture ou détachement de blocs ou d'éclats ayant pour cause la *cryoclastie* ou les racines des arbres par exemple.³³

On parle souvent de l'érosion des roches. Lorsqu'une roche s'érode, la surface et les dessins qui s'y trouvent tombent petit à petit en poussière. C'est un phénomène naturel qui peut être causé par différents facteurs : l'action combinée de l'eau et des sels, l'action combinée de l'eau et des cycles gel-dégel, l'action de l'eau de ruissellement, le vent, le vent et les particules qu'il transporte (sablage), les mouvements et frottements des animaux, petits ou grands (insectes à vaches), les végétaux qui se développent sur ou à proximité la roche (mousses, algues), ou la dissolution chimique par des acides. L'érosion peut être généralisée, uniforme et très lente, mais elle peut aussi parfois, lorsque le substrat est hétérogène et poreux, être rapide et localisé, selon la qualité de la roche et son exposition aux agents de dégradation.

L'érosion est également en grande partie favorisée par l'existence de petites dépressions dans la roche où se produit une condensation préférentielle, initiant une dégradation plus rapide.³⁴

3.2.2 Les motifs et leurs dégradations

Les motifs d'art rupestre peuvent être plus ou moins visibles sur la roche par l'effet de contraste de couleur ou de différences de relief. Les motifs peints, obtenus à l'aide de pigments humides sous forme de pâte ou de liquide, forment un film plus ou moins continu à la surface de la roche. Les liants présents dans la peinture assurent la cohésion des pigments entre eux et avec le support. Les qualités du support et de la peinture au moment de l'application sont décisives pour la longévité des peintures, mais après un certain temps, ce sont les phénomènes physiques et chimiques qui se produisent à la surface de la roche qui décident de la conservation des peintures. La plupart du temps, c'est grâce à la formation naturelle de vernis protecteurs (couches de calcite ou silification secondaire) que sont préservées les couches picturales. Ces couches minérales insolubles protègent les œuvres de l'érosion et du lessivage. Ces couches ne sont hélas pas toujours transparentes, ou leur vitesse de formation peut être trop rapide ou trop lente. Il y a souvent de grandes variations de l'état de conservation des œuvres sur un même site. Sans ces couches de vernis, les peintures peuvent souffrir de différents types de dégradations, comme la pulvérulence, l'écailage, le changement ou la perte de couleur, la perte de cohésion et la perte d'adhérence. Ce sont cependant des types de dégradations qui normalement commencent peu de temps après l'application de la peinture et qui

³² Brunet et Vouvé 1996 p.56-58

³³ Monbaron Michel, student.unifr.ch/geosciences/download/GPPG_ch1-2-3.pdf

³⁴ Rosenfeld 1985.p.17

conduisent donc assez rapidement à la perte des motifs. On peut cependant observer ces phénomènes sur des sites récents ou des sites repeints, ou lorsque l'équilibre d'un site est soudainement perturbé. Les sites qui se sont conservés pendant des milliers d'années ont tous bénéficié de conditions très particulières, associant certaines qualités techniques au moment de l'application à des facteurs favorables pour leur conservation tout au long des siècles.

Il peut être difficile d'étudier l'état de la peinture à la surface de la roche. Il est très utile pour cela d'avoir une loupe puissante avec un éclairage adéquat sur le terrain afin de pouvoir observer plusieurs zones différentes. L'observation d'échantillons polis ou de lames minces au microscope électronique à balayage donne de bonnes informations sur la stratigraphie des pigments, la présence éventuelle de charge et d'éléments annexes ainsi que sur d'éventuelles couches minérales recouvrant le motif. Ces indications sont néanmoins très locales, et ne sont que rarement représentatives de tout le site et encore moins de l'adhérence des pigments entre eux et avec le support.

Pour les motifs gravés, seule la conservation de la pierre joue un rôle. Si le support s'érode, le relief va diminuer petit à petit jusqu'à disparaître. La présence de lichens peut augmenter ce phénomène tout en masquant les motifs. Les traits gravés dans la pierre peuvent aussi perdre leur lisibilité par la perte du contraste de la couleur de la pierre : les traits gravés sont normalement moins patinés que la surface car ils ont été exposés depuis moins longtemps ; mais après quelques millénaires, la *patine* est de même tonalité partout et les motifs sont difficiles à voir.

3.2.3 L'équilibre des sites

Il ne s'agit pas de ne prendre en considération que la roche qui constitue le support de l'œuvre, mais le massif rocheux, l'entité géomorphologique qui constitue le site, le support et le cadre des œuvres. Il peut s'agir d'un bloc, posé sur une surface ou partiellement enterré, il peut s'agir d'une grotte ou d'une cavité plus ou moins fermée en passant par l'abri sous roche ou la paroi rocheuse. Chacune de ces structures est associée à un couvert végétal, à une structure externe (forme, pente, zones exposées) et interne (strates, fissures et crevasses, cavités), ainsi qu'à un sol et un sous-sol. Le tout est soumis à un climat. La condition actuelle de la roche et du massif rocheux dépend de toutes ces caractéristiques ; elle évolue, se modifie, s'altère selon des lois qui dépendent des caractéristiques de la structure et de son environnement.

La terre et la végétation font partie de l'entité géomorphologique qui constitue le site. La qualité de la terre dépend de la végétation qui s'y trouve et la végétation influence les caractéristiques de la terre. Il ne s'agit pas ici de conserver la végétation comme témoin du passé, mais de l'inclure dans l'étude des sites en tant que variable qui peut être favorable ou défavorable à une bonne conservation. L'absence de végétation est souvent responsable d'une érosion importante et d'une production de poussière non désirable. L'excès de végétation peut abîmer physiquement les œuvres, mais peut aussi avoir un effet considérable sur le microclimat du site. Elle freine le vent et la poussière, ce qui peut être bien, mais elle fait aussi de l'ombre, accroît l'humidité et maintient une température plus basse. Elle peut aussi réduire les variations journalières de température et d'humidité, ce qui peut être profitable. La végétation peut aussi servir de barrière à la curiosité des hommes et protéger des sites non connus par le public.

Si les végétaux produisent beaucoup de déchets, leur décomposition produira un sol acide. Certains végétaux ont des racines qui peuvent s'étendre très loin et causer des fractures dans la roche.

Le couvert végétal qui environne un site est donc quelque chose qu'il ne faut pas modifier sans en avoir fait l'étude et dans le but d'améliorer la conservation du site.

Une végétation morte ou sèche abondante à proximité des sites constitue un danger dans les zones où des risques d'incendie sont existants.

3.2.4 Les causes d'altération

Le rôle de l'humidité : L'eau joue un rôle déterminant dans l'altération des peintures rupestres et de leur support. L'abondance de l'eau, son évaporation et son cycle dépendent majoritairement des conditions climatiques. Le cheminement de l'eau et les effets qu'elle peut avoir sur l'art dépendent principalement de la composition de la roche et de sa morphologie. Finalement, la composition de l'eau de pluie est souvent liée à l'activité humaine environnante, sur un périmètre plus ou moins grand, mais aussi à la géographie du lieu.

Il peut y avoir des précipitations plus ou moins abondantes, plus ou moins régulières selon différents cycles. L'eau qui a atteint le sol peut ensuite, selon la perméabilité de ce sol, y stagner, ruisseler ou y pénétrer, sachant qu'une partie s'évapore. L'eau qui pénètre dans le sol peut suivre une fracture de la roche et créer ainsi un véritable écoulement, cet écoulement peut ressortir de la roche en un endroit précis et avoir un effet érosif important. L'eau peut également se disperser et migrer progressivement dans les pores de la roche pour ressortir à la surface par évaporation. Durant son trajet dans la roche, l'eau aura dissout différents éléments qu'elle abandonnera en surface ou sous la surface lorsqu'elle s'évapore.

La condensation se manifeste sur tous les supports minéraux et organiques, mais elle n'est visible que sur les surfaces imperméables. Cela joue un grand rôle dans la dégradation des peintures rupestres.³⁵

L'eau, la forme sous laquelle elle se trouve (glace, vapeur, condensation, liquide), sa composition (éléments contenus, salinité, pH), ses mouvements, sa quantité sont des éléments clé dans la compréhension des phénomènes d'altération des peintures rupestres et, plus généralement, dans la géomorphologie, c'est-à-dire les processus qui font que la terre et les structures qui s'y trouvent changent et évoluent continuellement.

L'eau peut se trouver à l'intérieur de la roche dans les pores qui se trouvent entre les grains et dans les fissures. Les pores sont de dimension très petite donc les mouvements de l'eau sont capillaires, ce qui fait que lorsque de l'eau d'évapore par la surface de la roche, de l'eau est aspirée par les forces capillaires pour remplir les pores à nouveau. Pour le cas des fissures, elles peuvent aussi être de petites dimensions, mais leur forme est moins tortueuse et le mouvement de l'humidité tend à se concentrer, ce qui cause leur agrandissement vers des dimensions dans lesquelles le flux est gravitationnel. L'humidité se déplace alors vers la surface sans rapport nécessaire avec les conditions d'évaporation et cela résulte en un flux actif ou un excès d'humidité sur la surface de la roche. L'eau qui atteint la surface de la roche depuis l'intérieur contient généralement plusieurs éléments en solution et en suspension, pour la plupart dérivés des constituants de la roche.

La fréquence et l'intensité des écoulements d'eau à la surface de la roche sont généralement en rapport direct avec les précipitations. La présence d'eau à la surface de la roche peut affecter les sites de 3 façons distinctes : elle lave littéralement les pigments, elle dépose des sels, des argiles et d'autres composés à la surface de la roche et finalement elle permet les développements de végétaux *cryptogames* (champignons, mousses, algues...).

L'humidité qui se déplace dans les pores et qui est tirée vers la surface par les forces capillaires est contrôlée plus directement par la température ambiante et l'humidité relative que par les précipitations. Sa distribution reflète l'hétérogénéité ou l'homogénéité de la surface rocheuse et l'exposition différentielle des surfaces à l'action asséchante du vent et du soleil. L'évaporation par ces sources concentre les solutés et les suspensions et peut les déposer sur ou sous la surface, en accord avec l'équilibre entre les taux d'évaporation et le flux capillaire. Cela peut aussi créer des conditions favorables au développement de végétaux *cryptogames*.

L'eau atteint aussi la surface de la roche sous forme d'eau de pluie qui peut être acide, sous forme d'éclaboussures lorsque des gouttes tombent par terre, sous forme de condensation et, près des

³⁵ Brunet et Vouvé 1996 p.73

côtes, sous forme d'embruns marins, qui contiennent du sel et peuvent endommager sérieusement la roche.³⁶

Deux effets opposés peuvent résulter du mouvement de l'eau à travers la surface de la roche : la dégradation, qui consiste en l'érosion et la corrosion des matériaux constitutifs de la roche, et la cémentation ou patine, qui consiste en la formation d'une zone d'accrétion minérale qui est habituellement assez stable. La plupart des surfaces actuelles résultent de la combinaison de ces deux processus.

La corrosion agit de différentes façons sur les constituants de la roche. Elle résulte en l'hydrolyse des feldspaths et des minéraux ferromagnésiens avec pour conséquence la production de sels, de *séricite*, de kaolinite et d'autres minéraux argileux ainsi que de silice. Cela cause la mise en solution et/ou l'hydratation des minéraux qui cimentent et des argiles qui sont alors solubilisés, mis en suspension ou en dispersion colloïdales. Les produits de la corrosion peuvent être ensuite tirés hors de la surface, laissant derrière eux une matrice poreuse et mal cimentée, un squelette friable de matériaux résistants à la corrosion. La dislocation physique et l'érosion de cette matrice peuvent être augmentées par les pressions exercées lors de l'hydratation des composants interstitiels restants. L'effet général de la dégradation par corrosion en présence d'une humidité relative excessive est de laisser une surface appauvrie, perméable et friable.³⁷

Le rôle des sels : Les sels sont connus depuis longtemps pour être responsables de la dégradation des matériaux poreux à cause des tensions physiques qui résultent de leur *crystallisation* dans les pores. Les sels peuvent endommager les pierres de plusieurs autres manières, par expansion thermique différentielle, gonflement osmotique des argiles (expansion des argiles), pression d'hydratation et par l'augmentation des cycles humidité-sécheresse causés par des sels déliquescents. La majorité de la littérature publiée sur les sels émane de plusieurs disciplines :

-La *géomorphologie* étudie les phénomènes de dégradation par les sels

-Les sciences environnementales étudient le rôle des sels dans les aérosols atmosphériques et leur déposition

-Les sciences géotechniques étudient la dégradation des mortiers par la *crystallisation* des sels et font des tests sur les matériaux de construction

-Les sciences des matériaux étudient les mécanismes fondamentaux des attaques de sels

-La géochimie étudie les concepts de solution de pression et de force de *crystallisation*

-Les conservateurs-restaurateurs enfin publient de nombreuses études de cas et étudient des méthodes de traitement et de prévention.

L'étude du vieillissement des matériaux poreux par les sels passe obligatoirement par l'étude des variables suivantes : les propriétés du substrat, les propriétés de la solution, les propriétés du type de sel et celles de l'environnement. Ces variables interagissent de façons spécifiques en suivant les lois des équilibres thermodynamiques des facteurs cinétiques. Il est important de noter que toutes les actions des sels ne causent pas forcément de dommages. Par exemple, la présence d'efflorescences de surface peut être impressionnante, mais il n'en résulte généralement que peu de dommages. La compréhension des propriétés qui contribuent à produire un effet de dégradation particulier et l'aptitude à faire la différence entre les comportements bénins et dégradants des sels permet de se concentrer sur ces derniers.

Les altérations typiques causées par les sels sont :

-l'écaillage des surfaces

-la fissuration en profondeur

-l'expansion

³⁶ Rosenfeld 1985 p.19

³⁷ Rosenfeld 1985 p.20

- la désintégration intergranulaire
- la pulvérisation de la surface
- la microfissuration

Pour certains mécanismes de dégradation particuliers, comme la pression de *crystallisation*, le degré de dommage est souvent attribuable à des propriétés spécifiques. Par exemple pour la *crystallisation* du sulfate de sodium, le degré de supersaturation et la localisation de la *crystallisation* semblent être les clés pour la compréhension du degré de dommage. D'autre part, il y a quelques propriétés importantes et facteurs cinétiques, comme le taux d'évaporation, qui contrôlent en grande partie la quantité de dommages résultant de ce mécanisme.

En se concentrant sur la nature (moment, localisation, type) du dommage lié aux sels et spécialement sur le degré de dommage, on peut réduire considérablement le nombre de variables.³⁸ (voir tableau ci-dessous).

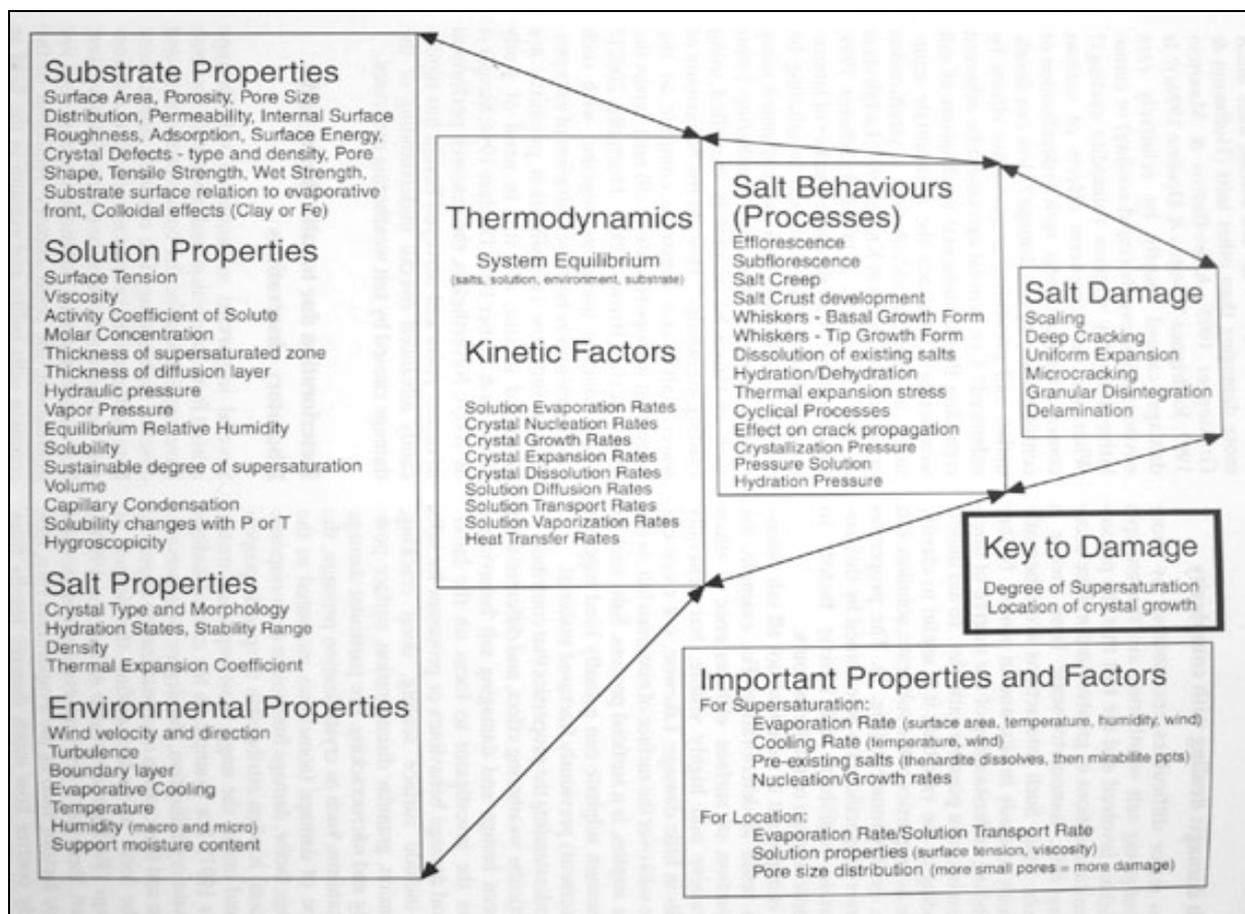


Figure 1: diagramme des propriétés, facteurs et comportements dans les processus de cristallisation des sels. Tiré de Doehne, 2002, p. 51-64

On s'accorde généralement à dire que les sels sont une cause d'érosion parce que leurs changements de volume exercent des pressions à l'intérieur de la matrice de la roche, là où ils se situent. Cela est vrai pour les sels solubles. Ceux-ci ont la capacité de se solubiliser si l'humidité est suffisante (le taux d'humidité nécessaire varie selon le type de sel) et de se cristalliser lorsque

³⁸ Doehne 2002 p. 51-64

l'humidité baisse, formant des cristaux dont la croissance exerce des pressions considérables dans la roche.

Il y a cependant de nombreux exemples où des sels insolubles ont contribué à protéger des peintures rupestres en agissant comme un liant pour la pierre et offrant en même temps une protection pour la surface contre l'érosion chimique et physique venant de l'extérieur.

Il a été observé sur plusieurs sites la stabilisation naturelle de dessins faits au charbon grâce à la formation d'un film de silice qui se dépose par la solution qui sort d'une fissure dans la roche.

L'érosion causée par la présence de sels peut être considérée comme un mécanisme important et est souvent lié à des facteurs comme la teneur en *argile*, la porosité de la roche et le climat. De nombreuses observations et études faites sur la détérioration de la pierre indiquent que la plus importante cause d'érosion est due à des *argiles* instables et que les sels seuls ne causent pas nécessairement l'érosion si d'autres facteurs ne sont pas présents. Par exemple, l'instabilité mécanique des *argiles*, l'instabilité chimique de la calcite et la solubilité du gypse présentent ensemble un potentiel d'érosion important sans que la présence d'autres sels soit nécessaire pour que la roche s'érode. Les sels sont donc l'un de plusieurs mécanismes qui interagissent pour conduire à la dégradation de la pierre. Ces mécanismes sont : L'hygroscopicité et l'expansion des *argiles*, la pression capillaire, le gel, l'expansion thermique, la bio détérioration, l'instabilité chimique.³⁹

Le rôle de l'hygroscopicité et l'expansion des *argiles* : Les *argiles* changent de volume lorsqu'elles absorbent ou perdent de l'eau. Cela ne nécessite pas forcément de la pluie mais l'humidité atmosphérique elle seule suffit à causer des changements importants dans la teneur en eau.

Les sels jouent un rôle significatif dans l'humidification des surfaces par l'adsorption de l'humidité atmosphérique, mais la structure de la roche elle-même peut fournir assez d'eau pour permettre les mouvements de l'*argile*.

La Loi de Kelvin met en relation le rayon des pores avec la condensation pour une humidité relative donnée :

$$\text{Loi de Kelvin} \quad \ln(p/p_0) = \frac{-2\gamma V_m}{rRT}$$

où :	Ln	=	condensation
	γ	=	tension de surface
	V_m	=	masse moléculaire de l'eau
	R	=	constante des gaz parfaits(gas constant)
	T	=	température
	r	=	rayon des pores
	(p/p₀)	=	humidité relative

Les 4 premiers facteurs sont constants et ainsi on peut voir que la condensation se produit dans des pores de plus en plus grands lorsque l'humidité relative augmente. Des études sur les pigments dans le district de Victoria River (Australie) ont démontré une réponse directe des pigments argileux comme la kaolinite et l'ocre jaune aux fluctuations journalières de l'humidité relative. Des comportements similaires peuvent être attendus à l'intérieur des pores des roches ayant une importante fraction argileuse.⁴⁰

Le rôle de la pression capillaire : La détérioration des roches poreuses causée par la pression exercée par les pores remplis d'eau n'a pas encore été beaucoup étudiée. Pourtant, les effets de la

³⁹ Thorn 1993 p.25-27

⁴⁰ Thorn 1993 p.27

pression capillaire ont été suffisamment bien étudiés pour fournir une compréhension basique des raisons pour lesquelles certaines pierres se désolidarisent rapidement alors que d'autres pierres apparemment moins durables restent intactes. Une grande partie de cette compréhension vient de l'étude des pierres de construction sur lesquelles même une légère altération de surface devient évidente sur une surface auparavant lisse et plate. La pression exercée dans les pores de la pierre est plus facile à comprendre avec la formule de Laplace qui démontre une relation inverse entre la pression d'une gouttelette d'eau et son rayon.

Formule de Laplace
$$P-P_0 = \frac{2A}{r}$$

où : **P-P₀** = **changement de pression**
 A = **tension de surface**
 r = **rayon de la gouttelette**

Lorsque le rayon diminue, la pression augmente et il a été observé que certaines pierres à grains fins se détériorent très rapidement.⁴¹

Le rôle du gel : Les mécanismes de gel et de dégel ont été étudiés en détail et il s'avère qu'ils se rapportent plus au modèle de Laplace expliqué ci-dessus qu'à la notion selon laquelle la formation de glace solide à l'intérieur de la pierre cause une expansion. Des études ont été entreprises en utilisant des liquides qui restent stables en volume lors du changement de phase de liquide à solide. Ces liquides ont été introduits dans des pierres qui ont été soumises à des cycles de gel-dégel. Il en ressort que malgré la stabilité dimensionnelle des liquides lors des changements de phase, les échantillons de pierre se détérioraient approximativement au même taux que ceux qui contenaient de l'eau. Il en ressort que la glace n'exerçait pas de pression physique mais réduisait la taille des rayons des pores en se formant. L'augmentation de pression du liquide peut être considérée comme le seul mécanisme en jeu et confirme la formule de Laplace.⁴²

Le rôle de l'expansion thermique : L'expansion thermique a été citée comme étant une contribution importante à la détérioration des pierres. Son impact sur un abri-sous-roche n'a pas été démontré, mais il n'y a pas de raisons pour que certains sites ne soient pas affectés par les tensions dues aux variations thermiques. Les tensions thermiques sont considérées comme étant actives dans les roches faibles lorsque les variations journalières de température excèdent 30°C. Les roches plus durables peuvent résister à des changements journaliers plus importants et la limite pour les roches faibles a été fixée à 34 MPa (c'est-à-dire qu'un échantillon de roche qui résiste à une pression de 34 Mpa est considérée comme une roche solide).⁴³

Le rôle de la bio détérioration : La bio détérioration reste l'un des mécanismes de détérioration de l'art rupestre les moins étudiés à ce jour. Là encore, les pierres de construction ont été l'objet de beaucoup plus d'attention mais comme pour les sels, une grande partie des études s'est concentrée sur l'analyse et l'observation des espèces plus que sur la quantification des mécanismes de dégradation. Le travail considérable entrepris sur la biogenèse des oxalates est intéressant pour l'art rupestre. Des preuves convaincantes existent et démontrent le rôle des lichens dans la production d'acide oxalique bien que le résultat final semble, plus que d'éroder la roche, contribuer à former une couche de protection naturelle durable. Plusieurs études ont démontré le rôle des cyano- et thiobactéries. Deux aspects importants de l'activité bactérienne ont été démontrés : premièrement, la

⁴¹ Thorn 1993 p.28

⁴² Thorn 1993 p.28

⁴³ Thorn 1993 p.28-29

cyanobactérie produit de l'acide nitrique capable de dissoudre des minéraux carbonatés. Le second aspect observé est la formation de sels nitreux.⁴⁴

Le rôle de l'instabilité chimique : Il y a un grand nombre de composants chimiquement instables qui peuvent se trouver dans la roche et qui peuvent être dissous très vite. La calcite, les plagioclases, les micas et le gypse sont tous solubles et, vu que leur dissolution joue un rôle majeur dans la formation des sels, cela peut souvent être consécutif à la déstabilisation due à la dissolution des minéraux primaires. Les cycles de dissolution-précipitation qui se produisent sur et à l'intérieur de la roche sont complexes et ne sont pas complètement compris.⁴⁵

Le rôle du climat : Le climat peut jouer un rôle de deux façons : Premièrement, les variations horaires, journalières et saisonnières, le régime et l'intensité des pluies, la neige, le gel, le dégel, le soleil qui chauffe, le vent, seul ou associé à des matériaux fins qu'il transporte (sable, poussières, glace, embruns marins) peuvent contribuer à la formation et à la modification des paysages et des roches. Deuxièmement, Le climat peut contribuer indirectement à des changements par l'intermédiaire de la couverture végétale. En effet, la couverture végétale dépend dans une certaine mesure des conditions climatiques générales. La présence, l'absence ou la nature de la couverture végétale auront une influence directe sur des phénomènes tels que les vents, l'humidité, l'érosion des sols, etc.

Le contexte bioclimatique (végétation + climat) jouent un rôle sur la *météorisation* des roches ainsi que sur l'évacuation des débris.⁴⁶

Les processus d'érosion varient selon le climat sous lequel évolue la formation rocheuse étudiée. Par exemple, les processus de solution sont moins importants que les processus mécaniques dans les régions froides. Cela arrive premièrement parce que l'activité biologique est moindre dans les climats froids et deuxièmement, parce que l'action du gel-dégel y est prévalente. Évidemment, les processus de solution sont également moindres dans les régions arides. Les climats chauds et humides augmentent la croissance de la végétation, la décomposition des matières organiques, la production de dioxyde de carbone (gaz carbonique) et des écoulements de surface importants. Des températures plus basses réduisent les effets de mise en solution, même si la production de gaz carbonique reste constante.⁴⁷

Les catastrophes naturelles et événements climatiques : Évidemment, les catastrophes naturelles peuvent nuire à la conservation des sites de peintures rupestres, voire même les détruire. Les éruptions volcaniques, les tremblements de terre, les inondations, les incendies, les tornades, les raz-de-marée, les glissements de terrains et éboulements constituent un éventail de phénomènes rares contre lesquels on ne peut pas faire grand chose si ce n'est se rappeler que rien n'est indestructible.

Les incendies sont un facteur que l'on peut néanmoins minimiser en nettoyant la végétation morte autour des sites, ou en créant une zone déboisée encerclant le site pour couper le feu.⁴⁸

Le réchauffement global de la planète risque d'avoir une influence sur certains sites, surtout à cause de l'augmentation du niveau de la mer.

Il est vraisemblable de penser que des grottes ornées ont été englouties par la mer autour de la Méditerranée après la fin de la dernière glaciation, comme le montre la découverte de la grotte ornée de Cosquer près de Marseille, dont l'entrée d'origine se trouve à 37 mètres sous le niveau actuel de la mer.⁴⁹

⁴⁴ Thorn 1993 p.29

⁴⁵ Thorn 1993 p.29

⁴⁶ Brunet et Vouvé 1996 p.70-71

⁴⁷ Trudgill 1985 p.104-105

⁴⁸ Brunet Vidal Pierre et Vouvé 1988

⁴⁹ Clottes 2005 p.1

Le rôle des lichens, les algues, les champignons et les mousses : « Les parois exposées à des microclimats plus ou moins tamponnés constituent des milieux favorables au développement de micro-organismes végétaux qui auront une influence sur l'état de conservation de l'art *pariétal* sous toutes ses formes. »⁵⁰ Certaines algues peuvent causer des dommages mécaniques par leurs variations de volume à l'intérieur des anfractuosités et larges pores de la roche. De plus, elles peuvent être responsables de la formation d'un sol idéal pour le développement de mousses puis de végétaux supérieurs.⁵¹

Les algues, en plus de leur présence visible à la surface de la roche, peuvent sécréter des acides organiques qui aident au développement de champignons. Elles ont un rôle à jouer dans les phénomènes chimiques sur les roches calcaires. Elles retiennent l'eau à la surface de la roche. Les lichens produisent des acides et laissent de petites cavités lorsqu'on les élimine.⁵²

Le rôle des animaux : Les animaux peuvent endommager les peintures rupestres à plusieurs échelles. La présence de bétail sur des sites modifie la composition du sol par l'introduction de fumier et les animaux se frottent contre la roche, déposant un film gras et sale et effaçant les motifs. Certains animaux frottent leurs cornes contre les parois, et d'autres rongent littéralement les roches sédimentaires riches en chlorure de sodium (**photo 63**). La présence d'oiseaux ou de chauve-souris est accompagnée de l'accumulation de fientes, qui sont seulement masquent les motifs mais ont également une action chimique qui modifie la couleur de la paroi. Les déjections d'oiseaux sont connues sous le nom guano, et une étude en Australie a montré que dans certaines conditions, le phosphore du guano permet de stabiliser les pigments utilisés par les Aborigènes en composés plus stables.⁵³ Il est rarement possible de nettoyer complètement d'importantes accumulations de fientes de chauve-souris. Certains insectes (termites, fourmis, mouches maçonnes, guêpes)⁵⁴ construisent des galeries et des nids qui sont cimentés à la roche. Il est possible de les enlever, mais la trace du parcours des insectes reste généralement visible.

Le rôle de l'homme : L'homme est responsable de nombreux dégâts sur les sites d'art rupestre. Cela peut se produire sous la forme de destruction délibérée des œuvres, c'est-à-dire du vandalisme, mais aussi par négligence ou manque d'information, par accident ou pour des raisons scientifiques, sans oublier les raisons financières. Il est généralement reconnu que lorsque aucune barrière, physique ou psychologique, ne sépare l'homme des œuvres, une grande partie du public se sentira poussé par l'envie de toucher les œuvres, de vérifier leur adhérence et leur texture. Cela produit des pertes de matière par abrasion, mais cela ajoute aussi de la graisse sur la roche. Ce problème peut être important lorsque c'est toujours la même zone qui est touchée. Certaines surfaces de roche peuvent se montrer très fragiles et friables, et le simple fait de frôler la paroi involontairement peut causer la perte de parties du site.

J'ai vu un cas intéressant de raison financière pouvant causer la mise en danger de sites. Des gens ayant acheté un domaine avec une vigne et un café étaient très heureux de savoir qu'il y avait un important site d'art rupestre sur leur domaine. Ils désirent en faire un outil de marketing pour attirer les clients chez eux. Ils aimeraient utiliser des photos de l'art rupestre pour illustrer leur brochure publicitaire et emmener des clients et des amis pour visiter les sites, et peut-être aussi y faire des pique-niques. Or il est risqué de révéler l'existence et l'emplacement des sites au grand public, surtout s'ils sont facilement accessibles. On ne peut pas mettre ces lieux dans le domaine public sans s'être assuré au préalable que les sites sont bien protégés et qu'ils sont sous la responsabilité de gens qui sont au courant des risques.

Allusion au code d'éthique de l'*IFRAO* (article 6(3)) (**ANNEXE B**): « Les membres ne révéleront pas au public général l'emplacement des sites d'art rupestre inconnus du public et non protégés. En définitive, la meilleure protection dépend de la conscience qu'à le public de la valeur de l'art rupestre.

⁵⁰ Brunet et Vouvé 1996 p.182

⁵¹ Brunet et Vouvé 1996 p.182-183

⁵² Guyot 2003 p.13-14

⁵³ Brunet Vouvé 1996 p.181

⁵⁴ Brunet Vouvé 1996 p.181

Une partie de tout effort de conservation devrait inclure l'éducation du public pour le respect de l'art rupestre où qu'il se trouve. »⁵⁵

On peut donc rendre public un site, si c'est dans le but d'informer le public, de lui faire prendre conscience de la valeur de l'art rupestre. Cela nécessite de se donner les moyens de fournir au visiteur des informations sérieuses et informatives sur l'interprétation du site, sa valeur et sa fragilité. Il n'est absolument pas justifié d'ouvrir un site au public uniquement pour gagner de l'argent et l'utiliser comme décor.

Il n'y a encore qu'une centaine d'années, lorsque quelqu'un découvrait un site, il ne pouvait pas savoir s'il était le premier à le découvrir ou pas, à moins qu'un découvreur précédent n'y ait laissé sa signature. Il est très fréquent de voir des sites signés et datés par leur découvreur ou un visiteur, comme on laisserait un drapeau au sommet d'une montagne ou sur la lune. Aujourd'hui, cette pratique n'a plus de raison d'être, car les gens peuvent prendre des photographies facilement, ce qui permet d'avoir une preuve, une trace de la découverte. Cependant, sur bien des sites, les visiteurs contemporains ont encore la mauvaise habitude de laisser leur marque sous forme d'initiales, de prénom et de signes gravés, peints ou dessinés. Les marques laissées par ces gens donnent l'impulsion à d'autres personnes de faire de même, et une fois le phénomène lancé, il y a peu de chances pour qu'il s'arrête. Il y a des sites où la quantité de graffiti est telle qu'un œil non averti ne pourrait y déceler l'art rupestre qui s'y trouve (**photo 1**). Dès ce moment, les gens qui font des graffiti n'ont plus du tout conscience que leur acte est un acte de vandalisme, ils ne savent même pas qu'il y a des peintures rupestres à cet endroit. Le cas des graffiti peut être considéré comme un facteur de dégradation exponentiel. Cependant, l'absence de graffiti sur un site ne garanti pas sa sécurité.

L'homme a déjà causé d'importants et irréparables dommages à l'art rupestre en ayant pour intention première de le conserver, l'inventorier, le protéger ou le restaurer. De nombreux motifs ont depuis longtemps été retouchés, rehaussés ou surlignés pour améliorer leur visibilité sur des photographies ou pour le retrouver plus facilement, ou simplement pour les rendre plus esthétiques selon le goût de « l'artiste » du moment.

Il a pendant longtemps été et il est encore une habitude de mouiller ou humidifier la roche et les motifs pour faire ressortir les tracés afin de les voir, les dessiner ou les photographier. Cette pratique, même si elle n'est pas forcément toujours nocive, est aujourd'hui fortement déconseillée. L'application d'eau sur les peintures rupestres, particulièrement celles qui ne sont naturellement pas en contact avec des écoulements, peut provoquer le lessivage des pigments ou des attaques de sels.

Comme certains sites ont établi un semi équilibre depuis longtemps, l'humidification soudaine d'une zone desséchée peut mener à des altérations physiques irréversibles. On cite un site en Egypte où des images peintes vieilles de plus de 7000 ans (Wadi Sura) sont détruites par des efflorescences de sels causées par l'eau que les touristes ont l'habitude de verser dessus.⁵⁶

Il est souvent facile de repérer des représentations préhistoriques dans des abris-sous-roche soit à cause de leur bon état de conservation, ou alors car ils se trouvent dans des zones noircies. L'origine de ces zones se trouve dans la pratique, souvent utilisée au cours du siècle passé, d'humidifier les œuvres pour les rendre mieux visibles. Un éventail étonnant de produits a été utilisé pour obtenir cet effet, allant de l'eau propre, sale ou déminéralisée en passant par du vin ou d'autres boissons, de l'urine, de l'huile et des cires. Les composés organiques présents dans la plupart de ces liquides tachent la roche irrémédiablement. Même l'utilisation d'eau, propre ou déminéralisée, endommage les œuvres. L'eau normale dépose les sels qu'elle contient sur la roche et l'eau déminéralisée dissout les sels de la roche qui ensuite cristallisent en surface, créant dans les deux cas un voile blanchâtre.⁵⁷

Destruction de sites et vandalisme d'état : Les sites peuvent aussi parfois être menacés dans leur intégralité, en tant que partie du paysage. Des sites entiers, et pas seulement des sites d'art rupestre,

⁵⁵ Bednarik 2001 p.189

⁵⁶ MacLeod 2000 p.33

⁵⁷ Guillamet 2002 p.209

ont disparu ou sont menacés de destruction à cause de la construction de barrages par exemple. On ne parle pas dans ce cas de cause de dégradation, mais bel et bien de destruction.

Au Portugal, dans la vallée de Guadiana, plus de 600 sites sont en cours de destruction depuis la construction du barrage d'Alqueva, qui formera le plus grand lac artificiel d'Europe. Il s'agit d'une des plus grandes concentrations de sites d'art rupestre en Europe. Le lac a commencé à se remplir en février 2002, malgré les tentatives de l'*IFRAO* d'empêcher cette destruction. Les autorités n'ont pas pris les dispositions nécessaires pour constituer un inventaire sérieux des œuvres, et ce patrimoine sera perdu à jamais. Au Portugal encore, dans les années 70, plus de 20000 gravures rupestres ont été perdues suite à la construction du barrage de Fratel, et plusieurs sites sont aujourd'hui menacés par la construction d'un barrage dans la vallée de Sabor. La lutte contre ce genre de destruction n'est heureusement pas toujours vaine, et c'est ainsi que la construction du barrage de Côa, au Portugal toujours, a pu être arrêtée en 1995, à grands frais pour les contribuables, sous la pression d'institutions telles que l'*IFRAO*. Le parc archéologique de la vallée de Côa a été ouvert en 1996 et il est maintenant classé au Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Les œuvres ont subi et subissent encore cependant de nombreux actes de vandalismes résultant des mécontentements des gens qui étaient pour la construction du barrage. De tels projets ne doivent normalement pas être entrepris avant qu'une étude des impacts sur l'environnement et le patrimoine n'ait été accomplie, mais la corruption et les conflits d'intérêts font que parfois même des archéologues taisent la présence de sites lors de la rédaction des études d'impact, jusqu'à ce que quelqu'un tire la sonnette d'alarme alors que tout est déjà en chantier.

Au Pérou, le site de Quebrada de San Domingo, contenant une collection unique de géoglyphes millénaires, est en cours de destruction pour la construction de canaux d'irrigation. En Turquie, le site de Latmo est menacé par un barrage. Aux USA, le site de Petroglyph National Monument, au Nouveau Mexique, est menacé par la construction de route qui passerait à travers le paysage sacré et les *pétroglyphes*. Au Brésil enfin, le parc national de la Serra da Capivara voit plus de 700 sites mis en danger à cause de manque de fonds. La culture et la sauvegarde du patrimoine font rarement le poids face aux impératifs économiques.⁵⁸

Sur un autre continent, en Australie, le site de Dampier, qui est réputé pour être le plus grand complexe de *pétroglyphes* au monde, est menacé par l'industrie. Depuis 1964, entre 20 et 25% des motifs ont été perdus et le reste est sérieusement menacé par les pluies acides causées par les installations industrielles adjacentes aux sites. Il est maintenant prévu de construire un immense complexe pétrochimique, et une étude montre que la plupart des motifs auront disparu au cours du 21^{ème} siècle.⁵⁹

Les activités minières sont elles aussi responsables de la destruction de nombreux sites. En France, l'abri du Croc-Martin, dans la forêt domaniale de Fontainebleau, fut détruit en 1870 par les carrières qui exploitaient le grès. Il ne reste que le fond de l'abri avec une peinture animalière.⁶⁰

En Russie, des sites d'art rupestre d'importance majeure ont été complètement ou partiellement submergés après la construction de barrages sur les principales rivières de Sibérie, la rivière Yenisei et la rivière Angara.⁶¹

Lorsqu'il n'est pas possible d'empêcher la réalisation de tels projets destructeurs, les seules choses à faire pour sauver un peu de patrimoine sont l'inventoriage systématique, le prélèvement d'œuvres ou de blocs entiers pour les conserver ailleurs (pratique souvent critiquée) et l'éducation du public, dans le but d'éveiller son intérêt pour les sites qui sont encore à sauver.

En approfondissant la recherche, on se rend compte qu'il serait vain de dresser une liste exhaustive de tous les sites d'art rupestre qui ont été détruits à travers le monde à cause de la construction de barrages et de routes, par l'exploitation de mines et de carrières ainsi que pour d'autres travaux de

⁵⁸ <http://khoikhoi.org/sosrockart/>, 13.03.2005

⁵⁹ <http://mc2.vicnet.net.au/home/dampier/web/index.html>, 13.03.2005

⁶⁰ Bénard 2002, p.97

⁶¹ Devlet Ekaterina et Marianna 2002 p.91

grande envergure. Bien que certains cas attirent l'attention du public et parfois des autorités, il semblerait que, bien souvent, le patrimoine rupestre soit simplement ignoré.

3.3 Interventions et traitements usuels

On peut envisager les actions destinées à la conservation des sites de plusieurs façons :

La gestion, qui signifie organiser les rapports ainsi que les droits et devoirs des différents organismes et individus en relation avec le site, gérer le site sur le plan légal, décider de l'engagement d'un conservateur-restaurateur ou prendre les décisions financières.

La conservation préventive, qui signifie par exemple protéger le site par des barrières, protéger le sol de l'érosion par des trottoirs, entretenir la végétation, surveiller régulièrement le site, documenter complètement le site, fermer le site au public, en interdire l'accès, informer et éduquer le public.

La conservation, qui signifie installer des gouttières pour dévier les écoulements d'eau, drainer, consolider la roche, éliminer des mousses ou des algues mécaniquement ou chimiquement, enlever des sels, modifier la végétation, etc.

La restauration, qui signifie enlever ou masquer des graffiti, retoucher des œuvres, recoller des fragments tombés, remettre en place des parties prélevées, combler des lacunes, recréer des gravures, etc.

Le nettoyage des graffiti : Avant tout travail de nettoyage de graffiti, il est indispensable de faire un inventaire méticuleux de tout ce qui se trouve sur la paroi avec un historien ou archéologue qui connaît bien le site. Il faut traiter chaque graffiti au cas par cas, les documenter et procéder à des tests. Il peut arriver que certains graffiti soient considérés comme historiques, par leur âge ou le fait qu'ils soient de la main d'un personnage connu par exemple et, dans ce cas, on peut décider de le laisser. Certains graffiti peuvent être enlevés avec des compresses absorbantes contenant des solvants, cela nécessite de faire des tests de solubilisation. D'autres graffiti nécessitent des moyens mécaniques qui peuvent être variés, comme des scalpels, brosses, pinces, spatules ou le micro sablage. On peut aussi choisir de retoucher les graffiti, c'est-à-dire de leur donner la même couleur que la roche ou que les motifs qu'ils traversent. C'est généralement la technique utilisée pour masquer les graffiti incisés.

Le dessalement : Les sels peuvent être divisés en deux catégories déterminées par les traitements par lesquels on peut les supprimer. Les sels solubles peuvent être nettoyés avec des compresses d'eau distillée alors que les sels insolubles nécessitent des traitements plus complexes.

Andrew Thorn pense qu'il est possible de trouver des méthodes de traitement qui serviraient à convertir des sels solubles en sels insolubles pour protéger les peintures rupestres. La difficulté est de contrôler la transparence du film. Il a observé, sur des sites d'Afrique du Sud, des formations de gypse qui ont fixé des graffiti en quelques années. Ces formations de gypse ont obscurci un grand nombre d'images peintes et dans certains cas les parties couvertes par le film de gypse ont des couleurs plus éclatantes que les parties non recouvertes. Il n'a pas pu définir si le film avait en fait permis de retenir plus de pigments mais il semble que l'intensification de la couleur ait été due à la modification de l'environnement optique autour des pigments, causant une saturation optique de la couleur un peu comme le fait un vernis sur une peinture traditionnelle.⁶²

Tous les sels ne sont donc pas facteurs d'érosion sur les sites de peintures rupestres et il est nécessaire d'évaluer leur stabilité et leur mécanisme de formation avant d'entreprendre un traitement sur ces sels

⁶² Thorn 1993 p.25

La consolidation et la protection : Comme décrit plus haut, il y a des cas où les sels insolubles peuvent agir comme consolidant et comme couches protectrices sur les représentations *pariétales*. On ne peut cependant pas généraliser en disant que tous les films formés par des sels insolubles sont protecteurs.

Il y a des similitudes entre la formation naturelle de films siliceux et la consolidation de la pierre à l'aide d'esters d'acide silicique. L'utilisation de silicate d'éthyle a été passablement documentée dans la littérature, du fait de son efficacité pour consolider la pierre mais aussi pour les cas où son utilisation s'est avérée inappropriée et a causé une augmentation des altérations de la pierre. Il y a des cas où le silicate d'éthyle, appliqué comme consolidant pour former du dioxyde de silicone à l'intérieur de la pierre, a conduit à la formation d'un film imperméable à la surface de roches très denses.⁶³

Plusieurs essais de consolidation d'œuvres rupestres en plein air ont déjà été réalisés. En 1968, au Tassili N'Ajjer, des peintures rupestres ont été consolidées avec du Paraloid® B72 dans du trichlorure d'éthylène. Des tests effectués en 1983 ont montré que le polymère était toujours en bon état, mais le seul problème est que la résine était employée en solution trop concentrée et que la surface apparaît un peu brillante et trop foncée. En Australie, en 1987, Des tests ont été effectués pour comparer l'efficacité de 3 types de consolidants différents en milieu naturel sur une roche de grès-quartzite, avec des pigments naturels appliqués pour le test. Ils ont comparé des produits hydrofuges perméables à la vapeur d'eau, à faible pouvoir consolidant, des produits consolidants et des produits imperméabilisant la surface. Leurs conclusions après une année sont que les produits à base de silicone, de silane et de vinyle acrylique semblent être les plus efficaces.⁶⁴

On peut raisonnablement penser que de telles tentatives réussissent rarement, et il est probable que les échecs soient rarement publiés. Certains chercheurs rapportent tout de même, comme dans ce cas en Russie, que des essais pour stopper la détérioration de la surface de la roche (comblement de fissures, imprégnation de surface) n'ont pas été très fructueux et que ces mesures de conservation ont eu des résultats lamentables et irréversibles et devinrent un facteur complémentaire de la destruction des sites d'art rupestre.⁶⁵

Le cas du vernis du désert : Certaines roches s'érodent en permanence, elles ne présentent jamais de surface patinée, mais une surface qui semble toujours jeune et neuve. Dans les climats désertiques, le contraire peut se produire, l'érosion n'a pas forcément lieu, au contraire une croûte appelée vernis du désert peut se former très lentement sur la roche. Le vernis du désert est une couche mince et brillante de couleur rouge à noire trouvée sur les surfaces rocheuses exposées dans les régions arides. C'est une patine qui a une structure et une composition uniformes, constituée en majorité d'argiles et d'oxydes de fer et de manganèse. On le trouve particulièrement en Australie (Ouest), en Afrique du Nord et aux USA. Si les précipitations excèdent 250mm par an, le vernis s'érode. Des recherches ont montré que le vernis du désert ne peut se former que sur des surfaces basiques.⁶⁶ Le vernis du désert est composé d'argiles et d'autres particules cimentées à la surface rocheuse par le manganèse déposé et oxydé par des bactéries qui vivent là. Cela est produit par les activités physiologiques de microorganismes qui sont capables de prendre le manganèse dans l'environnement, puis l'oxydent et le fixent sur la surface rocheuse. Ces organismes vivent sur la plupart des surfaces rocheuses et sont capables de nourrir tant de sources organiques qu'inorganiques. Les sources des composants du vernis du désert ne viennent pas de la roche elle-même, mais principalement des poussières atmosphériques et des écoulements de surface. Il faut des milliers d'années pour former une couverture complète de vernis du désert, il ne se trouve donc pas sur les surfaces facilement érodées. Un changement de pH, comme les pluies acides, peuvent éroder le vernis. Les lichens sont aussi responsables de l'érosion chimique du vernis.⁶⁷

⁶³ Thorn 1993 p.32

⁶⁴ Brunet et Vouvé 1996 p.215

⁶⁵ Devlet Ekaterina et Marianna 2002 p.93

⁶⁶ Rosenfeld 1985 p.27-32

⁶⁷ <http://www.nps.gov/cany/nature/geology/varnish.htm> (23.05.05)

Des essais de création d'un vernis du désert artificiel, destiné à retoucher des griffures récentes sur des blocs gravés anciens et recouverts de vernis du désert, ont été effectués dans les années 70, mais, après quelques années, il s'est avéré que le vernis artificiel était plus foncé et avait des reflets bleutés.⁶⁸

La déviation de l'eau : L'eau qui ruisselle en surface de la roche et altère les représentations rupestres peut être déviée de plusieurs façons. On cite l'utilisation de bourrelets en silicone, appliqués en amont des motifs, sur le parcours de l'eau, directement sur la roche préalablement nettoyée. Dans la grotte de Niaux, la pose de microstalactites artificielles en polyuréthane a permis de réduire l'arrivée d'eau sur des motifs. Ces méthodes sont réversibles et demandent un contrôle régulier. Dans le cas d'eau arrivant par des fissures, il faut parfois avoir recours à des microforages équipés d'un drain afin de capter l'eau dans la roche. Une autre intervention irréversible est le creusage d'un lamier pour capter l'eau et la déverser plus loin.⁶⁹

De nombreux traitements peuvent être envisagés de diverses manières sur les sites d'art rupestre, et il faut généralement procéder à des tests poussés avant d'agir. Ces traitements incluent **le comblement de lacunes ou fissures** (des blocs rocheux ont été consolidés par rebouchage des fissures avec un coulis de chaux et de résine acrylique, ainsi qu'avec de la résine polyester.⁷⁰), **l'élimination des végétaux cryptogames**, le **nettoyage** (déjections animales, nids et tunnels d'animaux, poussière et projections), le **refixage d'écailles** ou encore **l'enlèvement de concrétions**. On peut nettoyer les voiles blancs créés par les sels de calcium (gypse, calcite) avec des compresses imbibées d'un mélange d'eau, de bicarbonate d'ammonium, de bicarbonate de sodium, d'EDTA et de désogène, ce mélange est appelé A.B.57 et a été mis au point par P. Mora.⁷¹

L'aménagement des sites : L'aménagement des sites devrait avoir pour but leur protection et leur conservation. De nombreux sites sont équipés de barrières pour empêcher les visiteurs et les animaux de toucher les oeuvres. La pose d'un trottoir sert généralement à limiter l'érosion du sol et la création de poussière dans les sites fréquentés par le public. Des aménagements de végétation peuvent être créés pour augmenter l'ombre (réduire les écarts de température) ou freiner le vent et la poussière. De tels aménagements nécessitent une planification importante et une étude préalable du site. Il faut généralement tenir compte de l'impact sur le sol archéologique du site et sur son équilibre général. Tout aménagement demande un suivi et un entretien réguliers.

L'installation d'information destinée au public dans les sites ouverts est nécessaire. L'éducation des visiteurs est primordiale pour la conservation du patrimoine, et il est désirable que les explications portent tant sur l'interprétation des motifs que sur la valeur et la fragilité du site et sur les peines qu'encourent les personnes prises à détériorer les sites.

La construction d'aménagements importants sur ou à proximité des sites peut modifier les propriétés acoustiques des sites, or ces propriétés font l'objet d'études archéoacoustiques intéressantes dont il est important de tenir compte.⁷²

La documentation, l'inventaire systématique et la réalisation de copies 3D sont des techniques qui permettent de conserver un grand nombre de données relatives aux sites. L'inventaire photographique et des relevés des œuvres, de leur emplacement et de la morphologie du support sont la première étape nécessaire avant tout traitement sur le site.

⁶⁸ Brunet et Vouvé 1996 p.217

⁶⁹ Brunet et Vouvé 1996 p.191-193

⁷⁰ Brunet et Vouvé 1996 p.210-211

⁷¹ Brunet et Vouvé 1996 p.188

⁷² Waller 2003

3.4 Rayon d'action et éthique

3.4.1 Comment envisager la conservation de l'art rupestre

Les sites d'art rupestre font partie intégrante de la nature, dont on ne peut les isoler. Ils sont donc pleinement soumis aux agressions du climat. Cela est un peu différent pour les sites renfermés dans des grottes. Là, un véritable équilibre climatique est en jeu, il peut être facilement bouleversé ou artificiellement contrôlé.

Les représentations rupestres qui sont parvenues jusqu'à nous sont celles qui ont pu se conserver grâce au fait qu'elles ont été réalisées dans des endroits favorables à la conservation. D'autres ont disparu, érodées par le vent, la pluie, recouvertes de concrétions, de mousses ou même enterrées, ou parce que la roche sur laquelle elles ont été faites était trop fragile. D'autres ont été effacées par des animaux ou se sont effondrées avec leur support etc. Ces représentations s'altèrent régulièrement, à un rythme lent tant que leur environnement ne subit pas de changement. Aujourd'hui et depuis plus d'un siècle, le danger majeur pour la conservation des sites d'art rupestre est l'homme. L'homme en tant que vandale du dimanche, défigurant volontairement les œuvres, l'homme en tant que visiteur sans mauvaises intentions, peut-être pas assez informé, modifiant le climat des grottes, soulevant de la poussière, touchant par curiosité des dessins, l'homme en tant que collectionneur et trafiquant d'art, prélevant sans remords des parties de roche ornée, l'homme en tant que bâtisseur, constructeur et industriel, causant des pluies acides et autres pollutions atmosphériques, détruisant des sites pour construire des routes, des lacs artificiels, des mines ou exploitant tout simplement le terrain. La lutte contre ce genre de dégâts va souvent au-delà du rayon d'action du conservateur-restaurateur. Il est possible d'effacer ou de masquer certains graffiti, il est possible de protéger des sites par des grillages ou d'en interdire l'accès, mais il y a aussi certaines décisions qui se prennent au niveau politique et financier.

D'un autre côté, les sites d'art rupestre ne sont à l'abri d'aucune catastrophe naturelle, du tremblement de terre à la tempête en passant par les incendies et les chutes de météorites. Il y a des choses contre lesquelles le conservateur-restaurateur ne peut absolument rien faire.

Chaque site est unique : la nature du support, le climat, l'environnement, la situation géographique, les techniques et les matériaux utilisés sont tant de variables qui font qu'il est nécessaire d'envisager le site dans son intégralité. Le sol archéologique et toutes les informations qu'il peut contenir font également partie d'un site.

Il y a généralement une différence à faire entre la façon d'aborder les sites d'Europe et les sites d'Australie et d'Amérique par exemple. La grotte de Chauvet et les peintures qui s'y trouvent ne sont plus directement liées à une culture, à une population et à des individus. Cela fait désormais partie d'un « matériel scientifique », alors que certains sites d'Australie sont encore des lieux culturels importants et utilisés par les aborigènes. Ils en sont les gardiens, cela fait partie de leur héritage. Certains groupes ont même pour tradition de retoucher ou repeindre les sites. Les décisions prises par le conservateur-restaurateur dans ce cas-là ne peuvent pas se faire sans consultation et accord avec eux.

3.4.2 Les chartes et codes d'éthique

La charte ICOMOS-New Zealand a été adoptée par le comité national néo-zélandais en 1993. Elle est jointe dans les annexes de l'**ANNEXE A**. ICOMOS New Zealand-Te Mana O Nga Pouwhenua O Te Ao a été fondé en 1987. ICOMOS est l'autorité principale de l'UNESCO en ce qui concerne la conservation et la protection des monuments et sites historiques.

Je ne pense pas qu'il soit nécessaire de résumer tous les points de cette charte ici, mais il est par contre important de souligner les points qui sont propres à la Nouvelle-Zélande et qui diffèrent donc de ce que l'on connaît en Europe. Les différences principales sont liées au fait que la Nouvelle-Zélande soit la patrie de deux peuples d'origines différentes, les kiwis (les Européens de Nouvelle-Zélande) et les Maoris.

La charte ICOMOS Nouvelle-Zélande est constituée d'une série d'indications sur la conservation de l'héritage culturel. La charte est largement utilisée dans le secteur du patrimoine en Nouvelle-Zélande et constitue un point de référence pour les standards de conservation et dans la pratique. Elle est utilisée par les ministères et les départements du gouvernement central, par les représentants locaux dans les plans de districts et la gestion du patrimoine culturel ainsi que par les conservateurs-restaurateurs comme principes et guides.

Le Historic Places Trust/Pouhere Taonga, le ministère de la culture et du patrimoine et le département de conservation utilisent la charte pour guider leur travail dans la conservation des biens culturels. Elle a été utilisée par les Ngai Tahu dans leur Acte d'Etablissement.

La charte ICOMOS Nouvelle-Zélande traite du but, des principes, de la réalisation et des procédures de la conservation. Elle fournit également d'utiles définitions pour les termes principaux de la conservation comme la préservation, la maintenance, la restauration etc.⁷³

Résumé des points principaux de la charte :

PREAMBULE

Le but de la conservation : le but de la conservation est de prendre soin des lieux à valeur d'héritage culturel, de leurs structures, de leurs matériaux et de leur signification culturelle.

Le patrimoine culturel indigène : l'héritage indigène des Maoris et des *Morioris* est lié à la famille, aux groupes constituant des clans (*hapu*) et tribus ainsi qu'aux associations. Cela est inséparable de l'identité et du bien-être et a des significations culturelles particulières.

Le traité de Waitangi est le document fondateur de la Nouvelle-Zélande et est la base pour le rôle de gardiens attribués aux indigènes. Il reconnaît que les indigènes exercent une responsabilité pour leurs trésors, leurs monuments et leurs lieux sacrés. Cet intérêt s'étend au-delà de la propriété légale normale partout où un tel patrimoine existe. Une connaissance particulière des valeurs du patrimoine est confiée aux gardiens choisis. La conservation des places du patrimoine culturel indigène est de ce fait conditionnée par les décisions faites par les communautés indigènes, et ne peut être envisagée que dans ce contexte. Les préceptes indigènes de la conservation sont fluides et tiennent compte de la continuité de la vie et des besoins du présent autant que de leurs responsabilités en tant que gardiens et leur association avec ceux qui sont partis avant. En particulier, les protocoles d'accès, l'autorité et le rituel sont détenus à un niveau local. Les principes généraux d'éthique et de respect social affirment que de tels protocoles doivent être suivis.

Pratique de la conservation : des professionnels de la conservation doivent être impliqués dans tous les travaux de conservation. Des méthodologies indigènes doivent être employées lorsque cela est approprié. Tous les consentements et permis nécessaires doivent être obtenus. Les projets de conservation doivent comporter les points suivants :

- étude historique, physique et scientifique de l'objet à conserver, documentation
- consultation de la communauté
- préparation d'un plan en accord avec la charte
- mise en œuvre du travail planifié
- documentation du travail et des recherches

PRINCIPES GENERAUX

Les principes généraux sont les mêmes que ceux auxquels les conservateurs-restaurateurs européens sont habitués, c'est-à-dire la notion de pluridisciplinarité, le fait de limiter les pertes

⁷³ <http://www.icomos.org.nz/charter.html>

de matière originale, l'intervention minimale, la prise en compte des besoins et des ressources des communautés concernées ainsi que la documentation et l'archivage.

Il y a également le principe de conserver les traces de la vie d'un lieu/objet, la conservation de l'environnement d'origine d'un lieu, la protection contre les risques naturels avec l'établissement de plans d'urgence.

Sauf circonstances exceptionnelles, les biens culturels immobiliers doivent rester à leur place d'origine. Des fouilles peuvent être entreprises uniquement si cela est nécessaire pour éviter la perte totale du matériel ou si cela est nécessaire au processus de conservation, ou alors s'il est nécessaire d'établir l'évidence de la présence de matériel archéologique. Dans tous les cas, des zones doivent rester intactes pour la recherche future. Le contenu d'un édifice culturel doit être conservé en place s'il fait partie de la signification du lieu. Les procédés de conservation et les recherches associées doivent être archivées et disponibles pour toutes les personnes concernées. Certaines connaissances au sujet des lieux de patrimoine indigènes ne doivent pas être rendus publics mais sont confiés aux gardiens désignés de la communauté indigène.

PROCESSUS DE CONSERVATION

Les degrés d'intervention sont, dans l'ordre croissant : non-intervention, maintenance (entretien), stabilisation, réparation, restauration, reconstruction ou adaptation. La re-création et la réplique ne font pas partie du champ d'intérêt de cette charte. La non-intervention peut être parfois désirable, en particulier si le fait que l'association spirituelle à un site ne soit pas dérangée est plus important que les aspects physiques dans certains lieux de patrimoine indigène. Les lieux à valeur de patrimoine culturel doivent être entretenus (sauf exception), leurs processus de dégradation doivent être stabilisés ou ralentis (sauf exception), des réparations ne peuvent être envisagées qu'avec les matériaux originaux ou similaires, et sans que la valeur de patrimoine culturelle ne diminue suite à cela. Les ajouts de matériel doivent être identifiables. La restauration ne doit être entreprise que si la valeur de patrimoine culturel de l'endroit peut être retrouvée ou révélée par le traitement. Cela implique parfois le réassemblage et la remise en fonction. La reconstruction se distingue de la restauration par l'introduction de nouveaux matériaux là où il y a des lacunes. Cela peut être indispensable là où cela est essentiel pour la fonction ou la compréhension d'un lieu, si une documentation suffisante est à disposition pour éviter les interprétations fausses. Les adaptations peuvent être justifiables lorsque la conservation d'un lieu est facilitée par son utilisation comme lieu social, culturel ou économique. Chaque changement doit être le minimum nécessaire et il doit être compatible et distinct. L'interprétation d'un lieu ne doit pas compromettre les valeurs, l'apparence, la structure ou les matériaux d'un site, et ne pas s'imposer dans l'expérience du lieu.

Le dernier point de la charte contient les définitions des termes utilisés en conservation-restauration.⁷⁴

Un code d'éthique qui devrait être connu lorsque l'on travaille dans le domaine de l'art rupestre est le **Code d'Éthique de l'IFRAO. ANNEXE B**. Il s'adresse à tous les membres de l'International Federation of Rock Art Organizations. Le texte commence par souligner la valeur et l'importance de l'art rupestre, puis il pose certaines définitions utiles à la compréhension du code. Le point 3 souligne l'importance de la prise en considération des gardiens traditionnels des sites dans les régions où l'art rupestre est encore attaché à des peuples tirboux. Le point 4 insiste sur le fait que les chercheurs ne doivent en aucun cas interférer avec l'art rupestre en particulier lorsqu'il s'agit de l'inventorier, et que des copies de tels travaux doivent être remis aux responsables locaux des sites. Sous le point 5, on parle du prélèvement d'échantillons sur le site. Cela concerne tout échantillon prélevé de la surface de la roche, qu'il soit pigmenté ou non. Une telle démarche doit être justifiée et obtenir l'accord écrit de

⁷⁴ <http://www.icomos.org.nz/charter.html>

deux pairs, l'accord de l'autorité officielle en la matière, l'accord des gardiens traditionnels du site et il faut garantir que l'échantillon sera prélevé et analysé par un spécialiste expérimenté. Le point 6 traite de la conservation, qui doit prendre en compte le site en général, sur lequel de grandes interventions ne devraient être envisagées qu'en cas de grand danger pour l'art et seulement après des recherches et consultations extensives. Il est en outre stipulé que les membres ne doivent pas révéler l'emplacement de sites d'art rupestre au grand public, mais que la meilleure protection est l'éducation du public pour le respect de ce patrimoine.

Le Règlement pour la Conservation de l'Art Rupestre (New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga Rock Art Conservation Policy), dont la traduction en français est jointe en annexe de l'**ANNEXE A**, souligne premièrement l'importance de l'art rupestre en Nouvelle-Zélande comme patrimoine du peuple Maori, et insiste sur le fait que les sites doivent être considérés dans leur intégralité, avec le sol archéologique, et faire l'objet de soins basés sur le principe de non—intervention. Au sujet de la conservation des sites, le règlement du Trust demande que tout travail de ce genre soit entrepris par un conservateur-restaurateur d'art rupestre, avec l'accord des tribus concernées et sur la base d'un plan de conservation approuvé par le Trust.

4 La Nouvelle-Zélande

4.1 Géographie et géologie

La Nouvelle-Zélande se situe au sud-ouest de l'Océan Pacifique, à environ 1600km au sud-est de L'Australie.⁷⁵



Figure 2: Carte du monde montrant la situation de la Nouvelle-Zélande. (<http://www.coedu.usf.edu/culture/images/world-map%20copy.jpg>)



Figure 3: Carte de la Nouvelle-Zélande. Source: http://www.imagineuse.org/resources/world/newzealand/new_zealand.htm

Elle se trouve sur une zone de contact entre les plaques du Pacifique et de l'Australie, ce qui fait que les tremblements de terre y sont communs, mais généralement modérés. Il y a du volcanisme actif sur l'île du Nord. La Nouvelle-Zélande est un pays long, étroit et montagneux entouré d'océan. Son climat est principalement influencé par sa situation dans une latitude Sud avec des vents venant ordinairement de l'Ouest, par son environnement océanique, qui lui donne un climat insulaire, sauf pour les régions alpines et le centre d'Otago, qui a un climat plus continental, avec des étés chauds et secs et des hivers froids, et par ses montagnes. Les chaînes montagneuses principales font qu'il pleut en général avant les montagnes dans la direction du vent, et le temps est sec de l'autre côté. Avec les vents venant fréquemment de l'Ouest, cela veut dire que la côte Est est plus sèche que la côte Ouest. Janvier et février sont les mois les plus chauds et juillet est le plus froid, les moyennes sont de 17°C en janvier et 8°C en juillet, mais il arrive souvent qu'il fasse 30°C en été à

l'intérieur des terres. Les gelées nocturnes sont communes en hiver dans l'île du Sud. Les taux de précipitations varient énormément selon les régions. L'humidité relative varie généralement entre 70 et 80% dans les régions côtières, et montre environ 10% de moins à l'intérieur des terres, mais elle atteint moins de 25% près des Alpes du Sud.⁷⁶

⁷⁵ Chapman 2002 p.7

⁷⁶ Chapman 2002 p. 20-24

4.2 Histoire

Les archéologues débattent encore pour déterminer quand les premiers hommes ont peuplé la Nouvelle-Zélande. Selon les résultats actuels des recherches, elle n'aurait pas été habitée depuis plus de 1000 ans. On pense raisonnablement que les premiers hommes à s'installer sont arrivés au cours du 12^{ème} siècle de notre ère, ce qui représente encore dans cette partie du monde l'époque de la préhistoire, car l'écriture n'était pas connue de ces colons. On ne sait pas laquelle de l'île du Nord ou de l'île du Sud fut peuplée la première.⁷⁷

Un campement polynésien a été daté à environ 1300 de notre ère, mais il est vraisemblable que les premiers arrivèrent plus tôt. En 1642, L'explorateur hollandais Abel Tasman découvre la Nouvelle-Zélande, qui est visitée à nouveau en 1769 par l'explorateur anglais James Cook et faite propriété de George III d'Angleterre. Les premiers colons européens s'installent dans les années 1790, occupés par la pêche à la baleine, la navigation et le commerce du bois. Le premier enfant européen est né en Nouvelle-Zélande en 1815. Des guerres intertribales se déroulent pendant 10 ans dans les années 1820. En 1835, 34 chefs de tribus de l'île du Nord signent une déclaration d'indépendance et en 1840 le *Traité de Waitangi* est signé. Le *Traité de Waitangi* est le document fondateur de la Nouvelle-Zélande.⁷⁸ Il a été signé par des représentants de la Couronne Britannique et par des chefs Maoris. En signant le Traité, les chefs renonçaient à leur souveraineté en échange de leur droit de propriété exclusif sur les terres, les forêts, les zones de pêche et autres, sauf s'ils consentent à les vendre. Les Maoris recevaient en outre la protection de la Reine et tous les droits et privilèges des sujets britanniques. La version anglaise et la version maorie du traité n'avaient cependant pas vraiment la même signification. Le Traité a été respecté au cours des premières années, puis il a été oublié par les Européens, jusque dans les années 1970, après que de nombreuses plaintes de Maoris lésés aient abouti à la création du Tribunal de Waitangi, qui traite les plaintes des Maoris relatives au *Traité de Waitangi*.⁷⁹ De nombreuses tribus et individus ont été indemnisés depuis.

En 1861 la ruée vers l'or commence dans la région d'Otago et en 1861 est créée la première université en Nouvelle-Zélande, l'Université d'Otago à Dunedin. En 1908, la population atteint 1 million de personnes et moins de quarante ans plus tard, le pays obtient son indépendance de la Grande-Bretagne. En 1952, la population atteint 2 millions, et elle a passé le cap des 4 millions il y a quelques années.⁸⁰

La Nouvelle-Zélande a connu 3 phases d'immigration distinctes : la première est l'arrivée des Maoris depuis l'Est de la Polynésie, puis les Européens au début du 19^{ème} siècle et surtout au 20^{ème} siècle, et enfin des gens d'origines diverses, surtout asiatiques et des îles du Pacifique, dès les années 1960.⁸¹

Les Maoris ont conservé une organisation sociale traditionnelle dans laquelle ils sont répartis en *iwi* (maori tribus), définies selon la descendance commune d'un même ancêtre qui est arrivé sur une embarcation lorsque la Nouvelle-Zélande a commencé à être peuplée. Les *iwi* sont elles-mêmes divisées en sous-tribus, les *hapu*, qui sont elle-mêmes divisées en *whanau*, ou familles. Il y a plus de 40 *iwi*, dont plus de 30 sont situées dans l'île du Nord. En Nouvelle-Zélande, environ 1 personne sur 6 a des ancêtres Maoris,⁸² et une personne sur 7 appartient ethniquement à un groupe maori, et ce nombre augmente. 90% des Maoris habitent l'île du Nord.⁸³

Les moas, grands oiseaux aptères de Nouvelle-Zélande, ont été éteints par les Maoris qui les chassaient pour se nourrir, avant l'arrivée des Européens.⁸⁴

Environ 78% de la Nouvelle-Zélande était recouverte de forêts avant l'arrivée des hommes, et un tiers des forêts ont été détruites par les Maoris avant l'arrivée des Européens. Aujourd'hui, seulement 23% du pays est boisé.⁸⁵

⁷⁷ McLean Gavin 2002 p.27

⁷⁸ Chapman 2002 p. 63-64

⁷⁹ Chapman 2002 p.74-75

⁸⁰ Chapman 2002 p.64-66

⁸¹ Chapman 2002 p.68

⁸² Chapman 2002 p.70-73

⁸³ Chapman 2002 p.113

⁸⁴ Duff 1977

⁸⁵ Chapman 2002 p.33

5 L'art rupestre en Nouvelle-Zélande

5.1 Historique

Depuis 1852, lorsque Walter Mantell fit des relevés de « figures grossières » sur des falaises de calcaire dans le North Otago, des dessins et gravures ont été découverts dans de nombreuses régions différentes de Nouvelle-Zélande, sur l'île du Nord comme sur l'île du Sud. Les représentations trouvées sur l'île du Sud sont caractérisées par leur relative unité stylistique et leur peu de ressemblance avec les motifs maoris traditionnels ; ils sont de ce fait considérés comme datant des temps proches de l'arrivée des Maoris. Les motifs de l'île du Nord, très souvent des gravures, semblent être de développement plus tardif. Des renseignements obtenus au 19^{ème} siècle par des aînés maoris concordent sur le fait que les représentations rupestres de l'île du Sud seraient l'œuvre de la tribu des Waitaha, qui étaient les premiers habitants de l'île du Sud avant l'arrivée des Ngati Mamoe à la fin du 16^{ème} siècle. Les Maoris de South Canterbury racontèrent à H.W. Beattie, un des premiers à étudier la tradition de l'île du Sud, que les dessins noirs avaient été réalisés par les Waitaha à leur arrivée sur l'île et qu'ils décrivent leur histoire et les animaux qu'il ont rencontré pendant leur voyage. Les dessins rouges seraient l'œuvre plus tardive des Ngati Mamoe, qui dormaient dans les abris-sous-roche lors de leurs voyages entre les villages côtiers et l'intérieur des terres. On dit qu'ils dessinaient pour passer le temps. La plupart des abris qui ont été fouillés ne montrent pas d'occupation régulière, ils servaient principalement d'abri temporaire pour une nuit ou deux. Il est vraisemblable de penser que les occupants étaient les artistes, et des datations au carbone 14 basées sur des charbons et des os d'oiseaux servant à se nourrir donnent des dates approximatives pour l'occupation des abris se situant principalement autour du 15^{ème} siècle. Après cette période, la disparition de la forêt et l'extinction d'un grand nombre d'oiseaux rendit ces régions moins hospitalières et moins fréquentées. Il y a cependant de nombreux exemples montrant que la tradition de l'art rupestre ne s'est pas éteinte au 16^{ème} siècle, mais qu'elle a perduré jusqu'à la période du contact avec les Européens, se manifestant alors par la représentation de chevaux, d'églises ou de voiliers. De plus, certains panneaux montrent de multiples réutilisations et repeints. La dégradation et la disparition de nombreux motifs ont été accélérées depuis que les terres environnantes sont utilisées par le bétail.⁸⁶

Techniquement, l'art rupestre maori est assez simple. Le noir est obtenu avec du charbon parfois mélangé à de l'huile ou de la graisse pour donner plus d'opacité et de liberté d'application. Les motifs rouges sont à base de d'oxyde de fer trouvé à l'état naturel, l'hématite. Certaines peintures rouges près du lac Tarawera, dans l'île du Nord, auraient été réalisées avec du *kokowai*, une peinture traditionnelle faite d'ocre rouge mélangée à de l'huile de requin. La couleur jaune que l'on peut observer dans de rares motifs de South Canterbury a été obtenue par abrasion de la surface de la roche calcaire pour exposer une couche plus claire.⁸⁷

Plus de 90% des motifs trouvés sur l'île du Sud sont à base de charbon, et de toutes les représentations, la majorité sont des dessins, la peinture n'ayant été utilisée que dans certains cas et uniquement en rouge.⁸⁸

De nombreux motifs ont été retouchés ou surlignés à la craie par des gens intéressés par l'art rupestre, dans le but de rendre les traits visibles. Le pire cas de destruction se trouve à Weka Pass où l'employé d'un musée a rafraîchi certaines des plus importantes œuvres de Nouvelle-Zélande avec de la peinture synthétique.

Beaucoup de motifs sont monochromes, et la plupart sont noirs. Les courbes et les lignes angulaires sont souvent utilisées conjointement. Dans un certain nombre de motifs de l'île du Sud, on trouve beaucoup de figures pleines ou purement linéaires ainsi que des figures particulières au South Canterbury et au North Otago, des figures dont une petite partie du centre est laissée vide. Une telle pratique est connue aussi chez les Aborigènes de la région de Kimberley en Australie de l'Ouest.

⁸⁶ Dunn 1972 p.3-4

⁸⁷ Dunn 1972 p.4

⁸⁸ Trotter and McCulloch 1971 p.30)

Dans l'île du Nord il y a moins d'unité stylistique et l'on trouve plus de gravures. Il y a plus de motifs en communs avec ceux de la traditionnelle sculpture sur bois maorie, avec une attention particulière donnée à la décoration des surfaces. On trouve aussi des bas-reliefs taillés dans la roche, comme les spirales et le lézard de Taranaki, et de nombreuses représentations de canoës dans différents sites.

Le motif le plus représenté dans l'île du Nord est le canoë. Il est rare dans l'île du Sud, où les représentations anthropomorphes sont les plus fréquentes. Les représentations humanoïdes ne sont pas réalistes. Certaines n'ont pas moins de 8 orteils ou pas de tête. La plupart des motifs sont d'exécution simple et n'ont pas nécessité de grande dextérité, mais cela n'est pas vrai pour certaines œuvres majeures comme celles de Takiroa, North Otago, ou le *Taniwha* de South Canterbury.⁸⁹ Ce dernier a été réalisé sur le plafond d'un abri assez bas et couvre une surface importante, sur plus de 4 mètres de longueur (figure 4). Cette œuvre impressionnante est généralement connue sous le nom de *Taniwha*, qui est monstre mythique qui demeurerait dans les étendues d'eau proches des rivières et dans les grottes. Le *Taniwha* mangeait des êtres humains et semble avoir toutes les caractéristiques du crocodile. Dans la même vallée, plusieurs sites contiennent des représentations apparentées au *Taniwha*, et au 19^{ème} siècle un scientifique rapporte que des Maoris refusaient d'entrer dans des abris ou grottes contenant de tels dessins. Les représentations les plus tardives incluent des noms maoris écrits en lettres romaines.⁹⁰

L'art rupestre se trouve seulement dans des zones qui ont été protégées des dégradations au cours du temps. De nombreux indices laissent croire qu'à certaines périodes des surfaces beaucoup plus vastes qu'aujourd'hui étaient ornées, et que seules les œuvres les mieux protégées ont survécu.⁹¹ On trouve des peintures rupestres dans presque tous les endroits où se trouvent des surfaces rocheuses appropriées, principalement des calcaires claires et des grès, mais aussi localement du schiste ou du *greywacke*.⁹²

La plus grande concentration de sites se trouve dans le South Canterbury, puis le North Otago voisin qui compte aussi plus d'une centaine de sites. D'autres zones de densité moins importante sont réparties tout au long de l'île du Sud.



Figure 4: Reproduction partielle de la frise noire du Taniwha, South Canterbury.

Dessin Otago Museum.

⁸⁹ Dunn 1972 p.5-6

⁹⁰ Dunn 1972 p.6

⁹¹ Trotter and McCulloch 1971 p.11

⁹² Trotter and McCulloch 1971 p.27

5.2 Répartition

La majeure partie des sites d'art rupestre Maoris de l'île du Sud sont répartis dans des zones qui présentent des affleurements clairs et tendres, souvent du calcaire, et formant des abris. Ceux-ci se situent principalement dans les régions de North Otago et South Canterbury, dans la partie centrale de la Côte Est, mais on en trouve aussi tout au Sud de l'île. Toutes les zones de la Nouvelle-Zélande n'ont pas encore été inspectées systématiquement.

Figure 5: Carte présentant les principales concentrations d'art rupestre maori dans l'île du Sud. Tiré de Trotter et McCulloch 1971



5.3 Aperçu des études réalisées

Depuis la découverte par Mantell des peintures du site de Takiroa en 1852, plusieurs personnes se sont intéressées plus ou moins sérieusement à l'art rupestre maori. Jusqu'en 1971, où est paru le premier livre consacré à l'étude de l'art rupestre de Nouvelle-Zélande, « Prehistoric Rock Art of New Zealand », par Michael Trotter et Beverley McCulloch, seuls des articles dispersés ainsi que des photographies et des relevés partiels avaient été produits par différents passionnés et hommes de musées.⁹³ Citons Ambrose, qui s'est notamment intéressé aux sites de la vallée de Waitaki, Roger Duff, directeur du Musée de Canterbury, ainsi que Dunn, Haast, Smith et Hamilton, qui fit de remarquables photographies du site de Takiroa et fouilla l'abri. Il y a encore Stevenson et aussi Elmore, un antiquaire américain qui, outre le fait qu'il fut l'initiateur du prélèvement de plusieurs motifs pour les mettre dans des musées au début du 20^{ème} siècle, produisit un grand nombre de relevés et de copies. Skinner, contemporain d'Elmore, fit les premières démarches auprès du Gouvernement pour protéger les sites ornés et Beattie fit un important travail de recherche en discutant avec des vieux Maoris. On lui raconta entre autres que les figures positionnées très haut sur les falaises étaient réalisées avec de longues perches équipées à une extrémité de plumes ou de feuilles enduites de peinture. En 1930, Oliver, alors directeur du Musée Dominion, décida de repeindre une cinquantaine de motifs dans l'abri principal du Weka Pass avec de la peinture synthétique, avant de les photographier. En 1947, le Département des Affaires Intérieures engagea un artiste, Theo Schoon, pour faire des copies de peintures rupestres de North Otago et South Canterbury. Ces copies furent pendant plus de 20 ans les références utilisées par les chercheurs, bien qu'elles ne furent pas toujours exactes, et il fit un certain nombre de retouches sur des peintures rupestres. En 1958, à l'initiative du Historic Places Trust, Ambrose et Davis ont fourni un travail important sur des sites qui devaient être immergés suite à la construction d'un barrage dans la région de Benmore. Ils fouillèrent

⁹³ Dunn 1972 p.8

plusieurs abris, firent des relevés des dessins sur papier transparent et firent des clichés en couleurs, en noir-blanc et avec des pellicules infrarouge. Dès lors, le New Zealand Historic Places Trust lança plus d'initiatives et les campagnes d'inventoriage des sites se succédèrent, avec notamment les travaux de Fomison dans le South Canterbury, de Trotter dans le North Otago et de McCulloch dans la région du Weka Pass. Des sites furent découverts dans des régions nouvelles comme le Sud de l'Île du Sud.⁹⁴ A partir du début des années 1990, le projet *SIMRAP* (South Island Maori Rock Art Project) a commencé sur l'Île du Sud dans le but d'inventorier systématiquement tous les sites déjà connus et d'explorer l'Île pour en trouver plus. L'étude pilote se solda par une augmentation de 300% par rapport au nombre de sites qui avaient déjà été inventoriés. Il y eut également une augmentation spectaculaire du nombre de motifs découverts sur les sites déjà connus. Aujourd'hui, plus de 500 sites ont été recensés dans l'Île du Sud et il reste d'importantes zones à inspecter.

Dans l'Île du Nord, de telles démarches sont plus délicates du fait de la présence d'une multitude de tribus maories différentes, dont certaines refusent catégoriquement que ces œuvres soient étudiées.

6 Cadre du stage

6.1 La tribu des Ngai Tahu

La tribu des Ngai Tahu est la 4^{ème} plus grande tribu de Nouvelle-Zélande, avec environ 30000 personnes, et c'est la principale tribu de l'Île du Sud, dont 80% de la superficie constitue leur territoire tribal. Ngai Tahu veut dire « les gens de Tahu » du nom de l'ancêtre Tahu Potiki. Ses descendants migrèrent de l'Île du Nord vers l'Île du Sud il y a environ dix générations et se mêlèrent aux occupants de l'époque, les Waitaha et Kati Mamoe, pour former les Ngai Tahu tels qu'ils sont aujourd'hui. Dès la fin du 18^{ème} siècle, les Ngai Tahu ont été en contact avec les Européens et ils établirent de solides relations commerciales ainsi que de nombreux mariages interethniques. Au milieu du 19^{ème} siècle, la Couronne força les Ngai Tahu à lui vendre 34,5 millions d'acres (140000km²) de terres pour des sommes misérables. En échange de ces conditions de vente peu favorables, la Couronne fit certaines promesses comme le fait de laisser aux Maoris leurs lieux sacrés ainsi qu'un dixième des terres et de construire pour eux des écoles et des hôpitaux. La plupart des promesses n'ont cependant pas été tenues, avec pour résultat de priver les Maoris de leurs lieux sacrés et de leurs sources de nourriture, ainsi que de 3,5 millions d'acres qui auraient dû leur revenir. Cela eut pour conséquence d'appauvrir massivement la population pour plusieurs générations. Suite à cela, une plainte fut déposée par les Ngai Tahu en 1849, mais resta vaine jusqu'en 1985, lorsque les pouvoirs du Tribunal de Waitangi furent étendus pour traiter des plaintes datant aussi loin que 1840. Après plus de deux années d'auditions, le Tribunal produisit un rapport en 1991, décrétant que les droits des Ngai Tahu avaient été bafoués et que la Couronne devait donner les moyens à la tribu de retrouver ses bases économiques. La Couronne a écrit un document d'excuses, elle a retourné symboliquement Aoraki (le Mont Cook) aux Ngai Tahu et leur a donné 170 millions de dollars de compensation ainsi que des avantages de premier acheteur pour l'achat des terres mises en vente par la Couronne. La tribu a aussi obtenu des droits de gestion et d'accès sur les sites de pêche et de chasse, l'utilisation de noms maoris et anglais pour un grand nombre de lieux et des coopérations plus importantes avec des organismes comme le département de la conservation (Department of Conservation). Les Ngai Tahu se sont depuis organisés et ont des bureaux abritant plusieurs activités comme la gestion des achats de terrains, le développement de l'éducation, de la culture et de la vie sociale maoris, le droit et la défense des Maoris, etc.⁹⁵

Avec l'argent rendu par la Couronne, les Ngai Tahu ont pu remettre en place une économie plus saine au sein de leur tribu et ont retrouvé la possibilité de gérer leur patrimoine, tant naturel que culturel, à travers la conservation de l'environnement et des biens culturels comme par la mise en valeur de la langue maorie.

⁹⁴ Trotter and McCulloch 1971 p.14-23

⁹⁵ Document de présentation des Ngai Tahu

6.2 Le Ngai Tahu Maori Rock Art Trust

Le Ngai Tahu Maori Rock Art Trust a été fondé en décembre 2002 par les Ngai Tahu. Le Trust n'a pas de lien avec le Historic Places Trust, bien que ce dernier supporte le Rock Art Trust en mettant à sa disposition l'expertise de Dean Whiting, responsable du patrimoine bâti maori au sein du NZHPT, lorsque cela est nécessaire. Le Rock Art Trust a la responsabilité de certains sites qui font l'objet d'un accord spécial entre le Historic Places Trust et les propriétaires des terrains.⁹⁶

Le Ngai Tahu Rock Art Trust a été créé pour supporter les *Runaka* ou Conseils Régionaux Maoris et leurs communautés dans le soin, la gestion et l'interprétation du patrimoine des Ngai Tahu qu'est l'art rupestre maori. Les objectifs principaux du Trust sont d'assurer la préservation et la protection de l'art rupestre maori des Ngai Tahu à l'intention de la large famille de Ngai Tahu Whanui et de tous les Néo-Zélandais, et en outre de jouer un rôle dominant dans l'encouragement de la conservation et de la gestion de l'art rupestre sur le territoire des Ngai Tahu. Le Trust est financé par les Ngai Tahu ainsi que par des fonds qu'il sollicite pour divers projets, et est soutenu financièrement par Meridian Energy, qui est le plus important producteur d'énergie électrique en Nouvelle-Zélande.

Une partie de ce travail est d'assurer la protection physique de l'art en développant des plans de gestion et des programmes d'inventaire. Un autre aspect est l'éducation, c'est-à-dire d'augmenter la connaissance des gens et leur appréciation de l'art afin qu'il puisse être mieux protégé dans le futur.

C'est aujourd'hui le Rock Art Trust qui gère le projet SIMRAP.

Une large part du travail du Maori Rock Art Trust est dédiée à l'éducation. Le Trust a pour but d'augmenter la considération et l'appréciation pour l'art rupestre parmi les Maoris et le large public. Une grande variété de projets ont été développés pour faire avancer ce travail, comme des expositions et des présentations dans des forums de communautés locales. Le travail avec les enfants est particulièrement important, et le Trust fournit des ressources et des modules interactifs pour les écoles et les *Marae*.

La conservatrice du Ngai Tahu Maori Rock Art Trust est Amanda Symon, formée comme archéologue à l'université d'Otago, et le comité se compose de représentants Maoris bénévoles, Tui Williams, Sue Eddington, Mandy Home, et Gerard O'Reagan. Le Trust emploie aussi périodiquement des hommes de terrain pour recenser et inventorier les sites.

Le siège du Ngai Tahu Maori Rock Art Trust se trouve à Dunedin dans les locaux de Ngai Tahu Development. Dunedin est située sur la côte Sud Est de l'île du Sud de Nouvelle-Zélande. Elle compte plus de 120000 habitants dont plus de 25000 étudiants. C'est le principal centre commercial de la région d'Otago.⁹⁷

7 La base de travail : l'avant-projet de plan de conservation

L'avant-projet de discussion pour le plan de conservation du site d'art rupestre de Takiroa (Discussion Draft Conservation Plan for the Takiroa Rock Art Site)⁹⁸ est un document regroupant les informations relatives au site de Takiroa et qui sont liées à sa conservation. C'est la base pour tout travail de conservation sur le site, et on m'en a envoyé une copie quelques mois avant mon départ pour la Nouvelle-Zélande. J'ai traduit l'intégralité de ce dossier de l'anglais au français, afin de m'assurer une bonne compréhension et connaissance du document. La traduction de ce document est liée à ce travail en **ANNEXE A** et elle contient un grand nombre d'informations relatives à l'histoire du site et à son interprétation, que je n'ai reportées que partiellement dans mon texte. Je fais usuellement référence à ce document en n'utilisant que le terme « draft » dans les pages suivantes de ce travail.

J'ai joints ce document en annexe car sans cela, j'en aurais reporté la quasi-totalité dans mon texte. Il m'a semblé plus logique de le joindre tel-quel.

⁹⁶ Amanda Symon pers. comm 01.09.05

⁹⁷ www.dunedinnz.com, 08.05

⁹⁸ New Zealand Historic Places Trust 1994

Le draft était normalement destiné à être suivi par un document définitif, ce qui n'a jamais été fait. Il n'y a eu aucune suite à ce projet, si ce n'est les réactions envoyées par les personnes qui ont lu le dossier et la réalisation de nouveaux aménagements sur le site.

2EME PARTIE : LE SITE DE TAKIROA

1 Description du site

Le site de Takiroa est situé dans une zone riche en peintures rupestres Maories. Il se situe en Nouvelle-Zélande, sur l'île du Sud, sur la rive Est de la rivière Waitaki qui coule dans la vallée du même nom. Le site se situe sur la commune de Duntroon, un petit village qui se trouve à moins de quarante kilomètres de la ville d'Oamaru, où la rivière Waitaki se jette dans l'Océan Pacifique (**ANNEXE G**). C'est quelques kilomètres avant Duntroon que commencent les affleurements de calcaire otekaiien (The Otekaike Limestone Formation) qui se prolongent plus haut le long de la rivière Waitaki et dans des vallées adjacentes.

Le site de Takiroa regroupe 4 sites situés dans le même affleurement calcaire (**photo 2**), et inventoriés sous un numéro différent par le projet SIMRAP. Le premier site, le plus important et le plus connu, est désigné comme étant le site S43. C'est celui dont je traite dans ce travail. Il est le plus à l'Est du site et s'étend sur environ 70 mètres le long de la paroi, exposé au Nord. Il s'achève là où se situe l'alcôve, une partie abritée plus profonde, signe d'une zone d'érosion préférentielle (**photo 3**). Il est très probable que cette zone ait elle aussi contenu des motifs peints ou gravés, mais étant donné la vitesse de l'érosion dans l'alcôve, il est normal qu'il n'en reste aucune trace. Le deuxième site est situé juste après l'alcôve, à l'Ouest du site S43, là où la falaise fait un léger virage et s'expose au Nord-Ouest (**photo 4**). Il mesure environ 13 mètres de long (du premier motif au dernier). Il est désigné comme étant le site S44 et contient des motifs datant de la période de contact entre les Maoris et les Européens. Cela se manifeste par des dessins représentant des navires européens ainsi que des chevaux (**photo 5**). Les sites S45 et S46 ne contiennent respectivement que 2 et 1 motifs peu visibles. Ils ont été inventoriés pour la première fois lors du projet SIMRAP dans les années 1990.

Les falaises calcaires ornées de Takiroa sont situées à quelques mètres seulement de la route principale qui suit la vallée. La roche claire et alvéolée attire directement le regard et sa surface est assez importante (**photo 6**). Le site est ouvert au public et très visité. Les voitures disposent d'un espace pour se garer au bord de la route et un portail donne accès au pâturage où se trouve l'abri. Un panneau explicatif accueille les visiteurs et un chemin pavé les guide jusqu'aux deux principales zones ornées protégées par de hauts grillages. La plupart de la centaine de motifs inventoriés sur le site sont difficilement, voire carrément invisibles depuis l'extérieur du grillage, soit parce qu'ils sont trop altérés, soit parce qu'ils sont situés sous des surplombs. La figure principale est composée de deux grandes frises rouges peintes qui courent au pied de l'abri (**photo 7**). Une autre partie de l'abri était originellement ornée d'autres peintures rouges importantes, mais elles ont été prélevées il y a une centaine d'années (**photo 8**). Quatre panneaux interprétatifs disposés au sol donnent des explications sur les peintures et présentent des photos et des croquis.

Si on longe la falaise vers son extrémité Est, le pâturage monte et continue au-dessus de la falaise, dont le sommet est bordé d'une rangée de résineux.

Au bord de la route, dans le pâturage, se dresse un unique chêne, un arbre commémoratif planté à la mémoire d'un soldat mort à la guerre (**photo 5**).

1.1 Situation, climat

Le climat de North Otago est caractérisé par des pluies peu abondantes distribuées uniformément au cours de l'année, des températures élevées en été et des gelées importantes et fréquentes en hiver, surtout dans les régions situées à l'intérieur des terres. Les chutes de neige sont habituelles sauf dans les parties basses et la côte. Pendant la plus grande partie de l'année, les précipitations sont plus légères et moins fréquentes à l'intérieur des terres que le long de la côte. Les heures totales

d'ensoleillement sur une année sont supérieures à 1823 heures, et il y a normalement 96 jours de pluie par année.⁹⁹

1.2 Le support : la roche

Le support des œuvres dessinées, peintes et gravées de Takiroa est un calcaire blanc fossilifère, le « Otekaike Limestone » (**photo 9**). Il est de couleur claire, allant du blanc au jaune avec des veines plus rouges dues à la présence d'oxyde de fer. De nombreux fossiles sont présents dans la roche, ce sont pour la plupart des coquillages, mais on note aussi la présence d'ossements de grande taille. La roche est assez molle et visiblement soumise à l'érosion. Certaines zones sont recouvertes d'une couche plus dure et de couleur souvent plus sombre, d'autres zones sont recouvertes de poussière très fine dans laquelle on lit le parcours du vent (**photo 10**). Avec plusieurs mètres de recul, la falaise est massive, de couleur claire avec des coulées de couleur noire et des alvéoles de tailles variables, allant de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres. Les zones où se situent les peintures forment des abris. L'abri des peintures les plus anciennes existe grâce à la pente inclinée de la falaise, alors que l'abri où se trouvent les représentations plus récentes a la forme d'un creusement entre deux strates rocheuses. Une alcôve sépare les deux abris et cette zone présente un important phénomène d'alvéolisation et d'érosion du calcaire (**photo 11**).

1.3 Les motifs

1.3.1 Nombre et répartition

Le site S43 de Takiroa compte 100 motifs inventoriés s'étendant sur une longueur de plus de 72 mètres. La plupart des motifs sont situés près du sol et deux sont situés en hauteur. Il faut déduire de ce nombre une trentaine de motifs qui ont été prélevés au début du vingtième siècle. De nombreux motifs sont très lacunaires, ou se limitent à quelques traits ou traces de pigments, mais il faut souligner la présence de motifs très importants dans l'art rupestre maori, à savoir la grande frise peinte en rouge (inventaire SIMRAP 62 et 74). Contrairement à la plupart des autres motifs, cette frise est située sous un léger surplomb très près du sol dans une zone n'étant pas affectée par l'érosion. (voir plan du site **ANNEXE C**)

1.3.2 Les techniques

Les œuvres rupestres présentes sur le site de Takiroa ont été réalisées avec différentes techniques que l'on retrouve habituellement dans l'art rupestre maori (**photos 12, 13 et 14**). Il y a des dessins rouges et des dessins noirs, ainsi que des peintures rouges et de rares gravures. Les pigments utilisés sont vraisemblablement du charbon pour le noir et de l'oxyde de fer pour le rouge, ce dernier étant broyé et mélangé à une graisse animale dans le cas des peintures. Aucune analyse n'a été entreprise pour confirmer ces hypothèses, cependant on sait que Stevenson a trouvé un petit fragment d'hématite rouge dans l'abri de Takiroa.¹⁰⁰ Pour ce qui est des deux marques rouges situées à plusieurs mètres du sol et inventoriées sous les n° 99 et 100, il est difficile de certifier s'il s'agit vraiment de marques d'origine anthropique, mais si c'est le cas, il est probable qu'elles aient été réalisées à l'aide d'une perche munie d'un pinceau.

1.3.3 Les styles

Le site de Takiroa a été décoré à plusieurs reprises sur une longue période s'étalant probablement de l'arrivée des Maoris dans cette région jusqu'à peu après l'arrivée des Européens. Certaines figures sont superposées à des traits plus effacés. Les styles correspondent vaguement aux techniques : on

⁹⁹ Gage 1957 p.3

¹⁰⁰ Trotter and McCulloch 1971 p.18

distingue les figures peintes des figures dessinées ou encore gravées. On peut distinguer les motifs pleins des motifs purement linéaires. La taille des motifs est très variable, de plusieurs mètres à quelques centimètres, et les sujets représentés peuvent être animaliers (oiseaux, lézards, poissons), anthropomorphes ou abstraits, des thèmes habituels à l'art rupestre maori de l'île du Sud. Les dessins représentés dans la partie dite de la « Période de Contact » comprennent la représentation d'un cheval monté et de voiliers, ce qui permet de les dater comme ultérieures à l'arrivée des Européens en Nouvelle-Zélande. La grande frise rouge peinte se démarque des autres figures par son emplacement, son style et son sujet mêlant abstrait et formes naturalistes. Stylistiquement, le nombre de figures rouges peintes et pleines de Takiroa représente une particularité locale, alors que les autres dessins rouges et noirs linéaires sont stylistiquement semblables à ce qu'on connaît ailleurs dans l'île du Sud. Les représentations gravées dans la roche sont presque inexistantes sur le site, bien que fréquentes dans d'autres abris de la région. Les seules œuvres gravées connues à Takiroa sont de petits cercles concentriques situés sous un surplomb bas contre lequel se sont frottés les moutons.

1.4 Le site et son environnement

Le sol de l'abri fait partie intégrante du site et doit toujours être pris en considération dans les stratégies de conservation du site. C'est dans ce sol que se trouvent des indices qui permettront peut-être de dater cet art, et tout ce qui constitue le contexte, contemporain ou non, de cet art. Les objets archéologiques présents dans la terre sont normalement dégradés, mais se conservent dans un certain équilibre avec le milieu. Des perturbations de ce milieu peuvent avoir des effets néfastes, et elles peuvent de plus fausser les interprétations futures.

Il y a une zone herbeuse triangulaire clôturée à quelques mètres à l'ouest de l'abri, c'est une tombe où reposent un ou plusieurs *Tupuna* (ancêtres maoris).¹⁰¹ (**photo 15**)

Lorsqu'on entreprend l'étude d'un tel site, il faut bien se rendre compte qu'il ne s'agit pas d'un objet ni d'une œuvre isolée (tableau, livre, symphonie) mais bel et bien d'un lieu culturel qui comprend une formation rocheuse naturelle qui a servi d'abri, voir même d'habitat temporaire, sur lequel ont été tracés des dessins et des signes, tout cela étant associé à un vaste dépôt archéologique. Ce lieu fait partie intégrante du paysage, tout comme le paysage fait partie intégrante du site. Il est difficile d'y fixer une limite sur le sol autant qu'une limite temporelle. Une partie du site est classée réserve historique, mais le reste est situé sur terrain privé. Le site a été utilisé sur un laps de temps étendu, par des gens différents et de façons différentes. Aujourd'hui encore, ce lieu est *tapu* (=sacré) pour les Maoris.

1.4.1 Les aménagements

Le site est actuellement aménagé pour recevoir des visiteurs et protéger la roche peinte contre les vandales et le bétail. La route a été élargie, il y a une dizaine d'années, pour améliorer les conditions de sécurité pour les voitures qui s'arrêtent, et un portail qui se referme automatiquement a remplacé une ancienne échelle pour franchir la clôture du pâturage. Une petite zone d'accueil a été créée, avec un sol pavé et un panneau d'introduction qui présente le site. De cette place, un chemin pavé se dirige vers l'alcôve et s'étend vers l'Est et l'Ouest le long des deux principales zones peintes, qui sont protégées par de hauts grillages dont les poteaux sont plantés dans le sol et les soutiens dirigés vers l'intérieur des abris (**photo 16**). Des panneaux d'interprétation, au nombre de 4, sont répartis à proximité des zones ornées principales. Ils sont posés au sol, inclinés, à des distances variables de la paroi. Les deux grillages sont équipés chacun d'une porte cadénassée.

¹⁰¹ Mandy Homes pers. comm. 11.07.05

1.4.2 Les pâturages

Les zones herbeuses situées entre l'abri et la route, ainsi qu'au-dessus de la falaise, sont des pâturages régulièrement utilisés par des moutons et des vaches. L'activité fermière est connue sur ces terres depuis plus de 100 ans, et la densité de bétail est souvent importante. La zone située entre la falaise et la route ne fait que 15 à 30 mètres de large selon les endroits, et est utilisée par le fermier pour accéder au pâturage situé au-dessus de la falaise, tant avec des véhicules agricoles qu'avec des troupeaux (**photo 17**).

1.4.3 La route

La route qui passe devant l'abri et suit sa courbe est la route principale qui mène de Oamaru à Omarama, d'où il est ensuite possible de se diriger vers Aoraki (le Mont Cook) ou vers la Côte Ouest de la Nouvelle-Zélande. La limitation de vitesse normale est 100km/h, mais elle est réduite à 85km/h dans la zone de l'abri, car le parking du site est situé dans un virage. Des panneaux indiquent depuis les deux directions la présence d'art rupestre maori (Maori Rock Drawings). Il y a une circulation relativement importante de poids lourds et de touristes sur cet axe, comparativement à d'autres routes de la région. La route est goudronnée depuis longtemps.

2 Histoire du site

Il n'y a jamais eu de publication spécifiquement consacrée à l'étude du site de Takiroa, bien que de nombreux auteurs s'y soient intéressés. La plupart des informations disponibles au sujet du site ont été regroupées dans l'avant-projet de discussion pour le plan de conservation du site (**ANNEXE A**). Je n'ai pas reporté ici toute l'histoire du site, qui est décrite en détail dans le Draft dont la traduction est annexée à ce travail. Le draft contient dans ses annexes des plans du site, de la barrière et de la surface de la Réserve Historique.

2.1 Le site et les Maoris

Il y a 500 ans, la vallée de Waitaki était une route empruntée par les chasseurs et les pêcheurs. Takiroa occupait une position stratégique, on y voit venir de loin les étrangers ou le mauvais temps. L'abri protège lors des nuits froides de North Otago. Personne ne sait quand et qui a commencé à dessiner là. La présence d'os de *moas* et de cailles aujourd'hui éteintes suggère que c'était il y a longtemps. Il a dû y avoir une grande pause dans la continuité car les Kai Tahu du 19^{ème} siècle disaient ne pas savoir qui avait fait ces dessins. Des dessins de navires européens et de chevaux suggèrent que la tradition ait été reprise à la période de contact.¹⁰²

Les seuls renseignements que l'on puisse avoir sur la préhistoire du site, c'est-à-dire avant que les Européens ne le découvrent, se trouvent dans les indices archéologiques et l'étude des motifs rupestres. Plusieurs campagnes de fouilles archéologiques ont déjà été réalisées sur le site, tant par des chercheurs des siècles passés que lors de l'installation du trottoir et du nouveau grillage. Les traces d'occupation sont évidentes, et on sait que les premiers occupants de l'abri étaient des chasseurs de grands oiseaux. Des os de *moas* et de cailles de Nouvelle-Zélande, races éteintes, ont été retrouvés lors de plusieurs fouilles, ainsi que des outils de pierre taillée, principalement en silex et en *greywacke*. On a aussi signalé une hache de basalte poli et des fragments d'un collier en coquilles de *Dentalium* fossile.¹⁰³

¹⁰² McLean 2002 p.33

¹⁰³ Allingham in Discussion Draft...1994 p.21-22

2.2 La découverte du site

La première trace écrite de découverte du site de Takiroa par un Européen est l'inventaire systématique réalisé par Walter Mantell en 1852¹⁰⁴ (photo 18).

2.3 Les études, interventions et modifications

Après la première étude du site réalisée par Mantell en 1852, il faut citer le travail d'Augustus Hamilton réalisé pour le Musée d'Otago en 1896-1897, et qui consista en une série de photos et une fouille archéologique. Il est heureux que des photos et des relevés aient été pris avant 1916, car c'est à cette date que J.L. Elmore préleva du site certaines des plus importantes œuvres peintes, qui ne sont aujourd'hui pas toutes localisées. En 1930, quelques années après les premières demandes de protection, une clôture à 7 fils a été installée par le Ministère des Affaires Intérieures pour protéger les peintures principales du bétail et des chasseurs de souvenirs. Neuf ans plus tard, J.T. Salmon examina le site et critiqua la clôture, qu'il jugea inappropriée et souligna le fait que les abris étaient toujours couverts de fumier dont l'odeur était très forte. Dans les années 1940, G.B. Stevenson et Roger Duff se sont intéressés à Takiroa et, après la guerre, l'artiste Theo Schoon se passionna pour l'art rupestre maori. Il fit des copies des œuvres ainsi que des retouches sur plusieurs sites, mais on ne peut pas certifier s'il a modifié des œuvres sur le site de Takiroa. Du milieu des années 1950 au début des années 60, le Historic Places Trust organisa l'étude de plusieurs sites, et des comités locaux surveillèrent les sites, souvent avec l'assistance des communautés historiques et scientifiques locales. Le Trust installa une nouvelle clôture sur le site en 1964-66, améliora l'accès pour le public et dressa un panneau de présentation. La clôture fut réparée en 1976 et en 1978. En 1980, Le gouvernement classa comme Réserve Historique de la Couronne la majeure partie du site et plaça le contrôle et la gestion du site sous la responsabilité du Historic Places Trust.¹⁰⁵

3 Propriété et responsabilité

3.1 La Réserve Historique

La surface de la Réserve Historique est de 905 mètres carrés environ, et elle s'étend tout le long du site S43 de Takiroa, où se trouvent les représentations les plus anciennes. La Réserve Historique est propriété de la Couronne et était originellement placée sous la responsabilité du New Zealand Historic Places Trust.¹⁰⁶

En 1997, après des soucis quant au bon entretien du site, le conseil des Maoris de Moeraki fit en sorte que la responsabilité du site lui soit remise. Le site est dorénavant officiellement sous la responsabilité de la tribu des Ngai Tahu, mais ce sont les Maoris de Moeraki qui sont réellement actifs dans la gestion du site, par le fait qu'ils revendiquent un droit prévalent sur le site crée par leurs *Tupuna* (ancêtres).¹⁰⁷

3.2 Le propriétaire du terrain

Une partie du site incluant le sol archéologique et des panneaux ornés se situe sur terrain privé. Le nom de l'actuel propriétaire du terrain est M. Rutherford. Il existe un arrangement informel avec le propriétaire pour l'utilisation du passage d'accès menant de la route au site.

¹⁰⁴ New Zealand Historic Places Trust 1994 p.14

¹⁰⁵ New Zealand Historic Places Trust 1994 p.14-18

¹⁰⁶ New Zealand Historic Places Trust 1994 annexes A et B

¹⁰⁷ Amanda Symon pers. comm. 05.09.05

3.3 Les groupes impliqués et/ou intéressés

3.3.1 Le NZHPT (New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga)

Le New Zealand Historic Places Trust a été originellement désigné par la Couronne comme responsable de la gestion du site de Takiroa, qu'il a assurée jusqu'en 2002.

Le New Zealand Historic Places Trust, anciennement le National Historic Places Trust, est une organisation caritative établie par un Acte du Parlement en 1954. Il est dirigé par une chambre de conseillers et un conseil pour le patrimoine Maori. La mission du Trust est de promouvoir l'identification, la préservation et la conservation du patrimoine historique et culturel de la Nouvelle-Zélande. Le Trust est l'organisation dominante dans la gestion de l'héritage en Nouvelle-Zélande. Le conseil pour le patrimoine Maori (Maori Heritage Council) a été créé au sein du Trust en 1993. Un des membres de ce conseil, Gerard O'Reagan, est également membre du Ngai Tahu Maori Rock Art Trust. Le conseil pour le patrimoine Maori tient une liste des lieux considérés comme *Wahi Tapu* (lieux sacrés) tels que des zones d'inhumations, lieux de baptêmes, des anciens villages fortifiés, des sources, des maisons, des arbres, des tourbières, des collines, etc.¹⁰⁸

3.3.2 Les Ngai Tahu

Le site de Takiroa, ainsi que celui de Maerawhenua, situé quelques kilomètres plus loin, ont été rendu à la responsabilité des Ngai Tahu en 1997 suite aux restitutions de terres ordonnées par le *traité de Waitangi*.

Le *Runanga O Moeraki* (conseil Maori de Moeraki) est le *kaitiaki* (gardien) du site au nom de la tribu des Ngai Tahu, et le Ngai Tahu Rock Art Trust a été créé pour supporter le Runanga dans sa tâche.¹⁰⁹

L'implication du Rock Art Trust dans la gestion du site de Takiroa a commencé en 2002, dès sa fondation.¹¹⁰

Les Ngai Tahu sont actifs dans la gestion du site par plusieurs biais : par l'intermédiaire des représentants du conseil du Maori Rock Art Trust, par l'intermédiaire du représentant du Maori Heritage Council du New Zealand Historic Places Trust (Gerard O'Reagan) et par l'intermédiaire du Runanga O Moeraki (conseil représentant la communauté maorie Ngai Tahu de la région de Moeraki, North Otago). Les Ngai Tahu encouragent la formation de Maoris comme spécialistes pouvant être employés dans la gestion et la conservation de leur patrimoine. La seule personne en Nouvelle-Zélande à avoir été formé comme conservateur-restaurateur d'art rupestre est un Maori, Nick Tupara, qui a suivi le cours donné à Canberra. Il a participé à la rédaction de l'avant-projet de plan de conservation pour Takiroa et a procédé à la retouche de certains graffiti sur le site. Nick Tupara est depuis parti travailler sur l'île du Nord.

La tribu des Ngai Tahu est divisée en plusieurs sous-tribus, représentées chacune par un conseil régional, les *Runaka*. Le conseil régional responsable pour les sites situés dans la vallée de Waitaki, dont le site de Takiroa, est Te Runaka O Moeraki. Te Runaka O Moeraki tient une assemblée un dimanche par mois à la *Marae* de Moeraki. Le Maori Rock Art Trust doit venir faire ses demandes et propositions devant l'assemblée lorsqu'il projette d'entreprendre quelque chose sur le site. Le site fait partie de l'héritage maori, il est *Wahi Tapu* et toutes les décisions qui sont prises quant à n'importe quelle modification sur le site, publication, droits sur l'utilisation des images, etc doivent obtenir l'accord du conseil de Moeraki.

Parmi les avis des Ngai Tahu au sujet du site de Takiroa, citons qu'elle ne voit pas la réintégration des œuvres prélevées du site comme une priorité, mais que les trous laissés dans la falaise ont une signification historique qui devrait être interprétée avec les illustrations des motifs qui s'y trouvaient. L'alternative proposée par la tribu serait de réunir tous les motifs prélevés au musée de North Otago, ainsi ils resteraient sur le territoire du district de Waitaki et seraient disponibles pour une éventuelle

¹⁰⁸<http://www.historic.org.nz>, 30.08.2005

¹⁰⁹ Amanda Symon pers. comm 01.09.05

¹¹⁰ Amanda Symon pers. comm. 01.09.05

future réintégration au site. Les Maoris disent aussi qu'il n'y a pas d'inquiétude au niveau culturel au sujet des prélèvements sur le site, tant qu'il n'y a pas d'impact sur le matériel. (Letter from Gerard O'Reagan (for Te Runanga O Moeraki) to Nick Tupara (for the NZHPT) about the Draft Conservation Plan for Takiroa Rock Art Site, Dunedin, 11 November 1994)

4 Intérêt du site

Le site de Takiroa a une importance historique et culturelle pour la Nouvelle-Zélande. Il constitue un exemple de lieu d'origine maorie développé en Réserve Historique pour l'interprétation publique.

Les sites d'art rupestre ont une importance spéciale pour les Maoris, qui en sont les gardiens. Le site réserve encore un grand potentiel archéologique et constitue un des sites les plus importants dans une région où de nombreux abris ornés sont recensés.

5 L'archéoacoustique

5.1 Un domaine peu connu

L'archéoacoustique est une spécialité de l'archéologie qui étudie les sons, ou les propriétés sonores de certains lieux, objets ou activités. Des centaines de sites d'art rupestre autour du monde présentent des propriétés acoustiques particulières habituellement sous forme d'échos.¹¹¹

Ce grand nombre peut s'expliquer simplement par le fait que, l'art rupestre étant réalisé sur support rocheux ayant habituellement la forme de falaise, abri ou grotte, il est normal que ces lieux soient propices à produire des résonances.

Il semble néanmoins, selon plusieurs auteurs, que l'art rupestre et les échos aient une relation bien spéciale et qu'il est donc nécessaire de préserver l'environnement des sites dans le but de minimiser les perturbations des échos, qui feraient partie intégrante des sites de peinture rupestres¹¹². Cela va dans le sens de se limiter à la non-intervention ou à des interventions minimales.

5.2 Le cas de Takiroa

Selon une source trouvée par hasard, le nom Takiroa, anciennement Otakiroa, pourrait être traduit par « long echo »¹¹³, mais selon la traduction faite par des Maoris, « taki » serait un mot de dialecte pour « tangi », qui veut dire pleurer, appeler, sonner, résonner, etc et s'applique aux êtres vivants comme aux choses inanimées. Cela peut aussi être traduit par résonner, dans le sens où on frappe quelque chose et que cela produit un son. Mais cela ne veut pas spécialement dire écho, qui serait plutôt traduit par *ko*, *kowaro*, *paoro* ou *oro*. Takiroa voudrait donc plutôt dire « des pleurs, ou un son qui sort de quelque chose. Cela pourrait aussi vouloir dire « son amplifié ».¹¹⁴

Il semblerait que les propriétés acoustiques du site de Takiroa soient connues. On raconte que si l'on se tient à environ mille mètres du site, en direction de la rivière, on peut entendre les voix des gens qui se trouvent dans l'abri.¹¹⁵ Cela correspondrait plus à la traduction « son amplifié ». Je n'ai malheureusement pas eu l'occasion d'expérimenter ce phénomène, mais il est certain que dans un cas comme celui-là, on peut fortement soupçonner que le site de Takiroa présente des particularités acoustiques particulières dont il est nécessaire de tenir compte afin de ne pas les perturber.

¹¹¹ Waller 2003 p. 1

¹¹² Waller 2002 p.1

¹¹³ <http://www.destination.co.nz/waitaki.valley>

¹¹⁴ Keri Hulme, pers. comm. 19.06.2004

¹¹⁵ Amanda Symon pers. comm. 02.2005

3^{EME} PARTIE : LE CONSTAT D'ETAT

Le constat d'état est la description de la condition physique du site à une période donnée. Il est très difficile de réaliser un constat d'état pour un site de peintures rupestres sans y consacrer un temps considérable à l'observer, de préférence sur une longue période et durant toutes les saisons et conditions climatiques possibles. On peut faire un constat d'état en ne faisant qu'une visite sur un site, mais il est aussi possible de faire une évaluation basique sur la seule base de photos, de dessins et de cartes. Cependant, de rapports réalisés sur des bases aussi limitées seront eux-mêmes limités dans leur précision et leur utilité.

Les informations fondamentales qui doivent être étudiées lors de la réalisation d'un constat d'état pour un site d'art rupestre sont :

- Une description de la localisation physique du site
- Des informations sur la géologie, la géomorphologie, l'hydrologie et la climatologie du site et de la région, et une description de la façon dont ces données sont en relation avec l'état du site
- Une description de l'art rupestre ; type d'art ainsi que matériaux et techniques utilisés pour sa production
- Un relevé de la condition physique de l'art rupestre
- Un relevé des causes d'altérations apparentes, actives ou passées : dommages dus aux sels, aux animaux, à la végétation, au public, etc
- Une description des actes de vandalismes récents et historiques
- La date à laquelle les informations constituant la base du rapport ont été récoltées, ainsi que la description des conditions climatiques à ce moment-là
- Il faut fournir une documentation de base à laquelle pourra être comparée la condition du site dans le futur
- Il faut fournir des recommandations pour les futurs travaux de conservation sur le site. (par exemple la nécessité de faire des relevés plus précis, de faire une étude plus poussée de l'état du site, ou la nécessité de réaliser des traitements de conservation)

Le constat d'état doit être considéré comme faisant partie intégrante de la documentation générale du site. Ce n'est pas un inventaire de l'emplacement des motifs sur le site, ni du style, de l'interprétation ou de l'âge des peintures rupestres, même si certains de ces points peuvent être mentionnés dans le rapport. L'établissement de ces informations ne fait pas partie des obligations ni des compétences du conservateur-restaurateur. Les méthodes graphiques les plus efficaces pour réaliser un constat d'état dépendent en grande partie d'un certain niveau de documentation ayant déjà été réalisé, comme l'existence de relevés photographiques détaillés ou d'un plan du site sur lequel sont reportés les motifs. Une telle base peut être utilisée pour y juxtaposer les relevés relatifs au constat d'état du site.¹¹⁶

1 État du site en général

Il est plus complexe au premier abord d'évaluer l'état de conservation d'un site de peintures rupestres que celui d'une céramique ou d'une peinture sur toile. En effet, pour ces deux derniers exemples, on peut facilement se faire une idée de l'aspect qu'ils avaient avant de se dégrader, et en déduire quels sont les changements. Mais comment savoir quel était l'aspect de la falaise au moment où les dessins y ont été réalisés ? Et comment savoir quel aspect avaient ces dessins ? on peut facilement dire que tel ou tel motif a des lacunes, on voit clairement que des parties de roche pigmentée ont disparu. Mais comment définir si l'état actuel du site est stable, ou s'il sera complètement détruit au cours des 15

¹¹⁶ Loendorf, Olson, Conner and Dean 1998 p.69-70

prochaines années ? Évaluer l'état de conservation d'un site, c'est un peu évaluer où il se situe entre l'état neuf et l'état de disparition totale, ainsi que la vitesse à laquelle il évolue.

Les points à investiguer dans une telle recherche sont multiples, et ils vont de l'observation générale du paysage alentour jusqu'à l'analyse des sels. Cela nécessite également une approche pluridisciplinaire, en faisant appel directement à des géologues, des chimistes, des archéologues, des géographes, des météorologues, des historiens, des représentants des tribus maories, des photographes et même le public, ou alors en se référant aux textes et aux images dont ces personnes sont les auteurs.

Il est nécessaire, dans cette démarche, de commencer par se poser des questions. C'est en tentant d'y répondre que l'on peut trouver les directions dans lesquelles investiguer.

Quelle est la raison pour laquelle les peintures sont en danger de disparition ? Parce que leur support, la roche, se dégrade. Parce qu'elles sont masquées par une épaisse couche de poussière assez dure. Parce que la peinture devient de plus en plus fade.

Comment se dégrade la roche ? elle perd petit à petit sa surface solide, laissant en dessous une roche sableuse qui s'érode rapidement et qui étend les pertes.

Comment cette surface disparaît-elle ? parfois elle est rongée par-dessous, à cause d'une zone érodée voisine qui s'étend, parfois elle forme des sortes de cloques qui éclatent et tombent. Parfois de petites écailles manquent, sans que la raison de leur perte soit évidente (gel, sels, abrasion, vandalisme ?)

Comment l'érosion progresse-t-elle ? la roche semble perdre sa cohésion et tombe petit à petit sous forme de sable. Pourquoi ? Peut-être à cause du vent, ou des sels, ou de l'eau, du gel ? Peut-être parce que le *ciment* du calcaire disparaît, peut-être est-il solubilisé.

Ce système de questions-réponses peut durer des pages entières. Pour chaque question posée, des domaines de recherche s'ouvrent et de nouvelles questions se posent.

L'environnement est étendu, et l'inertie peut être assez importante. Un changement climatique brusque peut montrer ses effets seulement beaucoup plus tard, tout comme pour un changement de végétation.

Il faut prendre en considération l'environnement du site. Cela comprend l'environnement présent et passé ainsi que les éventuelles modifications prévues pour le futur.

On peut distinguer les aménagements faits par l'homme (routes, habitations, plantations, mines, carrières, barrages, irrigation...) et les caractéristiques naturelles (rivières, cours d'eau, glaciers, montagnes, marécages, tourbières, falaises, bancs de sable, perméabilité du terrain...). Les informations concernant l'environnement peuvent être obtenues tant en observant des cartes géographiques et géologiques détaillées que directement sur le terrain. Les photographies aériennes peuvent également être très utiles. En ce qui concerne l'environnement passé et les modifications qu'il a subi jusqu'à présent, il faut se reporter aux archives et à l'archéologie, sachant que les informations obtenues seront non exhaustives. Pour ce qui est de l'environnement futur, il faut se reporter aux plans d'aménagement du territoire ainsi qu'au propriétaire du terrain. La législation en vigueur sur la protection ou la non-protection du site est évidemment à prendre en compte.

J'ai repéré sur la carte 1:50000 de la région la présence d'une ligne bleue qui passe au sommet de la falaise et qui se termine à l'extrémité Est de celle-ci. Selon la légende de la carte, il s'agit d'un cours d'eau ou d'un drain. Je suis allée voir sur place. La partie de terrain qui se situe au sommet de la falaise est un pâturage clôturé au milieu, perpendiculairement à la falaise, ainsi que sur toute la longueur de la face rocheuse. Il s'y trouve également une rangée de conifères qui suit cette clôture. Il y a un tuyau en ciment d'environ 20 cm de diamètre, qui est enterré sur presque toute sa longueur (on peut voir un bourrelet qui suit la forme de la falaise dans le pâturage) et qui s'ouvre à la fin pour former un petit ruisseau, qui était sec quand je l'ai observé. La ligne bleue est donc un drain, qui sert

probablement à irriguer la zone qui se situe à l'Est du site. Mais la zone au-dessus du site est-elle elle aussi irriguée ? Il est nécessaire pour cela d'aller se renseigner chez le propriétaire du terrain.

L'état du pâturage situé directement devant le site et où se trouve le trottoir dépend de l'occupation ou non par le bétail. Lorsque des animaux sont présents sur le site, une quantité importante de déjections encombrant le passage et sont surtout concentrées dans l'alcôve, que les bêtes utilisent comme abri. Le passage de véhicules agricoles semble perturber visiblement le sol en face de l'abri.

Les zones du sol situées à l'intérieur du grillage sont encore recouvertes de terre et de déjections sèches, ainsi que de quelques crânes et os d'animaux. Il y a aussi une quantité non négligeable de mégots, de tessons de verre et de morceaux de roche.

2 Etat du support

Il semble, à première vue, que la surface de la roche soit différente de ce qui se trouve dessous. Comme si elle s'était formée à une certaine période et qu'elle soit devenue puis restée lisse et dure, uniforme, pendant une longue période, puis elle a commencé à s'exfolier et la roche en dessous est beaucoup plus poreuse. Peut-être que ce qui a servi à durcir la surface est ce qui manque maintenant dans la roche restante.

2.1 Dégradations naturelles

Les dégradations naturelles que l'on peut observer sur le support des œuvres rupestres du site de Takiroa sont diverses et sont réparties par zones. (voir plan du site **ANNEXE C**)

L'érosion et l'exfoliation sont les principales dégradations visibles sur la paroi rocheuse (**photo 19**). L'érosion se manifeste par des zones de la paroi qui sont en retrait de la surface et dont la texture est plus fraîche, plus régulière et plus ou moins poudreuse. Autour de ces zones, l'érosion entame souvent la roche par-dessous la surface plus dure. Beaucoup de zones érodées présentent des voiles ou des lignes de sels cristallisés. Certaines zones ont commencé à s'éroder après que des blocs rocheux aient été prélevés, et leur surface augmente régulièrement. Pour certains prélèvements, surtout ceux situés près du sol vers le milieu du site, on voit encore clairement la forme des blocs et les marques des outils (**photo 20**). Mais pour les prélèvements situés dans la zone Est du site, il ne reste que quelques rares marques d'outils dans les angles, l'érosion a complètement effacé toutes les traces (**photo 21**). Une forme particulière d'érosion est l'*alvéolisation*. La roche s'érode de façon tellement peu uniforme qu'il en résulte la création d'un relief en forme d'alvéoles plus ou moins circulaires d'un diamètre variable, souvent voisin des 10 cm, et qui couvre des surfaces importantes. Il semble que des phénomènes de dissolution et de redéposition concentrée des *ciments* de la roche soient à l'origine de ces formes très esthétiques.

Il y a plusieurs formes d'altération qui peuvent être regroupées sous le terme d'*exfoliation*, qui signifie généralement une perte de la surface de la roche sous forme de film ou d'écailles. On peut observer des zones d'*exfoliation* par cloques, lorsqu'une couche de surface se sépare de la surface de la roche pour former une bosse, qui finit par s'ouvrir et perdre sa surface (**photo 22**). L'*exfoliation* se propage ensuite généralement depuis ces cloques. Par endroits, l'*exfoliation* peut commencer depuis la limite de zones érodées. Il y a aussi des endroits où il est net que plusieurs couches d'*exfoliation* sont superposées, il ne s'agit pas d'une seule et même surface régulière avec quelques aires exfoliées, mais bien d'une succession d'épisodes de formation de surface et d'*exfoliation* superposés (**photo 13**). Dans certaines zones basses, la roche semble plus dure, pas sujette à l'érosion, et présente une forme d'*exfoliation* par éclats plus ou moins conchoïdaux, c'est-à-dire qu'ils laissent un cratère d'*exfoliation* (**photo 23**). L'apparence de la roche est de ce fait une surface très irrégulière, bosselée et parcourue de cratères de quelques centimètres de diamètre au fond desquels on peut souvent observer des sels. C'est cette forme d'*exfoliation* qui dégrade la principale frise rouge du site de Takiroa. On peut parler d'un troisième type d'*exfoliation*, qui constitue une perte de surface due à

l'érosion de la roche qui se trouve derrière. Je ne classe néanmoins pas ce phénomène avec les autres types d'exfoliation, car il concerne souvent des épaisseurs et des surfaces de roche importantes et il s'apparente plus à un résultat de l'érosion.

Une partie importante du site est couverte de poussière. Parfois il s'agit seulement d'un film, mais beaucoup de zones présentent des accumulations épaisses, bosselées et sculptées par le vent. La présence de poussière est souvent associée à une certaine humidité de la roche. **(photos 24 et 25)**

Des sels sont visibles sous plusieurs formes tout au long de la paroi, en particulier dans les zones érodées. On observe des sels qui cristallisent en formant des lignes plus ou moins horizontales **(photo 26)**, ou suivant la limite de zones érodées, ou encore autour d'une zone humide couverte de poussière **(photo 27)**. En plusieurs endroits, les sels cristallisent sur une grande surface, formant un voile clair sur une surface érodée. Il y a certaines zones où les sels cristallisés se sont transformés en une croûte qui s'exfolie **(photo 28)**. Citons enfin les sels présents au fond des cratères d'exfoliation, qui semblent plus foncés et sont concentrés en bourgeons. Certains de ces cratères présentent des mousses ou algues tout au fond. **(photo 29)**

Parmi d'autres phénomènes d'altération mentionnons encore la désintégration de la roche en certains endroits, surtout des angles, où il n'est pas vraiment possible de décrire le mécanisme qui mène à la destruction de la roche. La roche semble changer de structure et perdre sa cohésion, ou alors parfois devenir plus dense, dans une même zone, et on constate que la matière est fragile et subit des pertes **(photo 30)**.

A la limite de certaines zones prélevées, la couche de surface environnante se fendille et tombe petit à petit. **(photo 31)**

On constate dans certaines zones la présence, passée ou actuelle, de l'eau. Il y a des lignes marquées par le passage de l'eau dans la poussière, mais aussi des zones de roche rincées de leur poussière par le passage de l'eau. On voit aussi des zones où la poussière s'est accumulée sur des zones mieux irriguées ainsi que des zones auréolées montrant plusieurs lignes de tons différents, signes de la présence de solutions salines dans la roche.

Le sol de l'abri est parsemé de nombreux blocs de calcaire de tailles différentes, tous tombés de la surface de l'abri. J'ai également vu un bloc qui était fraîchement tombé (quelques jours, car la trace de l'impact dans l'herbe était encore très frais) et qui mesurait près d'un mètre de longueur. De nombreuses parties de roche dans la partie supérieure de l'abri sont instables, érodées par derrière, et les activités des pigeons qui nichent dans la paroi accélèrent certainement la chute des blocs.

En de nombreuses zones non érodées, la roche présente de petits orifices circulaires d'environ 1 à 2 cm de diamètre.

Dans l'alcôve, on note la présence de zones vertes très glissantes au toucher et qui colorent les doigts en vert, il s'agit certainement d'algues **(photo 32)**.

Je n'ai pas constaté de fissures ou de perturbations spéciales dans la paroi rocheuse, mais on voit nettement les joints de stratification entre les différentes strates rocheuses. Ces joints ont très certainement une influence importante sur la circulation des solutions dans la roche. **(photo 33)**

Les coulées noires qui descendent jusqu'à assez bas sur la paroi, surtout à l'Ouest du site, ont une structure tridimensionnelle qui les fait ressembler à des colonisations de mousses ou lichens.

2.2 Dégradations causées par les animaux

On observe, dans les zones non abritées à l'Est du site, des déjections d'oiseaux qui sont présentes sur la paroi, mais la plupart du temps de façon isolée. Il y a cependant quelques endroits où le guano s'accumule. La falaise est peuplée en permanence de plusieurs dizaines de pigeons.

Dans les zones non protégées par le grillage, la roche est salie par le bétail, et sur le reste du site, la partie basse de la roche montre que le bétail s'y est frotté, déposant de la lanoline et de la poussière,

rendant la roche foncée et lisse. Il est très probable que le bétail ait en outre causé des dommages physiques sous forme de pertes de fragments de roche.

Des oiseaux nichent dans la paroi, on voit facilement le foin des nids qui dépasse de certains orifices.

Il y a par endroits évidence d'une solution brune qui monte par capillarité dans la roche, à proximité d'une importante accumulation de fumier. Il est probable que cette solution soit un mélange de liquides organiques dérivés du fumier (**photo 34**).

2.3 Dégradations causées par l'homme

La plupart des graffiti contemporains sont des graffiti légers, grattés dans des zones molles, en particulier dans l'alcôve. L'alcôve est la zone où l'érosion est la plus rapide, c'est d'ailleurs la raison de son existence (zone à érosion préférentielle). Les graffiti de ce genre disparaissent très vite, en quelques années je pense. Il y a un graffiti daté de 2005 qui est déjà partiellement rempli de sels et dont l'érosion est bien visible. Ce genre de graffiti, pratiqués dans une zone comportant 5 différentes traces de motifs, non protégée et dont l'érosion est rapide, donnent une idée assez bonne de la vitesse d'érosion dans l'alcôve lorsqu'ils sont datés. La conservation des motifs, l'apparence du site et sa valeur éducative seraient néanmoins beaucoup améliorées s'il n'y avait pas de graffiti dans cette zone, mais le seul moyen d'y remédier serait de poser un grillage, ce qui n'améliorerait pas l'aspect du site. Cette zone est le seul endroit du site qui forme réellement un abri, un lieu un peu fermé, et c'est là que les visiteurs sont attirés, c'est en quelque sorte le point central du site et l'endroit où certains ne peuvent pas s'empêcher de laisser leur trace. Ce lieu s'y prête par la facilité d'y graver des lettres, son accessibilité, son emplacement et la surface disponible.

2.4 Cartographie de l'état du support

La partie Est du site, ne comprenant que quelques motifs très lacunaires et peu visibles, est directement exposée aux effets climatologiques. Cette zone est presque verticale et n'est pas abritée du tout (**photo 35 et 35'**). On constate des zones où l'eau s'écoule le long de la paroi et la roche apparaît très claire et de couleur assez uniforme, elle est certainement régulièrement rincée par la pluie et soumise aux effets du vent. La partie basse, jusqu'à environ 1 mètre 50 du sol, présente des zones plus lisses et foncées sur les reliefs, dues à la déposition de graisse (lanoline) et de poussière lorsque le bétail se frotte contre la paroi.

Les parties centrale et Ouest du site sont protégées par un grillage et on peut les distinguer comme suit : la partie centrale descend vers l'Ouest et est caractérisée par le grand nombre d'œuvres qui y ont été prélevées, laissant d'importantes zones d'érosion. Cette partie se termine au bas de la pente, là où la paroi fait un léger virage vers l'arrière. Ici émerge un nouveau joint de stratification en dessous duquel la roche est plus dense et qui forme un surplomb bas, en retrait de quelques dizaines de centimètres, dans la partie Ouest du site. Cette zone est la plus abritée, est plate et se termine à l'alcôve. L'alcôve est une zone d'érosion préférentielle qui génère une importante surface d'*alvéolisation*, de sels et d'algues.

Voir le plan du site en **ANNEXE C**.

3 Etat des œuvres

Un nombre important des œuvres majeures du site de Takiroa a été prélevé du site. Elles ne sont donc prises en compte dans ce rapport que comme telles. J'ai pu en observer 4 ou 5 au Musée d'Otago, elles sont conservées montées dans des cadres en bois et cernées de ciment (**photo 36**), exposées ou mises en réserve dans des boîtes sur mesure faites récemment, avant quoi elles étaient simplement laissées exposées à la poussière, qui en a passablement terni la couleur.

Les œuvres encore en place montrent des conditions de conservation très différentes, ce qui s'explique par les raisons suivantes : tous les motifs ne sont pas contemporains, et certains sont assurément beaucoup plus vieux que d'autres. Les motifs sont répartis sur des zones de la roche dont

les propriétés diffèrent et qui sont plus ou moins exposées aux causes de dégradation. Les œuvres ont été réalisées avec plusieurs techniques différentes, gravure, dessin au pigment sec, peinture, qui leur confèrent des propriétés de conservation plus ou moins bonnes.

Les photographies commentées présentées dans l'**ANNEXE J** montrent l'éventail des dégradations affectant les œuvres rupestres du site de Takiroa.

3.1 Dégradations naturelles

Les dégradations naturelles qui mettent directement en danger la conservation et la lisibilité des œuvres sont l'exfoliation, l'érosion et la poussière, ainsi que les effets conjugués du soleil, du vent et des précipitations surtout dans la partie non abritée du site.

Une grande proportion des motifs inventoriés sur le site le sont plus à titre d'indices archéologiques que de véritables représentations complètes et lisibles. Il faut aussi noter que la plupart des motifs conservés le sont car ils ont été réalisés dans des zones plus stables et protégées.

Il est difficile de décrire précisément les phénomènes qui conduisent au ternissement des couleurs sans avoir recours à une loupe binoculaire. On peut supposer que les pigments sont soit réduits en couche de plus en plus fine par l'effet du sablage par le vent, ou alors ils peuvent être recouverts d'une fine couche de poussière ou de sels. Certains motifs ont été partiellement effacés par frottement à cause du bétail.

La présence périodique de buissons épineux le long de la paroi altère certainement aussi les œuvres par frottement, compte tenu du fait que ce sont des buissons assez rigides et qu'il y a souvent du vent fort sur le site (**photo 37**).

3.2 Dégradations causées par l'homme

Les principales dégradations dues à l'action de l'homme sont les prélèvements de motifs peints. Certains de ces motifs existent encore, mais sont conservés en-dehors de leur contexte naturel et, culturellement, le vide qu'ils laissent sur le site est bien plus grand que la place qu'ils occupent dans les musées. Certains ont été détruits ou juste fragmentés lors des travaux de prélèvement, qui ont été effectués vraisemblablement à l'aide de marteaux et burins. Quelques motifs n'ont été que partiellement prélevés, et d'autres sont en cours de disparition à cause de l'érosion qui s'étend depuis les trous laissés dans la roche (**photo 38**).

On compte aussi un certain nombre de graffiti, gravés, dessinés et peints à la bombe, mais aucune œuvre n'est réellement défigurée par des graffiti très voyants. Les marques les plus intrusives ont été retouchées en 1992 par le conservateur-restaurateur d'art rupestre Nick Tupara, qui a alors notamment ajouté de la couleur rouge pour masquer d'importantes griffures qui défiguraient une des principales peintures rouges (**photo 39**). Les restaurations sont facilement identifiables pour l'œil averti.

Les diverses retouches et rehaussements à la craie peuvent être considérés comme des dégradations car, même s'ils étaient originellement destinés à améliorer la lisibilité des œuvres, ils en altèrent l'authenticité et peuvent se révéler trop interprétatifs.

D'autres dégradations ont été causées par l'homme alors qu'il cherchait à protéger l'art rupestre. De précédentes barrières protectrices étaient fixées dans la roche à l'aide d'agrafes, de clous et de piquets qui sont en plusieurs endroits plantés directement dans ou à proximité des œuvres. Ces installations ont été enlevées, mais de nombreux éléments sont encore présents dans la roche (**photos 40 et 41**).

Il est surprenant de constater que les dégradations les plus importantes relevées sur le site sont dues à la volonté première, sincère ou pas, de préserver les œuvres et d'en améliorer la lisibilité. Il s'agit du prélèvement des motifs, de leur retouche ou surlignage et des éléments plantés dans la roche. A côté de cela, la proportion de graffiti qui défigurent des œuvres est mineure.

4 Résumé des dégradations

Les dégradations se manifestent principalement par :

- les pertes de surface pigmentée, ou l'exfoliation
- l'érosion qui s'étend à partir de zones abîmées
- l'accumulation de poussière, l'écaillage de la poussière, les zones humidité-poussière
- les graffiti
- les éléments fixés dans la paroi (restes de l'ancienne barrière)
- les déjections d'oiseaux
- la perte de pigments
- les sels qui recouvrent les œuvres
- les traces laissées par l'eau
- les zones fissurées
- les zones qui semblent particulièrement fragiles
- les éventuelles algues et mousses

4^{EME} PARTIE : LE CHOIX DES ETUDES A ENTREPRENDRE

1 Les critères

En se basant sur le constat d'état du site et sur toutes les interrogations qui en découlent, ainsi que sur l'avant-projet et les moyens à disposition, il est nécessaire de planifier la ou les directions que va prendre l'étude pour la conservation du site.

Le constat d'état du site montre des dégradations diverses, telles que l'érosion naturelle du calcaire par l'eau et les sels, l'exfoliation, la déposition d'une couche de poussière et les dégradations d'origine anthropique. Les premières sont potentiellement actives alors que les dégradations causées par l'homme ne devraient normalement plus augmenter en nombre depuis la pose d'un grillage protecteur efficace; elles évoluent néanmoins dorénavant naturellement, et le problème n'est pas résolu pour les œuvres qui ne sont pas protégées. La principale interrogation qui découle de cela est : quelle est la vitesse de dégradation du site ?

L'avant-projet préconise des mesures de conservation préventive, basées sur un principe de non-intervention, telles que la mise en place d'une surveillance régulière du site et la création d'un plan de gestion. L'avant-projet mentionne en outre la possibilité d'envisager le nettoyage de la surface du site, la déviation de l'eau et de l'humidité de la roche, le nettoyage des graffiti, la consolidation de la roche friable, le recollage d'éclats et la collecte d'échantillons pour analyses.¹¹⁷

Les moyens à dispositions englobent le temps, les connaissances, le matériel et l'argent. Le temps que je peux consacrer sur place est limité à 7 mois, du 15 janvier au 15 août 2005. Cela constitue un obstacle pour la réalisation d'une étude climatique annuelle du site par exemple. Les connaissances à ma disposition sont les miennes, des connaissances basiques et surtout théoriques en conservation-restauration d'objets archéologiques et ethnographiques, ainsi que les connaissances des contacts que je peux avoir n'importe où, et les livres et photocopies que j'ai emmenés et que je peux encore chercher. Je n'ai en aucun cas les qualifications nécessaires pour entreprendre un traitement de conservation sur le site, qui ne peut être fait que par un conservateur-restaurateur spécialisé.¹¹⁸ Je ne dispose en outre d'aucune équipe pour m'assister sur le site et je débute sans matériel, si ce n'est mon ordinateur portable et mon appareil photo numérique, ainsi qu'un fourgon aménagé pour dormir et cuisiner afin de pouvoir passer plusieurs jours sur le site (situé à environ 2 heures de route de Dunedin) et avoir la possibilité de travailler à l'abri par mauvais temps. Afin d'augmenter mon accès aux connaissances et au matériel, je me suis mise en contact avec le Département de Géographie de l'Université d'Otago, grâce à qui j'ai pu obtenir un statut d'étudiante externe, ce qui me donne accès aux mêmes ressources que les autres étudiants (bibliothèques, matériel informatique, accès aux locaux, contact facilité avec le personnel). Financièrement, je ne peux personnellement subvenir qu'à des dépenses mineures, mais le Rock Art Trust a un budget qui peut être utilisé pour la conservation du site. Il faut cependant pouvoir pleinement justifier ces dépenses, et donc être confiant dans ses choix.

2 Les choix

2.1 La surveillance régulière (monitoring)

Mon premier choix se tourne vers la mise en place d'un programme de suivi photographique du site, qui devrait permettre de visualiser la vitesse de dégradation du site. Je pense que c'est une donnée de base indispensable pour la planification de tout traitement de conservation sur le site. C'est une étude qui est absolument sans impact négatif sur la conservation du site et qui suit les directives données par le draft.

¹¹⁷Draft traduit (Annexe A) p.22

¹¹⁸Draft traduit (Annexe A) p.22

Dans la littérature, pour la plupart en anglais, on utilise le terme « monitoring » pour désigner la surveillance permanente ou à intervalles réguliers. Cela se fait par l'enregistrement de données qui peuvent ensuite être comparées afin de suivre l'évolution, les modifications ou la stabilité de certains paramètres. Il peut s'agir de la température de l'air, de l'humidité de la surface de la roche, de l'ensoleillement que reçoivent certains motifs, de l'apparence générale de la falaise, de l'affluence du public, de la quantité de poussière présente dans l'air, de la couleur des motifs, de la force, la direction et la fréquence des vents, de l'efflorescence des sels, du taux de précipitations, etc. Il faudra pour cela déterminer quels paramètres il est important de connaître pour gérer au mieux la conservation du site, ou pour expliquer les dégradations. Il peut aussi s'agir d'une collecte de données à très petite échelle, afin de mesurer l'érosion de surface de la roche. On peut ensuite comparer les données de plusieurs paramètres, par exemple l'érosion par rapport au vent, ou la couleur des pigments par rapport à l'humidité relative, etc.

Comment évaluer l'évolution des altérations ? l'altération la plus préoccupante est pour l'instant l'exfoliation, la perte de surface, l'érosion qui cause ces pertes. Comment savoir si ces écailles qui paraissent si fragiles sont en fait stables depuis 2, 10, 20, 50 ou 100 ans ? ou plus ? On peut d'abord observer sur quelle couche se situent les motifs, et si certains dépassent sur des zones déjà exfoliées. Ensuite, on peut comparer l'état actuel avec des dessins, des photos et des relevés anciens, ainsi qu'avec des textes descriptifs. Les textes ne permettront pas de quantifier l'évolution des altérations, mais éventuellement de comparer vaguement. Les dessins et relevés ne reprennent en général que les motifs, en faisant abstraction de leur support. Ils pourront être utiles, du moment où ils sont fidèles et ne cherchent pas à améliorer la réalité et à retoucher les vides. Ils serviront cependant à démontrer la disparition totale de certains motifs. On ne pourra utiliser que des relevés fidèles, scientifiques. Les dessins plus généraux représentant la falaise en elle-même peuvent servir à identifier des changements majeurs. Les photographies sont sans aucun doute les plus fidèles et les plus utiles. Les premières photographies connues du site ont vraisemblablement été prises en 1896 par Augustus Hamilton. Il faudra trouver où sont conservées ces photographies, essayer d'en obtenir des copies pour les emmener sur le site afin de comparer et de reprendre des photographies de l'état actuel avec si possible le même cadrage et la même direction d'éclairage afin que la comparaison soit plus aisée. Avec des photographies de plusieurs zones du site, étalées dans le temps, on pourra se faire une première idée de la vitesse à laquelle ont évolué les altérations ces dernières années. Je pense que si l'on met en évidence des évolutions depuis les 10 dernières années, ce résultat sera déjà parlant et cela confirmera que le site se dégrade rapidement et qu'il est temps d'en étudier les causes.

Il sera également assez facile de se baser sur les zones où des blocs ont été prélevés. On voit très bien l'érosion qui s'est étendue de plus en plus loin avec le temps. Ces zones seront à étudier en particulier.

Certains graffiti, surtout des gravures, sont datés. C'est une base intéressante pour illustrer l'érosion qu'ont subie ces zones sur un laps de temps connu.

2.2 Le climat

L'étude des conditions climatiques sur le site pourra donner d'intéressantes informations sur les processus de vieillissement de la pierre par les sels. La connaissance des variations journalières de température et d'humidité relative peut permettre d'expliquer certains phénomènes de cristallisation et de solubilisation des sels. Il serait idéal de pouvoir étudier les effets du climat sur place en temps réel, comme l'effet de fortes pluies sur la paroi par exemple.

2.3 La caractérisation de la roche et de son processus d'altération

Après d'importants dommages dus à l'homme, le site est maintenant principalement mis en danger par la dégradation naturelle du support. Il est important de trouver des explications plus approfondies pour tous les phénomènes qui altèrent le calcaire, de la formation d'une croûte de surface à l'efflorescence des sels en passant par l'érosion. Cela implique une étude géologique du support, dans le but de décrire ses propriétés et sa composition et une étude plus poussée des zones

présentant des phénomènes d'altération particuliers. Cela comprend les différentes croûtes et patines, les zones alvéolées, les sels et les concrétions.

Après des observations visuelles et une étude théorique, il sera nécessaire d'avoir recours à des méthodes d'analyses plus élaborées, comme l'observation d'échantillons sous une loupe binoculaire, la réalisation de lames minces et différentes analyses destinées à connaître la porosité, la cartographie et la composition de la roche. L'étude des sels pourra se faire par des spot tests ou par analyses *DRX* dans un laboratoire.

Les résultats de cette recherche pourront servir de base pour des traitements de conservation dans le futur et ouvriront certainement des portes pour des études plus approfondies.

Je n'ai à ce moment-là aucune assurance d'avoir accès aux moyens d'analyse dont j'aurai besoin, cela dépendra du bon vouloir et de la disponibilité du personnel et du matériel de l'Université d'Otago.

2.4 La poussière

Il y a des zones du site abondamment recouvertes de poussière. Il est probable que des motifs soient complètement cachés sous de la poussière. La poussière joue peut-être un rôle chimique à la surface de la pierre. De nombreuses hypothèses ont été soulevées quant à la provenance de la poussière : elle pourrait venir de la route proche, ou des bancs de gravier de la rivière Waitaki, d'un chantier énorme qui se trouvait en amont dans les années 1930, ou encore des montagnes. Rien n'exclut que différentes sources soient responsables de ce phénomène.

L'observation des zones où la poussière se dépose ainsi que de sa composition devraient donner des indices quant à son impact et sa provenance, et le programme de suivi photographique montrera si c'est un phénomène actuel ou passé, s'il est actif ou non.

2.5 L'eau, sa provenance, ses effets, ses caractéristiques

L'eau sous toutes ses formes peut avoir une influence. Il est dès lors important de tenir compte de toutes les sources d'eau possibles dans l'entourage du site. Les pluies, les pluies battantes, les brumes, l'eau qui circule dans le sol, au-dessus et en dessous de l'abri (ruissellement, migration et remontées capillaires), les brumes, l'urine du bétail, la neige, l'humidité relative de l'air, l'eau de transpiration des végétaux, la condensation à la surface de la roche... Certains de ces phénomènes peuvent être minimes mais permanents, d'autres peuvent être rarissimes, mais dans les deux cas, l'effet peut être significatif.

L'eau est un élément liquide naturel ayant une teneur variable en minéraux et qui a joué, joue et va continuer à jouer pendant longtemps un rôle de la plus haute importance pour la protection comme pour la destruction des œuvres d'art rupestre.

L'eau joue un rôle clé dans les phénomènes qui altèrent les peintures rupestres. Que ce soit en tant qu'humidité relative de l'air, pluies battantes, infiltrations, condensation, écoulements ou glace, il est important de faire l'étude de l'eau sur le site. Cela commence par une simple observation des données climatiques et des caractéristiques géomorphologiques du site.

5^{EME} PARTIE : LA RECHERCHE

1 Le suivi photographique du site

Au cours de mes recherches, tant bibliographiques que sur Internet, je n'ai trouvé que des informations superficielles sur la réalisation de programmes de surveillance photographique de sites d'art rupestre. Dans beaucoup d'articles et rapports, on lit que c'est une étape nécessaire dans l'étude et la conservation des sites, mais il ne figure jamais de description technique du travail. Le Rock Art Trust m'a cependant fourni un document néo-zélandais non daté qui donne des directives pour la réalisation du suivi photographique de sites.

Le programme Photopoint¹¹⁹ a été mis en place pour le suivi photographique de sites de différentes natures, donc pas spécialement pour les sites d'art rupestre. Il donne les directives suivantes :

Il faut commencer par définir, marquer et documenter un « photopoint », qui est l'endroit précis du site où l'on pose le trépied à une hauteur donnée. A partir de ce photopoint, on choisit et on documente des « photoframes », c'est-à-dire une série de photos prises depuis le photopoint et dont l'angle de prise de vue et les réglages de l'appareil varient. Il est pour cela nécessaire d'avoir une boussole ainsi qu'un niveau. On peut définir plusieurs photopoints pour un site. Il faut marquer les photopoints avec une sardine ou un pieu et le référencer à partir de 3 points fixes du site. Il faut pour cela être équipé d'une chevillière d'au moins 30 mètres. Avec cette méthode, une fois que le photopoint est repéré et que le trépied est en place, il n'y a plus qu'à chercher les angles, régler l'appareil et prendre les photos sans se déplacer. Cela permet d'avoir un maximum de clichés pris en un minimum de temps, ainsi les conditions d'éclairage varient peu.

L'utilisation de cette méthode est difficile sur le site de Takiroa, à cause des grillages. Il n'est pas possible de choisir un point à l'extérieur du grillage et de photographier plusieurs motifs depuis ce point, les résultats seraient peu satisfaisants. De plus, il est nécessaire de réaliser le suivi photographique de l'aspect de la roche de façon assez précise, donc on ne désire pas se mettre à une distance très importante de la paroi. La forme de la paroi est concave, cela veut dire qu'on ne voit pas beaucoup d'œuvres depuis un même point, ce qui aurait été le cas si elle avait été convexe. Si l'on décide de prendre les photos depuis l'intérieur du grillage, on se situe généralement à moins de 2 mètres de la paroi et il n'est pas non plus possible de prendre beaucoup de photos depuis le même « photopoint ». Pour résumer, la technique « Photopoint » serait utilisable sur le site de Takiroa, mais cela nécessiterait de se limiter à une petite portion du site ou de définir un grand nombre de « photopoints », ce qui prend beaucoup de temps et nécessite beaucoup de documentation et de matériel.

De plus, j'entreprends ce programme de suivi photographique sur la base des photos qui ont été prises au 19^{ème} siècle et au 20^{ème} siècle, sans Photopoint.

Je préfère donc prendre des photos uniquement en prenant pour référence les photos qui ont déjà été faites. Cela est facile lorsque c'est une photo générale ou une photo d'un motif, cela est moins facile s'il s'agit juste d'une portion de roche. Cependant, avec les grillages qui ont été installés devant les œuvres et qui gênent considérablement la prise des clichés, il est maintenant plus facile d'avoir des points de repère fixes. Je donne, en plus, des références au sujet de la distance entre le bas de l'appareil photo et le sol et entre l'objectif et le sujet. A partir de là, il suffit de placer le trépied au bon endroit en mesurant et d'ajuster le cadrage en se référant aux photographies de la première session de suivi photographique.

La première session de suivi photographique sera en quelque sorte une session test, qui permettra d'estimer le temps nécessaire pour exécuter le programme ainsi que de relever les difficultés et les problèmes d'organisation. Il est probable qu'il faille entreprendre une seconde session pour servir de réelle session de référence.

¹¹⁹ Elwood, Photopoint Suivi photographique Guidelines

1.1 Buts du suivi photographique

Les buts du suivi photographique sont de créer une archive des états du site au cours du temps, afin de pouvoir estimer la vitesse d'altération des œuvres et du support et localiser les zones les plus touchées. Cela sert aussi à associer certains états de surface avec des données climatiques. C'est un des seuls moyens de réellement voir évoluer les choses, de l'érosion à la croissance de la végétation en passant par la lisibilité des motifs.

Le suivi photographique est fait pour être repris à intervalles réguliers et à long terme. C'est une sorte de constat d'état visuel en évolution perpétuelle.

1.2 Points de départ

Recherche de photographies : Le site de Takiroa a été photographié à maintes reprises au cours du temps. Il n'est pas réaliste de vouloir réunir toutes les images produites jusqu'à maintenant, bien que cela puisse se révéler utile dans une étude plus approfondie. Je cite ici non exhaustivement les auteurs connus d'études et de représentations (relevés et photographies) du site :

(Source : Ka Tuhituhi o Nehera, The drawings of ancient times, catalogue d'exposition¹²⁰)

-**Brian High**, photographe, a fait des photographies de très bonne qualité pour une exposition qui eut lieu en 1988 au National Museum of New Zealand. Ces photographies concernent différents sites d'art rupestre Maori de Nouvelle-Zélande.

-**Philippa Graham**, qui fait partie du South Canterbury Historic Places Trust Committee, a elle aussi fait des photos qui sont publiées dans le catalogue de l'exposition de 1988.

(Source : Volume d'inventaire du site de Takiroa.)¹²¹

-**Walter Mantell 1852/(1868)**, dessins, T.P.N.Z.I (Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute vol.1, 1868, 5-7)

-**Augustus Hamilton**, alors directeur du musée d'Otago, fit 2 visites du site de Takiroa en 1896 et prit des photographies des sites de Takiroa et Maerewhenua. Les originaux sont conservés au Museum of New Zealand/Te Papa Tongawera à Wellington.

-**Elmore 1916**, ses relevés sont conservés au Musée d'Otago et à la Hocken Library de Dunedin.

-**Theo Schoon 1947** field book n°2

-**Roger Duff 1947** field book n°2, conservé au Musée de Canterbury

-**T. Fomison 1960**, field book n° 5 (une copie se trouve à la Hocken library, à Dunedin)

-**Brian Allingham**, archéologue, travaille pour les Ngai Tahu et a fait les inventaires photographiques du *SIMRAP* durant l'été 1992-1993. J'ai toutes ses photos d'inventaire (originales) à ma disposition.

(Source : Te Papa Museum Library¹²²)

-**George Leslie Adkin**, un homme qui a pris un nombre important de clichés de nombreux sujets différents et qui a photographié le site de Takiroa en 1959. Ces images sont conservées à Te Papa Museum Library.

¹²⁰ National Museum of New Zealand/Te Whare Taonga O Aotearoa 1988

¹²¹ Allingham 1995

¹²² www.tepapa.govt.nz/TePapa/English/PictureLibrary

(Autres sources)

-Trotter et McCulloch vers les années 1970¹²³

-Dunn Michael vers les années 1970 aussi¹²⁴

Des photographies n'ont pas forcément été prises par tous les gens cités ci-dessus.

Mon choix pour les photos de base se tournent vers les clichés d'Augustus Hamilton, car ce sont les plus anciens, ils sont généraux et de bonne qualité et sont faciles à se procurer. Je ne peux pas non plus passer à côté des clichés faits en 1992-1993 par Brian Allingham, car ils constituent un inventaire complet des motifs, avec des gros plans et des sujets plus généraux, et ils sont eux aussi disponibles facilement. Ils ont été pris il y a juste un peu plus de dix ans, et je pense que c'est une durée idéale pour estimer la vitesse de dégradation du site, et ils ont pour la plupart une échelle de couleurs Kodak.

1.2.1 Clichés de 1896

Les plus anciens clichés connus du site de Takiroa sont ceux réalisés en 1896 par Augustus Hamilton. Les plaques originales sont conservées au Museum of New Zealand (Te Papa Tongawera) à Wellington, et il est possible d'en commander des tirages, ce que j'ai fait.

1.2.2 Clichés de 1992-1993

Je pense qu'il est important de prendre de nouvelles photos avec un angle de vue et un appareil similaires à ceux utilisés pour la dernière campagne de photographie du site datant de l'été 1992-1993. Les photographies ont été prises en couleur et en noir-blanc avec du « 120 print film » et un appareil photo Mamiya Rz67 120¹²⁵, c'est à dire un appareil photo spécial qui permet d'avoir des négatifs de grande taille. Les négatifs utilisés par cet appareil sont plus de quatre fois plus grand que les habituels 35mm¹²⁶

Brian Allingham n'a cependant pas utilisé cet appareil au cours de toute la campagne d'inventaire des sites, car il était lourd, fragile et compliqué, ce qui peut être un véritable handicap sur le terrain.¹²⁷ Je ne vais pas utiliser un tel appareil.

1.2.3 Autres clichés

J'ai choisi tardivement d'ajouter au dossier de suivi photographique 1 cliché fait par George Leslie Adkin en 1959, car il montre une vue générale du site avec la végétation et la route.

1.2.4 Choix des zones et sujets à surveiller

Si l'on réunit les clichés d'Hamilton, d'Allingham et d'Adkin, on arrive à un total de plus de 150 photos. Il n'est pas réaliste de vouloir copier toutes ces prises de vues, cela prendrait beaucoup trop de temps, serait en plusieurs cas superflu et donnerait une quantité énorme de données à analyser et à classer. Il faut se concentrer sur une série de photos sélectionnées pour être représentatives de toutes les zones du site, de toutes les techniques artistiques et des différents états de conservation et phénomènes d'altération. Il sera nécessaire d'avoir des vues globales du site comme des plans rapprochés de la roche.

Compte tenu du fait que le site mesure près de 60 mètres de long et contient une centaine de motifs, certains mesurant plusieurs mètres de long, il est nécessaire de faire un choix, on ne peut pas

¹²³ Trotter and McCulloch 1971

¹²⁴ Dunn 1972

¹²⁵ Allingham 1995

¹²⁶ <http://www.mamiya.com/cameras.asp?id=1&id2=8>

¹²⁷ Brian Allingham pers. comm. 02.2005

photographier individuellement chaque motif. Sur un plus petit site, cela serait une bonne méthode, mais à Takiroa, il faut tenter de se concentrer sur les images les plus représentatives. Si en plus on additionne cela à un certain nombre de clichés du site en général, des détails de peinture, des sels, des algues, des marques laissées par l'eau, de la végétation environnante et des dommages dus aux animaux, on arrive à un total de plus de 100 photos. Un tel nombre de clichés est difficile à utiliser dans une campagne de suivi photographique, surtout si celle-ci doit être effectuée à intervalles assez courts. Il est cependant utile de commencer par prendre trop de clichés, et c'est avec le temps que l'on ajustera le système en supprimant les zones qui présentent moins d'intérêt et peut-être en ajoutant d'autres détails qui se seront révélés édifiants. Il est malgré tout nécessaire de préparer et de cibler la démarche.

La campagne de suivi photographique a pour but d'évaluer la vitesse et l'évolution des dégradations sur le site. Il s'agit de mettre en lumière les résultats des dégradations ainsi que la progression de leurs causes.

Les dégradations se manifestent principalement par :

- les pertes de surface pigmentée, ou l'exfoliation
- l'érosion qui s'étend à partir de zones abîmées
- l'accumulation de poussière, l'écaillage de la poussière, les zones humidité-poussière
- les graffiti
- les éléments fixés dans la paroi (restes de l'ancienne barrière)
- les déjections d'oiseaux
- la perte de pigments
- les sels qui recouvrent les œuvres
- les traces laissées par l'eau
- les zones fissurées ou fragilisées
- les éventuelles algues et mousses

Les principales causes de dégradation sont les sels et l'eau, il convient donc de réaliser le suivi photographique les zones où leur présence est visible :

- les lignes laissées par les remontées capillaires
- les lignes laissées par les écoulements
- les zones de cristallisation des sels

Tous ces sujets seront donc documentés, même s'ils ne se trouvent pas directement sur ou à proximité directe des peintures.

Il est en outre désirable de réaliser le suivi photographique de l'aspect général du site, c'est-à-dire l'état de la falaise et de l'abri ainsi que la végétation alentour, devant et au-dessus du site.

Pour sélectionner quels motifs il est important d'inclure dans la campagne de suivi photographique, je me suis tout d'abord basée sur les clichés déjà réalisés auparavant. J'ai décidé de faire une série basée sur les clichés de 1896 (il y en a 9), puis de faire une sélection de ceux de 1992-1993. Il faudra également trouver un échantillonnage représentatif de tous les états de surface : dur, mou, sableux, exfolié, fortement exfolié, lustré, poussiéreux, près du sol, exposé, vertical, sous surplomb, pigments noirs, pigments rouges,...

Une première estimation se monte à une cinquantaine de clichés. Je pense que c'est un nombre satisfaisant, cela correspond à peu près à deux pellicules de 24 poses et cela laisse une marge pour réduire par la suite le nombre de clichés.

La première campagne de suivi photographique nécessite de prendre un nombre plus important de photos, notamment des photos plus générales qui serviront de guide par la suite pour localiser les photos plus précises. Les motifs peints étant parfois presque invisibles, surtout à l'extérieur du grillage, il est nécessaire d'avoir ce genre de document pour se repérer au long de la paroi.

J'ai procédé en feuilletant le volume d'inventaire rédigé par Brian Allingham et qui contient toutes ses photos du site ainsi que les reproductions des clichés d'Augustus Hamilton. J'avais sous la main une photocopie du plan du site dessiné en 1947 par Elmore (annexe de l'**ANNEXE A**). J'ai fait une première sélection des photos de Brian et d'Augustus qui me semblaient représentatives, nettes et réparties sur tout le site, sauf la partie Ouest qui contient les représentations de la zone de contact, car elles ne font pas partie du même volume d'inventaire. Sur le plan, j'ai encadré les zones qui correspondaient aux photos que j'avais sélectionnées, avec des couleurs différentes selon l'auteur. Cela m'a permis de visualiser quelles zones n'étaient pas couvertes par des photos générales qui permettent de se repérer. J'ai donc complété le plan avec des cadres correspondants aux clichés que je prévois de faire sans me reporter à des clichés déjà existants. J'arrive ainsi à un nombre de 42 photos, auxquelles j'ajouterai des photos plus ciblées d'altération que je sélectionnerai in situ.

J'ai également mis des repères sur les pages du rapport où se trouvent les photos que je vais « copier », ainsi l'outil sera prêt à l'emploi lors du travail sur le site.

J'ai nommé chaque photo par le n° d'inventaire *SIMRAP* des motifs visibles sur le cliché, ou par un mot désignant le sujet, par exemple « poussière ».

1.3 Mise en place du protocole

1.3.1 Exigences pratiques

Il s'agit pour moi de mettre sur pied un programme de suivi photographique qui puisse être continué, interprété et utilisé par d'autres. Il est donc plus que jamais nécessaire de mettre au point un système de rangement logique pour ces archives ainsi qu'une marche à suivre définie pour la prise de nouvelles images et leur traitement. Ce protocole et la documentation relative devront être terminés avant mon départ de Nouvelle-Zélande.

Le suivi photographique de l'évolution de l'état de la falaise doit être fait avant tout de façon rigoureuse et régulière. Il est nécessaire pour cela d'utiliser un appareillage simple et une mise en œuvre qui soit précisément définie et à la portée de personnes non spécialisées dans ce genre de choses. Si la prise des photos, leur traitement et l'utilisation des données demandent beaucoup de temps et de qualifications, il y a de fortes chances pour que le travail ne soit pas maintenu ou qu'il soit fait de façon peu rigoureuse.

1.3.2 Choix du matériel

Photographie numérique ou traditionnelle, pellicule, développement : Il faut choisir entre la photographie numérique ou la photographie traditionnelle, en noir-blanc ou en couleur. Le noir-blanc se conserve mieux que la couleur à très long terme, et les négatifs en général se conservent mieux que les supports numériques, dont la fiabilité n'est pas encore clairement connue. Les supports numériques offrent cependant la possibilité de réaliser facilement et à moindres frais un nombre infini de copies de sauvegarde sur des supports différents.

La couleur a une certaine importance dans les résultats attendus par le suivi photographique. De plus, on peut avoir beaucoup de variations dans les tirages noir-blanc suivant qui développe le film et comment cette personne le développe. Les légers changements de couleurs de la roche ou des pigments ne sont pas faciles à déceler lorsqu'ils sont reproduits en noir-blanc. «Je ne m'ennuierais pas à faire du noir-blanc, et ce parce que vous pouvez avoir d'importantes variations dans l'apparence des tirages suivant qui développe et imprime et quels papiers et expositions sont utilisées pour les tirages. De plus, il y a beaucoup de choses qu'il (le suivi photographique) montre clairement, comme les changements de couleur, et ceux-ci ne sont pas si visibles lorsqu'ils sont enregistrés sur un film noir-blanc », dit Claire Dean, une conservatrice-resaturatrice d'art rupestre qui a de l'expérience dans la réalisation du suivi photographiques de sites.¹²⁸

Si l'on opte pour des photos numériques, il est difficile d'avoir toujours le même appareil et les mêmes caractéristiques sur le long terme, et en plus, il faut calibrer la correspondance des couleurs sur l'ordinateur, ce qui n'est pas forcément vite fait et à la portée de tout le monde. Les appareils photos numériques sont une technologie récente, et on ne peut pas garantir que l'appareil utilisé au cours des 10 prochaines années sera le même pour 20 ans de plus. Dans un programme de suivi photographique, il faut pouvoir compter sur une certaine constance pour une durée d'au moins 50 ans, et il est probable que la photographie numérique subisse encore bien des changements au cours de cette période. De plus, les images stockées sur support numérique ont une durée de vie mal connue, et les moyens de stocker et/ou de lire ce genre de données risque aussi de changer au cours des décennies à venir. Si on désire faire de la photo numérique, il est nécessaire d'utiliser un appareil sophistiqué qui permette des réglages manuels et semi-automatiques. De plus, il est moins aisé de comparer 3 photographies sur l'écran plutôt qu'imprimées. Et si on veut les imprimer pour les comparer, une nouvelle calibration des couleurs est nécessaire. L'utilisation d'un appareil photographique traditionnel avec un film couleur de bonne qualité semble donc être une solution satisfaisante. Il peut en plus être utile de demander une copie des clichés sur compact disc lors du développement, ce qui permet une utilisation plus aisée des photos pour les inclure dans des rapports ou les transmettre facilement ainsi qu'une archive de sécurité.

Il faudra également faire un choix pour le développement des négatifs. Faut-il faire des diapositives ou des tirages sur papier ? Il est préférable de faire des diapositives si l'on souhaite utiliser les photos pour des publications ou des présentations. Il n'est cependant pas aisé de comparer directement 2 ou 3 images lorsqu'on utilise un système de projection. Le but principal du suivi photographique est de constituer une archive durable et facilement utilisable de l'état du site au cours du temps et de pouvoir comparer ces images, c'est-à-dire en observer plusieurs simultanément, ou les emporter sur le site. De ce point de vue, les tirages sur papier sont les plus pratiques.

Le Rock Art Trust met à ma disposition un appareil photo Canon EOS 500 avec un objectif Canon EF 28-80mm et un objectif Canon EF 75-300mm équipés chacun d'un filtre UV Marumi, ainsi que des pellicules Fujifilm Superia Color 24 et 36 poses ISO 200 . C'est le matériel qu'ils utilisent habituellement sur le terrain.

Echelle de couleur : Il faudra que chaque photographie soit prise avec une échelle de couleur. Cela permettra au laboratoire qui développe les photos d'avoir une base sur laquelle régler les caractéristiques des tirages, cela afin d'être le plus proche possible de la réalité et de suivre une constante. Il existe plusieurs sortes d'échelles de couleur utilisées en photographie. Il y a deux échelles des couleurs classiques en photographie : L'échelle Kodak et l'échelle Macbeth. Il existe aussi une échelle de couleurs spécifique pour les photographies d'art rupestre, il s'agit de l'échelle *IFRAO*.¹²⁹

¹²⁸ Claire Dean, pers comm., 09.03.05

¹²⁹ <http://www.cesmap.it/ifrao/scale.html>, 27.02.2005

« Essayez d'utiliser le même type de film, d'exposition, d'appareil, d'objectif, etc et mettez une échelle de couleur sur la photo. L'échelle de couleur IFRAO est ok, mais les échelles de couleur standard Kodak et McBeth sont mieux car elles utilisent une série de couleurs standard comprises par la profession des imprimeurs commerciaux. L'échelle IFRAO a été développée (...) spécifiquement pour être utilisée avec l'art rupestre, et n'est PAS une échelle de couleurs standard comprise par les imprimeurs commerciaux qui ne sont pas familiarisés avec l'art rupestre ou avec l'IFRAO. Les échelles Kodak et McBeth seront peut-être difficiles à trouver pour vous, donc cela peut marcher pour vous dans ce cas. », me répondit Claire Dean lorsque je lui demandai des conseils sur le choix du matériel.¹³⁰

Dans le contexte du suivi photographique du site, la chose importante n'est pas de reproduire exactement les couleurs de la pierre et des pigments, mais d'avoir exactement les mêmes bases pour chaque série de tirages. Le processus n'a pas un but d'inventaire, mais de comparaison. Les chartes comme celle de l'IFRAO ou la charte MUNSSELL servent à calibrer exactement la couleur du sujet. Cela ne veut pas dire que tous les tirages seront identiques en tonalité, mais juste que grâce à l'échelle présente sur la photo, il sera possible pour un professionnel de la retravailler pour obtenir exactement la couleur réelle. La charte utilisée pour le suivi photographique devra uniquement servir à ce que le personnel du laboratoire de développement puisse suivre une constante et que les tirages puissent être comparés en connaissance de cause. Il faut toutefois être conscient du fait que l'on parle de photographie en plein air, avec la lumière naturelle, et que dans ces conditions, il est impossible d'obtenir toujours les mêmes résultats, même si le sujet n'a pas changé du tout. Le meilleur moyen de choisir la bonne échelle de couleurs est donc d'aller se renseigner au laboratoire chargé des tirages et de leur demander comment ils travaillent et de leur expliquer quel est le but du suivi photographique.

Le personnel du magasin qui développe les photos pour le Rock Art Trust (Photokina (Fujifilm), 280 George Street, Dunedin) m'a dit qu'il fallait que j'utilise une échelle Kodak (Kodak Color Control patches), mais que c'était difficile à trouver et cher. Ils m'ont dit que le seul endroit où je pouvais m'en procurer sur l'île était à Christchurch et que cela coûtait plus de 100 dollars néo-zélandais, ce qui correspond à un peu plus de 80 francs suisses. J'ai cependant trouvé sur Internet un moyen d'en commander une à meilleur prix depuis les Etats-Unis. J'ai vraiment été surprise par la rareté et le prix de ce genre d'échelle. Après discussion avec Amanda Symon, conservatrice du Rock Art Trust, nous avons décidé d'en commander une. C'est une dépense qui sera utile à long terme, bien que les couleurs de l'échelle s'altèrent avec le temps.

Il est utile de photographier l'échelle de couleur en gros-plan au début de chaque pellicule afin d'améliorer la constance du développement.¹³¹

Trépied : Il faut s'équiper d'un trépied, c'est indispensable pour assurer la netteté des photos. Cela permet aussi de choisir un temps d'exposition plus long et donc une ouverture du diaphragme plus petite (une valeur f plus grande) afin d'obtenir une plus grande profondeur de champ. Cette précision est indispensable lorsqu'on désire obtenir des résultats nets sur des sujets qui ne sont pas plats. L'utilisation du trépied permet aussi de garantir une meilleure constance dans le cadrage des photographies. Il est plus facile de savoir à quelle hauteur on est et à quelle distance du sujet se trouve l'objectif. Enfin, et ce n'est pas négligeable, le trépied permet d'avoir les mains libres pour remplir les fiches, calculer les distances, etc.

Le Rock Art Trust met à ma disposition un trépied neuf.

Instruments de mesure : Il sera utile d'emmener avec soi quelques instruments de mesure basiques : un mètre souple de couture, pour estimer la distance entre l'objectif et le motif à photographier et la hauteur de l'appareil, ainsi qu'un thermo-hygromètre, afin de connaître la température et l'humidité ambiantes au moment de la photographie. Pour les photos plus larges, un bâton avec des sections de 10 cm peintes alternativement en rouge et en blanc est utile pour indiquer

¹³⁰ Claire Dean, pers.comm., 09.03.05

¹³¹ Elwood, Photopoint Suivi photographique Guidelines

l'échelle. Pour les photos plus petites, l'échelle centimétrique qui se trouve sur le Kodak Color Control patches suffit. Il sera nécessaire également d'avoir l'heure.

1.3.3 Création de documents

Le suivi photographique ne peut pas se faire sans l'utilisation de documents créés exprès à cette intention. Ces documents doivent contenir les informations qui servent à maintenir une constance dans le cadrage et les conditions de prise de vue. Ils contiennent aussi les informations qui servent à identifier l'image et le négatif, à la dater et à la situer sur le site.

Il est indispensable que le système mis en place soit flexible, car il est presque inévitable de devoir modifier certains choix une fois qu'on entreprend vraiment le travail. C'est pourquoi j'ai utilisé des outils informatiques communs afin que les documents puissent être utilisés et modifiés par d'autres utilisateurs.

J'ai créé deux sortes de documents à remplir et à utiliser comme référence lors du travail de surveillance photographique du site (exemplaires à voir dans l'**ANNEXE J**):

Il y a une fiche générale qui est remplie lors de chaque campagne de suivi photographique, c'est le « **background form** ». Sur cette fiche seront notées les informations suivantes : Nom et numéro du site, numéro de la campagne de suivi photographique, date, heures entre lesquelles le suivi photographique a été effectué, nom de la personne qui a réalisé les photographies, caractéristiques, marque et modèle de l'appareil photo, objectifs utilisés, filtre utilisé, film utilisé (marque, modèle, valeur ISO ou ASA), données relatives aux conditions météorologiques (température, humidité relative, temps qu'il fait et temps qu'il a fait les jours passés), les numéros de référence de la pellicule ainsi que d'éventuelles notes. Cette fiche contient aussi des instructions relatives au déroulement du suivi photographique et à l'utilisation des fiches, ainsi qu'une liste du matériel à emporter sur le site.

Il y a ensuite une fiche-tableau, le « **picture form** » dans lequel figurent les références de chaque cliché. Sur cette fiche sont notées pour chaque photo les données suivantes : photo prise de l'intérieur ou de l'extérieur du grillage, numéro du sujet, objectif utilisé, hauteur du trépied, distance à laquelle est prise la photo, longueur focale, vitesse d'obturation et ouverture du diaphragme, numéro de référence de la pellicule ainsi que d'éventuelles notes. Les photos sont reportées toujours dans le même ordre, et il y a une case pour indiquer le n° du négatif après développement. L'ordre dans lequel apparaissent et doivent être prises les photos a été organisé afin de minimiser les déplacements sur le site. Tous les clichés qui sont à prendre depuis l'extérieur du grillage sont faits en premier, puis viennent ceux qui sont à l'intérieur du grillage principal et finalement celles du grillage de la période de contact.

La case « notes » du « picture form » pourra être utilisée pour faire référence aux clichés faits par Augustus Hamilton en 1896 et pour ceux de Brian Allingham en 1992. Il s'y trouve aussi la liste des choses à observer sur les clichés ainsi que sur le site.

Un dernier document servira à la prise des photos. Il s'agit d'un **plan du site** sur lequel sont référencés tous les dessins. La localisation des clichés sera notée sur ce plan et il sera ainsi plus aisé de se repérer sur le site au moment de la prise des photos.

Supposons maintenant que dans 2 ans, on trouve nécessaire de réaliser le suivi photographique aussi tel ou tel détail du site. Il suffira alors de rajouter une référence sur le plan, de lui donner un numéro et de l'inclure dans le formulaire de suivi photographique n° 1.

1.4 Déroutement de la première campagne

Après un mois de recherches bibliographiques et de préparation du matériel, je me suis rendue sur le site le lundi 4 avril 2005 pour effectuer la première campagne de suivi photographique. Il y avait un vent très fort en rafales, il était impossible de manipuler le matériel photographique sur le site. J'ai donc observé le site depuis mon véhicule et sur place mais sans faire de photos. J'ai compté 70 visiteurs sur le site entre 10h30 et 15h30, malgré le vent.

Je me rends compte qu'il n'est pas possible de faire le suivi photographique par n'importe quel temps, il faut se renseigner et ne pas y aller s'il pleut fort ou s'il y a beaucoup de vent, je pense que les températures extrêmes peuvent poser problème aussi. Cela devra figurer dans les instructions concernant le suivi photographique.

Je suis restée sur place jusqu'au lendemain. Il n'y avait plus de vent et pas un seul nuage dans le ciel. Le matin (autour des 10 heures), la lumière était perpendiculaire à la paroi et très forte, il était impossible de voir des dessins qui étaient visibles la veille alors que le ciel était voilé. Je décide donc d'attendre pour faire les photos, ce que j'entreprends à 2 heures de l'après-midi. En attendant, je vais sur le site avec les photos de 1896 et de 1992 pour essayer de repérer les dessins que je voulais photographier. Il est parfois difficile de repérer les motifs. Ont-ils disparu ou sont-ils moins visibles à cause de la lumière ? Je détecte quelques traces de pigments et je me dis que, comme les dessins en question étaient déjà peu visibles sur les anciens clichés et qu'ils sont très exposés aux facteurs d'altération, il est possible que ce soit tout ce qu'il en reste. Il est donc important de les inclure dans le suivi photographique afin que leur disparition soit documentée.

A deux heures, la lumière est bien meilleure, on perçoit mieux la structure de la roche et les dessins sont plus visibles. Le ciel est toujours dégagé. Il fait une chaleur infernale contre la paroi de l'abri. J'entreprends le suivi photographique. Je me rends vite compte que cela prend beaucoup de temps. Il faut toujours se déplacer avec le trépied, l'échelle de couleur, le livre avec les photos de référence, le formulaire à remplir, un crayon, la sacoche de l'appareil photo avec des piles, des pellicules et un objectif et un mètre de couture. Pour chaque photo, il faut mesurer la distance à la paroi, la hauteur du trépied, mettre en place l'échelle de couleur et l'étiquette, noter les données de position et de réglage de l'appareil, après avoir bien sûr réussi à cadrer la photo comme la photo de référence (ce qui est plus facile que prévu). Cela se complique lorsqu'il faut prendre des photos depuis l'extérieur du grillage, car il faut toujours retourner jusqu'à la porte qui se trouve à l'extrémité du grillage pour rentrer ou sortir de la cage. Il faut aussi expliquer aux nombreux visiteurs intrigués ce que l'on est en train de faire tout en restant concentré. Finalement, il m'a fallu 2 heures et demie pour faire environ 25 photos, c'est-à-dire la moitié de ce qui était prévu. J'ai dû arrêter à 16h30 car la lumière était trop rasante et on ne voyait plus clairement les peintures.

J'ai choisi de régler l'appareil photo sur le mode Av, qui signifie « priorité ouverture », c'est-à-dire que l'on choisit pour chaque photo la valeur d'ouverture du diaphragme et l'appareil adapte automatiquement la vitesse d'obturation. Cela permet de choisir les valeurs d'ouverture les plus grandes (F 22, F18, F16...) dans le but d'avoir une meilleure profondeur de champ. On commence en réglant sur F 22, et en n'appuyant que légèrement sur le déclencheur, on peut lire dans le viseur la vitesse d'obturation que l'appareil a choisi. Si cette vitesse est trop lente (par exemple 1 s), on réduit la valeur F, jusqu'à ce qu'on obtienne une valeur inférieure à 1/1 (Si la vitesse d'obturation est trop lente, la photo risque d'être trouble en cas de vent, ou si un insecte passe). Il suffit ensuite d'appuyer normalement sur le déclencheur et de reporter les valeurs (F... et 1/...) dans le picture form, dans la ligne correspondant au cliché réalisé. On se sert ensuite du mètre de couture pour mesurer la distance entre le milieu de l'objectif et le sol, ainsi que la distance approximative entre l'objectif et le centre de la zone photographiée, en prenant garde de ne toucher ni la paroi ni l'objectif. Si la photo a été prise depuis l'extérieur du grillage (de loin), on met juste une croix à la place de la distance dans la case prévue à cet effet.

Au terme de cette première tentative, il sera nécessaire de retourner sur le site pour terminer la série de photos. Je ne vais néanmoins pas me précipiter pour continuer cela le lendemain, mais laisser un certain temps s'écouler pour faire le point sur mes premières expériences et résultats.

Evaluation des résultats et amélioration du système : J'ai donc fait développer le premier film. Les résultats sont bons, heureusement, car avec la photographie traditionnelle il y a toujours ce petit doute, cette peur que les clichés soient tous loupés pour une raison ou une autre. Ce n'était pas le cas.

Après avoir observé rapidement toutes les photos une à une, je les ai comparées avec les photos que je m'étais efforcée de copier, c'est-à-dire les photos prises durant l'été 1992-1993 par Brian Allingham et celles prises en 1896 par Augustus Hamilton. Certaines photos sont cadrées comme les originales, d'autres sont moins précises. C'est souvent l'angle de vue par rapport à la pente de la paroi qui diffère. Pour d'autres photos, la présence des panneaux explicatifs ou des éléments du grillage empêchait tout simplement de reproduire le même cadrage. Certaines photos avaient volontairement été cadrées plus larges afin qu'on y voie les limites des zones d'érosion, lorsqu'elles menacent des motifs. Il est relativement facile de comparer les photos, il est même possible d'y mesurer certains détails grâce aux échelles. Par contre, il est presque toujours impossible de lire le numéro de photo que j'avais placé sur l'échelle de couleurs, il est trop petit. Il faudra continuer le travail sans ces numéros qui constituent finalement une inutile perte de temps.

Ces photos ont été prises dans le but d'être utilisées pour les comparer avec des photos plus anciennes. Cela est facile à faire, il est aisé de manipuler les photos, de les déplacer, de les trier, de les ranger, etc. Mais ces comparaisons ont besoin d'être répertoriées quelque part, il faut les décrire et les écrire. En essayant de mettre mes remarques sur papier, je me rends compte qu'il n'est pas toujours facile de localiser un point de la photo et de le décrire. Certaines zones sont faciles à nommer, d'autres ne peuvent être désignées qu'en donnant des mesures approximatives, des coordonnées, ou alors en les pointant du doigt. J'aurais envie à ce moment de pouvoir écrire sur les photos. J'ai aussi éprouvé par moments le besoin de zoomer un point de la photo, ce qui n'était pas possible. C'est là que je commence à me dire que si j'avais ces photos dans un format digital, cela me faciliterait le travail. Je pourrais les imprimer et écrire ou dessiner dessus, je pourrais les zoomer sur l'écran de l'ordinateur, etc. Je pense donc qu'il serait désirable de demander une copie des photos sur compact disc lors du développement ; cela serait d'une grande utilité pour faciliter de travail d'analyse des photos.

Mes conclusions à l'issue de cette première campagne de photographie sont :

-Il faut trouver un moyen de faire le travail plus rapidement, en économisant des trajets par exemple. Il faut faire un plan de déplacement sur le site afin de regrouper toutes les photos prises depuis l'intérieur du grillage, et il ne faut pas mettre l'échelle de couleurs pour les photos prises de loin depuis l'extérieur du grillage.

-J'ai oublié d'inclure les motifs qui se situent dans la zone correspondant à la période de contact (Ouest du site) car ils ne se trouvaient pas dans le livre d'inventaire de Takiroa. Les motifs sont certainement documentés dans un autre volume, je vais les inclure dans le suivi photographique.

-Comment vais-je archiver cela ? Une partie de mes photos de référence sont collées dans un livre, une autre partie me sera livrée sur papier et j'ai une série de photos neuves tirées sur papier photo. Sous quelle forme y ajouter mes commentaires ? Il faut que je réunisse toutes ces images dans un seul document où les photos peuvent être comparées côte à côte et commentées. **(ANNEXE J)**

C'est sur les résultats ressortant de l'étude de ce dossier que pourront ensuite être déterminées les zones où réaliser le suivi photographique, puisque j'avais conclu qu'il fallait cerner des zones et limiter le nombre de clichés. Rien n'empêche ensuite de réaliser le suivi photographique régulier des zones inquiétantes et de ne photographier tout le site que tous les 10 ans. Ainsi toutes les données sont utilisées et utilisables.

Je n'avais pas choisi la technologie numérique au départ car elle me semblait peu favorable au fait d'utiliser toujours le même matériel. Je pense qu'il est déjà tellement difficile d'avoir des photos identiques à cause de la force de la lumière, de son angle et du placement de l'appareil, que les légères différences qu'il peut y avoir entre des photos prises par 2 appareils numériques différents sont sans conséquences. De plus, les réglages de l'appareil numérique restent enregistrés avec la photo dans l'ordinateur, ce qui n'est pas négligeable. Il serait tout de même désirable d'utiliser un appareil numérique qui ne soit pas complètement automatique, mais qui puisse permettre un réglage en mode Av comme l'appareil traditionnel que j'ai utilisé.

Suite de la première campagne de prises de photos : Lors de ma première session de prise de clichés sur le site, je n'avais eu le temps de faire que 17 des 49 photos prévues initialement. Je suis donc retournée sur le site, un peu plus de 2 mois plus tard, le 28 juin 2005. Entre temps j'ai pu faire développer les premières photos et essayer de les utiliser, c'est-à-dire les comparer avec les photos plus anciennes. Je me suis rendue compte que les n° de photos que j'avais collés pour chaque cliché sur l'échelle de couleur sont presque toujours trop petits pour être lisibles, mais que de toute façon ils n'étaient pas vraiment nécessaires, car il est toujours facile de reconnaître les photos, et en plus j'ai noté les références derrière chaque photo ainsi que les n° de négatif sur le « picture form », donc aucune confusion n'est possible.

Le 28 juin était un jour ensoleillé, avec quelques nuages, des bourrasques de vent, un doux 20°C et 33% d'humidité relative, une agréable journée pour travailler sur le site. J'ai commencé à prendre les photos vers 14 heures. Cela allait plus vite que la première fois, car je n'ai pas eu beaucoup de déplacements à faire, et je n'ai pas eu besoin de découper et coller un petit n° pour chaque photo. L'habitude fait aussi que ça va plus vite. J'ai arrêté de prendre des photos à 16h, et il n'en reste plus qu'une douzaine à faire. J'ai parfois oublié de mettre l'échelle de couleur. Je n'ai pas tenté de mesurer la distance lorsque je prenais des photos depuis l'extérieur du grillage ; j'ai juste indiqué la hauteur de l'objectif.

J'ai fini de prendre les photos le lendemain, le 29 juin 2005, de 14h à 15 h environ. Il faisait 15 °C, ensoleillé avec quelques nuages, 30% d'humidité relative et des bourrasques de vent assez fortes. La plupart des photos à prendre n'étaient pas en rapport avec de plus anciennes photos, si bien que c'était rapide. Il s'agissait principalement de photos illustrant les effets de l'eau et les zones de cristallisation des sels ainsi que de photos générales prises depuis l'extérieur du grillage. Il était également prévu que je fasse quelques photos des motifs datant de la période de contact, derrière le grillage situé à l'Ouest du site, mais après la première photo une bourrasque de vent a renversé le trépied et l'objectif s'est cassé, et je n'ai donc pas pu terminer le travail. Les nuages étaient assez gros et se déplaçaient vite, si bien qu'il était aisé de voir la différence de lisibilité des motifs lorsqu'ils reçoivent la lumière directe du soleil ou de la lumière plus diffuse. Lorsqu'un nuage passe devant le soleil, les contrastes dus aux ombres sont moins forts et il est plus facile de voir les contrastes créés par les pigments sur la roche. Je recommanderai donc de prendre autant que possible les photos lorsque le soleil est voilé.

1.4.1 Choix du jour et de l'heure

Lors des premières sessions de prises de photographies sur le site, je n'ai pas vraiment choisi un jour et un climat plutôt qu'un autre, j'ai plutôt expérimenté différentes conditions. Mes conclusions quant aux choix à faire sont les suivantes : premièrement, bien évidemment, on ne peut pas être sûr du temps qu'il va faire sur le site. Il n'est cependant pas possible de faire les photos dans des conditions acceptables en cas de grand vent ou en cas de pluies battantes. Les rafales de vent déstabilisent l'appareil photo et rendent impossible la manipulation des papiers. De plus, l'échelle de couleur risque à tout moment de se détacher de la paroi et de s'envoler. En cas de pluie, la majeure partie du site est abritée. Cependant, certaines photos doivent être prises depuis l'extérieur de l'abri. Il est donc quand même possible de faire une partie du travail en espérant que le temps s'améliore. Je ne pense pas qu'il faille à tout prix vouloir prendre toutes les photos le même jour s'il y en a plus de 20 à faire. S'il n'est pas possible de tout faire en 1 jour, il faut faire la suite dès que possible. Lorsque le temps est

ensoleillé, le laps de temps à disposition pour faire les photos est limité. J'ai expérimenté par exemple qu'en automne, avant 14h le soleil est trop fort et après 16h30 la lumière est trop rasante. Je n'ai pas pu expérimenter une journée totalement nuageuse, mais j'imagine que dans ces conditions le temps à disposition pour prendre les photos avec une bonne lumière est beaucoup plus important. Il est probable que par temps nuageux on puisse faire toutes les photos en une seule journée. En été, par temps ensoleillé, le soleil est vraiment fort et il n'y a pas d'ombre. Il peut donc être difficile de faire les photos dans ces conditions, on ne peut pas rester en plein soleil pendant des heures. Il faut donc totalement éviter les journées à grand vent et rechercher les journées nuageuses. La priorité n'est pas de réaliser toutes les photos le même jour, ni d'avoir toujours les mêmes conditions climatiques. Ce serait bien évidemment l'idéal, mais c'est loin d'être réalisable à moins d'être chanceux. Le fait est qu'il est très vraisemblable que la personne qui prend les photos ne réside pas à proximité du site, et doit certainement faire au moins 1 heure de route pour s'y rendre.

Les recommandations pour le choix du jour et de l'heure sont de se référer aux prévisions météorologiques les plus récentes possibles en évitant à tout prix les jours de grand vent et de fortes averses, et de se rappeler que par temps ensoleillé, on ne dispose que d'environ deux heures et demie pour faire les photos.

1.4.2 Utilisation du matériel

Le matériel à utiliser pour réaliser la documentation et les photographies sont : L'appareil photo reflex et les objectifs 25mm et 50mm, le trépied, l'échelle de couleurs, la fiche-tableau (picture form), la fiche générale (background form), le thermohygromètre et le mètre de couture. Voir **ANNEXE J'**

L'appareil photo est réglé sur le mode Av, qui signifie « priorité ouverture », c'est-à-dire que l'on choisit pour chaque photo la valeur d'ouverture du diaphragme et l'appareil adapte automatiquement la vitesse d'obturation. Cela permet de choisir les valeurs d'ouverture les plus grandes (F 22, F18, F16...), dans le but d'avoir une meilleure profondeur de champ donc une meilleure vision de tous les détails. Cela est très important car on travaille sur un support très irrégulier et on désire la netteté à tous les plans.

L'utilisation du matériel se déroule comme suit : Il faut fixer l'appareil sur le trépied, puis régler la hauteur du trépied pour qu'elle corresponde à la hauteur notée sur la fiche-tableau (picture form). Il faut ensuite positionner le trépied là où on réussit à obtenir approximativement le même cadrage, en s'aidant de la distance figurant sur la fiche-tableau. Il faut surtout essayer de copier la photo de base, les mesures de hauteur et de distance étant approximatives. La mesure de hauteur peut être assez utile pour garantir le même angle de prise de vue par rapport à la pente de la paroi. On accroche ensuite l'échelle de couleur à la paroi à l'aide d'une ou deux boulettes de pâte autocollante, en s'assurant de ne toucher ou masquer aucun motif, en en la mettant de préférence au même endroit que sur la photo de base. On règle ensuite l'appareil sur Av et on sélectionne la valeur d'ouverture du diaphragme qui est sur la fiche-tableau. On contrôle la vitesse d'ouverture que choisit l'appareil afin de s'assurer qu'elle soit inférieure 1/1 (par exemple 1/60), le cas échéant on réduit F et on reconstruit la vitesse. Dans le cas où un changement doit être fait, il faut reporter les valeurs dans la fiche tableau, sinon on laisse celles qui étaient déjà écrites. Pour certaines photos, il faut utiliser l'objectif 50mm, mais la plupart sont faites avec le 28mm. Il faut aussi penser à noter la référence de la pellicule sur la fiche-tableau. Il suffit en fait de suivre l'ordre et les valeurs de la fiche-tableau et de remplir ou modifier les cases vides ou sujettes à modifications.

J'ai dû parfois utiliser un morceau de carton A4 pour projeter une ombre sur le motif à photographier, celui-ci étant coupé au milieu par une forte ombre. Il peut être nécessaire de recourir à cette technique.

Il est primordial d'être attentif lorsqu'on se déplace à l'intérieur du grillage avec tout le matériel, car il peut facilement arriver qu'on touche la paroi, risquant de détacher une écaille. Il est bien de pouvoir travailler calmement, sans avoir à courir après des feuilles qui s'envolent ou chercher le crayon dans toutes ses poches. J'ai trouvé qu'il était très commode de mettre tout le matériel dans un carton, et de fixer les documents sur une planche à pince.

1.4.3 Utilisation des archives

Les archives générées par le programme de suivi photographique sont : les tirages photographiques et les négatifs, les « picture forms » et « les background forms » ainsi que les commentaires rédigés qu'il est nécessaire d'attacher à chaque nouvelle photo.

L'archive de base (**ANNEXE J**) se compose d'un volume de référence relié dans lequel sont réunies les instructions et les plans servant à la réalisation du suivi photographique du site de Takiroa ainsi les photos de 1896, de 1992-1993 et celles réalisées par moi-même au cours des premières sessions. Les photos sont organisées par paires, dans l'ordre figurant sur le « picture form », et elles sont individuellement commentées. Entre chaque page est intercalée une page transparente (uniquement dans le document original remis au Rock Art Trust) sur laquelle j'ai pu mettre en évidence des détails.

Ce volume est constitué des tirages originaux de mes photos ainsi que de copies sur papier des photos d'Augustus Hamilton et de George Adkin (ajoutée tradivement). Je n'ai pas pu me procurer les négatifs des photos de Brian Allingham pour en faire de nouveaux tirages, donc j'ai dû en commander des copies scannées. Le cadrage de ces copies ne correspond malheureusement pas exactement à celui des originaux, et les couleurs sont parfois altérées.

Les photos futures devraient être organisées de la même manière, c'est-à-dire dans un album relié contenant le picture form et le background form avec des commentaires sous chaque photos, organisées dans l'ordre, ainsi que si besoin une page transparente intercalée. Les photos ne seront cependant cette fois pas présentées avec leur double, mais individuellement, et on comparera les albums.

Il est important, après chaque session de prise de photos sur le site, de commenter les photos et de rédiger un texte de conclusions sur l'évolution du site, mettant entre autres en lumière les phénomènes ou les zones présentant le plus de changements, et recommandant si nécessaire une inspection détaillée sur le site.

Les négatifs et compact discs doivent être clairement référencés et conservés dans des lieux séparés, tous les négatifs ensembles et tous les compact discs ensembles.

1.4.4 Directives pour le développement des clichés

Pour le développement des clichés, il faut dans la mesure du possible se rendre toujours dans le même laboratoire et informer l'employé que l'on a utilisé une échelle de couleur Kodak sur les photos et que l'on désire une constance maximale dans le rendu des couleurs. Il faut également demander une copie des photos sur compact disc.

1.5 Utilisation et continuation du suivi photographique

Toute la documentation concernant le suivi photographique du site est destinée à être utilisée à long terme et elle va continuellement augmenter en volume.

1.5.1 Rythme des relevés

Comment définir la fréquence des relevés ? Le seul moyen est assurément l'expérimentation. Il faut d'abord prendre des photos à intervalles assez courts, puis adapter la fréquence d'après les résultats observés. Il n'est pas nécessaire de prendre des photos tous les mois si on n'observe des changements que tous les ans.

Dans tous les cas, il sera très intéressant d'avoir une base d'un relevé par saison, ou par changement climatique. Il est très probable que la roche présente des caractéristiques bien différentes entre une période sèche et une période très humide.

Il est désirable cependant d'essayer tant que possible de reprendre les photos toujours à la même époque de l'année, plusieurs fois pendant l'année, puis annuellement. Je pense qu'il faudrait refaire une série de photos en été (décembre-janvier), puis une nouvelle série en hiver (juin-juillet) et attendre ensuite quelques années, environ trois ans, pour refaire une session en hiver ou en été. Il faudrait alors, en se basant sur les résultats visibles, déterminer si un intervalle de 3 ans entre deux sessions est trop ou pas assez grand, et ajuster la fréquence pour le futur.

1.5.2 Traitement et utilisation des données

Dans la case servant aux notes, on pourra inscrire si des traitements ont eu lieu avant telle ou telle séance de suivi photographique, ou si on a signalé des conditions météorologiques extrêmes au cours du mois précédent, et ainsi de suite. Cela aidera à l'interprétation des résultats.

2 Le climat

Une station d'enregistrement des données climatiques est située à Omarama, quelque 60 kilomètres en amont dans la vallée de Waitaki. Les données en temps réel ainsi que les graphes des données enregistrées jusqu'à présent sont consultables sur Internet, et donnent une idée des conditions météorologiques dans la vallée de Waitaki¹³². Duntroon a cependant un climat fortement influencé par la région côtière, aucun obstacle ne bloquant les courants venant de l'océan.

Il est fort probable que le site jouisse d'un microclimat et même de zones plus abritées que d'autres. L'orientation de la falaise, sa surface et sa hauteur ont certainement des effets sur les vents et comme réservoirs de chaleur.

Le meilleur moyen de confirmer cela est d'installer des petites stations climatiques sur le site. J'ai contacté le Département de Géographie de l'Université d'Otago pour leur demander s'ils pouvaient me prêter du matériel permettant d'enregistrer la température, la vitesse du vent et l'humidité relative sur le site pendant plusieurs semaines. Le technicien a mis à ma disposition deux boîtiers HOB0® H8 (**ANNEXE D**). Ce sont des boîtiers qui enregistrent les données provenant de 4 canaux. Les boîtiers (data-loggers) qu'on m'a prêtés étaient équipés chacun de 2 canaux enregistrant la température et de 2 canaux enregistrant le voltage (la force du vent). On m'a aussi fourni 2 autres stations HOB0® (HOB0® Pro Temperature/RH Data Logger) permettant d'enregistrer l'humidité relative ; ceux-ci mesurent l'humidité absolue et la température et donnent l'humidité relative, la température, la température haute résolution, l'humidité absolue, l'humidité relative et le point de rosée.

Pour utiliser ces appareils, il faut les programmer à l'aide d'un ordinateur et du programme associé (BoxCar Pro®), puis on les laisse en place le temps voulu et enfin on les reconnecte à l'ordinateur pour collecter les données. On peut choisir quand les appareils doivent commencer à enregistrer, et à quels intervalles. Il y a une limite dans la quantité de données que les boîtiers peuvent stocker, c'est pourquoi si l'on veut enregistrer sur une longue période, il faut choisir des intervalles assez larges. La durée de vie des batteries impose aussi une limite dans le temps. En me donnant les HOB0®, on m'a dit que les batteries étaient vieilles et qu'avec le froid, elles risquaient de ne durer que quelques jours. J'ai décidé de laisser les appareils sur le site pendant 1 semaine, puis d'aller contrôler les batteries. Elles étaient encore bien chargées, alors j'ai laissé les installations 2 semaines de plus.

J'ai décidé de programmer les appareils tous de la même façon, c'est-à-dire qu'ils commencent tous à enregistrer le 28 juin 2005 à 17h00, et ensuite toutes les 15 minutes. J'ai fait une erreur de programmation sur le 1^{er} HOB0® hr, il enregistre toutes les minutes. A cause de cette erreur le HOB0® s'est arrêté d'enregistrer le 13 juillet à 19h42, alors que les autres ont enregistré jusqu'à ce que je les arrête le 19 juillet à 14h00.

Les appareils ont été calibrés et contrôlés avant et après l'utilisation, sauf les girouettes car il n'y avait pas de vent au moment de la programmation.

¹³² <http://www.observatory.org.nz/weather/omarama/>

Emplacement des appareils : J'ai choisi deux zones distinctes pour installer mes stations, à l'intérieur du grillage évidemment. La première station, nommée « **climat 1** », est placée à proximité du panneau d'explications qui se trouve vers la grande frise rouge, dans une partie plate, plus reculée et mieux abritée que le reste de la zone fermée par la clôture (**photo 42**). La station « **climat 2** » est placée dans la partie un peu plus élevée, après le léger virage que fait la paroi, là où de nombreuses œuvres ont été prélevées, vers un panneau d'explications (**photo 43**). Ces deux zones ne sont pas exposées pareillement, ni au vent ni au soleil, et je pense que les résultats seront différents dans les 2 zones. Chaque station est donc composée de 2 sondes thermiques, une girouette et un boîtier mesurant température et humidité. La première sonde (climat 1, °C1) a été équipée d'un petit chapeau en aluminium et attachée au pied de la girouette, juste devant le panneau d'explication, donc plus éloigné de la paroi. J'ai placé la deuxième sonde thermique (climat 1, °C2) contre un gros caillou, quelques dizaines de centimètres devant la frise rouge (**photo 44**). Cette sonde est donc exposée et près du sol, mais bien abritée sous le surplomb. J'ai constaté après coup qu'elle reçoit périodiquement l'ombre du panneau d'explications. Le boîtier HOBO® hr1 est quant à lui placé derrière le panneau, à l'abri et caché, avec le boîtier HOBO® H8 1. La première sonde thermique de la station « climat 2 » (climat 2, °C3) est identique à climat 1 °C2, elle est protégée par un chapeau en aluminium et accrochée au pied de la deuxième girouette, et la deuxième sonde (climat 2, °C4) est placée contre la roche (**photo 45**), collée avec de la pâte modelable autocollante. Le boîtier HOBO® hr 2 est abrité derrière le panneau, avec l'autre boîtier.

Nom	Data logger	Position	Data	Exposition	Emplacement
Climat 1	HOBO® 152	Poteau 17	°C1	chapeau	avec wind 1
			°C2	exposé	contre caillou
			Wind 1		coin gauche du panneau
HR 1	HOBO® trh 149 (x)	Poteau 17	Hr 1	abrité	derrière le panneau
Climat 2	HOBO® 4c 149	Poteaux 6-7	°C3	chapeau	avec wind 2
HR 2	HOBO® HO8-032-08	Poteaux 6-7	°C4	exposé	collé contre la paroi
			Wind 2		coin droit du panneau
			Hr 2	abrité	derrière le panneau

Tableau récapitulatif de l'emplacement des installations d'enregistrement climatique.

Lorsque je suis allée sur le site pour récupérer les appareils, la girouette de la station climat 1 était à terre. Les données montreront qu'elle est tombée lors de vents très forts.

Lecture des données : Les données climatiques provenant des HOBO® sont normalement utilisées avec le programme BoxCar Pro®, qui permet de les visionner sous forme de graphique, de convertir les °C en °F, d'ajouter ou de supprimer des canaux, etc. Il permet aussi d'exporter les données en format texte. C'est donc des milliers de chiffres en format texte qui m'ont été donnés sur une disquette, sans le programme. Ces chiffres peuvent ensuite être transposés dans un tableau Excel et transformés en graphes. Cette étape me pose d'importants problèmes, mais il est presque impossible d'analyser les résultats sans graphes.

J'ai finalement réalisé différents graphes avec les données récoltées. (**ANNEXE E**) Toutes les données ne figurent pas sur le même graphe, mais elles sont divisées en plusieurs tableaux séparés.

Les résultats enregistrés par la station « climat 1 » sont indépendants de ceux de la deuxième station. J'ai créé des graphes pour les températures (exposées et abritées), pour la température et le point de rosée, pour l'humidité relative et la température abritée au sol, et enfin pour le vent. Chaque série de données est ensuite répartie par semaines (7 jours, de minuit à minuit).

L'étude de ces graphes est difficile de façon isolée, mais en les comparant avec les graphes issus des données météorologiques enregistrées à la station d'Omarama,¹³³ la plus proche que j'aie trouvée, à 60 km en amont dans la vallée, on peut en tirer certaines tendances générales. Le climat d'Omarama ne subit pas les mêmes influences océaniques que la région du site de Takiroa, situé au début de la vallée dans une zone encore assez ouverte, mais on constate que, de manière générale, les variations de température et les vents coïncident, avec des valeurs qui diffèrent un peu. Il est possible de supposer que les jours de vents forts à Omarama sont aussi des jours de vents fort à Takiroa, et que les jours les plus froids coïncident aussi. Je n'ai pas de données à Takiroa pour les précipitations, je ne fais donc aucune supposition sur ce sujet, et on peut raisonnablement penser que les nuages et les brumes diffèrent entre les deux localités.

J'ai tardivement découvert la présence d'une station météorologique installée en janvier à seulement 10 km du site de Takiroa, sur un vignoble. Je n'ai pas disposé de beaucoup de temps pour étudier ces nouvelles données. Mes principales observations sont citées plus bas.

2.1 Les précipitations

Je n'ai pas mesuré les précipitations sur le site et ne suis parvenue à trouver aucune statistique actuelle, si ce n'est des statistiques générales pour la région de North Otago, qui rapportent que les pluies sont peu abondantes et distribuées uniformément au cours de l'année. Il pleut en moyenne 96 jours par année.¹³⁴

Il y a néanmoins une station climatique qui enregistre ce genre de données à une dizaine de kilomètres du site depuis la fin du mois de janvier 2005. Elle est située dans un vignoble, dans une vallée parallèle à la vallée de Waitaki (Quasar Vineyards Ltd—Weather Station). Une telle proximité du site permet d'utiliser les données relatives aux précipitations avec une certaine confiance, ce qui n'est pas forcément le cas pour la température, l'humidité et la force du vent.

Le régime pluvieux est peu régulier dans la région. Il y a parfois des périodes de sécheresse. Il est donc difficile d'analyser les données à disposition, vu qu'elles ne couvrent qu'une période de quelques mois. L'étude de ces données ne permet pas d'avoir un aperçu sur les valeurs annuelles, mais permet déjà certaines observations. Depuis la fin du mois de janvier 2005, il n'y a eu que 5 jours de pluies importantes (plus de 10mm) sur un total de 36 jours de pluie (du 25 janvier 2005 au 15 septembre 2005, soit en un peu moins de 9 mois)¹³⁵. Il pleut néanmoins assez fréquemment en été, période pour laquelle je ne dispose d'aucune donnée précise.

2.2 Les températures et l'humidité relative

Les températures sur le site de Takiroa sont influencées par l'énorme masse rocheuse du site, qui crée un abri ainsi qu'un potentiel réservoir de chaleur.

Les données récoltées lors des 3 semaines d'enregistrement climatique sur le site, entre juin et juillet (hiver), montrent que les variations journalières lors des jours ensoleillés sont de 15 à 20°C en moyenne et que les jours sans variations, la température oscille entre 5 et 10°C.

Au niveau de la station « climat 1 », dans la partie bien abritée du site, près de la grande frise rouge, la température n'est descendue en dessous de 0°C que 2 fois en 3 semaines, et seulement pour la

¹³³ <http://www.observatory.org.nz/weather/omarama/graphsm/072005.html>

¹³⁴ Gage 1957 p.3

¹³⁵ <http://harvestnz.com/w.cgi?hsn=2096&cmd=hst, 13.09.2005>

sonde thermique située le plus en hauteur et le plus loin de la paroi. La température a atteint $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-0,5^{\circ}\text{C}$. Sur le graphique des températures enregistrées à Omarama en juillet 2005, les températures les plus froides ont été enregistrées le 11, ce qui correspond à la date de la nuit la plus froide à Takiroa. On peut donc dire que les températures inférieures à zéro $^{\circ}\text{C}$ sont très rares à proximité de la paroi vers la grande frise rouge, car même durant les nuits les plus froides la température ne passe qu'à peine en négatif.

Pour la station « climat 2 », à l'extrémité Est de la partie grillagée, la limite des zéro $^{\circ}\text{C}$ a été franchie 5 fois, avec un minimum de $-2,4^{\circ}\text{C}$ enregistré le 11 juillet. Ces températures négatives sont celles de la sonde thermique abritée située au-dessus du sol, éloignée de la paroi. La sonde fixée contre la paroi n'a indiqué qu'une seule fois $-0,6^{\circ}\text{C}$.

Les différences de température entre les deux zones surveillées sont minimales, mais démontrent tout de même que la partie Ouest du site présente de meilleures qualités d'abri.

2.3 Le vent

J'ai eu l'occasion d'observer, le lundi 4 avril 2005, alors que j'étais sur le site, un vent très fort venant de l'Ouest-Nord-Ouest (Northwesterlie), c'est-à-dire du haut de la vallée, là où se trouvent les montagnes. Le vent a commencé à souffler le dimanche soir vers 22 heures et ne s'est pas arrêté jusqu'au lundi au milieu de l'après-midi. Il soufflait par fortes rafales dont je n'ai malheureusement pas pu mesurer la vitesse, mais il était par moments difficile de tenir debout. Une certaine quantité de poussière était transportée par le vent, cela se remarquait entre les dents et dans les yeux. Les montagnes d'où vient le vent ne sont pas recouvertes d'arbres, on dirait plutôt des tas de gravier dénudés.

Les résultats des enregistrements effectués sur le site pendant 3 semaines sont difficiles à évaluer car ils sont en volts, et il faudrait les convertir en mètres par secondes ou en kilomètres par heure pour se faire une idée de la force du vent. De plus, les data loggers n'enregistrent pas la direction du vent. Les données récoltées montrent la force du vent ponctuellement toutes les 15 minutes et est donc représentatif de rafales plus que d'une puissance moyenne.

Le technicien qui m'a prêté les appareils m'a donné une formule pour convertir les volts en distance par temps, mais les résultats étaient visiblement incorrects. Je n'ai pas pu vérifier si le problème venait du matériel ou de la formule qu'on m'a donné.

On peut néanmoins utiliser les données en les comparant à celles de la station climatique située à une dizaine de kilomètres.¹³⁶ Sur la période d'enregistrement sur le site de Takiroa, le vent le plus fort a eu lieu le 13 juillet en milieu de journée, et c'est aussi à cette date que les vents les plus forts ont été enregistrés sur le vignoble, avec un vent allant jusqu'à 24 km/h et des bourrasques à près de 46 km/h. Il n'est pas impossible que le site soit moins abrité du vent que le vignoble.

La force du vent a vraisemblablement fait basculer la girouette sur le site ce jour-là, alors qu'elle était en position assez stable. Il est très improbable que ce soit un humain ou un animal qui ait mis l'instrument à terre ; de plus, l'enregistrement s'est arrêté alors que les bourrasques étaient à leur maximum.

A la station climatique placée sur le vignoble depuis janvier, les vents forts soufflent le plus souvent depuis le Nord-Ouest (14 enregistrements supérieurs à 30 km/h), puis depuis le Nord-Est (11 enregistrements supérieurs à 30 km/h) et troisièmement depuis le Nord-Nord-Est (7). Occasionnellement, des vents très puissants viennent aussi du Sud.

¹³⁶ <http://harvestnz.com/w.cgi?cmd=gph&hsn=2096&typ=2&date=20050712120000,16.09.2005>

3 Caractérisation de la roche et de son processus d'altération

3.1 Notions théoriques

3.1.1 Les roches calcaires

Les caractéristiques physiques et chimiques de la roche influencent l'effet des processus de *corrosion* et d'érosion. Les roches calcaires sont plus solubles que la plupart des autres roches, et elles sont en plus sujettes aux processus géomorphologiques qui affectent toutes les roches, comme les effets mécaniques tels que l'action du gel et l'abrasion.

Les processus mis en œuvre dans la *corrosion* et l'érosion des roches carbonatées sont donc très divers, mais un facteur commun qui contrôle leur effet est la facilité avec laquelle la roche peut être pénétrée. Plus la surface externe et interne (extérieur + surface et nombre des pores) est importante, plus les effets sont actifs

-La fréquence et le nombre des joints pénétrables et des joints de stratification joue un rôle important pour l'accès de l'eau. Le contact accru des surfaces internes et externes avec l'environnement encourage l'hydratation et la dissolution, et facilite les effets du gel-dégel. La pénétration de la roche par les racines des végétaux peut également prendre place le long des fissures et des joints de stratification ; ces lignes de faiblesse sont alors des zones d'abrasion plus actives.

-A une échelle plus petite, la porosité et la perméabilité de la roche, qui sont en relation étroite avec la taille des grains, leur degré de cohésion et leur cimentation, sont des facteurs importants dans les processus de *corrosion* et d'érosion.¹³⁷

La relation entre la fréquence des joints et la porosité est cruciale. Dans une roche à porosité et perméabilité importantes, la présence des joints est moins importante comme routes d'écoulement. Par contre, si la perméabilité de la roche est faible, les écoulements se concentrent le long des joints et des fissures, et le nombre de fissures influence donc l'érosion.

Les caractéristiques chimiques et physiques de la roche sont héritées de la nature originelle du dépôt carbonaté et des processus de *lithification* et de *diagenèse*. Pendant la *lithification*, un dépôt carbonaté devient une masse rocheuse durcie. Le terme *diagenèse* définit les modifications chimiques et physiques qui surviennent dès l'état original, puis avant et après la *lithification*. Au cours de ces changements, de nombreux mécanismes peuvent se produire, comme la perte d'eau, la compression, la recristallisation, la cimentation et les modifications chimiques. L'influence de la composition chimique des solutions qui s'écoulent à travers la roche est souvent un facteur majeur dans les changements chimiques et minéraux. De plus, des fissures de tension ou de compression peuvent apparaître en cas d'activité tectonique.

On peut en déduire que les roches carbonatées exposées à la dégradation et à l'érosion peuvent montrer une grande diversité, selon leur nature d'origine et leur histoire. Les interactions entre un type de roche et un environnement d'érosion qui conduisent à la production d'un relief terrestre ou souterrain doivent de ce fait être étudiés pas seulement en terme de solubilité des minéraux carbonatés (qui sont les constituants principaux de la roche), mais aussi en terme de variations chimiques, minérales et structurelles qui se produisent durant l'histoire de la déposition et des changements.

Les roches carbonatées contiennent principalement les minéraux suivants en proportions variables : la calcite CaCO_3 , (rhomboédrique, système cristallin hexagonal), l'aragonite (CaCO_3 sous forme orthorhombique) et la dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.¹³⁸

La concentration en éléments trace varie selon l'environnement de déposition. Certains organismes concentrent des éléments trace spécifiques et des sédiments carbonatés riches en matière organique

¹³⁷ Trudgill 1985 p.7

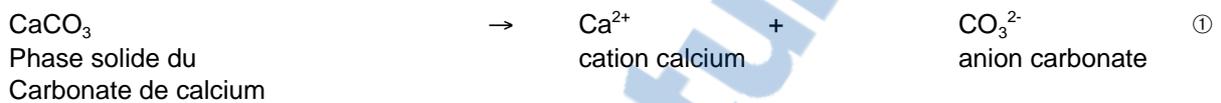
¹³⁸ Trudgill 1985 p. 8

peuvent contenir des traces de plomb, de zinc, de nickel, de cuivre, de phosphates et d'autres éléments qui peuvent influencer la solubilité des roches carbonatées. De plus, des composants terreux, comme les argiles et les silicates, peuvent être présents, amoindrissant la pureté des roches carbonatées. Ceux-ci, avec les oxydes de fer et d'aluminium, constituent le résidu insoluble d'une roche carbonatée.

La solubilité est un facteur d'importance mineur pour la facilité avec laquelle la roche est érodée : les caractéristiques pétrologiques peuvent être d'importance égale ou supérieure.¹³⁹

Il y a une différence entre la solubilité de la calcite et la solubilité des roches calcaires à cause des différences pétrologiques et minéralogiques et à cause des variations d'éléments trace.¹⁴⁰

Dans l'eau pure, le carbonate de calcium se dissocie en un cation métallique et un anion durant le processus de dissolution.



L'ion carbonate peut réagir avec de l'eau en acceptant un proton, ce qui fait qu'on peut classer les carbonates comme étant des bases. La réaction entière ① + ② produit des ions OH⁻, donc le carbonate de calcium est une substance alcaline :



La réaction de cations et d'anions avec de l'eau est appelée hydrolyse.¹⁴¹

Dans un système fermé, à l'équilibre, les ions mis en solution vont de la phase solide à la phase liquide à une vitesse égale à la réaction inverse. Dissolution = Précipitation

Cette dissolution n'explique qu'une petite quantité des proportions d'ions calcium et carbonates présents dans les solutions en environnement naturel. Normalement, on peut dissoudre 14mg de CaCO₃ par litre d'eau pure. Mais dans l'eau naturelle, on arrive souvent autour de 200-250 mg par litre (15 fois plus). La dissolution du CaCO₃ est grandement amplifiée par la présence de protons. Cela déplace l'équilibre des équations ① et ② vers la droite. L'hydrolyse des ions carbonates par les ions hydronium est une étape clé, avec l'excès d'ions H⁺ par rapport à H₂O dans H₃O⁺ comme facteur déterminant :



ou



Ainsi la dissolution du carbonate de calcium se déroule en relation avec l'acidité de l'eau, avec des ions calcium en solution équilibrés par les ions hydrogénocarbonates en solution, la quantité d'hydrogénocarbonates étant limitée par l'apport d'ions hydrogène présents pour se combiner avec des ions carbonates.

Il y a plusieurs sources d'acidité pour l'eau naturelle, par exemple, certaines bactéries produisent de l'acide sulfurique. Mais les deux sources principales sont :

¹³⁹ Trudgill 1985 p.9
¹⁴⁰ Trudgill 1985 p.13
¹⁴¹ Trudgill 1985 p.14

-les acides organiques

-la dissolution du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'eau. (Trudgill p. 15)

Le dioxyde de carbone, ou gaz carbonique, est présent dans l'atmosphère (0,03%) et peut se trouver en solution sous forme de molécule de dioxyde de carbone (CO_{2(aq)} ≠ CO_{2(g)}). Une partie de CO_{2(aq)} se combine à l'eau pour donner de l'acide carbonique H₂CO₃ :



L'acide carbonique peut rapidement se dissocier pour former des ions H⁺ et HCO₃⁻, le dernier étant en fait présent sous forme H₃O. Cela produit une source d'acidité dans la solution :



Le taux (la vitesse) de dissolution varie avec l'acidité. L'ion hydrogène de la dernière équation devient la source d'acidité capable de réagir avec le carbonate de calcium.¹⁴²

Cela s'applique à des systèmes sans écoulement, mais quand il y a écoulement, les réactions augmentent.

Beaucoup de travail a été fait pour étudier le taux de dioxyde de carbone dans les sols et leur influence sur la dissolution des calcaires, en se basant sur la pensée que c'est la principale source de dissolution pour les calcaires. Il y a en fait d'autres sources d'acides importantes, spécialement les acides organiques.

De plus, la teneur d'un sol en dioxyde de carbone peut être élevée soit car il y a une importante production de CO₂, soit parce que le sol est peu perméable et le CO₂ s'accumule sans réussir à partir.

Les sols anaérobies ont peu d'oxygène et beaucoup de gaz carbonique, mais celui-ci ne se transporte pas vers la roche si la perméabilité est suffisante.¹⁴³

L'importance des acides organiques comme agents de *corrosion* n'est pas complètement comprise, mais leur efficacité sous certaines conditions est indubitable. Les acides organiques sont produits durant la décomposition de la matière organique et peuvent aussi venir des feuilles et des écorces tombées des arbres. Ils peuvent se dissocier et produire des ions H⁺, et peuvent aussi altérer les minéraux carbonatés par hydrolyse. Ils peuvent incorporer du calcium ou du magnésium à leur structure, ceci est appelé chélation.

Les causes de *corrosion* d'origine organique peuvent inclure des attaques directes des minéraux par des bactéries, des champignons et des racines, par hydrolyse ou chélation ou par l'action moins directe des acides organiques en solution dans de l'eau qui dissout le calcaire. C'est le cas lorsque de l'eau traverse un sol organique avant d'atteindre un horizon calcaire. La calcite peut être détruite par des bactéries dans le sol. (bactéries autotrophes ou leurs acides, bactéries à acide butyrique, bactéries nitrifiantes, fixateurs d'oxygène anaérobies)

Le sol situé à proximité des racines des arbres démontre un autre exemple d'attaque directe. Les plantes créent des zones acides autour de leurs racines, acide produit par le fonctionnement des racines et par les déchets de la plante.¹⁴⁴

¹⁴² Trudgill 1985 p.16

¹⁴³ Trudgill 1985 p. 27

¹⁴⁴ Trudgill 1985 p.36

Les lichens, très communs sur les surfaces calcaires nues, sont bien connus comme agents chélateurs. Les lichens peuvent produire des acides organiques, mais les acides lichéniques sont des acides faibles et ils sont produits en très petite quantité.¹⁴⁵

Les acides organiques présents dans les sols peuvent être : butyrique, lactique, acétique, propionique, gluconique, oxalique, fumarique, succinique, pyruvique, citrique et tartarique. Chacun peut attaquer la calcite et en même temps dégager du CO₂ :¹⁴⁶

Acide oxalique :



Acide acétique :



ou la formule générale :



Le volume et la vitesse de l'eau qui s'écoule jouent un rôle sur l'apport de réactifs, sur l'enlèvement des produits de *corrosion* et sur le contact (surface et temps) entre le solide et le solvant.

Avec un écoulement d'eau rapide, le temps de contact est court, donc la dissolution est limitée, sauf pour les minéraux les plus solubles. Il faut tenir compte des considérations cinétiques. Si l'écoulement est lent, cela augmente la possibilité de saturation chimique, et des considérations d'équilibre sont à prendre en compte.

La vitesse d'écoulement optimale représente une vitesse où le temps de contact est assez long pour dissoudre et l'écoulement assez rapide pour emporter les produits de corrosion.

Si les produits de *corrosion* s'accumulent, la dissolution sera inhibée. Sur les surfaces nues où l'écoulement est rapide, tout ce qui peut ralentir (pente, surface rugueuse, végétation) l'écoulement va augmenter la dissolution. La vitesse de transport est en relation directe avec le temps de réaction.¹⁴⁷

3.1.2 Données régionales propres au calcaire otekaien

La roche, la formation calcaire d'Otekaike (the Otekaike Limestone Formation), s'est formée au cours de l'Oligocène, il y a de ça 23 à 26 millions d'années. Ce calcaire est composé de fragments de fossiles de dimension sableuse, de couleur claire, ainsi que d'un fin sable de quartz qui se sont accumulés par strates sous une mer peu profonde, certainement moins de 100 mètres sous la surface. Les sédiments furent alors compactés et cimentés sous la mer, et ce n'est que plus tard qu'ils s'élevèrent hors de l'eau, au cours des 10 derniers millions d'années. C'est là que se formèrent les falaises que l'on voit actuellement, sculptées par l'érosion de l'eau et du vent ainsi que par les effets des changements de température. Elles ont probablement moins de 2 millions d'années, elles sont plus jeunes que le Pliocène.

Le calcaire d'Otekaike est formé principalement de fragments de fossiles de la taille de 2mm à 0.0625 mm, ainsi que de boue (< 0.0625mm) et de fragments grossiers de coquillages. Les fractions les plus

¹⁴⁵ Trudgill 1985 p.36

¹⁴⁶ Trudgill 1985 p.36-37

¹⁴⁷ Trudgill 1985 p.40-42

fines de sable et de boue furent probablement transportées là par des courants de fond, alors que les fragments plus grossiers sont des restes des organismes qui vivaient à cet endroit. Le calcaire contient aussi d'autres matériaux, en particulier un fin sable de quartz, originaire de parties émergées distantes, et le précipité vert de glauconite minérale, typique des cadres de sédimentation à basse profondeur. On peut voir par endroits des accumulations d'oxydes de fer.

Dans certaines parties de la vallée de Waitaki, le calcaire est assez tendre, ce sont les endroits où la roche n'était pas enterrée très profondément. En d'autres endroits, il y a des horizons durs proéminents, des concrétions, où des cémentations secondaires sont présentes. Ces roches étaient probablement enterrées plus profondément.

Le calcaire varie en densité et en porosité selon la quantité de *ciment* présent. Le *ciment* tend à remplir les pores de la roche.¹⁴⁸

On distingue 4 membres dans la formation du calcaire Otekaien: Maerewhenua, Prydes Gully, Miller et Waitoura. Les 4 membres sont très riches en calcaire, mais la proportion d'éléments non calcaires autres que la glauconite augmentent quand on monte dans la formation. La proportion de glauconite, elle, diminue. La couche qui affleure à Takiroa fait partie du premier membre, celui de Maerewhenua, le calcaire glauconitique de Maerewhenua (du nom d'une rivière se jetant dans la rivière Waitaki). Il est dur, massif, semi-cristallin à sableux, abondant en brachiopodes et dents de requins, devenant de moins en moins glauconitique en montant, et de moins en moins dur et fossilifère et de plus en plus jaune.¹⁴⁹

Le calcaire Otekaien de la région de Dunroon est classé par sa texture dans les catégories packstone à grainstone¹⁵⁰, c'est-à-dire qu'il contient moins de 10% de grains supérieurs à 2mm avec des éléments jointifs en présence ou non de boue carbonatée. (packstone=présence de boue, grainstone=pas de boue). La composition de ce calcaire le classe dans la catégorie *biosparite* à *biomicrite*. *Biosparite* définit les roches calcaires composées de grains sans boue, mais cimentés par de la calcite, et qui contient des fragments de coquillages et de fossiles. *Biomicrite* désigne une roche calcaire qui consiste en proportions variables de débris fossiles contenus dans une boue carbonatée.¹⁵¹

La cémentation résulte de la précipitation de « sparry » calcite dans les pores. Là où elle est présente, elle constitue 2 à 25% de la composition du calcaire otekaien.

La porosité est très variable, mais elle va généralement de 5 à 30%. La porosité entre les particules est présente partout, mais varie nettement en pourcentage selon la localité et même dans une section particulière. La porosité intra particulaire est présente la plupart du temps et est associée à la présence de foraminifères. Elle n'est cependant pas proportionnelle à la quantité de foraminifères. La cémentation ou la recristallisation de la *micrite* intervient de préférence à l'intérieur des tests plutôt que dans les vides inter particulaires. Les grainstones n'ont que peu ou pas de porosité intra particulaire.

Le calcaire otekaien consiste en grainstones et packstones présentant divers micro et macro fossiles marins. Il est parfois nodulaire, riche en glauconite et présente des joints de stratification parallèles et croisés.¹⁵²

¹⁴⁸ Ewan Fordyce pers. comm. 14.02.2005

¹⁴⁹ Gage 1957

¹⁵⁰ Smith et al. 1989 p.3

¹⁵¹ <http://www.lib.utexas.edu/geo/ggtc/gloss.html>

¹⁵² Smith et al. p.19-23

3.2 Aspects à caractériser

3.2.1 Morphologie de la roche

La falaise calcaire du site de Takiroa présente, là où elle n'est pas érodée, une couche de surface plus dure, souvent plus foncée et moins perméable. Cette couche est clairement visible sur la plupart des échantillons prélevés au sol et elle peut avoir des épaisseurs variables, d'environ 1mm à quelques centimètres, présentant parfois une stratigraphie laissant voir la superposition de plusieurs couches d'épaisseur et de coloration variables. Il n'est pas rare d'observer, sous ces couches, une zone plus claire riche en sels. Ces couches sont dues principalement à une modification de la surface de la pierre par la dissolution de certains éléments, la migration depuis l'intérieur de la roche de solution salines et par la déposition d'éléments extérieurs présents dans la poussière et les aérosols.

Les analyses DRX montrent (**ANNEXE F**), sur un échantillon de cette couche de surface, la présence de calcite et de quartz, minéraux constitutifs du calcaire otekaien, ainsi que de gypse et d'albite. Le gypse est un sulfate de calcium que l'on retrouve sous forme d'efflorescence en plusieurs endroits du site. L'albite est un des composants schisteux présents dans la poussière présente sur le site. L'observation d'échantillons sous loupe binoculaire laisse clairement voir la présence de grains de glauconite typiques du calcaire otekaien, reconnaissables à leur couleur allant de jaune à vert. Ces grains étant présents dans la couche dure de surface comme dans la roche non altérée, cela exclut l'hypothèse que cette couche se formerait uniquement par la déposition d'éléments extérieurs.

Dans les zones présentant des phénomènes d'*alvéolisation* poussée, la roche est très poreuse, légère et friable.

Les zones érodées présentent parfois une surface assez dure, mais en d'autres endroits elle est poudreuse et semble assez tendre. Dans tous les cas, là où il n'y a pas de couche de surface, la roche est très molle et friable, il est très facile d'y creuser un trou manuellement avec une pointe métallique, les grains n'ayant qu'une cohésion réduite entre eux.

3.2.2 Porosité

La porosité de la roche est très variable, allant d'extrêmement poreuse dans les zones alvéolées à quasi-imperméable au niveau de certaines couches de surface. La porosité varie localement d'une zone à l'autre de la paroi ainsi qu'internement au niveau stratigraphique de la roche. Le calcaire Otekaien est cependant généralement très poreux à l'exception de sa couche de surface. Une goutte d'eau déposée sur la roche est instantanément absorbée, et on sent une succion lorsqu'on pose la langue sur un échantillon. Je n'ai pas mesuré scientifiquement la porosité d'échantillons collectés sur le site.

3.2.3 Sels

Il est très intéressant de pouvoir localiser et identifier les sels présents sur le site, en particulier lorsqu'ils sont visiblement liés à un phénomène d'altération. La nature des sels permet d'estimer la sensibilité de la roche à certaines variations climatiques comme la migration de polluants ou d'éléments du sol à l'intérieur de la roche ou en surface.

3.3 Choix et description des méthodes d'analyses appropriées

3.3.1 Observations macro et microscopiques

Tout doit d'abord être observé sur le terrain, à l'œil nu. Il serait idéal de disposer d'un microscope portable, mais je n'ai pas pu m'en procurer.

Les sels doivent tout d'abord être observés in situ, idéalement à plusieurs reprises au cours de l'année en tenant compte des conditions climatiques, en particulier l'humidité relative. Chaque sel

cristallise normalement en dessous d'une HR donnée, mais les nombres théoriques peuvent varier beaucoup en situation réelle.

Il faudra ensuite observer et décrire les sels en s'aidant d'une loupe binoculaire. J'imagine qu'avec l'expérience on peut reconnaître certains sels visuellement, mais personnellement je ne suis capable que de les décrire.

L'utilisation d'un microscope polarisant peut aussi se révéler très utile dans l'identification des sels.¹⁵³

3.3.2 Analyses en laboratoire

La diffraction de rayons-x est une technique analytique qui permet de distinguer et d'identifier des composés chimiques cristallisés. Elle est généralement réalisée sur poudre et ne nécessite qu'une petite quantité d'échantillon. C'est un très bon moyen pour identifier les sels.

Les rayons-x sont utilisés depuis le début du vingtième siècle pour l'étude des corps cristallisés. Des rayons-x sont diffractés par les plans réticulaires des cristaux à une certaine longueur d'onde et selon un angle précis. On obtient une série de pics sur un graphique qui est ensuite informatiquement comparé à une base de données de référence contenant plusieurs milliers de minéraux.

La méthode peut se montrer délicate lorsqu'on a plusieurs produits, car les pics caractéristiques de certains composants peuvent se superposer, ainsi qu'à cause de certains effets de matrice ou de structure, comme avec des argiles. Cette méthode permet en outre l'identification de pigments.¹⁵⁴

Le département de géologie de l'université d'Otago possède un équipement pour les analyses DRX.

Il serait utile aussi de disposer de lames minces faites à partir d'échantillons de roche afin de les observer au microscope électronique à balayage.

3.3.3 spot tests pour l'identification des sels

On peut identifier des sels grâce à divers spot tests. La première chose à faire est d'identifier les sels solubles, et il suffit pour cela de déposer une goutte d'eau sur un peu de sels et d'observer, de préférence avec une loupe binoculaire à faible grossissement. On m'a transmis (Bénédicte Rousset, de l'Expert Center) un document sur la réalisation de certains spot tests simples pour l'identification de sels solubles. Les résultats sont uniquement qualitatifs et indiquent la présence ou l'absence de constituants donnés. On m'a donné les instructions pour identifier la présence d'ions sodium, potassium, ammonium, calcium, magnésium, carbonates, hydrogénocarbonates, chlorures, nitrates et sulfates.

Il est nécessaire pour réaliser ces tests de disposer d'un équipement de laboratoire tel que loupe binoculaire, lames en verre, pipettes, filtres, plaque chauffante, ainsi que certains acides, bases et sels et de l'eau déminéralisée.

3.3.4 Calcul de la porosité

Pour le calcul de la porosité, il faudra se procurer des échantillons de roche représentatifs, mais cela ne pourra pas se faire directement sur le site. Les échantillons devront être de forme régulière, (carottes de préférence) et auront une taille assez conséquente. Il faudra qu'ils présentent à la fois une surface durcie et la roche sous-jacente. Un géologue devra m'assister pour le prélèvement des échantillons, et il me sera certainement d'un grand secours pour localiser un lieu de prélèvement où la roche ait les mêmes caractéristiques que sur le site de Takiroa.

¹⁵³ Arnold 1984 p.137

¹⁵⁴ <http://www.culture.gouv.fr/culture/conservation/fr/methodes> 12.08.05

Ces échantillons pourront aussi servir pour la réalisation de lames minces observables au microscope électronique. Il sera utile d'avoir au moins une lame sur laquelle soit présentes la surface et la couche sous-jacente. Il serait idéal de trouver un éclat qui permette aussi d'observer les pigments. Là encore, je devrai me faire assister d'un géologue, ou d'un technicien de laboratoire, pour réaliser les lames minces et les analyser.

On peut aussi faire des observations sur la porosité de la roche en séchant parfaitement un échantillon puis en le pesant et en comparant son poids après avoir mis une de ses surfaces en contact avec de l'eau.

3.4 Choix et collecte d'échantillons

Les échantillons dont j'ai besoin sont un morceau de roche assez gros pour calculer la porosité de la roche et faire des lames minces ainsi que des échantillons de sels. Ma première idée était de trouver un affleurement de calcaire Otekaïen présentant les mêmes couches stratigraphiques et la même exposition que le site de Takiroa, pour y prélever un échantillon le plus semblable possible au support des œuvres sans toucher au site. J'ai rencontré un géologue de l'Université d'Otago, M. Ewan Fordyce, qui connaît très bien le calcaire otekaïen, pour lui demander conseil pour le lieu et la technique du prélèvement ainsi que sur les possibilités d'analyses au sein de l'Université. Il s'est montré ravi de m'aider, proposant même une collaboration pour mettre en place un programme de surveillance de l'état de la roche à long terme. Il me conseilla en outre de choisir de faire un prélèvement de la taille d'une pomme directement sur le site, à l'écart des peintures, et offrit de m'accompagner pour faire ce prélèvement.

A ce moment-là, je me suis dit que, vu l'apparence déjà très accidentée de la paroi, le prélèvement d'un échantillon de cette taille, qui plus est à l'écart des œuvres, ne causerait pas de perturbation importante sur le site. Je décidai donc d'en parler au conseil maori responsable du site de Takiroa.

Je me suis rendue à la *Marae* de Moeraki le dimanche 3 avril en compagnie d'Amanda Symon (conservatrice du Maori Rock Art Trust) afin de me présenter, de présenter ma recherche et de leur demander la permission de prélever des échantillons de roche. Je leur ai expliqué que je cherchais à comprendre et à expliquer le processus de détérioration de la roche formant le site et que pour cela, il serait nécessaire de prélever des échantillons de roche afin de pratiquer des analyses en laboratoire. Je leur ai dit que M. Ewan Fordyce, du département de Géologie à l'Université d'Otago, était décidé à m'assister dans cette démarche, en particulier pour le prélèvement des échantillons. Je leur ai expliqué que je n'allais pas prendre les échantillons directement à proximité des motifs, mais à 5 ou 6 mètres de distance, là où il n'y a pas de peintures. Je leur ai dit que les échantillons devraient être à peu près de la taille d'une pomme.

Le conseil a accepté ma demande sans même débattre. Personne ne s'y est opposé et le chef du conseil m'a dit que je pourrais prendre les échantillons, et qu'une représentante Maorie faisant partie du Runaka (conseil) et du Maori Rock Art Trust nous accompagnerait, Monsieur Fordyce et moi, sur le site le jour où l'on ferait les prélèvements.

Le code d'éthique de l'IFRAO a un point qui concerne les prélèvements de roche avec ou sans pigments sur les sites de peintures rupestres. Il y est écrit que pour faire un prélèvement, il faut avoir l'accord dans mon cas des Maoris, l'accord de l'autorité nationale concernée (le New Zealand Historic Places Trust) et l'accord signé de deux pairs (des scientifiques qui font de la recherche dans le domaine des peintures rupestres), et il faut que la recherche soit justifiée et ait l'appui d'un pair. Il faut en outre que l'analyste en charge du matériel ait de l'expérience pour les analyses et le prélèvement.

J'ai donc écrit à Andrew Thorn, un scientifique australien spécialisé dans la conservation des peintures rupestres, avec qui j'étais en contact depuis plusieurs mois, pour lui demander conseil. Il m'a dit qu'il serait disposé à me fournir son accord en tant que pair après avoir lu ma justification de prélèvement. Je rédigeai donc un document en anglais dont voici la traduction :

« Justification pour le prélèvement d'un échantillon de roche sur le site d'art rupestre de Takiroa, Nouvelle-Zélande

Les œuvres rupestres maories de l'abri de Takiroa sont situées sur un affleurement calcaire, comme un grand nombre d'autres représentations rupestres dans la région de la Vallée de Waitaki. Ce calcaire est assez tendre et un des grands dangers pour la conservation des œuvres est la perte de la surface de la roche. Les motifs ne sont généralement pas altérés par des phénomènes de surface tels que des écoulements d'eau, des algues ou des pellicules de sels. La surface de la roche est plus dure et apparemment beaucoup moins poreuse que la roche située en dessous.

Les problèmes qui causent les pertes de surface sont apparemment la présence d'eau et de sels à l'intérieur du calcaire.

Pour l'étude et la compréhension de ces processus, il est nécessaire d'entreprendre une recherche sur la composition de la roche (en surface et dessous), sur sa porosité et sa capillarité.

Cela permettra aussi de dire quel est le rôle joué par la poussière (présente en importante quantité sur le site) dans la formation de la croûte de surface et dans la dégradation ou la stabilisation du calcaire. Cela permettra aussi d'identifier les sels présents dans la roche et si certains d'eux se trouvent et agissent sous la surface.

Je voudrais savoir si les sels présents dans le fumier présent partout sur le site peuvent migrer dans la roche et causer des dégradations. C'est un problème important, car de nombreux sites d'art rupestre de cette région sont occupés par le bétail.

Je ne pense pas qu'un échantillon pris au sol puisse donner une réponse correcte à ces questions, car il n'est pas possible de savoir depuis combien de temps il est par terre et des éléments peuvent avoir migré dans ou hors du fragment.

Les résultats obtenus pourront être utilisés pour comprendre l'état d'autres sites de la région, et comme ils sont nombreux, cela peut être très utile.

Le trou laissé par le prélèvement pourrait être utilisé pour tester un matériel de comblement et pourrait également être surveillé à long terme. C'est un point important car il y a beaucoup de trous laissés par des prélèvements sur le site, et l'érosion de certains de ces trous menace des motifs. Il se peut que, dans le futur, on décide qu'il sera nécessaire de combler certains de ces trous pour sauver des œuvres.

L'échantillon sera prélevé par M. Ewan Fordyce, du Département de Géologie de l'Université d'Otago. Il est spécialiste de la collecte de fossiles dans le calcaire Otekaién. Il possède les outils et l'expérience pour ce genre de choses. Il connaît très bien le calcaire de la Vallée de Waitaki et sera capable de choisir un échantillon éloigné des motifs mais similaire à leur support. Il m'assistera également pour les analyses.

Je pense que si l'on veut conserver l'art rupestre, il faut conserver la roche et l'art, et pour cela il faut comprendre de quoi cela est constitué et comment cela se dégrade.

Si le programme de suivi photographique du site montre une détérioration rapide de certaines zones, il sera peut-être nécessaire d'entreprendre certains traitements de conservation comme la dessalaison ou la consolidation. Les résultats obtenus sur le prélèvement seront utiles pour choisir des traitements adéquats.

Le prélèvement et l'analyse de la roche font partie de l'évaluation de la condition de conservation du site.

Comment je vais utiliser l'échantillon :

Je vais premièrement faire quelques lames minces que j'observerai et analyserai avec un microscope électronique à balayage couplé à l'EDS. Cela me permettra d'obtenir une cartographie de l'échantillon. J'espère qu'il sera possible d'identifier des sels.

Je vais essayer de connaître la porosité de la roche, depuis sa face interne et depuis sa surface.

Je vais aussi utiliser une partie de l'échantillon pour observer sa sensibilité aux acides et à l'eau de pluie.

Je ferai certaines comparaisons entre la composition de la poussière, celle de la croûte de surface et celle de la roche en dessous.

Les résultats que j'attends sont :

Je verrai si certains sels sont coincés sous la surface à cause de son manque de porosité.

Je verrai s'il y a beaucoup de nitrates dans la roche, ce qui voudrait dire que de l'eau transportant des sels migre dans la roche depuis le sol autour de l'abri.

Je verrai, grâce aux données sur la porosité et la capillarité du calcaire, quels éléments peuvent migrer et à quel taux.

Le diamètre des pores et la présence d'argiles pourra aussi donner certaines explications sur les processus en action dans la dégradation du calcaire.

Les données fournies par les analyses pourraient aussi être comparées avec des échantillons pris dans d'autres abris calcaires, décorés ou non, de la région, pour voir si certaines différences peuvent être attribuées à des caractéristiques environnementales comme la végétation ou la quantité de poussière. »

La réponse d'Andrew Thorn fut négative. Il m'expliqua qu'il ne voyait pas la nécessité de prélever un échantillon de roche tant que toutes les autres méthodes d'investigation non destructrices n'auraient pas été épuisées. La seule raison satisfaisante pour prélever une partie d'un site est que cela est le seul moyen de fournir une information qui permettra de mieux préserver le site. Il me conseilla de commencer par identifier les sels présents sur la surface de la roche. Si je trouve des sels solubles, alors la première approche est de faire des mesures de conductivité de la solution avec un protimètre ou un conductimètre.

Il me conseilla aussi d'observer la croûte de surface sur des échantillons trouvés au sol, et m'expliqua que les mesures de porosité sont très compliquées et pas vraiment représentatives lorsqu'elles sont faites sur un petit échantillon.

Il conclut en disant qu'en 17 ans d'études sur la détérioration de peintures rupestres, il n'a prélevé que 3 échantillons de la surface d'une peinture et n'en a pas obtenu des résultats significatifs, et que les géologues n'ont pas la même vision que les conservateurs-restaurateurs, ils veulent à tout pris prélever et échantillonner.¹⁵⁵

J'accueillis ce refus avec un certain soulagement, celui de constater que la charte de l'IFRAO avait joué son rôle de garde-fou. Cela me permit en outre de donner une nouvelle direction à mes recherches, après avoir perdu un certain temps certes, mais pas sans avoir appris des choses importantes.

Avant même de recevoir ce refus, les promesses d'aide de M. Fordyce commençaient à s'évanouir. Il se trouve qu'il avait un emploi du temps finalement très chargé et qu'il ne pourrait pas me consacrer plus d'une journée, et ce uniquement pour un prélèvement sur le site. Il m'informa de plus que si je

¹⁵⁵ Andrew Thorn, pers. comm. 20.06.2005

voulais entreprendre des analyses, il faudrait dorénavant que je les paie ou que je m'associe au département de Géologie pour écrire un papier.¹⁵⁶ Il fut dès lors très difficile d'entrer en contact avec lui et d'obtenir des réponses à mes multiples courriers électroniques.

Je collectai donc des échantillons au sol sur le site. Je les choisis selon leur apparente fraîcheur et leur représentativité de différents états de la roche. Je notai leur emplacement de façon assez large, en indiquant juste les numéros des deux poteaux entre lesquels l'échantillon se trouvait. Je n'ai ramassé des bouts de roche que dans la partie grillagée. Il n'y a aucune garantie que l'endroit du prélèvement soit le point de chute originel, et certains échantillons proviennent certainement de parties assez élevées de l'abri.

Un des échantillons a été prélevé directement sur la paroi, il s'agit du numéro 10. Il se présentait sous la forme d'une épaisse écaille n'ayant plus de connexion avec la roche, mais qui tenait encore en place. Cet échantillon est représentatif de l'état de la roche dans la zone de la grande frise rouge.

Je collectai en outre 8 échantillons de sels et de poussière ainsi que des concrétions. Je les choisis selon leur proximité des œuvres ou de certains phénomènes d'altération, de leur aspect et de leur répartition sur le site. Tous ont été collectés dans la zone grillagée. La collecte s'est faite le 29 juin 2005, en hiver. Il faisait 15°C et 39% d'humidité relative. J'ai prélevé les poudres à l'aide d'une lame de couteau et les ai conservées dans de petits tubes en plastique. Tous ces échantillons sont localisés sur le plan du site et ont été photographiés un par un in situ (**photos 46 à 52**), sauf le n°8 qui avait été collecté lors de ma première visite sur le site. D'autre part, les échantillons de sels 9 (**photo 53**) et 10 ont été prélevés sur des échantillons de roche. Ils y formaient des croûtes sur la face qui s'est séparée de la paroi et ont donc certainement contribué à la désolidarisation des éclats.

Tableau d'identification et de localisation des prélèvements :

N°	Type	Description	Poteau (photo 54)
1	Sel	Formant une croûte désolidarisée, terne	23-24
2	Sel	En ligne marquée, très blanc, léger et poudreux, crayeux	23-24
3	Sel	Sels présents au fond des cratères d'exfoliation, vers la frise, près du sol	19-20
4	Minéral	Matière présente là où ça s'écaille, pierre pulvérulente ?	16-17
5	Poussière	A l'angle du site, poussière épaisse	12-13
6	Sel	Sel poussiéreux dessus, mousseux, très blanc, brillant. Présent en grande quantité vers une zone humide. Près de sonde °C 4	6-7
7	Poussière	Poussière-sable présent en grande quantité dans les zones d'érosion (prélèvements)	5-6
8	Poussière	Poussière fine modelée par le vent	4
9	Sel	Très blanc, poudreux à solide Prélevé sur échantillon de roche n° 5	Sur R5 , 17-18
10	Sel	Blanc-jaune, solide, Prélevé sur échantillon de roche n°8	Sur R8 , 15-16
X	Solution	Solution filtrée obtenue après avoir laissé tremper un échantillon de roche alvéolée (n°4) dans de l'eau distillée pendant 1 heure.	Sur R4 , 15-16

¹⁵⁶ Ewan Fordyce, pers. comm. 17.06.2005

3.5 Déroutement des observations et analyses

3.5.1 Observations macro et microscopiques, spot tests

SELS : Je n'ai commencé à étudier les sels que tardivement sur le site, donc je n'ai pas procédé à plusieurs séries d'observations in situ. Les données relatives au jour de la collecte sont la date (29 juin 2005), l'heure (10h00-11h00), la température (15°C) et l'humidité relative (39%), ainsi que la série de photos montrant l'emplacement et l'aspect des sels.

J'ai ensuite emprunté une loupe binoculaire (4x et 6,3x) au département de Géologie de l'Université d'Otago pour l'utiliser dans le laboratoire du Département de Géographie. Ces observations m'ont permis de déceler la présence d'au moins deux sels dans un échantillon, de distinguer du sable et de la poussière et de réaliser que les concrétions que j'avais prélevées sont constituées principalement de la roche elle-même, car on y voit des grains jaune-verts de glauconite.

J'ai également testé la solubilité des échantillons dans de l'eau distillée, puis mesuré le pH des solutions avec du papier pH universel. La concentration des solutions est très aléatoire, j'ai juste pris quelques grains de sels que j'ai dissous dans une goutte.

Les résultats de ces observations sont présentés dans le tableau ci-dessous :

N°	Type	Observations	Solubilité	pH dans H2O distillée
1	Sel	Forme une croûte écrue. Bino : mélange d'agglomérats blancs et transparents (glace).	transparent soluble et blanc insoluble	5.5 - 6
2	Sel	Très blanc et crayeux Bino : petits agglomérats blancs	Très soluble	10
3	Sel	Blanc-jaune, un peu crayeux Bino :	insoluble	7.5
4	Concrétion	Pas un sel, contient des grains de glauconite	insoluble	6.5
5	Poussière	Poussière très fine, idem 8	-	6.5
6	Sel	Comme de la neige Bino : comme de petits glaçons arrondis, allongés et transparents	Très soluble, résidus insolubles	6.5
7	Poussière	Poussière grossière, sable	-	6.5
8	Poussière	Poussière très fine, idem 5	-	6.5
9	Sel	Très blanc, poudreux à solide Bino : très fin, blanc jaune, mi-crayeux.	Insoluble	6.5
10	Sel	Blanc-jaune, solide	Soluble lentement	6.5

SPOT TESTS SUR SELS SOLUBLES : J'ai réalisé une série de spot tests d'après les instructions qui m'avaient été transmises par Bénédicte Rousset de l'Expert Center. Il se trouve qu'il s'agit d'une traduction en français d'une partie de l'article de A. Arnold paru dans *Studies in Conservation* et qui explique comment identifier les sels présents sur les monuments.¹⁵⁷ Je n'avais pas le texte complet en anglais lorsque j'ai réalisé les tests.

J'ai mis en solution une partie de chaque poudre, sels ou poussières, dans de l'eau distillée (pH 6.5). Certains sels sont complètement solubles, d'autres en partie ou même pas du tout. J'ai effectué les tests sur toutes les solutions, de façon à pouvoir identifier des sels solubles présents dans la poussière par exemple. Les solutions n'ont pas été filtrées proprement dit, elles ont reposé dans des tests-tubes et seule la solution claire a été utilisée, les résidus insolubles restant au fond du test-tube. C'est ce que la responsable du laboratoire m'a dit de faire lorsque je lui ai demandé des pipettes et de la ouate pour filtrer mes solutions.

¹⁵⁷ Arnold 1984 p.129-138

La plupart des tests se font avec une goutte de solution d'échantillon, c'est-à-dire des sels ou de la poudre dissous dans de l'eau distillée. La concentration est aléatoire.

A. Test pour repérer la présence de ions sodium (Na⁺) et potassium (K⁺)

Le sel est solubilisé dans l'eau distillée, la solution est chauffée et une goutte est déposée sur une plaque de verre et mélangée à une goutte d'acide sulfurique (H₂SO₄). On pose une goutte de nitrate de bismuth en solution à côté et on met en contact les 2 solutions. S'il y a du sodium, il se forme dans la goutte froide de longs cristaux enchevêtrés de sulfates de sodium-bismuth. S'il y a du potassium, il se forme en bordure des gouttes des cristaux hexagonaux de sulfates de potassium-bismuth.

Résultats :

N°	Type	Sodium Na ⁺	Potassium K ⁺
1	Sel	Non	Oui
2	Sel	Non	Non
3	Sel	Oui	Non
4	Concrétion	Non	Non
5	Poussière	Oui	Non
6	Sel	Non	Oui
7	Poussière	Oui	Non
8	Poussière	Oui	Non
9	Sel	Très peu	Non
10	Sel	Oui ?	Non ?

B. Test pour repérer la présence de ions ammonium (NH₄⁺)

On mélange une goutte de solution d'échantillon avec une goutte de soude caustique (NaOH, pH14) en tenant par-dessus un papier pH universel préalablement humidifié avec de l'eau distillée. Si le papier se colore en bleu, cela indique la présence de NH₄⁺ (dégagement de vapeurs d'ammoniaque).

Résultats :

N°	Type	NH ₄ ⁺
1	Sel	Non
2	Sel	Non
3	Sel	Non
4	Concrétion	Non
5	Poussière	Non
6	Sel	Non
7	Poussière	Non
8	Poussière	Non
9	Sel	Non
10	Sel	Non

Remarque : je ne savais pas quelle concentration la solution de NaOH devait avoir, alors j'ai préparé une solution 1M dont le pH est 14. Etant donné que tous les résultats sont négatifs, je ne suis pas sûre que le test soit correct.

C. Test pour repérer la présence de ions calcium (Ca^{2+})

Une goutte de solution d'échantillon est réunie avec une goutte d'acide sulfurique (H_2SO_4) 1M, puis asséchée par chauffage. On observe au microscope les cristaux formés sur les bords de la goutte.

Si on voit des cristaux allongés comme des queues d'hirondelles jumelles, ce sont des cristaux de gypse et cela indique la présence de Ca^{2+} .

Résultats :

N°	Type	Ca^{2+}
1	Sel	Non
2	Sel	Non
3	Sel	Non
4	Concrétion	Non
5	Poussière	Non
6	Sel	Oui
7	Poussière	Oui
8	Poussière	Non
9	Sel	Non
10	Sel	Non

C. Test pour repérer la présence de sulfates (SO_4^{2-})

Une goutte de solution d'échantillon est réunie avec une goutte d'acide chlorhydrique (HCl) 2M, puis brièvement chauffée et ensuite laissée de côté pour qu'elle sèche. On observe au microscope les cristaux formés sur les bords de la goutte.

Si on voit des cristaux de gypse, en forme de queues d'hirondelles allongées, cela indique la présence de sulfates.

On peut ensuite comparer la quantité de cristaux des tests B et C pour connaître approximativement le rapport entre Ca^{2+} et SO_4^{2-} .

Résultats :

N°	Type	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Rapport
1	Sel	Oui	Non	
2	Sel	Oui	Non	
3	Sel	Non	Non	
4	Concrétion	Non	Non	
5	Poussière	Non	Non	
6	Sel	Oui	Oui	Plus de SO_4^{2-}
7	Poussière	Non	Oui	
8	Poussière	Non	Non	
9	Sel	Oui	Non	
10	Sel	Non	Non	

D. Test pour repérer la présence d'ions sodium (Na⁺) et potassium (K⁺)

Ce test est le même que le précédent (C.). Si l'on voit des cristaux optiquement isotropes de cubes de NaCl ou de KCl, cela indique la présence de sodium ou de potassium, ou les deux.

Résultats :

N°	Type	Na ⁺ et/ ou K ⁺
1	Sel	Oui
2	Sel	Oui
3	Sel	Non
4	Concrétion	Non
5	Poussière	Non
6	Sel	Oui
7	Poussière	Non
8	Poussière	Non
9	Sel	Non
10	Sel	Non

E. Test pour repérer la présence d'ions magnésium (Mg²⁺)

On peut faire un test avec de l'hydrogénophosphate d'ammonium, mais je n'ai pas pu m'en procurer. J'ai donc fait un autre test.

On mélange une goutte de solution d'échantillon avec une goutte d'hydrogénophosphate de sodium et on y ajoute un petit grain de chlorure de césium (CsCl).

On observe la goutte au microscope et si on voit de très petits cristaux octaédriques de phosphates de magnésium-césium, cela indique la présence de magnésium dans la solution. (La présence de ions Sr, Ba, Zn, Cd, Sn, Pb, Ag, Cu peuvent gêner la réaction).

Résultats :

N°	Type	Mg ²⁺
1	Sel	Non
2	Sel	Non
3	Sel	Non
4	Concrétion	Non
5	Poussière	Non
6	Sel	Non
7	Poussière	Non
8	Poussière	Non
9	Sel	Non
10	Sel	Non

Du fait que tous les résultats sont négatifs, je me demande si le test s'est déroulé correctement. Peut-être que des ions ont gêné la réaction.

F. Test pour repérer la présence de carbonates (CO₃²⁻)

On dépose une goutte d'acide chlorhydrique sur un peu de sel. S'il contient des carbonates, on voit mousser le mélange.

Résultats :

N°	Type	pH	Solubilité dans H ₂ O distillée	Solubilité Dans HCl 2M	CO ₃ ²⁻
1	Sel	5.5 - 6	Fraction soluble et fraction insoluble	Soluble, cristaux transparents moins que blancs	+
2	Sel	10	Très soluble	Très soluble	-
3	Sel	7.5	insoluble	Peu soluble	+
4	Concrétion	6.5	insoluble	Très soluble	++
5	Poussière	6.5	-	Grains insolubles	++
6	Sel	6.5	Très soluble, résidus insolubles	soluble	(+)
7	Poussière	6.5	-	Tout soluble	++
8	Poussière	6.5	-	Grains insolubles	++
9	Sel	6.5	Insoluble	Grains peu solubles	-
10	Sel	6.5	soluble	-	(+)

Les carbonates des calcium et de magnésium sont peu ou pas solubles dans l'eau.

Dans HCl 2M, MgCO₃ se dissout difficilement, moins bien que CaMg(CO₃)₂ (dolomie) et que CaCO₃ (calcite) qui se dissout.

S'il y a en majorité des carbonates de potassium et de sodium, le pH de la solution est environ 12.

Les solutions de carbonates de magnésium hydratées ont un pH d'environ 10.

G. Test pour repérer la présence d'ions chlorures (Cl⁻)

On mélange une goutte de solution d'échantillon avec une goutte d'acide nitrique (1M ?) et une goutte de nitrate d'argent. Si on voit une précipitation qui avec le temps et la lumière devient foncée, cela indique la présence de chlorures (précipitation d'AgCl).

S'il y a aussi des sulfates, on voit aussi des cristaux de sulfates d'argent (apparence ?)

S'il y a aussi du sodium et/ou du potassium, on voit après évaporation des cristaux cubiques de NaCl ou KCl.

Résultats :

N°	Type	Cl ⁻	Na ⁺ et/ou K ⁺
1	Sel	Un peu	Non
2	Sel	Un peu	Oui
3	Sel	Un peu	Non
4	Concrétion	Non	Non
5	Poussière	Oui	Non
6	Sel	Oui	Oui
7	Poussière	Oui	Non
8	Poussière	Oui	Non
9	Sel	Non	Non
10	Sel	Non	Non

H. Test pour repérer la présence de sulfates (SO₄²⁻)

On mélange une goutte de solution d'échantillon à une solution de CaCl₂ (concentration ?). On chauffe un peu pour faire évaporer le liquide, et on observe au microscope. Si on voit des cristaux de gypse (queues d'hirondelles allongées), cela indique la présence de sulfates.

Résultats :

N°	Type	SO ₄ ²⁻
1	Sel	Oui/Non
2	Sel	Non
3	Sel	Non
4	Concrétion	Non
5	Poussière	Non
6	Sel	Oui
7	Poussière	Non
8	Poussière	Non
9	Sel	Oui/Non
10	Sel	Non

Tous les résultats de ces tests sont résumés dans le tableau ci-dessous. Les cases grises indiquent les résultats contradictoires. Pour certains, il peuvent être dus à la limite de détection des tests et à la concentration aléatoire des solutions. Un grand nombre de données sont incertaines, et cela est dû au fait que je n'étais pas capable de reconnaître les cristaux qui se formaient (**photo**. Il aurait fallu que je me procure des sels purs afin d'avoir des cristaux de référence pour chaque test.

N°	Type	pH	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ ou K ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻		Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻
			TEST	A	A	D	B	C	C	G	E	F
1	Sel	5.5-6	-	+	+	-	+	+	(+)	- (?)	+	(+)
2	Sel	10	-	-	+	-	?	+	-	- (?)	-	(+)
3	Sel	7	+	-	-	-	?	+	-	- (?)	+	(+)
4	Concr.	7.5	-	-	-	-	?	?	-	- (?)	+	(+)
5	Pouss.	6.5	+	-	-	-	?	-	-	- (?)	+	+
6	Sel	6.5	-	+	+	-	+	+	+	- (?)	-	+
7	Pouss.	6.5	+	-	-	-	?	-	-	- (?)	++	+
8	Pouss.	6.5	+	-	-	-	?	-	-	- (?)	++	+
9	Sel	6.5	-/+	-	-	-	?	+	-	- (?)	+	-
10	Sel	6-6.5	-	-	-	-	?	?	-	- (?)	+	-

Les résultats ne me semblent pas être utilisables dans ces conditions, mais il sera intéressant de les comparer avec les analyses par diffraction de rayons-x.

Analyses DRX des sels et autres poudres : J'ai eu accès à l'équipement d'analyses par diffraction de rayons-x grâce au chef du laboratoire de géochimie, Damian J.Walls, qui m'a reçue le 2 août 2005 pour faire l'analyse par DRX de 11 échantillons. Il s'agit des échantillons poudreux 1 à 10, à l'exception du n° 8 (car il est identique au n° 5), ainsi que de l'échantillon solubilisé n°x et d'un peu de croûte de surface prélevée sur l'échantillon de roche n°5.

Les échantillons sont d'abord broyés un par un dans un mortier en agate avec de l'éthanol. On pose ensuite quelques gouttes du liquide obtenu sur une lame en verre et on la fait sécher. L'échantillon liquide n°x a simplement séché sans broyage.

Les lames passent ensuite une par une dans le diffractomètre Philips PANalytical X'Pert PRO MPD et les résultats apparaissent sur un ordinateur environ 10 minutes plus tard.

L'analyste cherche dans une base de données de référence des correspondances avec les minéraux de référence pour mettre en évidence ceux qui présentent le plus de corrélations avec les résultats obtenus (voir **ANNEXE F**).

Les produits cristallins identifiés dans chaque échantillon sont listés dans le tableau ci-dessous :

N°	Type	Résultat de l'analyse DRX	Formule	Solubilité dans H ₂ O (gramme/litre) ¹⁵⁸
1	Sel	Gypse Nitrokalite	CaSO ₄ · 2H ₂ O KNO ₃	2.41 133.0
2	Sel	Aphthitalite (=glasérite) Thénardite	K ₃ Na(SO ₄) ₂ Na ₂ SO ₄	? 476
3	Sel	Gypse Calcite Quartz	CaSO ₄ · 2H ₂ O CaCO ₃ SiO ₂	2.41 0.0140 0.0014
4	Concr.	Calcite Gypse Quartz	CaCO ₃ CaSO ₄ · 2H ₂ O SiO ₂	0.0140 2.41 0.0014
5	Pouss.	Calcite Nimite Albite Muscovite Quartz	CaCO ₃ (Ni, Mg, Al) ₆ (Si, Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈ NaAlSi ₃ O ₈ (K, Na)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si _{3.1} Al _{0.9})O ₁₀ (OH) ₂ SiO ₂	0.0140 0.0014
6	Sel	Nitrokalite	KNO ₃	133.0
7	Sable	Calcite Quartz	CaCO ₃ SiO ₂	0.0140 0.0014
8	Pouss.	Idem 5		
9	Sel	Gypse	CaSO ₄ · 2H ₂ O	2.41
10	Sel	Gypse	CaSO ₄ · 2H ₂ O	2.41
X	Sel	Halite Gypse Calcite	NaCl CaSO ₄ · 2H ₂ O CaCO ₃	357 2.41 0.0140
Crust R5	Croûte de surface	Calcite Quartz Gypse Albite	CaCO ₃ SiO ₂ CaSO ₄ · 2H ₂ O NaAlSi ₃ O ₈	0.0140 0.0014 2.41

¹⁵⁸Thorn 1993 p.24

J'ai reproduit ci-dessous le tableau des résultats des spot tests en mettant en évidence les résultats qui sont en accord avec les données obtenues par analyses DRX et en ajoutant une colonne où est indiquée la solubilité de l'échantillon. Je pense que dans les échantillons de poussière, la quantité de sels solubles n'était pas assez importante pour atteindre les limites de détection des tests. Les poussières étaient principalement composées de minéraux insolubles. Beaucoup d'erreurs et d'incertitudes sont certainement dues à mon manque d'expérience dans l'identification des cristaux et à des solutions trop peu concentrées ainsi qu'à la présence d'éléments insolubles.

Résultats des spot test avec mise en évidence des données correctes :

N°	Type	Solubilité	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ ou K ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻		Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻
			TEST	A	A	D	B	C	C	G	E	F
1	Sel	S / I	-	+	+	-	+	+	(+)	- (?)	+	(+)
2	Sel	S	-	-	+	-	?	+	-	- (?)	-	(+)
3	Sel	I	+	-	-	-	?	+	-	- (?)	+	(+)
4	Concr.	I	-	-	-	-	?	?	-	- (?)	+	(+)
5	Pouss.	-	+	-	-	-	?	-	-	- (?)	+	+
6	Sel	S / (I)	-	+	+	-	+	+	+	- (?)	-	+
7	Pouss.	-	+	-	-	-	?	-	-	- (?)	++	+
8	Pouss.	-	+	-	-	-	?	-	-	- (?)	++	+
9	Sel	I	?	-	-	-	?	+	-	- (?)	(+)	-
10	Sel	S	-	-	-	-	?	?	-	- (?)	+	-

S= soluble I= insoluble

Remarque : J'ai documenté chaque test par des photos, que j'avais immédiatement nommées selon le n° d'échantillon et le test, mais une erreur de manipulation de mes fichiers IPhoto a causé la perte de tous les noms attachés aux images.

Les échantillons de roche : J'avais pour projet de réaliser des lames minces d'échantillons de roche sur lesquelles on verrait la stratigraphie depuis la surface. Je devais normalement faire ce travail avec M. Fordyce, mais cela ne s'est pas fait pour des raisons de disponibilité.

J'ai donc uniquement fait des observations macro et microscopiques sur les échantillons de roche que j'avais collectés au sol. Certaines analyses DRX ont en outre été faites sur de la roche transformée en sable par l'érosion (échantillon poussière n°7), sur de la roche pulvérulente (concrétion n°4) et sur la croûte de surface prélevée sur l'échantillon de roche R5.

La caractéristique de la roche qui se retrouve sur la plupart des échantillons est la formation d'une couche de surface et de couches internes parallèles à la surface. Elles peuvent être sous forme dense, ou apparaître uniquement comme un changement de couleur de la structure de la roche. (**photo 56, 57 et 61**).

La couche de surface peut avoir plusieurs apparences. Elle est parfois très légèrement translucide, opaque, et semble dans ce cas très imperméable, avec des reliefs peu importants (**photos 59 et 60**). Dans d'autres cas, ce que j'avais cru être une couche de poussière modelée par le vent est en réalité une croûte passablement dure, épaisse et complètement opaque.

Les analyses DRX donnent (**ANNEXE F**), pour la composition de la croûte, de la calcite, du quartz (composants de la roche calcaire) ainsi que du gypse et de l'albite. L'albite se retrouve aussi dans la poussière.

La croûte est donc faite de la roche elle-même en surface de laquelle s'accumule du gypse, formant une croûte qui par la même occasion emprisonne des éléments portés par le vent. Plus il y a de poussière, plus la croûte est opaque et sombre.

L'observation faite sur l'échantillon de roche R4 (**photo 62**) montre que ce fragment, provenant visiblement d'une zone alvéolée, est constitué de grains dont la cohésion est fortement réduite, mais dont la teneur en éléments solubles est encore importante. L'échantillon a été trempé dans l'eau distillée pendant une heure et la solution obtenue, dont la couleur approchait celle de la roche, a été filtrée et concentrée par chauffage. La roche montrait une nette différence visuellement et au toucher après trempage et séchage, mais sa cohésion ne semble pas avoir diminué. Il aurait été intéressant de peser l'échantillon avant et après dissolution, mais je n'y ai malheureusement pas pensé à ce moment-là.

L'analyse des composés cristallins présents dans la solution a montré la présence de chlorure de sodium (halite, sel de cuisine), de gypse et de calcite. C'est le seul échantillon analysé par DRX qui contienne du chlorure de sodium. C'est aussi le seul échantillon qui n'ait pas été prélevé en surface de la roche, mais qui est plutôt représentatif des éléments contenus à l'intérieur de la roche. Il faut également souligner le fait que cet échantillon a été trouvé au sol. Il peut de ce fait avoir été contaminé.

L'analyse et l'observation de la concrétion prélevée dans une zone pulvérulente montre qu'elle est composée de la roche elle-même (calcite et quartz) ainsi que de gypse. Il est fort probable que le gypse soit responsable de l'altération de la roche en cet endroit.

3.6 Interprétation des résultats

Les résultats des analyses de sels montrent que les sels présents sont des sulfates, principalement de calcium (gypse) mais aussi de potassium-sodium (aphthitalite=glasérite) et de sodium (thénardite). Les sulfates sont présents dans tous les échantillons analysés sauf dans la poussière et le sable ainsi que dans le sel n°6 qui ne contient que des nitrates de potassium (nitrokalite), espèce présente aussi associée au gypse de l'échantillon n°1.

Des chlorures ne sont présents que dans l'échantillon provenant du trempage d'un échantillon trouvé au sol.

On peut s'interroger sur la provenance des nitrates sur le site. Il est probable que l'activité agricole environnante cause un apport en nitrates à cause des déjections de vaches et de moutons. La présence de sulfates est souvent associée, dans les villes en tout cas, à la pollution atmosphérique due aux émissions de combustion des dérivés du pétrole. Les sulfates se retrouvent cependant aussi normalement dans les roches calcaires, car ils sont un produit de la dégradation des roches sédimentaires, qui contiennent toujours un peu de soufre qui se transforme en sulfate par les effets de dissolution.¹⁵⁹

L'étude de l'effet des sels sur la conservation du site ne peut se faire qu'en corrélation avec des données climatiques enregistrées sur le long terme. En effet, les phénomènes de cristallisation et solubilisation des sels sont dépendants de l'humidité relative, donc l'observation minutieuse de ces variations peut permettre d'estimer quels sels ont le plus d'effets sur la dégradation de la roche.

Certains sels ont été collectés sur des zones érodées (1, 2, 6), un a été prélevé au fond d'un cratère d'*exfoliation* présent sur la grande frise (3), deux autres viennent de la face interne de morceaux de roche trouvés au sol, et un dernier représente le contenu soluble d'une roche trouvée au sol. Il faut encore ajouter à cela l'échantillon de croûte prélevé à la surface d'un échantillon de roche et le morceau de roche pulvérulente (concrétion).

Premièrement, la présence de gypse n'est associée à aucun état de surface en particulier, il est présent partout. Ce n'est pas le cas des nitrates qui ne se trouvent qu'en zone érodée, tout comme le seul échantillon contenant de la glasérite (aphthitalite) et de la thénardite.

¹⁵⁹ Konrad Zehnder pers. comm. 16.09.2005

Outre l'omniprésence des sulfates de calcium, on peut s'interroger sur la rareté du chlorure de sodium. La surface de nombreux affleurements de calcaire Otekaien proches du site sont littéralement rongés par les moutons qui, paraît-il, y trouvent une source de sel (NaCl) (**photo 63**). Ce sel est rare dans les échantillons collectés à Takiroa. Le chlorure de sodium est peut-être présent dans la roche sans pour autant cristalliser en surface, pour des raisons climatiques ou de concentration. En effet les sels précipitent dans l'ordre inverse de leur solubilité, ainsi lorsque l'eau d'évapore de la solution saline, le gypse cristallise avant le chlorure de sodium.¹⁶⁰ Le chlorure de sodium trouvé dans l'échantillon ramassé au sol a peut-être migré depuis le sol, mais cela semble peu vraisemblable du fait qu'il était situé en zone sèche. Il est peut-être tombé d'une zone assez élevée du site, où les sels présents diffèrent peut-être de ceux trouvés plus près du sol. Cet échantillon diffère des autres car il est issu de la solubilisation des éléments contenus dans la roche alors que les autres ont été obtenus par le prélèvement d'éléments cristallisés à la surface de la roche. Le chlorure de sodium peut être présent dans la roche sans pour autant cristalliser en surface.

L'analyse de la croûte donne un résultat intéressant, permettant de supposer que la couche tantôt claire et translucide et tantôt beaucoup plus opaque, présente partout où la roche ne s'érode pas, serait une croûte gypseuse dans laquelle sont inclus des éléments provenant de la poussière. Les croûtes gypseuses noires sont très communes dans l'altération des bâtiments en milieu urbain, à cause de la pollution, mais c'est un phénomène naturel sur les falaises calcaires.

Le gypse ne se trouve pas qu'en surface de la roche, mais il est aussi la cause du soulèvement et de la perte de morceaux de roche. Il cristallise sous la surface et crée des forces qui désolidarisent les écailles.

Le gypse serait également responsable de la désagrégation de la roche qui se trouve près des grandes peintures rouges, pas loin de la frise.

3.7 Caractérisation de la roche et schéma d'altération probable

Il semble que la roche calcaire du site de Takiroa ait une tendance naturelle à former une croûte de surface assez dense, par l'action des sels (calcite, gypse) et de la poussière. Cette croûte subit parfois des dommages lorsque des sels cristallisent en dessous et causent la perte locale de surface. Un processus d'érosion se met alors généralement en place, avec pour effet de ronger la roche en profondeur et par-dessous la couche de surface. Le vent a certainement un rôle important à jouer dans le lissage et l'imperméabilisation des couches de poussière et dans l'apport de cette poussière. La partie inférieure du site, où se trouve la grande frise rouge, présente des caractéristiques de surface différentes des strates supérieures. La roche y est plus dense et on n'y décèle pas de croûte de surface, mais plutôt un relief très irrégulier, dû à la constante dégradation sous forme de perte d'écailles plus ou moins lenticulaires. Dans cette zone, les sels (gypse et calcite) cristallisent sous forme de pustules, assez profondément sous la surface. Cette partie de la roche montre encore un aspect plus foncé et lustré dû à une couche de lanoline déposée par les troupeaux de moutons. Ce film gras contribue peut-être à imperméabiliser la roche.

Dans les zones où l'accumulation de poussière est importante, il semble que la proportion de gypse ne soit pas suffisante pour créer une croûte solide et adhérente, si bien qu'on remarque des soulèvements de la croûte sous forme de cloques qui finissent par s'ouvrir et s'étendre. (**photo 64**)

Il semble que, dans la partie du site où se trouvent les motifs, la paroi n'est qu'exceptionnellement et partiellement atteinte par l'eau sous forme de pluie. Il est cependant probable qu'une quantité non négligeable d'eau circule de la falaise par capillarité depuis le bas et percole en surface et à l'intérieur depuis la partie supérieure de l'abri. Les brumes provenant de la rivière ne sont pas à négliger comme source d'eau non plus.

Les facteurs qui jouent un rôle dans la dégradation de la roche calcaire de Takiroa sont multiples : les sels associés aux variations climatiques, l'apport en eau et le vent contribuent grandement à faire

¹⁶⁰ <http://www.biodeug.com/cours/mineralo9.php>, 15.09.05

évoluer la surface de la roche. Il s'agit de phénomènes tout à fait naturels. Les dégradations causées par les prélèvements de motifs au début du vingtième siècle sont en certains cas très actives et mettent en péril la conservation d'autres œuvres. L'apport en nitrates causé sans doute par l'importante quantité de déjections animales sur le site n'est pas à négliger. (photo 65)

4 La poussière

Il serait plus approprié de parler de polluants atmosphériques plutôt que de poussière. Les polluants atmosphériques sont composés de particules plus petites que 10µm (au-delà, elles ne sont pas transportées très loin par le vent, elles tombent au sol par l'effet de la gravité).

Les polluants atmosphériques sont donc transportés par le vent ; ils peuvent être d'origine naturelle (sable, sels, cendres, pollens...) ou anthropique (gaz de voitures, poussières de l'industrie...). Les particules peuvent être transportées jusque dans la troposphère à près de 15 km d'altitude. La collecte de particules par les gouttes de pluie peut se faire jusqu'à environ 3 km au-dessus du sol. Le taux de déposition des polluants atmosphériques est considérablement inférieur par temps sec que lorsqu'il pleut.

Cela est vrai pour la poussière qui retombe du ciel, mais pour la poussière soulevée du sol, elle est plus importante si le sol est sec.

La poussière peut être générée sur un site d'art rupestre par les mouvements des animaux ou des hommes sur un sol poussiéreux. L'accumulation de poussière sur la roche peut petit à petit se lier à la surface de la roche par l'action de la cristallisation de sels. Ce phénomène lent peut conduire à la formation d'une couche dure qui obscurcit les œuvres. Ces couches de poussière durcies peuvent aussi permettre, dans certains cas, la datation des œuvres.

Les sources naturelles de poussière sont :

Les sels : les sels provenant de la mer peuvent être transportés à l'intérieur des terres par le vent sur des dizaines de kilomètres. Généralement, la déposition de sels sur les peintures rupestres vient de la présence d'ions dans la pluie ou dans le sol, mais elle peut aussi provenir de la présence d'ions de calcium, magnésium ou potassium dans la poussière minérale.¹⁶¹

La poussière peut aussi venir de l'érosion de la roche. Elle peut être formée par les pollens. Un problème souvent rencontré sur les sites d'art rupestre ouverts au public est l'accumulation de poussière soulevée par les visiteurs. Ce phénomène est d'autant plus important que souvent, les zones de déambulation se situent sous l'abri, donc à l'abri des précipitations, ce qui fait que le sol est particulièrement sec et poussiéreux. Les routes, en particulier celles qui ne sont pas goudronnées, génèrent des nuages de poussière très importants, en particulier à cause de la vitesse des véhicules qui provoquent de forts déplacements d'air.

En général, la présence de végétation qui recouvre le sol minimise la formation et le déplacement des nuages de poussière.

On peut dire en général que : des vents forts, un climat sec, la présence de routes non goudronnées et d'espaces dépourvus de végétation, les cultures (céréales), le public sur les sites, l'industrie et la pollution sont autant de facteurs qui favorisent le déplacement et la production de polluants atmosphériques susceptibles de se déposer sur les peintures rupestres. A cela s'ajoutent les feux de forêts.

Il y a des cas où on a goudronné des routes ou installé des sortes de trottoirs pour les visiteurs afin de minimiser la poussière sur les peintures rupestres. Il est important de pouvoir déterminer la provenance de la poussière avant d'entreprendre de tels travaux qui sont onéreux. Il y a des moyens pour connaître le taux de déposition de poussière sur la roche ainsi que son origine. On peut utiliser

¹⁶¹ Watchman 2002 p.25-34

un chromatomètre qui va mesurer le changement de couleur des pigments clairs, de blanc à brun par exemple. Des jauges pour mesurer le dépôt de poussière peuvent être employés pour enregistrer régulièrement la quantité de poussière qui se dépose à un certain endroit. L'analyse d'échantillons de poussière pour connaître les constituants minéraux et chimiques majeurs donne une caractérisation de la poussière et permet d'en déterminer sa provenance. Il y a différentes méthodes standard pour l'échantillonnage et l'analyse de l'air ambiant. On peut utiliser un dispositif PM₁₀ dichotomous sampler pour déterminer les particules en suspension dans l'air. PM₁₀ se réfère à la taille des particules (moins de 10 µm de diamètre) et dichotomous se réfère au mode de séparation des particules qui les distribue en grossières (>10µm), fines (<2.5µm) et en fractions de PM₁₀. Une autre méthode consiste à utiliser un échantillonneur PM₁₀ à grand volume (PM₁₀ high volume sampler) avec une arrivée d'air qui sélectionne la dimension des particules. Une méthode de néphélomètre à intégration a également été développée pour utiliser les propriétés dispersives de la lumière pour les particules fines dans le but de déterminer la quantité de particules dans l'air ambiant. Les particules qui se déposent dans une jauge statique peuvent être utilisées pour déterminer la quantité de particules en suspension dans l'air. Le matériel échantillonné par cette méthode est principalement constitué de particules de poussière qui, à cause de leur taille, retombent rapidement de l'air. Le total des solides, des matériaux solubles et insolubles, des combustibles et des cendres peut être déterminé en utilisant cette procédure d'échantillonnage.¹⁶²

Les mécanismes qui ont un rôle à jouer dans la liaison de la poussière à la surface de la roche ne sont pas connus et sont certainement spécifiques à chaque site, dépendant de facteurs tels que : la géologie de la roche, l'origine et la composition de la poussière, et l'environnement naturel. De nombreux minéraux formant des croûtes en surface de la roche ont été identifiés sur des surfaces avec de l'art rupestre. Certaines peuvent obscurcir les images ou alors les protéger, comme un vernis. Le gypse, la whewellite (oxalate de calcium) et la silice ont été trouvés sur des surfaces rocheuses de grès. Ces croûtes et croûtes sont rarement pures et contiennent souvent des minéraux dans leur structure qui peuvent être attribués à la poussière.¹⁶³

Observations sur le site : Observations du 10 février, avec Brian Allingham : La poussière est localement très importante. C'est un sédiment très fin, qui semble homogène, et qui forme des concrétions plus ou moins dures selon l'emplacement, même sous des surplombs. Elle est d'aspect grisâtre et porte les marques du passage du vent. On ne peut pas l'enlever en soufflant dessus, mais elle part si on l'arrache par morceau et ensuite on peut l'écraser entre les doigts. On peut aussi passer les doigts dessus et la tasser, la lisser. Elle masque sans aucun doute les œuvres. (**photos 66 et 67**). Elle semble participer à endurcir la surface. Ce n'est pas la même poussière que celle qui se trouve sur les surplomb et qui vient sans doute de l'érosion de la roche en-dessus, car sa granulométrie est supérieure et hétérogène et on voit qu'elle vient de la roche par sa texture, sa couleur et sa localisation.

Dans le cas de Takiroa, plusieurs facteurs sont réunis et pourraient être la cause d'une importante déposition de poussière :

-La proximité de la route goudronnée. Elle se situe à 15m des œuvres les plus proches (35m pour les plus éloignées). Le bord de la route est couvert de gravillons et de poussière, c'est là que les gens s'arrêtent pour visiter le site, c'est aussi là qu'ils font éventuellement demi-tour. La limitation de vitesse sur cette route est de 60kmh. On peut observer d'importants soulèvements de poussière, en particulier quand les camions passent. La route était déjà là en 1959 (photos de George Adkin), mais je ne peux pas dire si elle était goudronnée.

-Jusqu'en 1995, le site n'était pas équipé d'un trottoir, ce qui fait que les visiteurs pouvaient marcher où il le voulaient, sauf à l'intérieur de la petite clôture. Un chemin pavé a été installé le long de l'abri.

¹⁶² Watchman 2002 p.25-32

¹⁶³ Finn 1992

Lors de mes déplacements sur le site pour faire des photos, je soulevais à moi seule beaucoup de poussière lorsque je me trouvais sur sol sec et qu'il y avait du vent.

-La végétation autour du site n'est pas importante. Il y a de l'herbe dont le niveau est entretenu par les moutons, ainsi qu'un chêne. C'est tout ce qui sépare le site de la route. Plus alentour, la végétation est également limitée, il n'y a presque pas d'arbres. C'est également le cas sur les montagnes avoisinantes (**photo 68**). En 1959, il y avait encore moins de végétation dans le paysage et autour du site.

-La rivière Waitaki se trouve à 1km. Cette rivière n'est pas endiguée et son lit se sépare en plusieurs bras avec des bancs de sable et de gravier entre eux. Son lit a généralement entre 500 et 2000 mètres de large. Peu de végétation sépare la rivière du site. (voir carte **ANNEXE G**)

-Le site se situe dans la vallée de la rivière, qui elle-même va jusqu'à l'océan, à une quarantaine de kilomètres en aval. C'est un couloir idéal pour la circulation des vents venant de la côte.

-En amont dans la vallée se trouvent les montagnes d'où viennent souvent de forts vents, et le couvert végétal sous forme d'arbres et de buissons est quasiment inexistant sur ces sommets.

-Les falaises calcaires font l'objet d'une érosion assez importante, elles génèrent elles-mêmes une importante quantité de poussière.

La poussière se dépose principalement sur les zones humides de la paroi. L'orientation ne joue pas un rôle aussi grand que l'humidité de la zone (**photo 69 et 70**). Il semble que les zones humides ne soient pas toujours les mêmes. On peut voir des endroits où il y a une importante accumulation de poussière mais qui ne sont pas humides et ne semblent plus actives. Elles semblent sécher et former une couche qui se désolidarise parfois. On voit également des zones où des écoulements d'eau ont entraîné de la poussière avec eux et ont laissé leur trace, et d'autres zones où l'eau a littéralement rincé une couche de poussière fine.

Lorsque j'étais sur le site pour la première session de suivi photographique, il y a eu des vents très forts pendant au moins 15 heures. Cela a commencé à la tombée de la nuit et ne s'est pas arrêté avant l'après-midi du lendemain. Les rafales étaient violentes. Le vent venait du Nord-Ouest, où l'on voit les montagnes nues et pierreuses, comme des tas de gravier. Sur le site, je sentais que je recevais de la poussière dans les yeux. Je voyais aussi des nuages de poussière s'élever du sol là où je marchais (lorsque je m'éloignais du trottoir). La direction du vent correspondait aux structures que prend la poussière sur la roche. J'avais avec moi du ruban adhésif transparent classique. J'en ai pris un bout (20 cm) et je l'ai accroché au grillage par ses extrémités, face collante en direction d'où vient le vent. Je l'ai laissé là pendant une heure, jusqu'à ce qu'il commence à pleuvoir. Je l'ai alors plié en deux face collante à l'intérieur, directement sur le site afin de pouvoir le conserver ainsi et l'observer. A l'œil nu, sur les parties utilisables (celles qui se sont collées ensemble exactement), on voit déjà une grande quantité de grains de taille variable. Certains ont sûrement un pouvoir abrasif non négligeable. J'ai malheureusement égaré ce prélèvement avant d'avoir eu accès à une loupe binoculaire.

4.1 Prélèvements

J'ai prélevé sur le site 3 échantillons de poussière. Le premier (n°8) a été récolté sur la paroi lors de ma première visite sur le site et les deux autres en même temps que les sels. Les échantillons n° 5 et 8 sont de la poussière fine agglutinée et le n° 7 est en fait du sable provenant de l'érosion de la roche dans les zones prélevées.

Après quelques mois passés dans un tube en plastique, l'échantillon n°8 a formé de petits agglomérats sphériques.

4.1.1 Observations et analyses

Les poussières et le sable sont très différents visuellement et au toucher. Sous la loupe binoculaire, on reconnaît facilement les grains du sable, mais la poussière est formée de particules beaucoup plus

petites. Lorsqu'on ajoute une goutte de HCl concentré à quelques grains d'échantillon, on observe des bulles tant pour le sable que pour la poussière, les deux contiennent des carbonates.

Les analyses par DRX n'ont été faites que sur un des deux échantillons de poussière (n°5) ainsi que sur le sable. Le sable est composé de calcite et de quartz, composants principaux de la roche calcaire. Il s'agit des éléments insolubles de la roche qui forment le déchet d'érosion.

La poussière contient elle aussi de la calcite et du quartz, ainsi que différents minéraux comme la nimité $(\text{Ni,Mg,Al})_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, l'albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ et la muscovite $(\text{K,Na})(\text{Al,Mg,Fe})_2(\text{Si}_{3.1}\text{Al}_{0.9})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, qui se retrouvent dans le schiste.¹⁶⁴

Parmi les observations importantes, il faut ajouter l'étude des anciennes photos du site qui montrent que la poussière était déjà présente sous la forme actuelle il y a près de 100 ans, donc avant la construction de routes à forte circulation ou de chantiers de barrages. A cette époque la région était cependant déjà fortement déboisée.

4.1.2 Résultats

4.2 Provenance possible

Le schiste est la roche constitutive des montagnes situées près du site, en particulier au Nord-Ouest, d'où vient le fort vent (**Figure 71**). Il n'est pas exclu que des matériaux similaires soient présents aussi dans le lit de la rivière Waitaki.

Si on se réfère à toutes les données, on peut supposer que la poussière est déposée sur le site depuis très longtemps, soit depuis « toujours », soit depuis la déforestation massive survenue après l'arrivée des Maoris. Cette poussière est certainement transportée par le vent fort qui souffle souvent depuis le Nord-Ouest (Northwesterlie) et se colle à la paroi lorsqu'elle rencontre de l'humidité.

Il n'est pas possible de dire si la présence de la route joue un rôle significatif dans le dépôt de poussière sur le site.

5 L'eau, sa provenance, ses effets, ses caractéristiques

La plus grande partie de l'eau qui atteint le sol s'écoule, une petite proportion s'infiltré ou s'évapore.

L'eau courante, qui s'écoule, est responsable de la plupart des reliefs terrestres.

Eau d'exudation : elle forme des gouttes sur la paroi rocheuse sans pour autant dégouliner, ne pas confondre avec la condensation : l'eau d'exudation peut causer la formation de cristaux, alors que l'eau de condensation est corrosive.

L'eau de transpiration imprègne la roche mais n'émerge pas sous forme liquide, mais sous celle de vapeur, lorsque les conditions physiques le permettent. A l'intérieur de la roche, l'eau sous forme de vapeur se déplace par capillarité, des zones les plus humides aux zones plus sèches. Si la paroi devient sèche par l'action d'air sec par exemple, cela accroît les force capillaires qui attirent l'eau saturée en CaCO_3 vers la surface de la roche (calcaire), et précipitant la calcite sur la roche.

L'eau de condensation se charge en CO_2 provenant de l'air avant de se déposer sur la roche, et elle dissout le calcaire quand elle reste en surface de la roche, puis la calcite précipite lorsque l'eau s'évapore, cela ne crée cependant pas d'accumulation de calcite, mais plutôt une *corrosion* si l'eau peut s'écouler.¹⁶⁵

¹⁶⁴ Walls pers. comm. 02.08.05

¹⁶⁵ Brunet Vidal et Vouvé 1988 p.219-221

5.1 Pluies battantes et eau de ruissellement

Je n'ai eu l'occasion d'observer aucune pluie battante sur le site, ni ruissellement. Il y a des évidences qui montrent le passage local de filets d'eau, qui est facile à détecter dans la poussière (**photo 72**). Il est très probable que de l'eau atteigne directement certaines parties moins reculées de l'abri par grand vent. Il est moins certain que de l'eau ruisselle depuis le sommet de l'abri jusqu'en bas, sauf dans les parties du site où la paroi ne forme pas de véritable abri.

5.2 Brumes

Même en période de sécheresse, les brumes venant de la rivière sont une importante source d'humidité et peuvent être liées à des phénomènes de condensation sur la pierre.

5.3 Eau infiltrée et remontées capillaires

Vue la porosité naturelle du calcaire Otekaien, il est raisonnable de penser que l'eau qui se trouve dans la prairie au sommet de la falaise n'a aucun mal à s'infiltrer dans la roche et à en suivre les fissures, les joints et les zones plus poreuses (accumulations de fossiles ou de matériaux grossiers).

Il en est de même pour l'eau contenue dans le sol au pied de l'abri, qui peut remonter dans la falaise par des phénomènes de capillarité. La disposition en strates plus ou moins horizontales des sels cristallisés n° 1 et 2 en sont l'illustration (**photo 26**).

Un drain se situe au sommet de la falaise (voir **ANNEXE G**), qu'il atteint perpendiculairement et longe ensuite sur toute l'extrémité Ouest du site. Il s'agit d'un tuyau en ciment légèrement enterré qui se termine par un petit lit de rivière, sec à chaque fois que je l'ai inspecté.

Je ne sais pas s'il s'agit d'un passage d'eau, d'un apport d'eau ou d'un captage, et s'il est encore en fonction et en état. Si ce tuyau transporte de l'eau et est endommagé, il se peut qu'il soit la source d'un apport en eau dans la roche.

6^{EME} PARTIE : CONCLUSIONS

1 Discussion des résultats

1.1 Résultats du suivi photographique

La comparaison et l'étude des photos anciennes de Takiroa et de celles que j'ai prises moi-même en 2005 permettent de tirer certaines conclusions (voir **ANNEXE J**):

- La végétation haute autour et au-dessus du site était quasi inexistante il y a 50 ans.
- L'aspect général de la falaise n'a pas changé en un peu moins de 100 ans. Les phénomènes d'*érosion* et d'*exfoliation* de grande dimension sur la partie médiane de la falaise sont plus stables qu'il n'y paraît.
- Les zones où des blocs ont été prélevés ne présentent pas tous le même état de dégradation, mais celles situées le plus à l'Est sont érodées très rapidement et menacent directement des motifs encore en place, et qui plus est des motifs jusqu'ici très bien conservés et lisibles.
- Le panneau d'interprétation placé devant la zone des motifs prélevés projette une ombre sur le bas de la paroi et semble causer la disparition de la partie basse d'un motif. Celui-ci a subi une altération considérable en seulement une dizaine d'années.
- Les motifs situés tout à l'Est du site, à l'extérieur de la barrière et dans une zone peu abritée, sont en voie de disparition assez rapide, il devient pour la plupart très difficile de les repérer, sur les photos comme à l'œil nu.
- Les zones alvéolées situées à l'Est de l'alcôve ont visiblement évolué au cours des dix dernières années. L'alcôve semble être un lieu où la roche s'altère plus rapidement qu'ailleurs.
- La poussière était déjà présente en grande quantité sur le site en 1896, avec un aspect et une répartition assez similaires à l'état actuel.
- La grande frise rouge ne montre pas de changements importants, bien qu'à l'œil nu on puisse voir des écailles de roche pigmentées prêtes à tomber

1.2 Résultat de l'étude climatique

Les données climatiques récoltées sur le site de Takiroa (voir **ANNEXE E**) montrent que, même à la période la plus froide de l'année, les températures inférieures à zéro °C sont très rares, voire même exceptionnelles dans la partie la plus abritée où se trouve la grande frise rouge. Le thermomètre n'est en outre jamais descendu en dessous de -5°C. Sur les 3 semaines de mesures, les variations journalières de température sont en moyenne de 18°C sur la station climat 2, avec un maximum de 30°C, et de 20 °C pour la station climat 1, avec un record de 38°C, le tout sur des sondes placées contre la roche et donc directement exposées. Le gel n'est donc pas forcément une cause d'altération majeure sur le site.

L'humidité relative elle n'est descendue qu'une seule fois en dessous de 20%, et les précipitations se sont limitées à 1mm le 29 juin et 1mm le 13 juillet¹⁶⁶, sinon il n'a pas plu durant toute la période de relevés climatiques et les dernières précipitations avant le début des enregistrements a eu lieu le 1^{er} juin 2005 (1mm). Pendant la nuit, l'humidité relative atteint régulièrement les 80% et est plus importante au niveau de la station climat 1. Pendant la journée, l'humidité redescend souvent en dessous de 50%.

Les variations climatiques observées durant la période d'enregistrement sont donc assez importantes, avec des valeurs d'humidité relatives élevées pendant la nuit, même s'il n'y a pas de pluie.

Il y a une différence de climat assez nette entre les stations d'enregistrement, la première étant plus abritée par la profondeur de l'abri et l'arrondi rentrant de la paroi. La station climat 1 enregistre une humidité relative d'environ 5 à 10% plus élevée pendant la nuit que la station climat 2, alors que les

¹⁶⁶ <http://harvestnz.com/w.cgi?hsn=2096&cmd=hst>

températures (au sol, sonde à l'intérieur d'un boîtier) sont très similaires, avec quelques chiffres légèrement inférieurs dans la station 2. Il y a toutefois une nette différence au niveau de la force du vent, qui est supérieure dans la partie moins abritée.

Les vents les plus forts viennent généralement du Nord-Ouest ou du Nord-Est, donc depuis les régions montagneuses.

Il faut garder en mémoire que toutes ces conclusions sont tirées sur la base de données limitées dans le temps et certainement pas représentatives de tendances générales sur plusieurs années.

1.3 Résultats des analyses

Les résultats des analyses effectuées par diffraction de rayons-x sur les sels et la poussière (voir **ANNEXE G**) permettent de mettre en évidence les processus de formation d'une croûte gypseuse à la surface de la roche ainsi que la présence, dans des zones érodées, de nitrates dont la provenance est sans doute due à la présence d'excréments de bovins et d'ovins directement au pied de la falaise.

Les analyses permettent aussi de conclure que la provenance de la poussière n'est certainement pas d'origine anthropique, c'est-à-dire due à des travaux ou à la fréquentation de la route située en face du site. La poussière est principalement constituée d'éléments contenus dans le schiste des montagnes environnantes, et est déposée par les forts vents provenant du Nord-Ouest et peut-être du Nord-Est. Cette poussière peut rester prisonnière dans la croûte de gypse qui se forme sur le calcaire.

L'altération par *exfoliation* lenticulaire présente au niveau de la grande frise rouge est causée par la pression due à la cristallisation de calcite et de gypse profondément sous la surface de la roche.

L'observation à la loupe binoculaire des échantillons de roche collectés au sol permet de conclure que la surface de la roche peut comporter différentes strates plus ou moins denses qui montrent nettement la migration d'éléments vers l'extérieur.

2 Propositions pour améliorer la conservation du site

Chaque modification sur le site doit être envisagée avec beaucoup de précautions.

On sait que la présence de sels solubles dans la roche peut être très dommageable, et ces sels solubles sont principalement des nitrates. Il serait de ce fait fortement recommandé d'éliminer toute présence de bétail sur le site et éventuellement d'envisager le nettoyage des excréments déjà présents en grande quantité sur le site. Il serait dans cette optique nécessaire de trouver un arrangement avec le propriétaire du terrain et, dans l'idéal, il faudrait augmenter la surface de la Réserve Historique devant la falaise. L'augmentation de l'espace interdit au bétail permettrait aussi de garder le trottoir dans un état convenable pour le public. Ce trottoir a été construit il y a maintenant plus de 10 ans et il a par endroits à moitié disparu sous la végétation, lorsqu'il n'est pas couvert d'excréments. Cela est peu pratique, sale et donne une mauvaise image du site aux visiteurs, cela donne l'impression que le site est laissé à l'abandon. La qualité de la présentation dans un site qui est ouvert au public et qui est abondamment visité est primordiale pour l'éducation des visiteurs et leur sensibilisation à la conservation du patrimoine. Un site aménagé et protégé mais pas entretenu donne une image peu avantageuse de l'attention dont fait l'objet le site. La qualité des aménagements (trottoir, portail, grillage) comme celui de l'information présentée sur place est à entretenir dans le but d'en faire un outil pédagogique de qualité. Les gens éduqués et sensibilisés à la fragilité et à l'intérêt d'un tel patrimoine sont moins susceptibles de se montrer agents de leur dégradation. Il pourrait s'avérer utile d'installer un livre d'or sur le site et d'encourager les visiteurs à y laisser leur trace plutôt que dans l'alcôve, où le problème des graffiti est permanent. Dans tous les cas, il faudrait qu'il soit fait mention quelque part sur le site que les gestes de vandalisme sont punis par la loi.

On pourrait imaginer d'essayer de réduire la force du vent et son apport en poussière et en particules abrasives sur le site en plantant une ligne de végétation le long du site. Il faut cependant être attentif au fait que les racines des plantes peuvent perturber le sol archéologique et que la création d'ombre

contre la paroi peut, comme semble le montrer la disparition d'un motif situé derrière un panneau interprétatif, avoir un effet néfaste sur la conservation du site. Dans le cas de la mise à l'étude de telles dispositions, il serait donc impératif de prévoir la hauteur maximale des plantations et de s'assurer qu'aucune ombre n'est produite même lorsque le soleil est au plus bas. Il faudrait en outre vérifier l'efficacité d'un tel dispositif en mesurant le vent à l'extérieur et à l'intérieur de l'abri avant puis après plantation.

Etant donné qu'il y a un projet de spectacle musical qui devra être donné sur le site prochainement, avec l'ajout temporaire de végétation pour constituer un décor, il pourrait être utile de profiter de cette occasion pour tester l'effet de la végétation contre le vent.

Il faut en outre couper puis traiter le buis épineux (boxthorn) qui se trouve dans le grillage, à la hauteur de la porte d'entrée. Ce buisson a des épines et des branches assez rigides qui peuvent endommager par abrasion les œuvres qu'il cache. Plusieurs autres buissons ont déjà subi un tel traitement avec succès sur le site.

Il faut déplacer le panneau explicatif qui projette une ombre contre la paroi au niveau de la partie Est du grillage, afin qu'il ne projette plus d'ombre contre la pierre. Nous avons déplacé ce panneau avec les représentants du Rock Art Trust et Dean Whiting du Historic Places Trust lors de ma dernière visite sur le site, en août 2005. Il est dorénavant nécessaire d'observer si des changements surviennent suite à cette modification.

Je ne me suis pas consacrée à l'étude des graffiti sur le site, mais il semble que les marques les plus intrusives aient déjà été restaurées et celles qui restent ne causent pas de perturbations majeures pour la lisibilité des œuvres.

3 Suivi et études à envisager

Tout ce qui a déjà été fait peut être vérifié, continué et approfondi, et d'autres points sont encore à étudier.

Le suivi concerne premièrement le maintien du programme de surveillance photographique du site, à l'occasion duquel il est primordial d'accorder une attention particulière aux zones ayant subi un changement, actuellement en l'occurrence l'endroit où le panneau interprétatif a été déplacé.

Les études à envisager sont encore nombreuses, parmi lesquelles celles de l'influence que pourrait avoir la plantation d'une haie basse pour protéger du vent, ainsi qu'une enquête plus poussée sur la fonction et l'état du drain situé au-dessus de la falaise. Il serait également judicieux de demander au propriétaire du terrain si des engrais sont utilisés au-dessus ou en face du site, si oui lesquels, et éventuellement de délimiter une zone protégée où il serait défendu de déverser des substances nocives pour la conservation de la roche calcaire. Il pourrait être intéressant d'analyser la terre autour du site.

L'étude climatique pourrait être continuée, de préférence sur une durée d'au moins 13 mois, avec une mesure du vent plus précise. Les données récoltées devraient être analysées en corrélation avec l'étude des sels et le suivi photographique.

On pourrait envisager une étude plus poussée de la localisation de la poussière sur le site et des œuvres qu'elle masque peut-être, et il serait éventuellement possible de faire une étude pour nettoyer certains panneaux, mais ce uniquement si on trouve un moyen convenable de limiter l'apport en poussière par le vent. Cela impliquerait en outre de mesurer à quelle vitesse se dépose la poussière avant et après la mise en place d'une haie adaptée.

Pour l'augmentation de la surface de la Réserve Historique, il faut trouver un moyen de calculer quelle surface nécessite d'être exempte d'excréments. Dans la même optique, il serait fort judicieux de protéger du bétail un maximum de sites dans l'Île du Sud, car la plupart sont régulièrement occupés par des moutons ou des vaches, qui causent des dommages directs par frottement et indirects par l'apport en nitrates. Je vais dans cette optique rédiger un rapport en anglais, après plus ample

consultation avec d'autres conservateurs-restaurateurs et scientifiques, dans le but de promouvoir la protection des sites accessibles au bétail.

Un autre point qu'il serait intéressant d'étudier est l'influence des fortes averses sur la surface du site. Cela nécessite d'être présent sur le site lors de telles conditions climatiques, et ce de préférence à plusieurs reprises et dans différentes conditions de vent.

Il y a en outre le problème de petites écailles de roche pigmentée qui se détachent de la grande frise. On peut envisager de trouver un moyen de refixer ces écailles en faisant premièrement des tests sur des écailles non pigmentées. Il serait également possible de prélever une écaille désolidarisée pour essayer d'analyser et d'identifier précisément la composition de la peinture.

Je pense que plus on passe de temps à étudier le site, plus on trouvera encore de sujets de recherche.

4 Conclusion

L'étude pour la conservation du site de Takiroa, bien que difficile, semble avoir porté ses fruits. La première partie du programme de suivi photographique a pu servir de base pour faire une estimation de la vitesse de dégradation des œuvres et a montré la présence de zones stables comme celle de zones ayant subi des changements visibles. Des directives et des documents de travail ont en outre été élaborés pour permettre la continuation de ce programme par de tierces personnes.

Les données climatiques, bien que très incomplètes pour faire une étude solide, ont permis de se donner une première idée des qualités de l'abri, de ses différences de climat et des variations journalières observables en hiver. Cela pose les jalons pour une étude plus poussée et m'a surtout permis de me familiariser avec l'utilisation de divers instruments de mesure et la création de graphiques.

L'analyse des poudres prélevées fut tout d'abord laborieuse avec la réalisation de spots tests qui m'ont pris une semaine entière, puis tout devint clair en quelques heures avec l'analyse par diffraction de rayons-x. Les données collectées sont ainsi relativement sûres et pourront être utilisées pour une plus ample étude de la dégradation du site. La présence de nitrates dans la roche est malheureuse, mais son identification par les analyses permet de tirer une conclusion sur la base de laquelle il sera peut-être possible d'œuvrer pour une meilleure conservation du site.

Il y a encore énormément de travail de recherche à faire sur le site de Takiroa, et c'est intéressant car ce site est assez représentatif du support et des techniques utilisées généralement dans l'île du Sud de Nouvelle-Zélande. De plus, la majorité des sites sont situés dans des pâturages et rencontrent le même problème d'occupation par le bétail que Takiroa. Il est possible aussi que d'autres sites de North Otago présentent un problème de poussière. Le site de Takiroa a dorénavant l'avantage de faire l'objet d'une documentation de base assez complète et pourra continuer à être un point central pour l'étude de la conservation de l'art rupestre Maori. Le fait qu'il soit beaucoup fréquenté par le public doit être utilisé comme avantage pour sensibiliser la population à la valeur de ce patrimoine et à la nécessité de le préserver.

Il était très intéressant de pouvoir travailler au sein même d'une organisation tribale dévouée à la conservation de son propre patrimoine. Les Ngai Tahu ont montré un attachement très grand à leur art rupestre et il est très enrichissant de pouvoir tous travailler dans la même direction. Le Rock Art Trust désire vivement travailler à nouveau avec des gens formés à la conservation du patrimoine. Dans un pays où il n'est pas possible de se former comme conservateur-restaurateur, il est heureux de voir à quel point on est bien reçu. Les Maoris se sont montrés très honorés que leur art rupestre soit connu dans d'autres continents et qu'une étrangère vienne sur place pour étudier sa conservation. J'ai vraiment été admirablement reçue et je remercie encore une fois ici les Maoris pour la confiance qu'ils m'ont accordée.

8^{EME} PARTIE : BIBLIOGRAPHIE, LEXIQUE ET ANNEXES

1 Bibliographie

1.1 Bibliographie générale

Allingham Brian J.

Takiroa, Waitaki Valley, Volume 5 of South Island Maori Rock Art Project, unpublished report, Dunedin, 1995

Arnold A.

Determination of Salts from Monuments, *in*, Studies in Conservation 29(1984) 129-138

Bednarik Robert G.

Rock Art Science : The scientific study of paleoart, IFRAO vol.1, Brepols publ., Turnhout (Belgium), 2001

Bénard Alain

La conservation de l'art rupestre dans un site à forte fréquentation humaine, *in*, L'art avant l'histoire, la conservation de l'art préhistorique, 10^{èmes} journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, Paris, 23-24 mai 2002, p.95-101

Brunet J., Vouvé J. et Vidal P.

Les Grottes des Combarelles (les Eyzies, France) : Apports de la connaissance de l'environnement à la conservation des gravures, *in*, Rock Art and Posterity : conserving, managing and recording rock art, Proceedings of Symposium M « Conservation and site management » and Symposium E « Recording and standardisation on rock art studies » of the first AURA Congress in Darwin, Australia, 28.08-02.09 1988, Australian Rock Art Research Association, Melbourne, 1991, p.57-63
(non cité)

Brunet Jacques et Vouvé Jean

La conservation des grottes ornées, CNRS éditions, Paris, 1996

Brunet Jacques, Vidal Pierre et Vouvé Jean

The Conservation of Rock Art : Two Studies - Illustrated Glossary. Studies and Documents on the Cultural Heritage n°7, UNESCO, Paris, 1988

Caple Chris

Conservation Skills : judgement, method and decision making, Routledge ed., London/New York, 2000
(non cité)

Chapman Nicky (compiled by)

Facts New Zealand, David Bateman ed, Auckland (New Zealand), 2002

Clarke J. and North N.

Chemistry of Deterioration of Post-Estuarine Rock Art in Kakadu National Park, *in*, Rock Art and Posterity : conserving, managing and recording rock art, Proceedings of Symposium M « Conservation and site management » and Symposium E « Recording and standardisation on rock art studies » of the first AURA Congress in Darwin, Australia, 28.08-02.09 1988, Australian Rock Art Research Association, Melbourne, 1991, p.88-92
(non cité)

Clottes Jean

Images préhistoriques et « médecines » sous la mer, *in*, Lettre internationale d'information sur l'art rupestre n°42 – 2005 (1-8), J. Clottes ed., Foix (France)

Devlet Ekaterina and Marianna

Heritage Protection and Rock Art Regions in Russia, *in*, L'art avant l'histoire – La conservation de l'art préhistorique, 10^{es} journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, Paris, 23-24 mai 2002, p.87-94

Document de présentation des Ngai Tahu, dépliant non daté produit par Ngai Tahu Development Corporation, New Zealand

Doehne Eric

Salt Weathering : A Selective Review, *in*, Natural Stone, Weathering Phenomena, Conservation Strategies and Case Studies, Siegesmund S., Weiss T. and Vollbrecht A. eds., Geological Society Special Publication No 205, The Geological Society, London, 2002, p. 51-64

Duff Roger

The Moa-Hunter Period of Maori Culture, E.C. Keating ed., Wellington, 1977

Dunn Michael

Maori Rock Art, A.H.& A.W. Reed LTD eds., Wellington NZ, 1972

Elwood Shaun

Photopoint Monitoring Guidelines, Southland Conservancy Visitor Use and Impact Management Programm Series No.1 (SOUCO-44481)

Finn Paul

Site protection and dust monitoring at the Giant Horse shelter ; Laura, Queensland, unpublished report to the Ang-Gnarra Aboriginal Corporation, Laura, Queensland, 1992

Gage M.

The Geology of the Waitaki Subdivision, *in*, New Zealand Geological Survey Bulletin 55:50-53, Wellington, 1957

Gillepsie D.A. (ed.)

The Rock Art Sites of Kakadu National Park – Some Preliminary Research Findings for their Conservation and Management, Australian National Parks and Wildlife Service special publication n° 10, Canberra, 1983
(non cité)

Guillamet Eudald

La conservation de la peinture rupestre au Levant espagnol, *in*, L'art avant l'histoire, la conservation de l'art préhistorique, 10^{èmes} journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, Paris, 23-24 mai 2002, p.209-213

Guyot Olivier

Support de cours sur les minéraux naturels, HEAA Arc filière conservation-restauration, orientation archéologie et ethnologie, 2003

Jacobs Jane M. and Gale Fay

Tourism and the Protection of Aboriginal cultural Sites, Special Australian heritage publication series, Australian Government Publishing Service, Canberra, 1994
(non cité)

Lambert David

Conserving Australian Rock Art, a Manual for Site Managers, Graeme Ward ed., Aboriginal Studies Press, Canberra, 1989

Loendorf Lawrence, Olson Linda A., Conner Stuart and Dean Claire J.

A Manual for Rock Art Documentation, Recording and Conservation Workshop, Lake Mead National Recreation Area, National Park Service and Bureau of Reclamation, USA, 1998

MacLeod Ian

Rock art conservation and management : The past, present and future options, *in*, Reviews in Conservation n° 1, The International Institute for Conservation (IIC) of Historic and Artistic Works, London, 2000, p.32-45

McGovern-Wilson Richard

Takiroa Rock Art Conservation Project, Archeological Monitoring, unpublished report, SouthernArc, Dunedin, New Zealand, 1995
(*non cité*)

McLean Gavin

100 Historic Places in New Zealand, Hodder Moa Beckett Publ., Auckland, 2002

Monbaron Michel

Cours de géomorphologie générale, Université de Fribourg, document online : student.unifr.ch/geosciences/download/GPGG_ch1-2-3.pdf, consulté le 03.02.2005

National Museum of New Zealand/Te Whare Taonga O Aotearoa

Ka Tuhituhi o Nehera – The Drawings of Ancient Times, catalogue de l'exposition à la Manawatu Art Gallery, Wellington, 1988

New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga

Discussion Draft Conservation Plan for the Takiroa Rock Art Site, Jan Harris ed., Wellington, 1994

Officer Kelvin L.C.

Namadgi Pictures. The Aboriginal Rock Art Sites Within the Namadgi National Park, ACT. : Their recording, significance, analysis and conservation, volume one, unpublished report, Canberra, 1989
(*non cité*)

Pearson Colin

Conservation Needs in the Field, *in*, The Preservation of Australia's Aboriginal Heritage, Robert Edwards ed., Australian Aboriginal Studies n°54, 95-101, Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra, Australia, 1975
(*non cité*)

Pearson Colin (ed.)

Conservation of Rock Art, Proceedings of the International Workshop on the Conservation of Rock Art, Perth, Australia, 1977, Institute for Conservation of Cultural Material (ICCM), Sydney, Australia

Rosenfeld Andree

Rock Art Conservation in Australia, Australian Government Publishing Service, Canberra, 1985.

Russel Pamela and Peter

Little-known Maori rock art : A sad story, *in*, L'art avant l'histoire – La conservation de l'art préhistorique, 10^{es} journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, Paris, 23-24 mai 2002, p.118-125
(*non cité*)

Smith V.R., Lobb A.J. and Field B.D.

Reconnaissance Petrological Study of the Late Oligocene to Early Miocene Otekaike Limestone, North Otago and Southern Canterbury, New Zealand, New Zealand geological survey report SL19, Department of Scientific and Industrial Research, Christchurch, 1989.

Stanley Price N. P.

Training for Rock Art Conservation : Recent initiatives of the Getty Conservation Institute, *in*, Rock Art and Posterity : conserving, managing and recording rock art, Proceedings of Symposium M « Conservation and site management » and Symposium E « Recording and standardisation on rock art studies » of the first AURA Congress in Darwin, Australia, 28.08-02.09 1988, Australian Rock Art Research Association, Melbourne, 1991, p.100-103
(*non cité*)

Sullivan Hilary

Site Management in Kakadu and Uluru National Parks, *in*, Rock Art and Posterity : conserving, managing and recording rock art, Proceedings of Symposium M « Conservation and site management » and Symposium E « Recording and standardisation on rock art studies » of the first AURA Congress in Darwin, Australia, 28 aug.- 2 sep. 1988, Australian Rock Art Research Association, Melbourne, 1991, p.3-6

Thorn Andrew

(Rogers 2)7H₂O, *in*, Preprints of the 11th ICOM-CC Triennial Meeting, Edinburgh, 1-6 September 1996, The ICOM Committee for Conservation, p.471-479

Thorn Andrew

The control of salts damaging to Rock Art, unpublished Final Report prepared for AIATSIS (Canberra), 1993.

Trotter Michael and McCulloch Beverley

Prehistoric Rock Art of New Zealand, A.H. & A.W. Reed LTD eds., Wellington NZ, 1971

Trudgill Stephen

Limestone Geomorphology, Longman Group Ltd, New York, 1985

Waller Steven J.

Conservation of Rock Art Accoustics : « Unexpected » Echoes at Petroglyph National Monument, *in*, Rock-Art Papers vol.16, K. Hedges ed., p.31-38, San Diego Museum Papers n° 41, Museum of Man, San Diego, 2003

Waller Steven J.

Rock Art Accoustics in the Past, Present and Future, 1999 IRAC Proceedings, Volume 2, P. & W. Whitehead and L. Loendorf, eds, American Rock Art Research Association, 2002, pp. 11-20

Ward Graeme K. and Tuniz Claudio

Dating Australian Rock Markings : an Interdisciplinary Challenge, <http://mc2.vicnet.net.au/home/date/web/tuniz.html>, consulté le 24.05.2005

Original paper appeared in *Advances in Dating Australian Rock-Markings: Papers from the First Australian Rock-Picture Dating Workshop*, compiled and edited by Graeme K. Ward and Claudio Tuniz. Proceedings of the First Australian Rock-Picture Dating Workshop Held at Woods Centre, Lucas Heights, 8 to 10 February 1996 under the auspices of AIATSI, ANSTO and AINSE. Archeological Publications, Melbourne (Occasional AURA Publication 10), 2000

Watchman Alan

The impacts of dust in the conservation and management of aboriginal rock paintings in northern Australia, *in*, L'art avant l'histoire – La conservation de l'art préhistorique, 10^{es} journées d'études de la Section française de l'institut international de conservation, Paris, 23-24 mai 2002, p.25-34

Williams Herbert W.

A Dictionary of the Maori Language, sixth edition, R.O. Owen, Government Printer, Wellington, New Zealand, 1957

1.2 Sites Internet

<http://harvestnz.com/w.cgi?hsn=2096&cmd=hst>

Site de la station climatique du vignoble de Quasar dans la Vallée de Waitaki, NZ (Quasar Vineyards Ltd), consulté à plusieurs reprises en septembre 2005

<http://khoikhoi.org/sosrockart/>

Page consacrée aux sites d'art rupestre en danger, consulté le 13.03.2005.

<http://mc2.vicnet.net.au/home/date/web/tuniz.html>

Page sur la datation de l'art rupestre australien, consulté le 16.03.2005

<http://whc.unesco.org/sites/rockart.htm>

Page du site Internet de l'Unesco consacrée à l'art rupestre, consulté le 8.03.2005

<http://www.cesmap.it/ifrao/brepols.html>

Page du site de l'IFRAO présentant les publications Brepols, consulté le 16.06.2005

<http://www.destination.co.nz/waitaki.valley/>

Site d'information touristique sur la vallée de Waitaki, consulté le 16.06.2004

<http://www.futura-sciences.com>

« Portail scientifique de référence », consulté à plusieurs reprises en 2005

<http://www.getty.edu/conservation/education/rockart/>

Site du Getty Conservation Institute, page sur l'art rupestre consultée le 11.03.2005.

<http://www.historic.org.nz>

Site du New Zealand Historic Places Trust, consulté à plusieurs reprises en 2005

<http://www.icomos.org.nz/>

Site internet de ICOMOS-Nouvelle-Zélande, consulté le 23.02.2005

<http://www.international.icomos.org/risk/isc-rockart-2000.htm>

Page de du site de l'ICOMOS contenant l'article « H@R!: Heritage at Risk »

<http://www.lib.utexas.edu/geo/ggto/gloss.html>

Glossaire de termes géologiques, sur le site de la bibliothèque de l'Université du Texas, consulté à plusieurs reprises en 2005.

<http://www.observatory.org.nz/weather/omarama/>

Site Internet montrant les enregistrements climatiques en temps réel à Omarama dans la Vallée de Waitaki, ainsi que des archives sous forme de graphes, consulté à plusieurs reprises entre juin et septembre 2005.

<http://www.tepapa.govt.nz/TePapa/English/PictureLibrary>

Site Internet de la collection d'images du Museum of New Zealand/Te Papa Tongawera, consulté à plusieurs reprises en 2005

ROCK-ART@LISTS.ASU.EDU

Liste de distribution pour la discussion et l'information au sujet de l'art rupestre, réunissant plus de 550 membres. Inscrite depuis janvier 2004.

scgc.epfl.ch/load/cours_chim/cwandrey_glossary.pdf

Glossaire de termes chimiques en anglais-français-allemand, consulté le 07.06.2005.

www.culture.gouv.fr/culture/conservation/fr/methodes/documents/carbone14.pdf

Document pdf sur la datation au carbone 14, sur le site du ministère français de la culture, consulté le 07.06.05,

1.3 Carte

New Zealand Infomap 260 1:50.000 series. Topographical map, sheet I40 – Kurow. Edition 1, Department of Survey and Land Information, Wellington, 1987

2 Lexique

2.1 Lexique général

Alvéolisation

C'est un phénomène d'altération qui se produit sous tous les climats et qui est dû à la perte de matière sableuse ou poudreuse. Une caractéristique de la roche est que sa surface change constamment. Elle peut se désagréger sur une profondeur pouvant aller de quelques dixièmes de mm à quelques cm, alors que la roche environnante reste intacte.

Le processus peut être déclenché par la présence seulement d'une très petite quantité d'eau libre migrant dans la roche en direction de l'interface roche-air, ou par la présence d'eau adsorbée par capillarité en cas d'humidité sous forme de brume (dew or mist).

Le processus hydroytique est amplifié par la texture granuleuse des roches magmatiques ou sédimentaires, leur porosité et le nombre d'interconnexions entre les micro-fissures originelles dans les roches sédimentaires. Sur une surface rocheuse présentant de l'alvéolisation, la vitesse d'érosion varie d'une zone à l'autre, ce qui donne son apparence caractéristique présentant une alternance de crêtes et de dépressions, ou alvéoles, de profondeur plus ou moins importante (= petites cavités, taffoni)¹⁶⁷

AMS

Accelerator Mass Spectrometry (SMA : spectromètre de masse avec accélération). Technique qui permet l'analyse du radiocarbone (carbone 14) ainsi que d'autres radioisotopes permettant la datation de matières.

¹⁶⁷ Brunet, Vidal et Vouvé 1988 p.117-118

Cette révolution technique des années 80 a permis un gain d'un facteur 1000 sur la taille des échantillons par rapport à la technique classique du comptage radioactif, ouvrant ainsi une large gamme de nouvelles applications.¹⁶⁸

Argile	En géotechnique, on désigne par argile les matériaux de granulométrie inférieure à 2 micromètres. ¹⁶⁹
Biomicrorite	Un calcaire composé d'une proportion variable de débris fossiles contenus dans une boue de carbonates. ¹⁷⁰
Biosparite	Un calcaire composé de grains sans boue, mais cimentés par de la calcite, et contenant des fragments de coquilles fossiles.
Ciment	En géologie, le terme est utilisé en référence aux minéraux à grains fins qui tiennent ensemble une matrice de grains plus grossiers dans les roches sédimentaires. De tels ciments sont composés typiquement de minéraux calcaires, de quartz ou d'argile. ¹⁷¹
Corrosion	Erosion aboutissant à la perte de matière d'une surface rocheuse par la dissolution (action de l'eau) ou la désintégration (gel ou vent). La corrosion est de nature physique, physico-chimique et biochimique ; elle résulte en la création de formes remarquables identifiables d'un pays à l'autre, d'un continent à l'autre, même si des ambiguïtés apparaissent dans des cas individuels. ¹⁷²
Cristallisation	La cristallisation est le passage d'un état amorphe (liquide) à un état où les atomes forment des structures arrangées géométriquement. La cristallisation est souvent associée à une augmentation de volume. La cristallisation peut se produire par : -le transfert d'atomes ou d'ions à l'intérieur d'un solide -la solidification d'un ou de plusieurs minéraux préalablement dissolus dans un liquide -la précipitation après l'évaporation d'un liquide ce terme est aussi utilisé pour décrire une masse solide constituée d'un ou de plusieurs minéraux. ¹⁷³
Cryoclastie gélifraction	ou fragmentation de la roche due à l'alternance du gel et du dégel de l'eau remplissant les vides des roches. L'efficacité de la cryoclastie est beaucoup plus grande que celle de la <i>thermoclastie</i> . Elle débite la roche en blocs hétérométriques très anguleux qui alimentent les tabliers d'éboulis au pied des parois ou des corniches rocheuses. ¹⁷⁴
Cryptogame	(végétaux cryptogames) Regroupe les divers embranchements de végétaux sans fleurs (reproduction cachée). Champignons, lichens, mousses, algues, fougères...

¹⁶⁸ www.culture.gouv.fr/culture/conservation/fr/methodes/documents/carbone14.pdf, 07.06.05

¹⁶⁹ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Argile>, 14.04.05

¹⁷⁰ <http://www.lib.utexas.edu/geo/ggdc/gloss.html>

¹⁷¹ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ciment>

¹⁷² Brunet, Vidal et Vouvé 1988 p.136

¹⁷³ Brunet, Vidal et Vouvé 1988 p.137

¹⁷⁴ <http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/donnee/cours/cubi/cub1ann6.html>, 21.02.05

Desquamation	<p>Perte de surface de la roche laissant une nouvelle surface poudreuse ou sableuse d'épaisseur variable. Cette surface disparaît à son tour, permettant au processus de recommencer. Une caractéristique de la desquamation est qu'elle se produit de façon cyclique. Elle est due au détachement de films, croûtes et plaques de 2 ou 3 cm d'épaisseur. Elle est causée par la présence d'eau. Les cycles d'humidité et de sécheresse font varier le volume des sels hygroscopiques, ce qui cause des tensions sous la croûte de surface et dans les pores, les interstices et les fissures.</p> <p>Cela inclut les pustules, les détachements de films de quelques mm d'épaisseur et le détachement de plaques de 0.5 à 1cm d'épaisseur. Ce sont des changements macroscopiques visibles à la surface de la roche.¹⁷⁵</p>
Diagenèse	<p>Ensemble des changements biochimiques et physico-chimiques affectant un sédiment après son dépôt, avant qu'il ne passe en domaine métamorphique.</p>
DRX	<p>Diffraction de Rayons X Technique analytique permettant l'identification de corps cristallins.</p>
Ecaillage	<p>Altération mécanique se manifestant surtout en milieu aérien, moins en milieu souterrain, et qui se traduit par un enlèvement superficiel de fines lamelles rocheuses ou écailles.¹⁷⁶</p>
Exfoliation	<p>C'est un phénomène mécanique qui se produit le plus souvent au grand air : le résultat est l'enlèvement de fines écailles de roche à la surface de la roche. Elles peuvent être d'épaisseurs variées, et se présenter sous la forme d'écailles (flakes, plates, platelets) ou d'écailles bombées (lamina ou lamellae, conchoïdales), selon la nature et la texture de la roche.¹⁷⁷</p>
Feldspaths	<p>Le minéral le plus abondant sur terre. Minéral siliceux composé de silicates d'aluminium et d'un métal. Cela inclut l'orthoclase, feldspath potassique (KAlSi₃O₈) et la plagioclase, feldspath sodique/calciue ((Ca,Na)AlSi₃O₈).</p> <p>Riche famille de silicates d'aluminium (Al), de potassium (K), de sodium (Na) et de calcium (Ca). On distingue deux grandes familles de feldspaths : les feldspaths alcalins qui contiennent du potassium et du sodium (orthose, microcline, sanidine) et les feldspaths plagioclases ou calco-sodiques.¹⁷⁸</p>
Géomorphologie	<p>Science qui étudie le développement des reliefs terrestres, leurs causes et leurs conséquences.</p> <p>Cela inclut l'étude des caractéristiques géologiques des surfaces rocheuses et des formes naturelles qui en résultent.</p> <p>(Brunet, Vidal, Vouvé, The Conservation of Rock Art, p.152)</p>
Greywacke, graywacke	<p>Grès à <i>ciment</i> détritique (dict. de géol. Foucault et Raoult, http://fr.wikipedia.org/wiki/Discussion_Utilisateur:Buggs</p>
Haloclastie	<p>Fragmentation due aux pressions développées par la croissance des cristaux de sels dans les pores ouverts de la roche. Cela suppose donc la présence de sels dissous dans les eaux d'infiltration (apports pas les embruns par ex.). (http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/donnee/cours/cubi/cub1ann6.html) 21.02.05</p>
Hydroclastie	<p>Elle est provoquée par d'importantes variations de volume de certaines roches à la suite de très fortes variations de leur teneur en eau. ex. : l'humectation s'exprime par un gonflement qui peut atteindre 60% dans le cas de certaines</p>

¹⁷⁵ Brunet, Vidal et Vouvé 1988 p.140

¹⁷⁶ Brunet et Vouvé 1996 p.247

¹⁷⁷ Brunet, Vidal et Vouvé 1988 p.146

¹⁷⁸ http://www.nirgal.net/snc/snc_glossaire.html

argiles (montmorillonite) ; l'assèchement s'exprime par la desquamation de la roche (détachement superficiel de petites plaques ou de minces copeaux) et sa polygonation c'est-à-dire que la roche est divisée par un réseau de fentes .
(<http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/donnee/cours/cubi/cub1ann6.html>)
21.02.05

IFRAO	International Federation of Rock Art Organizations ¹⁷⁹
Incrustation	Dépôt dû à l'action chimique (précipitation) ou biochimique (accrétion et l'effet de la chlorophylle) et qui forme une croûte à la surface de la roche. L'action chimique nécessite la présence de solutions supersaturées en sels. Les carbonates de calcium forment de telles accumulations. ¹⁸⁰
Karst	D'une région de Yougoslavie, Kras, assemblage distinctif de reliefs développés dans des roches solubles (carbonates, basaltes). ¹⁸¹ Entité géomorphologique complexe née de l'action paléoclimatique et climatique exercée sur un substratum calcaire soumis à la dissolution par les eaux météoriques et d'infiltration. ¹⁸²
Karstification	Action de dissolution par les eaux d'infiltration du carbonate de calcium présent dans les roches calcaires. ¹⁸³
lithification	« Processus de transformation d'un sédiment meuble en roche consolidée par compaction et cimentation. Syn. Diagenèse ou lapidification ». ¹⁸⁴
Lithification	Processus de transformation d'un sédiment meuble en roche consolidée par compaction et cimentation. ¹⁸⁵
Météorisation	= altération, C'est l'ensemble des processus physiques, chimiques et biologiques conduisant à la destruction des roches.
Micrite	Calcite à grains très fins, inférieurs à 4 microns Boue ou roche carbonatée dense, à grains très fins, qui se forme par l'érosion de grains plus gros ou par précipitation. ¹⁸⁶
Mondmilch	Littéralement « lait de lune » en allemand. Carbonates divers de calcium et de magnésium isolés ou associés formant des dépôts naturels cryptocristallins dans certains réseaux souterrains. ¹⁸⁷ La consistance du Mondmilch est généralement homogène et molle, mais il peut durcir.
Mur-e	(mot aborigène d'Australie) instrument utilisé pour produire des <i>pétroglyphes</i> . ¹⁸⁸
Pariétal	« adjectif formé à partir du latin paries (paroi). Art des parois d'abris sous roche et de cavités souterraines. Voir aussi art rupestre : dans le langage courant, les deux expressions sont souvent utilisées l'une pour l'autre, compte tenu du fait que, sur le terrain, la distinction est parfois difficile. » ¹⁸⁹

¹⁷⁹ <http://www.cesmap.it/ifrao/ifrao.html>

¹⁸⁰ Brunet, Vidal et Vouvé 1988 p.156

¹⁸¹ Trudgill 1985 p.5

¹⁸² Brunet et Vouvé 1996 p.248

¹⁸³ Brunet et Vouvé 1996 p.248

¹⁸⁴ <http://www.futura-sciences.com>

¹⁸⁵ <http://www.futura-sciences.com>

¹⁸⁶ <http://www.glossary.oilfield.slb.com/Display.cfm?Term=micrite>

¹⁸⁷ Brunet Vouvé 1996 p.248

¹⁸⁸ Bednarik 2001 p.199

¹⁸⁹ Brunet et Vouvé 1996, p.248

Patine	Couche de surface sous forme de film et dont les propriétés physiques et chimiques peuvent différer de celles de la roche se trouvant en dessous. Les patines naturelles peuvent être dues à l'oxydation, la réduction, l'hydrolyse, l'action biochimique etc... Les patines artificielles peuvent être causées par la pollution de l'air ou être volontaires, obtenues par des traitements chimiques de conservation. ¹⁹⁰
Péroglyphe	Motif d'art rupestre obtenu par suppression de matière, par percussion ou abrasion. ¹⁹¹
Pictogramme	Motif d'art rupestre obtenu par addition de matière sur la surface rocheuse = dessin, peinture. ¹⁹²
Pictographe	Caractère d'écriture ou d'apparence figurative, représentant un mot ou une syllabe (= hiéroglyphe). ¹⁹³
Rupestre	« adjectif formé à partir du latin rupes (rocher). Désigne l'art ornant les surfaces de blocs et les parois rocheuses en plein air. » ¹⁹⁴
Séricite	Minéral micacé
Sgraffito	Sorte de péroglyphe obtenu par abrasion d'une couche de surface pour faire apparaître une nouvelle couche d'une couleur différente. ¹⁹⁵
SIMRAP	South Island Maori Rock Art Project. Initié par le Ngai Tahu Maori Rock Art Trust en 1989, il a pour but d'inventorier l'art rupestre maori de l'île du Sud de Nouvelle-Zélande.
Thermoclastie	fragmentation de la roche provoquée par les seuls changements de température qui entraînent des contractions et des dilatations de la matière. L'efficacité de la thermoclastie n'est sensible que dans les régions de fortes amplitudes thermiques diurnes (déserts tropicaux). ¹⁹⁶
Traité de Waitangi	Document fondateur de la Nouvelle-Zélande, accord entre la Couronne et les chefs Maoris
XRD	Voir DRX

¹⁹⁰ Brunet, Vidal et Vouvé 1988 p.177

¹⁹¹ Bednarik 2001 p.200

¹⁹² Bednarik 2001 p.201

¹⁹³ Bednarik 2001 p.201

¹⁹⁴ Brunet et Vouvé 1996 p.249

¹⁹⁵ Bednarik 2001 p.202

¹⁹⁶ <http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/donnee/cours/cubi/cub1ann6.html>, 21.02.05

2.2 Lexique des mots maoris

Hapu	Partie d'une grande tribu, clan, tribu secondaire
Iwi	Tribu en général Les gens, la nation
Kaitiaki	Gardien(s)
Manawhenua	Mana = autorité, force Whenua = terre, pays Autorité des maoris sur leurs terres
Marae	Espace situé devant la maison de rencontre, sorte de place du village, ou ensemble formé par cette place et les bâtiments de rencontre (salle à manger, maison commune)
Moa	Grand oiseau aptère éteint après l'arrivée des Maoris.
Moriori	Tout premiers habitants légendaires de Nouvelle-Zélande, qui auraient été remplacés par les Maoris. Le terme s'applique aujourd'hui au peuple originaire des Iles Chatham.
Ngai Tahu	Ceux de Tahu, les descendants de Tahu, une tribu maorie qui occupe la plus grande partie de l'île du Sud.
Runaka	Equivalent Maori pour un conseil régional. C'est un néologisme de la langue maorie qui est apparu par nécessité lorsqu'il a fallu créer des assemblées pour représenter la population Maorie région par région. Le site de Takiroa est sous la protection de Te Runaka O Moeraki.
Tangata Whenua	Tangata = êtres humains Whenua= terre, pays Les maoris
Te Wai Pounamu	Te wai= l'eau Pounamu =pierre verte, jade Nom donné à l'île du Sud de Nouvelle-Zélande
Wahi tapu	Lieu sacré pour le peuple Maori dans un sens traditionnel, religieux, rituel ou mythologique

3 Table des annexes

- *Annexe A : Traduction de l'avant-projet pour la conservation du site de Takiroa*
- *Annexe B : Code d'éthique de l'IFRAO*
- *Annexe C : Plan du site avec localisation des motifs et état de la roche*
- *Annexe D : Page d'information sur le HOBOTM H8*
- *Annexe E : Graphes des données climatiques*
- *Annexe F : Résultats des analyses DRX*
- *Annexe G : Carte de la région de Takiroa*
- *Annexe H : Photos et figures en couleurs*
- *Annexe J : Copie du rapport final de surveillance photographique*
- *Annexe J' : Copie du dossier plastifié à utiliser sur le site.*

Rapport-Gratuit.com

NGA WAITUHI O NEHE RA O TE KOHATU

TAKIROA

WAITAKI, NORTH OTAGO

PROJET DE DISCUSSION

**PLAN DE CONSERVATION
DU SITE D'ART RUPESTRE**

NEW ZEALAND HISTORIC PLACES TRUST – POUHERE TAONGA

PROJET DE DISCUSSION DU PLAN DE CONSERVATION
POUR LE

SITE D'ART RUPESTRE DE TAKIROA

Ce projet de plan de conservation a été réalisé par les New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga, PO Box 2629, Wellington, 10 octobre 1994.

Contributions: Nick Tupara, BA (Auckland), BappSc, Postgrad Dip RockArt
Cons (Canberra), Maori Projects Conservator, NZHPT :
Preface, sections 1-9

Gavin McLean, PhD (Otago), Manager, Research, NZHPT :
Sections 3.1-3.4, 3.7-3.9

Editor : Jan Harris BAHons (Vict), Postgrad DipMusStud (Massey),
Assistant Historian NZHPT

©New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ou transmise sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris par photocopie, enregistrement, conservation dans quelque système de recherche documentaire ou autre, sans la permission écrite de la personne qui l'a publiée.

Introduction

Ceci est le 1^{er} projet de plan de conservation pour le site d'art rupestre de Takiroa, North Otago. Il réunit les connaissances actuelles au sein du New Zealand Historic Places Trust au sujet du site.

L'un des objectifs de la consultation publique est de voir si la connaissance peut être approfondie grâce à d'autres gens, et ainsi nous recevons volontiers autant de contributions que possible. Dans ce sens, c'est un document de discussion.

Lorsque la date limite réglementaire pour les contributions sera atteinte, le Trust prendra en compte tous les commentaires reçus et reprendra le projet de plan à la mi-décembre. Après l'approbation formelle par le Comité du Trust (Trust Board) et le Conseil de l'Héritage Maori (Maori Heritage Council), le plan révisé sera rendu public. Cela sera la base pour tout travail de conservation sur le site.

Cependant, nous savons par expérience que cela ne sera pas la fin de l'histoire : de nouvelles informations continueront à nous parvenir. Dès lors, nous, au Trust, voyons cela comme un document vivant : il va évoluer par plein de versions et, dans un certain sens, ne sera jamais terminé.

C'est dans ce contexte que nous vous proposons ce premier projet consultatif afin que vous y pensiez et que vous partagiez avec nous chaque commentaire que vous pourriez faire. Toute demande de confidentialité sera respectée.

Geoffrey Whitehead
Director
10 oct. 1994

Préface

Il y a un intérêt grandissant depuis quelques années au sujet du niveau de dégradation élevé et du piteux état de la présentation au public sur le site d'art rupestre de Takiroa. La gestion et la protection du site se sont depuis longtemps révélés inefficaces pour ralentir la détérioration ou fournir les renseignements attendus par les visiteurs.

En réponse à cela, le Trust a entrepris un certain nombre de visites d'évaluation du site pour cerner les problèmes. Le Trust a également initié une discussion avec les nombreux groupes d'intéressés ayant un rapport avec le site, cela dans le cadre de la phase d'évaluation, et il a été proposé que soit formé un groupe consultatif pour Takiroa (Takiroa Consultative Group), composé de représentants des groupes d'intéressés, afin de s'assurer que la consultation mutuelle perdure.

Pour n'importe quel site d'art rupestre, le processus de management et le planning pour la conservation requièrent une étude et un examen intenses avant tout traitement. Si cela n'est pas fait rigoureusement, cela peut engendrer des problèmes qui risquent de réduire la stabilité du site. Le sol archéologique fait partie intégrante du site en entier et doit aussi être considéré prudemment.

Toute la complexité des causes responsables de la détérioration de Takiroa ajoutées à la fragilité extrême de la roche indiquent que les stratégies futures demanderont beaucoup de soins et de calculs. Ce projet de plan de conservation est le résultat des études préliminaires sur le site. Son contenu final sera déterminé par le processus consultatif qui suivra sa parution.

Ce projet de discussion doit être considéré comme une base pour un processus continu consacré à une meilleure compréhension du site de Takiroa dans le futur.

Résumé

Un plan de conservation comprend plusieurs étapes, chacune dépendant de la précédente.

Le premier point important est l'information au sujet du site.

Ce projet de plan de conservation pour l'art rupestre de l'abri sous roche de Takiroa inclut l'information sur l'emplacement (2.2), le statut légal (2.3) et l'histoire (3.1-3.9). La section 4 traite de l'importance du site.

Dans la section 5, les divers facteurs qui ont besoin d'être pris en compte avant que le règlement pour Takiroa ne puisse être développé sont examinés. Cela inclut l'acte de 1993 des Historic Places ainsi que d'autres exigences légales, les exigences des divers groupes qui ont un intérêt lié au site, et l'état du site. La section 6 établit le règlement du Trust pour Takiroa.

A la suite de cela, la section 7 détermine les recommandations spécifiques. Pour le confort des lecteurs, celles-ci sont répétées ici :

1. Il faut compléter toute la documentation du site, enregistrer tous les motifs et leur emplacement. Il faut faire des relevés à partir de photographies à l'échelle, sur le site, avec l'art rupestre dans son état actuel comme référence. Un inventaire des témoins historiques découverts pendant le travail doit être tenu. Bien qu'il soit culturellement inapproprié de faire ainsi, cet inventaire doit être accessible au public.
2. Un programme de suivi régulier du site doit être établi pour évaluer les caractéristiques de la roche et ses changements, y compris une évaluation des effets de la faune et de la flore.
3. La barrière actuelle, qui a un effet détériorant sur l'art rupestre, doit être enlevée.
4. Le buis épineux doit être enlevé complètement. La végétation à l'intérieur de la barrière doit être maintenue basse et loin des motifs. Les amas de végétation morte et sèche doivent être nettoyés, et un programme général de maintenance du site pour le contrôle de la végétation doit être créé.
5. Dans les endroits où la poussière et la terre réduisent la lisibilité des motifs, celles-ci doivent être nettoyées. Toute réapparition de ces dépôts doit être surveillée.
6. Les graffiti doivent être enlevés avec des moyens de conservation appropriés.
7. Si une entente est trouvée entre les parties, une campagne archéologique serait appropriée pour obtenir plus d'informations sur le site.
8. Une recherche historique plus poussée doit être entreprise.
9. Pour augmenter les connaissances sur les matériaux dont est formé le site, des analyses de minéraux devraient être effectuées.
10. Des recherches doivent être entreprises au sujet des motifs qui ont été enlevés du site. La réintégration des motifs sur le site est une possibilité qui pourrait être envisagée.
11. Deux structures protectrices doivent être installées (voir plan annexe J).
12. Des voies de déambulation appropriées doivent être créées et installées.
13. La supervision in-situ d'un conservateur est nécessaire pour au moins la période d'installation, pour s'assurer qu'il n'arrive aucun dommage à l'art ou à la roche et que les équipements du site sont installés comme prévu.
14. Si le fermier donne son accord, il serait recommandé d'installer une porte qui se ferme automatiquement à l'entrée de l'enceinte du site, pour empêcher le bétail de passer.
15. Un panneau d'explications provisoire devrait être dressé aussitôt que possible, pour expliquer les raisons des perturbations sur le site.
16. Il faut ériger des panneaux explicatifs pour fournir de l'information et aider le visiteur dans son itinéraire. Toutes les explications doivent être rédigées en Anglais et en Maori, et des ajouts par les *iwi* (sous-groupes tribaux) locaux pourraient être envisagés dans tous les textes et les présentations.

17. Le signe AA (Automobile Association) actuel doit être remplacé par 2 signes placés au moins à 50 mètres de chaque côté du site.
18. Il faut donner de l'attention à la question de la gestion et du contrôle du site.

La section 8 expose comment la conservation devrait se faire, et les rôles des différents groupes intéressés. Cela est suivi par une courte note sur la maintenance future et l'évaluation des visiteurs.

Il y a une brève bibliographie, et des annexes dont une copie du certificat de titre et la charte ICOMOS-Nouvelle-Zélande pour la conservation des lieux ayant une valeur d'héritage culturel, ainsi que des plans et des illustrations.

1 INFORMATION

1.1 Dossier du projet de plan de conservation

Ce projet de plan de conservation a été préparé par le New Zealand Historic Places Trust pour le site d'art rupestre de Takiroa. Takiroa est un site d'importance pour l'héritage culturel des Maoris et de la nation, et il est justifié qu'on le conserve.

Toutes les méthodes de conservation proposées dans le projet de plan de conservation sont compatibles avec les codes de pratique reconnus internationalement. Cela est particulièrement le cas pour celui du Conseil International pour la Conservation des Monuments et Sites - Nouvelle-Zélande (la charte pour la conservation des lieux à valeur d'héritage culturel et l'acte de 1993 des Historic Places).

1.2 Statut du site

La majeure partie du site est une Réserve Historique de la Couronne. Le Conseil des Monuments Historiques de Nouvelle-Zélande (*New Zealand Historic Places Trust*) est désigné pour assurer le contrôle et le management du site, Gazette Notice 1980/2346. Description légale : Section 116A, Otekaieke Settlement (anciennement partie Section 51A et lot 1DP1608), Block V Maerewhenua Survey District. Certificat de titre 8A/855. L'accès au site passe sur la part 51A, Otekaieke Settlement, certificat de titre 3A/300. *Manawhenua* (l'autorité sur la terre) appartient aux Ngai Tahu, *Te Runanganui a Tahu* (le groupe principal des descendants de Tahu) et *Te Runanga o Moeraki Runanga* (le conseil des maoris de Moeraki).

Une partie du site, incluant des peintures rupestres et des dépôts archéologiques, est située sur terrain privé. Ceux-ci sont aussi pris en compte dans le projet de plan de conservation.

Le certificat de titre, incluant la « Gazette Notice » du statut de la Réserve Historique, est attaché en annexe A, ainsi qu'un plan du site en annexe B.

1.3 Localisation

Le site de Takiroa est situé près de la route principale entre les villages de Duntroon et Kurow, sur l'autoroute d'état 83. Le site est exposé au Nord, faisant face aux plaines de la rivière Waitaki en direction de la rivière elle-même. Il y a également un dépôt archéologique étendu associé à l'art rupestre et il s'étend du rocher jusqu'à la route 83 et de l'autre côté sur les terres du fermier. La réserve historique couvre seulement 905 m² de toute la surface du site, avec un arrangement pour l'accès à pied depuis la route en passant par le terrain du propriétaire voisin.

1.4 Remerciements

Le plan de conservation final deviendra la base pour améliorer la préservation et le management du site d'art rupestre de Takiroa. Les grands efforts et l'attention qui lui ont été dévolus par un certain nombre de groupes d'intéressés et d'individus doivent être reconnus.

Des remerciements spéciaux sont également exprimés pour le soutien et la coopération du propriétaire du terrain adjacent, Eion Rutherford (Duntroon), le North Otago Branch Committee du New Zealand Historic Places Trust (Oamaru), le Conseil du District de Waitaki et la Commission de Conservation du Département de Conservation de North Otago.

Des remerciements particuliers sont adressés à Brian Allingham, dont le travail sur le projet d'inventaire de l'art rupestre de l'île du Sud a été inestimable. Une grande partie de son travail est utilisée dans ce projet de plan de conservation et nous lui en sommes très reconnaissants.

Merci également aux nombreux collaborateurs du New Zealand Historic Places Trust qui ont contribué à ce document.

1^{ère} Partie : Evaluation de l'importance de l'héritage historique et culturel

2 HISTOIRE

2.1 Histoire de Takiroa

On sait très peu de choses pour expliquer pourquoi Takiroa contient les formes d'art qui s'y trouvent, ou qui les a dessinées. Le travail des archéologues à Takiroa pour dater s'est largement tourné vers l'inventaire des motifs et peu de travail a été entrepris pour étudier le vaste dépôt archéologique. Lors des premières investigations de surface, des os humains et des tissus ont été découverts. Les zones qui aujourd'hui sont érodées révèlent une large panoplie de matériaux de dépôt. Cela inclut des os de moa, des coquillages marins, du charbon et de l'os culinaire (voir diagramme). Il serait vraiment désirable d'avoir plus de connaissances sur Takiroa par les recherches archéologiques, cela fait partie du plan de management du site.

La preuve de l'arrivée des premiers hommes en Nouvelle-Zélande est le sujet de nombreuses disputes académiques. Pourtant, il est conventionnellement accepté que les hommes arrivèrent il y a entre 600 et 1000 ans. Des datations au carbone 14 d'échantillons pris sur des sites archéologiques du sud de l'Île du Sud, à Murihiku, montrent que l'occupation par les Polynésiens s'est faite aussi tôt que sur le reste de la Nouvelle-Zélande.

La présence de restes de moas caractérise les sites d'occupation primitifs connus sur la côte Est de *Te Wai Pounamu*. (l'eau de la pierre verte, nom donné à l'Île du Sud de Nouvelle-Zélande). Takiroa est l'un des sites de ce type identifiés le long de la vallée de la rivière Waitaki par l'archéologue Atholl Anderson. Takiroa, contrairement à la bouche de la rivière Waitaki ou à des sites situés plus à l'intérieur des terres comme Te Akatarewa et Woolshed Flat, était un petit site de chasse aux moas. La chasse aux moas était une activité prédominante dans les premières années d'occupation de la Nouvelle-Zélande. La date précise de la fin de cette activité et les raisons de l'extinction de cette importante ressource sont le sujet de débats. Cependant, des archéologues comme McCulloch et Trotter et Anderson pensent que cela a été causé, en plusieurs façons, par la colonisation humaine de la Nouvelle-Zélande et que, indépendamment de la pression directe due à la chasse, les incendies de presque toutes les forêts basses de l'est de l'Île du Sud ainsi que de diverses forêts broussailleuses dans les districts les plus secs il y a 500 à 1000 ans peuvent être considérés comme l'un des facteurs majeurs de l'extinction des moas. Cela a aussi dû réduire la fréquentation de sites comme Takiroa, bien que ce point devrait être éclairci par les investigations des archéologues. Sans tenir compte des dates précises de cette chaîne d'événements, il est certain que le paysage dans lequel se trouve Takiroa, et qui était familier aux gens qui créèrent les motifs, doit avoir subi des changements importants il y a quelques centaines d'années.

Les migrations saisonnières entre la côte et les parties intérieures des terres peuvent être interprétées comme ayant leurs origines dans les premières périodes de peuplement dans le Sud de l'Île du Sud, et elles ont certainement continué jusqu'au 19^{ème} siècle.

Bien que Trotter et McCulloch disent que les Ngai Tahu du 19^{ème} siècle ne pouvaient pas se souvenir des artistes qui firent l'art des ces abris, la présence de motifs d'influence européenne comme des bateaux ou des hommes attestent le fait qu'au moins quelques Ngai Tahu firent survivre la pratique, ou la réinstaurèrent, à la période de contact. Allingham, soulignant l'absence d'art de la période de contact dans l'abri principal de Takiroa, alors qu'il domine l'art visible dans l'abri situé directement à côté de lui à son extrémité Ouest, suggère que des Maoris venus plus tard auraient évité l'abri principal par respect pour le travail de ceux qui les avaient précédés.

Il a été suggéré que ces œuvres ont été réalisées par des membres de *Te Hekenga o Te Maiharoa*, la grande marche de Te Maiharoa. Te Maiharoa était un leader prophète des Ngai Tahu de cette zone pendant la seconde moitié du 19^{ème} siècle. En réponse aux pressions exercées contre son peuple par la colonisation européenne, en hiver 1877 Te Maiharoa conduisit ses fidèles 200 km à l'intérieur des

terres vers Te Ao Marama, dans la partie supérieure du district de Waitaki. Pendant qu'ils passèrent à Takiroa, des motifs de bateaux et des chevaux, probablement la garde coloniale, furent ajoutés sur le site. Deux ans après, sous les ordres du gouvernement, Te Maiharoa et ses fidèles furent expulsés de Te Ao Marama par la police armée.

William Cargill et Thomas Burns sont arrivés au port d'Otago en 1848 avec leurs premières cargaisons de nouveaux occupants. Cependant, le mouillage exposé d'Oamaru découragea l'installation des Européens dans ce qui devint les districts du Nord. En 1848, la propriété du pays d'Otago du Nord passa des Maoris aux mains du gouvernement. Le 12 juin, à Akaroa, son agent Henry Tacy Kemp paya 2000£ pour une grande partie de *Te Wai Pounamu* s'étendant de Kaiapoi au nord jusqu'à Otago Block près de Dunedin. « le prix d'achat insignifiant, la négligence de toutes les promesses qui ont été faites, le flou des descriptions des frontières et la nature parcimonieuse du tracé de la réserve en font une transaction complètement insatisfaisante », nota l'historien de North Otago KC McDonald dans *White Stone Country*.

Au début, il y avait peu d'activité européenne dans l'intérieur de North Otago. Cargill et Burns essayèrent de garder la population d'Otago aussi compacte que possible, et il incomba au surveillant Walter Mantell d'explorer l'intérieur en été 1852-53. Les décrivant comme étant d'origine *Ngati Mamoe*, il fit une copie en couleurs de plusieurs peintures rupestres, qui furent publiées bien plus tard dans les *Transactions of the New Zealand Institute*. En 1896, Auguste Hamilton, directeur du Musée d'Otago, fit une étude plus approfondie du site.

Les moutons plus que les intellectuels déterminèrent l'agenda pour le district au 19^{ème} siècle. Les premières licences pour les activités pastorales furent créées le 1^{er} janvier 1852, au départ pour les terrains côtiers, mais entre 1853 et 1856, ce que McDonald appelait « la seconde vague de la marée de l'implantation pastorale » s'est étalée rapidement sur North Otago quand « presque tout le district était pris jusqu'à la gorge de Kurow ».

En décembre 1856, l'exploitation de Kurow, connue alors sous le nom d'exploitation 23, passa aux mains de John McLean. McLean s'installa lui-même à The Gorge, ainsi que Kurow était alors connu, il but beaucoup et mourut dans des circonstances intrigantes en 1862, laissant sa femme sans ressources. Vers 1866, à la suite de complications légales, Kurow a été transféré aux mains de la New Zealand & Australian Land Company, une entité largement financée par les Ecossais. La commune de Kurow grandit rapidement durant les années 1880 car c'était un centre d'entretien pour la construction du chemin de fer et du pont de Upper Waitaki ainsi qu'une station terminus. La voie ferrée de Kurow Branch, maintenue pour la longue durée de la période de constructions hydro-électriques, fut fermée en 1983.

En 1881, à l'expiration du bail, l'exploitation fut divisée en 5 plus petites, dont 4 furent mises en sûreté par la compagnie avec des baux de 10 ans. Déjà les lapins avaient ravagé la propriété, dont la productivité avait chuté. En 1888 la Couronne reprit les baux avant terme et en fit de petites exploitations de pâture. A partir de ce moment, l'exploitation agricole entourant l'abri de Takiroa fut la propriété de divers fermiers. Elmore enregistre le propriétaire en 1916 comme étant Alexander Smith. Jusqu'au moment où Oliver fut là en 1929, ce furent Catherine et Richard O'Connor. Le fermier actuel, E.R. Rutherford, exploite ce terrain depuis 1970 lorsqu'il succéda à O. Trinkler. L'élevage des moutons a toujours prédominé, bien que ces dernières années il y ait une augmentation des bovins.

2.2 Histoire des *Iwi* en relation avec Takiroa

Notre manque de connaissances sur le site devrait faire que l'attribution de l'art du site à un artiste d'un groupe tribal en particulier serait inappropriée ou impossible. Certains observateurs, cependant, ont proposé des théories sur ce sujet. Les premiers habitants de *Te Wai Pounamu* étaient des Waitaha et des Ngati Wairangi. Les Ngati Mamoe, originaires de Ahuriri dans l'île du Nord, se déplacèrent ensuite vers le Sud. Les Ngai Tahu suivirent à la fin du 17^{ème} siècle, venant à l'origine des régions Est de Tai Rawhiti dans l'île du Nord. A partir des Ngai Tahu furent fondés les *iwi* Ngati Kuri, les Ngai Tuhaitata, les Ngai Te Ruahikihiki et plus tard les Ngai Tuahuniri, qui se déplacèrent vers Te Tai Poutini et devinrent les Poutini Ngai Tahu. Dans des temps plus récents, Te Runanganui a Tahu et

Te Runanga o Moeraki détiennent *manawhenua* et, en tant que *kaitiaki* (gardiens), acceptent le rôle de parrains pour Takiroa.

Il y a quelques incertitudes au sujet de l'affiliation tribale des artistes, la confusion étant aidée en une certaine mesure par les effets combinés du vieillissement et des tracés superposés. Mantell pensait que l'art de Takiroa était d'origine Ngai Tahu Mamoe, bien que, comme le dit Allingham, « une partie de l'art pourrait aussi être interprété par cette affirmation comme précédant les Ngati Mamoe ». La paternité des œuvres semble être divisée entre les Waitaha, les Ngati Mamoe et les Ngai Tahu.

Il n'y a pas de certitude sur l'âge des œuvres de Takiroa ; pourtant, sur les sites où les moas sont représentés, on est forcé de croire que ces motifs ont été appliqués lorsque les moas existaient encore. Bien que des dates aient été obtenues pour des sites archéologiques associés à des abris sous roche ornés, nous ne pouvons pas prétendre que ces dates sont contemporaines avec les œuvres. Une recherche archéologique devrait aider à déterminer une datation pour le site.

2.3 Histoire des individus en relation avec Takiroa

Il n'est possible d'identifier des individus en rapport avec le site que depuis le moment du contact avec les Européens. Les sections 3.1 et 3.4 présentent la plupart des propriétaires fonciers, érudits et personnes du gouvernement qui ont eu affaire avec le site de Takiroa depuis le premier inventaire systématique de Mantell en 1852.

G.B. Stevenson et Roger Duff firent tous les deux une étude du site dans les années 1940. Theo Schoon était un étudiant d'après-guerre en art rupestre qui développa une forte passion pour les sites et qui décrivait les œuvres comme « des prouesses artistiques majeures, qui sont à la frontière entre une musique étrange et gelée, dans laquelle l'âme même du Polynésien mytho-poétique a été cristallisée ». Son travail, qui inclut des retouches sur certains sites (bien qu'il n'y en ait pas la preuve à Takiroa), attisa la controverse, mais augmenta l'intérêt accordé à ces dessins. Durant le début des années 1960, l'artiste Tony Fomison étudia lui aussi les sites des régions de South Canterbury et de North Otago.

2.4 Histoire des institutions en relation avec Takiroa

Des érudits et leurs institutions ont été associés à l'abri sous roche orné de Takiroa depuis le 19^{ème} siècle. Le lien avec le Musée d'Otago, initié en 1896 par l'étude photographique et la recherche archéologique d'Augustus Hamilton, a perduré jusqu'à aujourd'hui, l'officier de liaison Gerard O'Reagan supervisant le South Island Maori Rock Art Project. La relation entre les musées et les besoins de la conservation du site n'ont pas toujours été sans heurts. En 1916, le directeur du Musée Dominion, J. Allan Thomson, autorisa l'échange avec l'érudite américain J.L. Elmore de duplications de curiosités maories contre un ensemble de dessins d'art rupestre australien, sud africain et néo-zélandais. La discussion sur les dessins se transforma bientôt en un découpage d'échantillons, lorsque Elmore suggéra de ne faire cela que pour des directeurs de musées locaux. Le 26 septembre, W.D. Benham, du Musée d'Otago, écrivit à Thomson :

« Il (Elmore) me dit que ce serait assez facile de couper la roche et d'emporter ces peintures, et il serait vraiment bien que les musées aient, si possible, quelques-uns de ces morceaux, spécialement lorsque certains des abris sont altérés à un point tel que le surplomb tombe et que les peintures sont exposées aux intempéries et seront effacées dans quelques années. Maintenant je propose à chacun des 4 musées de contribuer par la somme de £ 12/10/-, ce qui fait un total de £ 50 qui permettront d'employer le personnel nécessaire pour couper et transporter les pièces depuis l'abri jusqu'à la route ou au rail. Pourriez-vous vous allier à nous pour obtenir ces pièces, je veux dire la surface actuelle de la roche avec certaines de ses peintures ? Je suppose que la permission du propriétaire sera demandée, sinon celle du gouvernement. Mais Elmore me dit que Mr Russel (ministre des affaires intérieures) était très compréhensif avec son travail en général et qu'il y aurait très peu de difficultés à obtenir sa permission, si elle s'avérait nécessaire. »

Bien que la lettre d'Elmore à Thomson datant du 24 septembre 1916 dise que « tous les dessins de Mantell de 1848 sont toujours en état de bonne préservation », Thomson accepta facilement. R Speight, conservateur du musée de Canterbury, demanda d'abord à consulter son conseil d'administration. Alors, sans exclure la possibilité que son musée prenne sa part puisque les autres musées continuaient avec l'excision, Speight objecta que :

« La préservation en place et le non-prélèvement sont, je le crois, une pratique inévitable dans les pays civilisés où la préservation est possible, un excellent exemple de cela est ce qui peut être vu dans le travail éclairé de la recherche archéologique en Inde. En outre, si l'histoire des Maoris et les autres monuments de ce pays sont voués à être enlevés pièce par pièce, et bien il n'y aura pas de sécurité pour ces dessins tant qu'ils n'auront pas été examinés avec soin et recopiés, comme il importe pour pouvoir les préserver, par un expert compétent en ethnologie néo-zélandaise. »

Benham répondit qu'il y avait tant de représentations dans le district de Dunroon qu'il ne pourrait y avoir aucune objection à l'enlèvement, et que d'ailleurs ils n'avaient l'intention de n'en enlever que quelques-uns des plus petits. Cependant, lorsque le professeur d'exploitation minière d'Otago James Park douta du fait qu'Elmore put couper derrière la surface sans endommager les dessins, Benham, plutôt que de faire cesser cela, écrivit : « je devrais lui faire comprendre que lorsqu'on n'a pas de résultat, on n'a pas de paie. »

Les Musées de Dominion et d'Auckland rejoignirent le plan d'Otago. Celui de Canterbury, cependant, tint bon et, le 21 octobre 1916, son président présenta la résolution suivante au ministère :

« Le fait qu'il soit écrit que le ministre des affaires étrangères doit lui demander d'assurer la sécurité de toutes les peintures rupestres aborigènes et de refuser à quiconque la permission d'interférer avec elles en aucune façon... (le canevas de Speight sur les membres du conseil) A une exception près, les réponses disaient qu'elles ne devaient pas être dérangées, d'autant plus qu'elles perdraient une grande partie de leur valeur historique si elles étaient enlevées de leur milieu... Si possible, il serait sage à mon avis de la part du gouvernement de mettre en sécurité autant de terres que possible pour prévenir l'enlèvement ou la destruction, et de faire en sorte que des mesures puissent être prises pour les protéger contre les altérations dues aux intempéries. »

Alors que Russel pouvait arrêter l'export en se référant à l'Acte des Antiquités, il était sans pouvoir pour arrêter le prélèvement, fait qui, comme il le reconnut le 7 novembre, était déjà survenu dans les cas où Otago avait garanti la permission du propriétaire foncier. Son conseiller départemental se rendit compte du dilemme du ministre qui était d'être pris entre deux universités. A partir de là, le Native Department l'informa qu' « il n'y avait aucune objection du point de vue Maori pour enlever les rochers en question », et Otago avait fait le contrat. Le sous-secrétaire J. Hislop recommanda d'avertir Otago que, puisque des objections avaient été soulevées, rien de plus ne devrait être enlevé sans le consulter et qu'il l'avertirait des meilleures façons de protéger le reste, pendant que Canterbury « pourrait alors être informé de ce qui avait été fait et de ce que vous (ministres) faisiez, et en même temps les informer que vous feriez de votre mieux pour éviter l'enlèvement d'autres peintures jusqu'à ce que la question ait été entièrement considérée. »

Benham conseilla le prélèvement, entre autres, des peintures du site par Alexandre Smith à Dunroon. Il proposa de discuter le sujet de la protection avec les gouverneurs de l'Institut de Nouvelle-Zélande lors de son AGM au début de l'année 1917, mais suggéra comme option qu'on installât des barrières pour les abris au bord des routes. Pendant ce temps, Canterbury était en effervescence. « Je regrette beaucoup qu'Otago soit si avide d'obtenir certaines de ces peintures à tel point que, après avoir appris notre refus de travailler avec eux, ils ont découpé certains spécimens à Dunroon (Otago) et Hazelburn (South Canterbury) », dit le président du Collège de Canterbury dans son accusé de réception du 6 décembre.

Speight enquêta sur les sites de South Canterbury au début de l'année 1917, faisant un compte-rendu de la réponse positive des propriétaires fonciers et recommandant le traitement in situ. En juillet 1917, le Conseil du Collège de Canterbury, qui semble avoir fait pression sur W.H. Skinner, le préfet du

police des terres de la Couronne, à Christchurch, intensifia la pression, demandant à Russel quelles mesures il avait entrepris pour assurer la protection de l'art rupestre. Ce mois-ci, Thomson fit un rapport sur l'inspection de la plupart des sites d'Otago et de Canterbury. Il rapporta que la protection pourrait être obtenue seulement avec l'achat en tant que Réserve Historique sous l'Acte de Protection du Paysage, bien que le Conseil de Protection du Paysage ait pratiquement suspendu ses opérations à cause de la guerre. Une protection immédiate pourrait être fournie en utilisant une barrière en fil de fer, dont la clé du portail pourrait être laissée à « la garde de quelque personne locale responsable, pour que les étudiants sérieux y aient accès ». « Ainsi, dans l'abri de la route Duntroon-Kurow, la barrière nécessiterait de faire 1,5 chaîne de long, 6 pieds aux extrémités inférieures et 12 pieds de haut ». Il suggéra aussi d'enlever les graffiti. Le 5 septembre, l'Institut Philosophique de Canterbury fournit une protection d'urgence contre les chasseurs de curiosités. Sentant que la législation serait trop exigeante étant données la complexité de la parution et les exigences du temps de guerre, Russel transféra l'affaire à Skinner, l'instruisant à cette occasion du point de vue des propriétaires fonciers privés et du sujet de la recherche des accords pour les barrières. En mars, Russel alloua £30 d'argent départemental pour poser des clôtures à Hazelburn, Raincliff, Waitohi Downs et Weka Pass.

En février 1918 Speight, pas satisfait de cela, pressa l'amendement de l'Acte de Préservation du Paysage de mettre sous sa protection les sites, qu'ils soient sur terrain public ou privé. Russel promit sa considération, mais ne put agir, étant donné le moratoire du gouvernement sur la législation non essentielle pour la durée de la guerre.

La question se reposa alors. Le besoin de protection de Takiroa refit surface au début de 1929 quand le ministre des travaux publics, E.A. Ransom, tourna son attention « vers quelques peintures *Mori* » pendant une inspection du district. Lorsque le commissionnaire pour les terres de la Couronne chercha des conseils pour savoir si Takiroa était un site assez important pour justifier l'achat par la Couronne, W.R.B. Oliver, le directeur du Musée Dominion, après avoir consulté Best, recommanda une autre enquête, « avec pour objet de déterminer lesquels il serait utile de préserver dans leur état et leur emplacement actuel et lesquels il n'est pas valable de préserver in situ mais devraient être prélevés pour être exposés au Dominion ou dans d'autres musées ». Le fait qu'Oliver et Best pouvaient même considérer le prélèvement est surprenant, bien que Best mit finalement une croix sur ces revendications.

Oliver exécuta son inspection en octobre 1929 en train et à vélo :

Au pied de la falaise se trouve un abri-sous-roche d'environ 40 yards (env.36m) de long et le fond du mur était à l'origine couvert de peintures rupestres. Plusieurs de celles-ci sur l'extrémité Est furent prélevées par Mr Elmore et placées dans les musées de Dunedin et de Wanganui, celles du centre sont intactes, alors que celles de l'extrémité Ouest ont été complètement effacées par le bétail. La barrière de la route à l'extrémité Est se trouve au sommet de la falaise, mais à l'Ouest elle est placée au fond à 20 ou 30 yards en face de la cavité. Une barrière vient dans la grotte depuis la route. L'extrémité Ouest de la caverne est pourtant barrée et le bétail qui est venu là a détruit les peintures. L'extrémité Est de la cavité est ouverte sur la route principale (les peintures ne sont cependant pas visibles depuis la route), d'où elle n'est visitée que par des moutons et des chiens égarés...

Il recommanda d'installer une barrière à Duntroon au moins à 15 yards de la partie centrale. En février 1930, le Ministre des Affaires Intérieures approuva la dépense de £10 pour ériger une barrière à 7 fils, qui fut achevée en octobre de la même année.

L'inspection majeure suivante eut lieu en 1939 quand J.T.Salmon examina les sites, photographiant 12 lieux. Il critiqua l'inefficacité des barrières et le fait que la plupart des abris empestaient à cause du fumier du bétail qui s'abritait encore ici.

Après la Seconde Guerre Mondiale, l'intérêt pour la protection et l'interprétation des sites s'accrut, certains étant menacés par les projets de constructions hydroélectriques. Du milieu des années 1950 au début des années 1960, le nouvellement fondé National Historic Places Trust (aujourd'hui le New Zealand Historic places Trust/Pouhere Taonga) soutint des inspections de plusieurs sites et ses comités de district cherchèrent des sites, souvent en collaboration avec les sociétés locales d'histoire

et de sciences. En 1964-66, le Trust barra Takiroa, remplaça l'échelier inadéquat, érigea un panneau d'information et se fit fournir un parking de l'autre côté de la route. Cette barrière fut réparée à nouveau en 1976 et 1978. En 1980, le Gouvernement classa la majeure partie du site comme Réserve Historique et désigna le Trust pour la contrôler et assurer sa gestion au nom de la Couronne.

2.5 Description de l'ensemble structural

2.5.1 Description de la roche

Takiroa est un très grand site, avec des panneaux ornés de 60 ou 70 mètres de calcaire blanc fossilifère de Waitatki. Alors que le substrat de l'art est en général plat, il contient aussi de nombreuses surfaces verticales ondulées par endroits. Vers l'extrémité Ouest du site, certains des panneaux sont situés à l'intérieur d'un surplomb peu profond, alors que la plupart du reste des motifs sont ouvertement exposés.

Dans les endroits où la roche a actuellement formé une surface endurcie, c'est stable. Les œuvres sont placées sur cette surface. Il y a, cependant, de larges endroits où la surface endurcie a été cassée et la roche en dessous vieillit activement. Par endroits, cette altération s'étend en coupant par-dessous la surface endurcie et devient un danger pour la stabilité de certains motifs. Le suivi régulier de ces endroits est nécessaire pour établir la gravité du problème et pour déterminer quand il serait approprié de réagir à cela.

2.5.2 Description de l'art et des motifs

Les panneaux ornés sont principalement situés sur les parties basses de la falaise, avec 2 exceptions plus haut sur la face de la falaise. Un inventaire complet du nombre actuel de motifs, de leur emplacement et de leur apparence est nécessaire pour définir clairement les frontières du site et l'étendue requise pour protéger le site. La réalisation et l'emplacement des barrières protectrices doivent être revus en parallèle à cet inventaire avant leur installation, pour s'assurer que tous les motifs sont pris en compte et recevront une protection.

Quelques-uns des motifs sur le site ne sont pas visibles facilement et ne seraient pas appropriés pour l'interprétation publique. Si le fait de visiter s'avérait désirable, deux grandes zones de motifs distinctes et spécifiques sont envisagées comme appropriées pour la présentation.

Les dessins sont de l'art pigmenté, noir ou rouge ou une combinaison de ces 2 pigments. Il y a aussi des zones de superposition et quelques fins pétroglyphes, de l'art gravé. Les motifs sont variés en taille et en style, représentant une large gamme de sujets allant des formes abstraites aux oiseaux, humains à cheval et bateaux navigant. La description suivante de l'art de Takiroa a été incluse dans une étude photographique pour le Historic Places Trust par B.J. Allingham :

« Takiroa...(présente) une large gamme de techniques d'application des dessins ; remplis de rouge (peints à base d'oxyde de fer) ; remplis de noir (charbon) ; linéaire rouge ; linéaire noir ; rouge et noir (combinaison des pigments ci-dessus) ; incisions (peut-être avec des pigments noirs et rouges ajoutés) ; abrasions (associées à des pigments rouges et noirs).

Une telle variété de techniques sur un même site est inhabituelle, même pour un site de cette taille, mais pas surprenante étant donnée la proximité de South Canterbury où une large diversité d'art rupestre Maori est évidente.

La longue durée d'occupation périodique de Takiroa devrait jouer en faveur de la diversité des techniques picturales autant que l'emplacement géographique, bien que la superposition de motifs soit rare, et il ne devrait pas y avoir un grand laps de temps entre les applications. Le pigment rouge prédominant dans la figure la plus grande ... et une œuvre similaire proche ... est superposé avec un motif linéaire noir, suivant pour beaucoup le dessin rouge complexe. Une

autre figure adjacente ... a des traits noirs linéaires appliqués par-dessus avec une importante couche de rouge, le rouge semblant aussi interagir avec le dessin noir qu'il recouvre.

Dans des autres zones de ce site où le pigment est superposé, le rouge recouvre parfois le noir, et vice-versa. Certains de ces exemples pourraient être des œuvres bichromes d'une seule période, d'autres pourraient avoir vu s'écouler une période assez longue entre l'application des différents pigments.

Le pigment noir et rouge se trouve avec des motifs incisés en un exemple, et le pigment semble être ultérieur aux incisions pour un temps raisonnablement long, mais ailleurs dans le North Otago il semble que les deux techniques fassent partie d'une même composition, comme cela pourrait être le cas à Takiroa.

L'utilisation de plusieurs couleurs dans une seule composition est rare dans l'art rupestre Maori, et n'est une évidence que dans un exemple manifeste à Takiroa. La couleur supplémentaire est un blanc-jaune obtenu par l'abrasion de la surface (probablement avec un morceau de calcaire). Cet effet était combiné avec des contours rouges et un remplissage noir...

Pendant qu'une grande variété de sujets et de styles sont exprimés dans l'art rupestre à Takiroa, des similitudes peuvent être remarquées avec le style plus large de l'art rupestre Maori de l'île du Sud. Les formes naturalistes incluent des humains, des oiseaux, des poissons et des lézards, tout ce qui caractérise les sujets d'art rupestre ailleurs.

Les figures d'art rupestre les plus distinctives de Takiroa sont peut-être les peintures rouges bien définies de formes naturalistes ou abstraites dans la partie centrale du site. Des œuvres rouges similaires sont présentes à une plus petite échelle en nombre ailleurs dans l'île du Sud, mais ce style semble être très bien représenté à Takiroa, certaines figures étant carrément uniques à ce site. Les formes abstraites symbolisent certains des aspects les plus méconnus de la culture maorie avant l'influence du christianisme. Nous devrions en même temps reconnaître certains des sujets les plus naturalistes, sans savoir ce qu'ils signifiaient ni pourquoi ces images étaient appliquées sur les murs de l'abri.

De manière générale, les styles de l'art rupestre de Takiroa, spécialement les œuvres linéaires rouges et noires, sont similaires à ceux des autres sites de l'île du Sud. Beaucoup de différences se rapportent probablement plus fidèlement à la question du sujet qu'au mode d'expression. Pourtant, le nombre de figures distinctives remplies de rouges à Takiroa semble assez unique à ce lieu.

L'œuvre polychrome citée plus haut ... est d'un style plus commun dans le South Canterbury, et on suppose qu'il est ultérieur au reste. A Takiroa cette œuvre polychrome semble être en relation avec une série de peintures rouges adjacentes dont on pense qu'elles portent l'influence des Ngati Mamoe. Une figure rouge abstraite incluant des structures triangulaires stylistiquement similaires fut enregistrée dans un abri en greywacke à Shepherd's Creek (dessin 13 sur le site H39/18) dans l'Upper Waitaki (Ambrose, 1970 :426). D'autres figures rouges sur ce site, proches de celles de Takiroa environ 60 Km plus bas, indiquent probablement une connexion.

La grande figure horizontale « déroulée » sur la partie inférieure de l'abri principal, l'œuvre la plus remarquable de Takiroa, est tout à fait unique, bien qu'elle ait aussi des similitudes avec des motifs allongés présents sur d'autres sites d'art rupestre d'Otago et de Canterbury. Beaucoup de ces figures allongées caractéristiques semblent inclure des formes anthropomorphiques dans leur composition.

Une des figures les plus intéressantes à Takiroa consiste en des spirales et des cercles concentriques incisés combinés avec des lignes droites Comme cela a été prouvé avec des figures incisées dans d'autres sites de North Otago, le vrai art curviligne, incluant des cercles concentriques et des spirales, était combiné avec un travail de dessin utilisant des lignes droites et des angles aigus d'une période reculée. L'art incisé est assez largement répandu, bien que

son application et sa survie dépendent dans une certaine mesure des conditions géologiques. Si l'on reconnaît ces facteurs, il est évident que la technique incisée (incluant parfois du pigment noir comme contraste) est fortement représentée dans le secteur voisin de la rivière Maerewhenua, et n'est donc pas inattendu à Takiroa. Les œuvres incisées diffèrent des figures colorées grattées ou incisées plus tardives sur les affleurements greywacke dans l'Upper Waitaki (Ambrose, 1970 :420, 424 ; sites H39/7, 18). »

Une sélection des illustrations d'Allingham est attachée dans l'annexe C. (*Remarque : je ne joins pas ces annexes car elles sont de trop mauvaise qualité*)

Dans son livre de 1989, *Maori Rock Art : an Ink that Will Stand Forever*, Paul Thompson commenta :

« Des analyses récentes dans le domaine de l'art rupestre préhistorique proposent une définition de l'écriture plus large que celle d'un système phonétique ou pictographique relativement facile à déchiffrer. La plupart des marques ont une signification, et il est possible que les dessins soient en fait une partie d'un système d'aide-mémoire. Ils auraient également différents niveaux de signification – symbolique aussi bien que décorative. Plutôt que d'être de purs récits mémoriaux, ou même une forme de magie destinée à favoriser la chasse, leur utilisation pourrait avoir été dans le but d'expliquer des concepts plus abstraits : les relations entre les humains et les mythes, la réponse de l'individu (en même temps instinctive et approuvée par la tribu), envers la nature, ou même un témoin plus encyclopédique d'une situation typique.

2.5.3 Art et motifs enlevés du site

Un certain nombre de motifs ont été enlevés du site et font maintenant partie des collections des musées. Peu de travail a été entrepris pour identifier clairement quels motifs étaient originaires de Takiroa. 7 blocs de calcaire provenant de North Otago sont identifiés dans les musées, avec au moins 2 d'entre eux provenant de Takiroa. Une étude des motifs est nécessaire pour aider à comprendre entièrement l'étendue totale de la collection d'art rupestre de Takiroa.

Le prélèvement de blocs de roche contenant des motifs d'art a résulté, au fil des années, en des dommages autour des trous originels et en une perte supplémentaire de motifs. La réintégration des motifs sur le site est une possibilité qui pourrait être envisagée au cours du programme de conservation.

2.6 Archéologie

Actuellement nous savons très peu de choses au sujet du site : qui a utilisé l'abri, quand et pourquoi a-t-on créé cet art ? Des indices significatifs doivent être présents dans le sol au sujet de ce que les hommes faisaient dans les temps préhistoriques, ainsi qu'un éclairage sur la vieillesse et la paternité des œuvres. Une fouille archéologique serait désirable pour mieux comprendre la signification du sol archéologique et son rapport avec l'art.

Allingham déclare que :

« L'art rupestre à Takiroa a probablement été appliqué sur une période s'étendant sur plusieurs siècles. Bien qu'une partie de l'art rupestre se soit érodée naturellement avant les visites de Mantell au milieu du 19^{ème} siècle, une quantité considérable d'œuvres persistaient avant que le site ne souffre des ravages de la science. La diversité des styles et des techniques, combinée avec la large étendue de l'art sur la grandeur de l'affleurement, suggère que l'application a eu lieu au cours d'une longue période.

Cette conclusion peut être soutenue par les témoignages archéologiques présents dans le sol de l'abri. Le site était d'abord occupé par des hommes qui chassaient le moa, et c'est probablement à ce moment-là que les premiers dessins furent appliqués sur les parois de l'abri. Des os de moa, en majorité des portions de membres cassés, mais aussi une serre complète

(probablement d'un *Euryapteryx*), furent découverts par l'auteur à la surface d'un dépôt de four érodé sur le chemin d'accès (voir plan) au cours de ce projet. Le même dépôt contenait un grand nombre d'os de cailles néo-zélandaises aujourd'hui éteintes (*Coturnix novaezelandiae*, spécialement des coracoid, humerus, tibia, tarso-métatarse), et une partie de pelvis de chien. Hamilton inventoria de nombreux os de cailles néo-zélandaises lors de la fouille de 1896, et ce témoignage combiné indique probablement que la chasse aux oiseaux terrestres était une stratégie économique pour certains des occupants, probablement comme base saisonnière.

Les outils en pierre récoltés pendant le travail de terrain de 1992-1993 incluent des couteaux et des haches discoïdales en greywacke, et des couteaux et grattoirs d'orthoquartzite « silcrete » et de porcellanite brun clair. Deux parties de collier en coquilles de *Dentalium* fossile furent aussi découvertes parmi d'autres pièces de matériel culturel sur et autour du chemin d'accès. Chacune des deux pièces tubulaires est cassée, l'une a une extrémité polie pour la rendre plate, l'autre a été percée à son extrémité étroite pour la suspendre verticalement. Ce matériel, en plus de la présence probable de sépulture humaine et d'artefacts provenant du site de la terrasse de la rivière (I40/57) en face de l'affleurement, est représentatif de la diversité de l'activité culturelle menée autour de l'art rupestre. »

Le potentiel archéologique de Takiroa est grand. Cela couvre une surface étendue du site allant de l'affleurement rocheux et traversant le site jusqu'à l'autre côté de la route d'état 83 sur la propriété de la ferme en face. La piste qui monte sur la falaise depuis le bord de la route contient de nombreux artefacts, incluant de l'os, des coquillages, de la pierre et des cendres. Voir l'annexe D, le formulaire d'inventaire du site de l'association archéologique de Nouvelle-Zélande, et l'annexe E, le plan montrant les zones de dépôt archéologique probable.

2.7 Histoire des caractéristiques physiques du site, y compris l'exploitation agricole et les modifications

Comme expliqué ci-dessus (3.1), les Maoris utilisèrent probablement le site comme abri. Cette utilisation comme abri existait encore à la période du contact avec les Européens, probablement par les premiers colons Européens, mais certainement par leurs troupeaux, dont les dommages aux parois et aux dessins associés ont été une des raisons de la prise de conscience depuis au moins le début du 20^e siècle. On pense que le nombre de visiteurs sur le site a augmenté.

Depuis l'occupation européenne, ce lieu a été utilisé pour les activités pastorales, avec une surface d'herbe importée dominant les zones proches du site et l'implantation d'arbustes exotiques plus grands comme le buis épineux africain. Durant son inspection du site en octobre 1929, le directeur du Musée Dominion, W.R.B. Oliver, rapporta avoir enlevé l'herbe et les arbustes envahissants. Une inspection par Michael Trotter en 1977 révéla que la plupart des buis épineux qui poussaient là avant avaient été traités et/ou abattus. À côté de cela se trouve un chêne historique, planté pour commémorer les soldats locaux tués durant la Première Guerre Mondiale.

La modification majeure survenue sur le site est l'introduction de bétail. Au 20^e siècle, des vandales ont causé certains dommages, moins cependant que ceux causés par quelques érudits (voir plus haut). Si l'on se réfère au *Oamaru Mail* du 17 novembre 1916 lorsque l'assistant d'Elmore, P. Marshall, enleva quelques images de la roche, certaines furent détruites et les fragments abandonnés au pied du rocher.

Une clôture fut installée en 1930 après de très longs débats. 9 ans plus tard, J.T. Salmond rapporta qu'elle était inadéquate, mais peu de choses semblent avoir été faites jusqu'aux années 1964-66 lorsque le New Zealand Historic Places Trust renouvela la clôture et érigea un panneau d'explications. Pour en finir avec les problèmes liés au bétail et aux visiteurs sur le site, une barrière a été placée à travers une petite portion de la façade de la falaise. C'est une structure en bois supportant un grillage surmonté d'un fil barbelé.

2.8 Histoire de l'occupation

Les affleurements de calcaire de North Otago frappent la vue, et aucun autant que ceux de Takiroa, qui s'élèvent de façon spectaculaire le long de la route moderne à une hauteur de plus de 30 mètres. À ce sujet, Thompson commenta:

« Il ne serait peut-être pas faux de dire que les dessins se trouvent sur des zones qui ne se limitent pas à fournir un abri et une surface adéquate, mais aussi une ambiance ou une atmosphère qui sort de l'ordinaire... La taille imposante déjà raisonnable des formations rocheuses dans la région de la grotte est impressionnante, mais pas écrasante. Comme le paysage a laissé sa marque sur les gens -les Waitaha et ceux qui leur ont succédé- ils ont fait de même en laissant leur marque sur le paysage. »

Depuis le début de l'occupation humaine de *Te Wai Pounamu* il y a à peu près 600 à 1000 ans, la vallée de Waitaki était une importante voie de communication. Otakiroa (maintenant appelé Takiroa) occupait une importante position stratégique pour les gens qui se déplaçaient vers et depuis la côte, soit pour les migrations saisonnières, ou parfois c'est possible pour des raisons moins pacifiques. L'imposant affleurement de calcaire fournissait un bon abri, – il peut en effet faire très froid dans les parties intérieures des terres de North Otago. Sa bonne ligne de vue en direction des montagnes a pu fournir à ses occupants la possibilité de voir venir les changements météorologiques et l'approche d'autres personnes.

2.9 Récapitulatif chronologique des événements

Vers le 16 ^{ème} siècle	Arrivée des Ngati Mamoe	Anderson
Vers le 17 ^{ème} siècle	Arrivée des Ngai Tahu	Anderson
12 juin 1848	La Couronne acquiert la majeure partie de North Otago	Mc Donald
Décembre 1852	Walter Mantell est le 1 ^{er} Européen à inventorier les sites de la vallée de Waitaki	Trotter & McCulloch
Décembre 1856	Kurow Run (Run 23) est la propriété de John McLean	Pinney
1866	Kurow est transféré à la New Zealand and Australian Land Company	Pinney
1881	Kurow Run est divisée en parcelles de pâture plus petites	Pinney
1897	Augustus Hamilton fait une étude photographique de Takiroa	Trotter & McCulloch
1916	J.L.Elmore inspecte Takiroa et d'autres abris et prélève des images	HP 29010-010
1930	Une clôture à 7 fils est installée avec les fonds des Affaires Intérieures	HP 29010-001
1964-66	Le NZHPT clôture et mettent des panneaux, fournit un parking de l'autre côté de la route et améliore l'échalier qui donne accès à la falaise. Inauguré le 18/8/66 par Basil Howard, le président du comité régional	<i>Oamaru Mail</i> 18/8/94, classé en HP 29010-010
1970	E.R. Rutherford reprend la ferme à O. Tinkler	Tupara, communication personnelle
1976 et 1978	Travail sur la clôture par les MWD	HP 29010-010
28 juillet 1980	Le site est classé comme Réserve Historique	<i>NZ Gazette</i> notice, classé en HP 29010-010
18 novembre 1980	Les NHPT sont désignés pour contrôler et gérer la Réserve au nom de la Couronne	<i>NZ Gazette</i> notice, classé en HP 29010-010
24 février 1981	Classé comme réserve sous l'Acte des Réserves de 1977	<i>NZ Gazette</i> notice, classé en HP 29010-010

3 IMPORTANCE DE L'HERITAGE HISTORIQUE ET CULTUREL

En se basant sur l'information orale et sur les recherches limitées entreprises pour la datation par le New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga, Takiroa a à la fois une importance historique et culturelle. C'est un exemple comme lieu d'héritage de l'origine des Maoris, devenu une Réserve Historique pour l'interprétation du public.

Les sites d'art rupestre ont une signification spéciale pour le peuple Maori, qui en sont les *kaitiaki* (gardiens). Le New Zealand Historic Places Trust/Pouhere Taonga joue un rôle de partenaire avec les *iwi* pour la conservation des sites, qui sont des témoins du passé historique et préhistorique de la Nouvelle-Zélande.

Un grand nombre de groupes ont exprimé leur intérêt pour Takiroa. Tous ces groupes ont un rôle important à jouer en aidant à la meilleure préservation du site, et certains sont actifs sur le site depuis assez longtemps.

La tribu des Ngai Tahu Whanui est un des principaux groupes intéressés. Te Runanganui a Tahu et Te Runanga o Moeraki sont invités à fournir une déclaration de la signification culturelle de Takiroa.

Rapport-Gratuit.com

2^{ème} Partie : Développement des principes de conservation

4 INFLUENCES EXTERNES

4.1 Acte des Historic Places de 1993

La section 58 de l'Acte établit que lorsque le Trust considère qu'il est approprié d'adopter un plan de conservation pour n'importe quel lieu historique détenu ou contrôlé par le Trust, le plan doit être préparé sous la forme d'un projet dont la disponibilité pour inspection doit être notifiée publiquement. Les commentaires écrits sur le projet du plan de conservation de Takiroa devraient être reçus avant le 9 décembre 1994. Le Trust doit prendre en compte tous les commentaires et revoir le projet, afin de rendre disponible la première édition du plan de conservation depuis le 10 janvier 1995.

Comme Takiroa est un site archéologique, les sections 10-21 de l'Acte des Historic Places de 1993 sont applicables. N'importe quelle personne qui voudrait détruire, causer des dommages ou modifier l'intégralité ou une partie du site doit s'adresser au Trust pour avoir l'autorisation de le faire. Le Trust pense que l'art autant que le dépôt archéologique fait partie du site archéologique dans le propos de l'Acte. Les sections 6 (conventions d'héritage) et 22-37 (immatriculation) de l'Acte des Historic Places sont dès lors applicables.

4.2 Exigences des Ngai Tahu Whanui

Lors de la réunion du 2 octobre 1994, les Ngai Tahu Whanui réaffirmèrent leur engagement pour la conservation et la protection du site. Ils ont exprimé leur volonté d'être impliqués dans le déroulement du plan de conservation, dans la conservation future et dans le management du travail sur le site, ainsi que dans les discussions sur les droits de propriété futurs.

4.3 Réserves du plan de l'autorité territoriale du district

La révision proposée pour le Plan de District identifie le site comme une Réserve Historique, avec le Trust comme autorité de contrôle et de maintenance.

4.3.1 La Réserve Historique

Quelque 20% des œuvres du site sont situées en dehors des limites actuelles de la réserve. La nouvelle stratégie de management proposée espère maintenant concerner tous les motifs du site, ce qui signifie que l'aire protégée devrait être augmentée. Il y a aussi des dispositions pour des extensions afin de rendre l'accès au site plus aisé. Des discussions ont été menées avec le fermier pour parler de l'extension proposée. On prévoit que cette extension ne causerait que très peu de dérangement au fonctionnement général du domaine.

4.4 Exigences du propriétaire et de l'occupant

Le site est propriété de la Couronne, et l'autorité du contrôle et de la gestion est confiée aux mains du New Zealand Historic Places Trust. Les exigences de la Couronne sont décrites dans l'Acte des Réserves de 1977 et dans ses amendements subséquents. Les exigences du New Zealand Historic Places Trust sont d'assurer la protection, la préservation et la conservation du site.

Le fermier, en tant que propriétaire du terrain adjacent environnant, a aussi des exigences (voir plus bas, 5.5.4)

4.5 Conditions existantes de l'endroit

4.5.1 Fragilité de l'art rupestre

L'art à Takiroa est placé au-dessus du niveau du sol et est complètement exposé à tous les agents climatiques les plus graves. Il est de ce fait très fragile et toutes les planifications de stratégies de conservation doivent être soigneusement détaillées et concises. Une seule chance est permise pour adopter la bonne stratégie, car le site est trop fragile pour faire face à des nouveaux changements. Il existe des cas où des stratégies de site inappropriées ont contribué à la destruction du site au lieu d'aider à le préserver.

4.5.2 Vandalisme

Un grand problème sur le site est la grande quantité de vandalisme. L'application de graffiti continue sur le site malgré l'installation de barrières, avec des exemples récents datés de 1991. La plupart des graffiti sont très visibles et pour les autres ce sont des griffures peu profondes dans la roche ou des gravures incisées profondément. La gravure profonde peut activer la formation de sels et l'expansion de la cavité, et ces deux facteurs augmentent le vieillissement et la perte du substrat des œuvres. Comme il y a des fossiles dans la roche, il y a aussi des déprédations faites par des chasseurs de fossiles. Il y a aussi des dommages évidents dus au prélèvement des motifs avec la roche.

4.5.3 Vent et poussière

Il y a des formations de concrétions de poussières déposées par le vent sur la roche et le phénomène est tel que, en certains endroits, il réduit la lisibilité des motifs. Cependant, il n'y a pas des signes qui disent que l'art ou le rocher soient abrasés par l'érosion éolienne malgré le fait que le site soit exposé aux plaines ouvertes de la rivière.

4.5.4 Activité agricole sur le site

L'utilisation adjacente du terrain du site peut parfois nuire à la stabilité de l'art autant qu'à l'intégrité culturelle du site. Alors qu'une activité agricole normale n'est pas complètement propice à la préservation de la roche, un juste milieu peut être atteint avec des moyens de contrôle et de la coopération. Parfois, en particulier pendant la saison d'hiver, le site peut contenir une grande quantité de bétail, se bousculant pour s'abriter contre et sous la face de la falaise. Cela est à l'origine de la présence d'une grande quantité de lanoline et de terre contre les panneaux ornés et il y a une déposition de lanoline plus importante sur les parties les plus basses de la falaise. Les dépôts de lanoline contribuent grandement au changement de couleur de la roche. Les amas massifs de déjections animales sont disgracieux pour le visiteur, et les amas proches de la roche semblent être associés à la formation de sels. Cela va mener à la déstabilisation du substrat et pourrait sur le long terme avoir un effet nuisible sur les œuvres.

La récente introduction de bovins sur le site cause encore plus de dangers pour la préservation de l'art et du sol archéologique. Il sera nécessaire de négocier avec le fermier pour contrôler le bétail.

Il serait désirable d'avoir l'opinion du fermier au sujet des propositions de ce rapport. Le management du site devrait avoir un effet sur l'activité agricole et le point de vue du fermier doit être pris en compte.

4.5.5 Barrière actuellement présente sur le site

La barrière n'a pas résisté aux pressions des visiteurs et du bétail qui s'appuie contre le grillage. Elle est maintenant lâche par endroits, avec de nombreux piquets cassés et des éléments desserrés. La partie supérieure en fil barbelé est également très affaiblie, tordue, et par endroits elle est carrément absente. Quelques travaux de réparation ont été entrepris, avec peu d'amélioration, pour permettre à la barrière de protéger l'art qu'elle entoure. Les trous apparents à travers le grillage ont été faits par les moutons qui se nourrissent des herbes situées à l'intérieur de la barrière et par des gens qui plient le fil de fer de force pour essayer, pense-t-on, d'introduire des appareils photo afin de prendre des photos des motifs depuis l'intérieur de la barrière. En plus, la barrière ne couvre pas tous les motifs, et ceux qui ne sont pas protégés ont subi une quantité importante de dommages.



La barrière est fixée, par endroits, dans la roche et les motifs. Cela cause une grande pression sur le substrat et les œuvres. Le fil barbelé contre les dessins va abraser les motifs à chaque fois que la barrière s'y appuie et qu'il y a des vibrations. Les installations fixes dans la roche peuvent exercer des tractions et risquent de détacher les motifs du substrat. La structure de la barrière doit être enlevée pour en installer une nouvelle, conçue différemment.

4.5.6 Signalisation actuellement présente sur le site

La signalisation présente sur le site, à part le fait qu'elle ait subi le vandalisme et se trouve maintenant à terre, est située à une certaine distance des panneaux ornés et ne sert pas beaucoup à mettre en valeur l'expérience des visiteurs. La mention dans le texte des motifs prélevés en bloc ne fait aucune condamnation de cette pratique et, en se référant à cela, donne une certaine crédibilité à ce type de dommage causé à l'art rupestre. Si on érige une nouvelle signalisation, celle-ci devrait dissiper l'idée d'enlever des œuvres du site et devrait contenir à la place une attitude de conservation et de préservation pour rendre les visiteurs conscients de l'importance culturelle de ce site.

4.5.7 Végétation

Il y a un grand nombre de buissons de buis épineux qui poussent contre la falaise et les œuvres. La nature de cette plante rend la possibilité de perte des tracés par abrasion très élevée. Des amas de plantes mortes et sèches se sont créés, causant un important risque d'incendie.

4.6 Contraintes pour la recherche et les modifications

Les besoins des *tangata whenua* (les gens de ce lieu, les Maoris) et du fermier voisin doivent être pris en compte dans toutes les propositions pour enquêter sur le site ou pour le modifier. Voir aussi le point 5.1 ci-dessus. Si on considère qu'il est approprié de développer des facilités telles qu'un parking, cela devra être entrepris en conjonction avec le propriétaire voisin et le Conseil de District.

4.7 Autres contraintes

Les exigences de l'Acte pour la Santé et la Sécurité Professionnelle peuvent avoir un effet sur le management du site.

5 LES PRINCIPES DE CONSERVATION

Le Règlement pour l'Art Rupestre du New Zealand Historic Places/Pouhere Taonga Trust est attaché en annexe F.

Toutes les méthodes de conservation proposées dans le projet de plan pour Takiroa sont compatibles avec les codes de pratique reconnus internationalement. Une adhésion particulière est accordée à la Charte pour la Conservation des Lieux à Valeur d'Héritage Culturel du Conseil International pour la Conservation des Monuments et Sites (ICOMOS)-Nouvelle-Zélande et à l'Acte des Historic Places de 1993.

La détermination de l'importance de l'héritage culturel, qui doit être fournie par les Ngai Tahu Whanui, devra permettre de confirmer les principes de conservation appropriés. Les principes et les recommandations pourraient changer au fil de la réception de nouvelles informations après la parution de ce projet de plan de conservation.

Comme principe général, la non-intervention doit être favorisée, avec des interventions ne pouvant être prises en considération qu'après une évaluation de conservation faite par un conservateur et ce uniquement si le site est en danger ou a subi une détérioration majeure.

La non-intervention nécessite des procédures de management du site qui tentent d'éviter d'intervenir sur la roche et d'éviter de bouleverser le sol archéologique. Ces procédures incluent :

- inventaire du site
- systèmes de barrières
- éducation du public
- protection légale
- considération pour l'utilisation du terrain
- programmes de monitoring

Les types de traitements de conservation envisageables incluent :

- nettoyage de la surface du site
- déviation de l'eau et de l'humidité de la roche
- nettoyage des graffiti
- consolidation de la roche friable
- recollage d'éclats et de fragments encore sur le site
- collecte d'échantillons pour analyses

Là où les travaux de conservation sont considérés comme appropriés, ils doivent être entrepris par un conservateur spécialisé ou par des groupes dirigés par un conservateur.

3^{ème} Partie : Applications des principes de conservation

6 RECOMMANDATIONS

Le management du site et les procédures de conservation sont conçus pour contribuer à une meilleure compréhension de la détérioration du site et fournissent une base sur laquelle les stratégies de conservation peuvent être calculées pour ralentir la détérioration et offrir une meilleure préservation du site. Le management du site prend en considération les implications les plus larges du site, et pas seulement les œuvres de façon isolée. Toute activité sur ou autour du site va jouer un rôle direct ou indirect sur la façon dont le site se préserve. Il y a de nombreux groupes intéressés et parties concernées, et chacun a besoin d'avoir son mot à dire dans le processus de management. Une approche multi organisationnelle de la gestion va en résulter, la consultation et la collaboration en étant les clés.

Les recommandations suivantes sont faites après des inspections et inventaires du site et après des discussions avec les représentants du groupe consultatif. Comme résultat, il est suggéré que le site fasse l'objet d'une gestion plus appropriée ; que la conservation du site est nécessaire ; et que c'est un site qui peut être interprété et visité. Les recommandations devraient être modifiées suite aux réactions au projet de plan de conservation et suite à une étude plus poussée du site.

Les détails qui amplifient les recommandations sont dans l'annexe H.

6.1 Enregistrement et suivi régulier

6.1.1 Recommandation 1 – Enregistrement du site

Il faut compléter toute la documentation du site, enregistrer tous les motifs et leur emplacement. Il faut faire des relevés à partir de photographies à l'échelle, sur le site, avec l'art rupestre dans son état actuel comme référence. Un inventaire des témoins historiques découverts pendant le travail doit être tenu. Bien qu'il soit culturellement inapproprié de faire ainsi, cet inventaire doit être accessible au public. Une documentation complète du site, l'enregistrement de tous les motifs et leur emplacement sur le site doivent être complétés.

6.1.2 Recommandation 2 – Suivi régulier

Un programme de suivi régulier doit être établi pour évaluer les caractéristiques de la roche et ses changements, y compris une évaluation des effets de la faune et de la flore.

6.2 Actions de conservation

6.2.1 Recommandation 3 – Enlèvement de la barrière

La barrière actuelle, qui a un effet détériorant sur l'art rupestre, doit être enlevée.

6.2.2 Recommandation 4 – Végétation

Le buis épineux doit être enlevé complètement. La végétation à l'intérieur de la barrière doit être maintenue basse et loin des motifs. Les amas de végétation morte et sèche doivent être nettoyés, et un programme général pour la maintenance du site pour le contrôle de la végétation doit être créé.

6.2.3 Recommandation 5 – Nettoyage des motifs

Dans les endroits où la poussière et la terre réduisent la lisibilité des motifs, celles-ci doivent être enlevées. Toute réapparition de ces dépôts doit être surveillée.

6.2.4 Recommandation 6 – Enlèvement des graffiti

Les graffiti doivent être enlevés avec des moyens de conservation appropriés.

6.3 Recherche

6.3.1 Recommandation 7 – Recherche archéologique

Si une entente est trouvée entre les parties, une campagne archéologique serait appropriée pour obtenir plus d'informations sur le site.

6.3.2 Recommandation 8 – Histoire

Une recherche historique plus poussée doit être entreprise.

6.3.3 Recommandation 9 – Collecte d'échantillons pour analyses

Pour augmenter les connaissances sur les matériaux dont est formé le site, des analyses de minéraux devraient être effectuées.

6.3.4 Recommandation 10 – Œuvres enlevées du site

Des recherches doivent être entreprises au sujet des motifs qui ont été enlevés du site. La réintégration des motifs sur le site est une possibilité qui pourrait être envisagée.

6.4 Interprétation et accès au public

6.4.1 Recommandation 11 – Barrières

Deux structures protectrices doivent être installées (voir plan annexe J).

6.4.2 Recommandation 12 – Trottoirs

Des voies de déambulation appropriées doivent être créées et installées

6.4.3 Recommandation 13 – Installation des barrières et du trottoir

La supervision in situ d'un conservateur est nécessaire pour au moins la période d'installation, pour s'assurer qu'il n'arrive aucun dommage à l'art ou à la roche et que les équipements de management du site soient installés comme prévu. La présence d'un archéologue est également nécessaire pour évaluer l'impact des installations sur le sol archéologique.

6.4.4 Recommandation 14 – Accès au site

Si le fermier donne son accord, il serait recommandé d'installer une porte qui se referme automatiquement à l'entrée de l'enceinte du site, pour empêcher le bétail de passer.

6.4.5 Recommandation 15 – Interprétation temporaire du site

Un panneau d'explications provisoire devrait être dressé aussitôt que possible, pour expliquer les raisons des perturbations sur le site. Cette signalisation devrait être concise et comprendre :

L'importance historique du site, brièvement
La nécessité d'avoir un comportement approprié
La stratégie de management du site, brièvement
La proposition d'une date d'achèvement
Tangata whenua (les maoris de la région)
La reconnaissance de l'activité agricole
L'autorité du site

6.4.6 Recommandation 16 – Interprétation du site

Il faut ériger des panneaux explicatifs pour fournir de l'information et aider le visiteur dans son itinéraire. Toutes les explications doivent être rédigées en Anglais et en Maori, et un apport le *iwi* local devrait être envisagé avec tous les libellés et les présentations.

L'interprétation devrait inclure :

L'évaluation archéologique
La production artistique
La relation avec les autres sites de la région
La description des motifs (des photographies et des dessins pourraient aider à une compréhension plus aisée)
Iwi et *manawhenua*
L'autorité administrative (Un logo serait nécessaire pour cela)
Le statut légal du site
Un message de conservation
L'histoire de la conservation
Les autres particularités comme le chêne commémoratif de la guerre et le paysage

6.4.7 Recommandation 17 – Signes de la New Zealand Automobile Association

Le signe AA actuel doit être remplacé par 2 signes placés au moins à 50 mètres de chaque côté du site.

6.5 Contrôle et management dans le futur

6.5.1 Recommandation 18 – Contrôle et gestion dans le futur

Il faut donner de l'attention à la question de la gestion et du contrôle du site.

7 MISE EN ŒUVRE DE LA CONSERVATION

7.1 Les rôles des groupes ayant un intérêt pour le site

La complexité du travail de conservation qui est nécessaire à Takiroa demande le support de nombreuses disciplines et connaissances. Un grand nombre de groupes d'intérêt ont été identifiés, couvrant beaucoup des domaines de conservation prescrits pour Takiroa. Avec leur aide, toutes les tâches devraient pouvoir être accomplies.

7.1.1 Les Ngai Tahu Whanui

Des discussions ont eu lieu avec les représentants des Ngai Tahu Whanui. Ils sont engagés pour la conservation et la protection de Takiroa et ils ont exprimé leur volonté d'être impliqués dans les discussions futures sur tous les aspects de l'entretien du site.

7.1.2 Propriétaire foncier adjacent

Il y a un intérêt très positif de la part du propriétaire voisin pour une meilleure préservation du site, cela étant dû à une relation cordiale avec le Branch Committee. On espère que cela pourra être maintenu et étendu dans le futur.

7.1.3 North Otago Branch Committee

En conjonction avec le Head Office (siège social) du Historic Places Trust, son Branch Comité pour North Otago a érigé un panneau pour marquer le site et donner un bref commentaire. Des brochures d'information publique et des dépliants ont été produites pour le site par le Comité.

La maintenance et le management du site ont été laissés de façon informelle au Branch pour qu'il s'en occupe. Cela incluait le fait de donner de l'attention à la réparation de la clôture et de contrôler la végétation. Plus récemment, il a joint ses forces à celles du Department of Conservation pour la maintenance du site.

7.1.4 Department of Conservation

Le Department a récemment montré un grand intérêt pour le site. Il a offert d'entreprendre la maintenance journalière du site et d'en assumer une partie des frais.

7.1.5 Waitaki District Council (conseil du district de Waitaki)

En 1964, un des prédécesseurs du conseil, le Waitaki County Council, érigea la clôture actuelle sur le site pour servir de barrière physique pour le protéger des troupeaux et des visiteurs. Les représentants successifs ont offert des conseils et leur support pour la gestion du site au fil des années, en majorité en consultation avec le Branch committee du Trust. Nous espérons que ce support et cet intérêt perdureront.

7.1.6 Transit New Zealand

Si on considère que l'accès aux visiteurs est désirable, l'aire de repos de la route aurait besoin d'être élargie pour fournir un parking pour le site. Cela impliquerait Transit New Zealand ainsi que le conseil local.

7.1.7 New Zealand Automobile Association

L'enlèvement de la signalisation actuelle et l'installation d'une nouvelle devra être discutée avec l'Association Automobile.

7.2 Programme de conservation proposé

TACHES DE CONSERVATION	Méiateur
1. Consultation du site, section 58, HP Act 1993	
1.1 <i>Tangata whenua</i>	HPT
1.2 Propriétaire foncier	HPT
1.3 Groupe consultatif de Takiroa	HPT
2. Inventaire du site	
2.1 Inventaire général du site	AR, HPT, NT
2.2 Localisation des motifs, inventaire détaillé	AR
3. Management du site et conservation	
3.1 Révision du statut de la réserve historique	DOC, LO, HPT, NT
3.2 Révision du plan de management du site	AA, AR, RC, DOC, HPT, LO, NT, TNZ
3.3 Création de la barrière et du chemin	HPT
3.4 Création de la clôture et du portail d'accès	HPT
3.5 Nettoyage de la végétation, plantes	DC, DOC, PC, NT, HPT
3.6 Panneaux d'interprétation provisoires	HPT, NT
3.7 Interprétation du site, étude de marché	HPT, NT
3.8 Publication du projet de plan de conservation	HPT, NT, LO
4. Tâches sur le site	
4.1 Nettoyage des graffiti	HPT, NT
4.2 Recherche archéologique	AR, HPT, NT
4.3 Installation de la barrière et du chemin	AR, DC, DOC, PC, NT, HPT
4.4 Signalisation AA	AA
4.5 Installation des signes sur le site	AR, DC, DOC, PC, NT, HPT
4.6 Installation de la clôture et du portail	AR, DC, DOC, PC, NT, HPT
4.7 Sortie de la route et parking	DC, TNZ, DOC, PC, NT
4.8 Programme de maintenance du site	DC, DOC, PC, NT, HPT
4.9 Promotion	HPT, NT, LO
5. Création et mise en oeuvre du système de monitoring	
5.1 Inventaire photographique	HPT, NT
5.2 Evaluation de l'activité agricole	HPT, LO, NT
5.3 Etude et évaluation des visiteurs	HPT, NT
5.4 Planning futur et investissement	HPT, NT, LO

Abréviations – médiateurs et groupes intéressés

AA	Automobile Association
AR	Archeologist
DC	Waitaki District Council
DOC	Department of Conservation
HPT	Head Office et/ou Local Branch (office central et/ou branche locale des Historic Places Trust))
LO	Land Owner (propriétaire du terrain)
NT	Ngai Tahu
PC	Private Contractor (entrepreneur privé)
TNZ	Transit NZ

Le programme ci-dessus est seulement provisoire. L'ordre et l'agenda dépendront du processus consultatif.

8 MANAGEMENT FUTUR ET VISITEURS

8.1 Plan de maintenance du site

La bonne gestion de la conservation sur le site devrait réduire les détériorations et permettre de détecter plus vite les problèmes ; elle devrait aussi donner une base pour les futures stratégies de préservation. La maintenance devrait inclure :

- L'entretien des sols et des structures
- Le suivi régulier
- L'évaluation des visiteurs
- La révision de la gestion
- Le nettoyage des graffiti
- Le nettoyage du site

Un plan détaillé de management pour le futur du site ne sera pas décidé avant d'avoir pu effectuer plus de consultations, et après l'approbation par le comité du New Zealand Historic Places Trust en décembre 1994.

8.2 Etude / évaluation des visiteurs

Comme le site est très proche de la route principale, que le panneau de signalisation de l'Automobile Association indique le site et que les motifs d'art sont visibles depuis la route, cela attire immédiatement l'attention du public sur le site. De plus, on trouve beaucoup de références à ce site dans la littérature et dans les brochures publiques de lieux à visiter. De ce fait, on peut s'attendre à ce que le nombre de visiteurs sur le site soit assez élevé. Jusqu'à maintenant, rien n'a été fait pour connaître exactement le nombre de visiteurs et leur profil. Il est désirable d'entreprendre une étude des visiteurs sur le site, pour s'assurer que l'interprétation est ciblée de façon appropriée et pour évaluer l'influence des visiteurs sur l'art rupestre.

4^{ème} Partie : Bibliographie et annexes

9 BIBLIOGRAPHIE

Sources principales

9.1.1.1.1.1 *New Zealand Historic Places Trust Files, Wellington*

Rock art file, general, HP 29010-001

Takiroa file, HP 29010-010

Sources secondaires

- ◆ Allingham, B.J., 'South Island Maori Rock Art Project. Takiroa Waitaki Valley', n.d.
- ◆ Anderson, Atholl, *Prodigious Birds : Moas and Moa-Hunting in Prehistoric New Zealand*. Cambridge University Press, Cambridge, 1989
- ◆ Evison, H.C., *Te Wai Pounamu : The Greenstone Island*. Christchurch, 1993
- ◆ McDonald, K.C., *White Stone Country, Oamaru Borough Council*, Oamaru, 1962.
- ◆ McLean, Gavin, *Moeraki : 150 Years of Net and Plough Share*, Otago Heritage Books, Dunedin, 1986
- ◆ Neave, Erskine and Mabel, *The Land of Munros, Merinos & Matagouri. Its Kirk, Pioneers & Descendants*, authors, Kurow, 1980
- ◆ Pinney, Robert, *Early Northern Otago Runs*, Collins, Auckland, 1981
- ◆ Phillips, Jocks (ed.), *Towards 2000*, GP Books, Wellington, 1989
- ◆ Roberts, W.H.S., *North Otago From the Earliest Days*, Oamaru Mail Co., Oamaru, 1906
- ◆ Stevenson, G.B., *Maori and Pakeha in North Otago*, 1947
- ◆ Thompson, Paul, *Maori Rock Art : an Ink That Will Stand Forever*, GP Books, Wellington, 1989
- ◆ Trotter, Michael and McCulloch, Beverley, *Prehistoric Rock Art of New Zealand*, Longman Paul, Auckland, 1981
- ◆ Trotter, Michael and McCulloch, Beverley, *Unearthing New Zealand*, GP Books, Wellington, 1989.

10 ANNEXES

Annexe A	Certificat et 'Gazette Notice' de la de la Réserve Historique
Annexe B	Plan montrant les caractéristiques existantes du site et l'aire de la Réserve historique.
Annexe C	Sélection d'illustrations de l'art rupestre (annexe non jointe)
Annexe D	Formulaire de relevé du site de la New Zealand Archeological Association
Annexe E	Plan montrant les zones de dépôt archéologique probable
Annexe F	Règlement des New Zealand Historic Places Trust
Annexe G	Charte ICOMOS-New Zealand pour la conservation des lieux à valeur d'héritage culturel
Annexe H	Elaboration et recommandations
Annexe J	Plan pour la barrière proposée et position des voies de déambulation

This Certificate dated the 9th day of August one thousand nine hundred and seventynine
under the seal of the District Land Registrar of the Land Registration District of O T A G O

WITNESSETH that HER MAJESTY THE QUEEN is the owner for the purpose of reserve under the
Reserves Act 1977

NBS This is title for TAKIROA
not MAGREWHENUA. 7/11/90

Consists of an estate in fee simple (subject to such reservations, restrictions, encumbrances, liens, and interests as are notified by
reference to the plan hereon) in the land hereinafter described, delineated with bold black lines on the plan hereon,
the several admeasurements a little more or less, that is to say: All that parcel of land containing 858 square
metres more or less being Lot 1 Deposited Plan 16208 and being part Section 5 Block V
MAGREWHENUA DISTRICT

Pursuant to Section 116(3) of the Reserves
Act 1977 this is the only copy of the title.



Assistant Land Registrar

[Signature]
A.L.R.

The within land is now known as part section
16A Otekaieke Settlement situate in Block V
Magrewhenua Survey District - 2.9.1980 at
10.43 pm
see Re Appellation 540801/2

552413 Gazette Notice hereby
declaring the within reserve
to be classified as a reserve
for historic purposes,
subject to the provisions of
the Reserves Act 1977 -
10.4.1981 at 10.15 am

[Signature]
A.L.R.

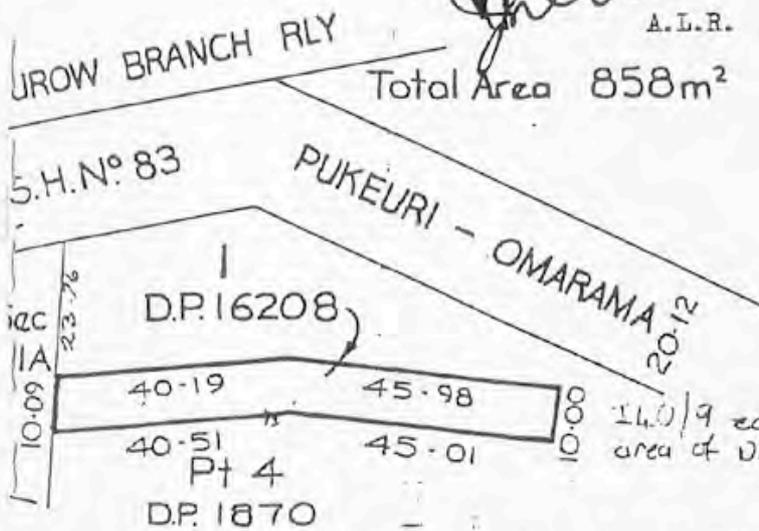
50669 Gazette Notice hereby appointing the New
Zealand Historic Places Trust to control and
manage the within reserve, subject to the
provisions of the Reserves Act 1977, as a
reserve for historic purposes - 11.3.1981 at
10.44 am

Appurtenant hereto is a right of
Way on foot only over part Section
51A, Otekaieke Settlement (CT 3A/300)
shown marked "A" on the plan
annexed to transfer 568329, created
by said transfer.

[Signature]
A.L.R.

[Signature]
A.L.R.

[Signature]
A.L.R.
18/12/1981



Now:
Sec 116A
905m

Measurements are Metric
Scale 1:1250

Reservation of Land

PURSUANT to the Land Act 1948, and to a delegation from the Minister of Lands, the Assistant Director of Land Administration of the Department of Lands and Survey hereby sets apart the land, described in the Schedule hereto, as a reserve for historic purposes.

SCHEDULE

OTAGO LAND DISTRICT—WAITAKI COUNTY

47 square metres, more or less, being Part Section 51A, Otekaieke Settlement situated in Block V, Maerewhenua Survey District. All Document Number 515665/6. S.O. Plan 18602.

Dated at Wellington this 28th day of July 1980.

K. W. CAYLESS,
Assistant Director of Land Administration,
Department of Lands and Survey.

(L. and S. H.O. Res. 12/4/9; D.O. 8/201/34)

P. D. Hasselberg, Government Printer, Wellington, New Zealand—1980

Extract from *N.Z. Gazette*, 27 November 1980, No. 140, p. 3767

Appointment of the New Zealand Historic Places Trust to Control and Manage a Reserve

PURSUANT to the Reserves Act 1977, and to a delegation from the Minister of Lands, the Assistant Director of National Parks and Reserves of the Department of Lands and Survey hereby appoints the New Zealand Historic Places Trust to control and manage the reserve, described in the Schedule hereto, subject to the provisions of the said Act, as a reserve for historic purposes.

SCHEDULE

OTAGO LAND DISTRICT—WAITAKI COUNTY

905 square metres, more or less, being Section 116A, Otekaieke Settlement (formerly part Section 51A, Otekaieke Settlement, and Lot 1, D.P. 16208), situated in Block V, Maerewhenua Survey District. All certificate of title 8A/855. All *New Zealand Gazette*, 1980, page 2346. S.O. Plan 18601.

Dated at Wellington this 18th day of November 1980.

N. D. R. MCKERCHAR,
Assistant Director of National Parks and Reserves,
Department of Lands and Survey.

(L. and S. H.O. Res. 12/4/9; D.O. 8/201/34)

P. D. Hasselberg, Government Printer, Wellington, New Zealand—1980

Extract from *N.Z. Gazette*, 24 March 1981, No. 23, page 567

Classification of Reserve

PURSUANT to the Reserves Act 1977, and to a delegation from the Minister of Lands, the Assistant Commissioner of Crown Lands hereby declares the reserve, described in the Schedule hereto, to be classified as a reserve for historic purposes, subject to the provisions of the said Act.

SCHEDULE

OTAGO LAND DISTRICT—WAITAKI COUNTY—
TAKIROA HISTORIC RESERVE

905 square metres, more or less, being Section 116A, Otekaieke Settlement (formerly part Section 51A, Otekaieke Settlement, and Lot 1, D.P. 16208), situated in Block V, Maerewhenua Survey District. All certificate of title 8A/855 and all *Gazette* notice 544905. S.O. Plan 18601.

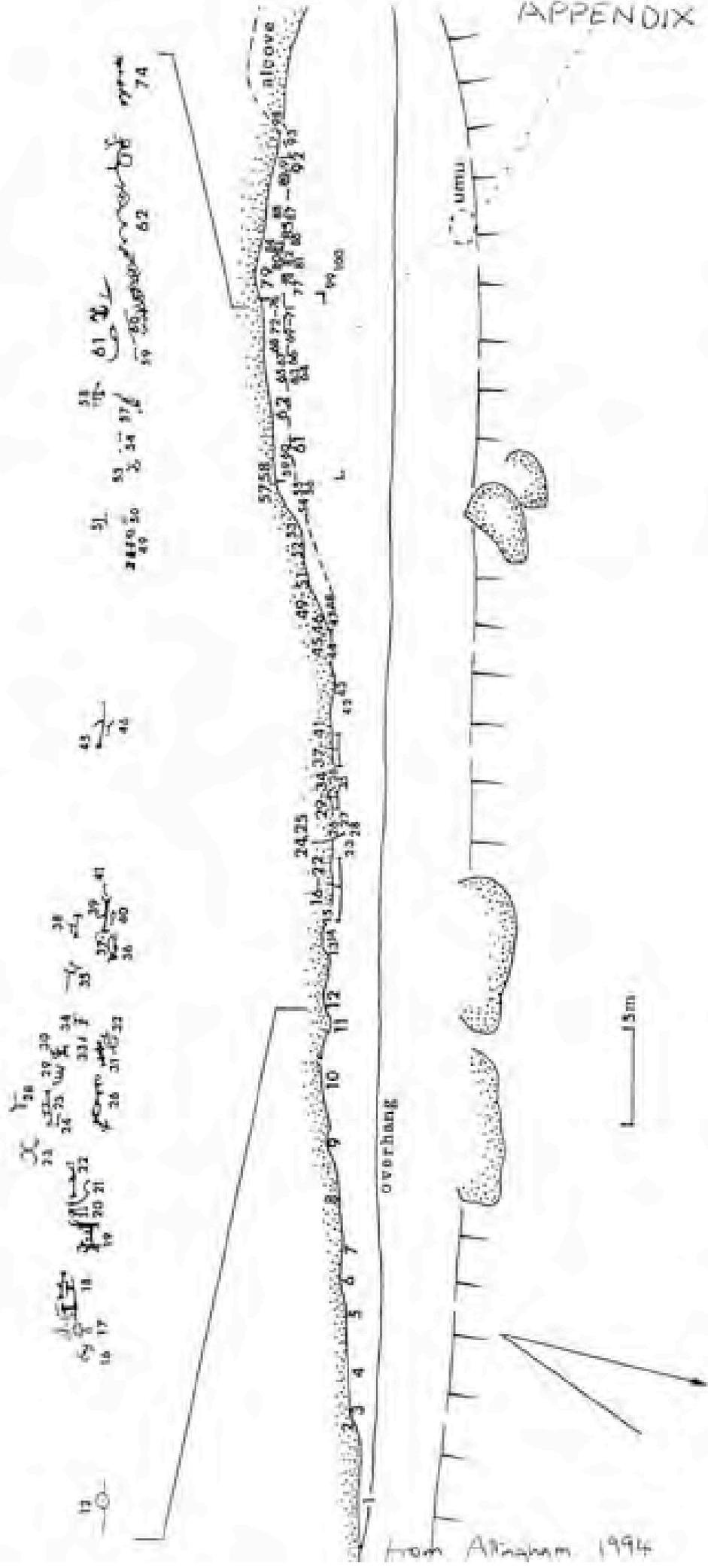
Dated at Dunedin this 24th day of February 1981.

J. R. GLEAVE,
Assistant Commissioner of Crown Lands.

(L. and S. H.O. Res. 12/4/9; D.O. 8/201/34)

P. D. Hasselberg, Government Printer, Wellington, New Zealand—1981

APPENDIX C



Plan and part section of Takiroa site 140/9. Section of rock art figures from Stevenson 1947 (after Elmore (Diago Mus.)).

REVISED FORM

SITE REFERENCE FORM

SITE NUMBER S.127/2

Map number S.127
 Map name Duntroon 1966 ed.
 Grid reference 261 969

SITE TYPE Rock shelter

1. Aids to relocation of site

At base of north-facing cliff of limestone, near road two miles north-west from Duntroon. Besides the main shelter, an alcove at the western end of the limestone bluff contains at least six horses with riders, and some ships.

2. State of site; possibility of damage or destruction

Some destruction by vandals and stock, but now protected by a fence erected by N.Z.H.P.T. Holes where Elmore removed blocks of stone containing drawings have weathered into large cavities.

3. Owner	Mr O. Tinkler	Tenant
Address	Duntroon R.D.	Address
Attitude		Attitude

4. Name of site	Takiroa	Takiroa 201
Source of name	W.B.D. Mantell, 1848.	A. Fomison, 1962.

5. Date recorded	1.1.54	Details of investigation; methods and equipment used
		Examined, photographed drawings (Trotter Collection, Otago Museum), found vertebra of moa on floor of shelter. This shelter was first reported by W.B.D. Mantell in 1848 (Journal and Sketchbook in Turnbull Library). See also G.B. Stevenson, "Maori and Pakeha in North Otago" p.21-25; G. Peterson, N.Z.A.A. Newsletter 5 (3):196-199; A. Fomison "Cave Drawing" Field book.

6. Aerial photograph numbers	Site shows: clearly/bodily/not at all
------------------------------	---------------------------------------

7. Reported by	Michael M. Trotter	Filekeeper	P. Gathercole
Date	15.3.66	Date	1.4.67

Well known Takiroa Site -
East of Duntroun.

SITE NUMBER S127/2

Map number S127

Map name DUNTROUN

Grid reference 261 968

SITE TYPE Rock Shelter

1. Aids to relocation of site. Takiroa site. Drawing is 46 yards east of east end of wire netting protecting red frieze.
 2. State of site, possibility of damage or destruction.
Drawing is faint but in fair condition. There is a possibility of progressive deterioration now that protective vegetation has been removed - the whole site east of frieze has been recently bulldozed removing shrubs etc.. From a cursory inspection of the disturbed soil there appeared to be no evidence of occupational material.
 3. Description of site. Well known to you.
 4. Owner, etc. - Not known.
 5. Details of Investigation.
Chinagraph tracings done on polythene. Drawings in black.
Horizontal line - yellow.
- X.
Date recorded 10/3/74

Reported by :-
C.F. Maude, 24 Hill St., Casuaru.

Date 5/10/74.

Note At western end of wire netting cover portion of netting has been forced down. There was ample evidence that sheep had got into fenced off area but no damage to drawings was observed.

P.S. You may already have a copy of this drawing/ but as it has been covered for years by vegetation it is possible it has not been recorded.

TAKIROA :

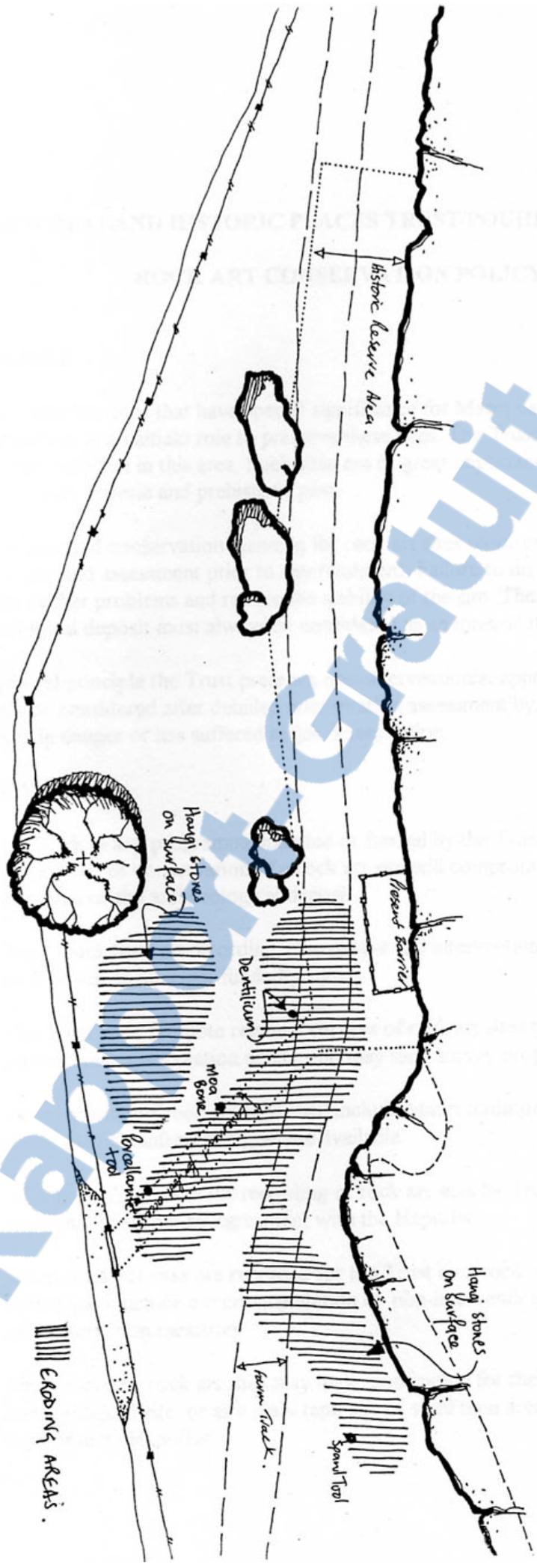
NZMSI, S127, 261/969

Owner, Mr. O.Tinkler, R.D., Duntroon.

Surface treatment most urgent: surface is composed of a thin shell of lime on a bed of sandier sort, which, where exposed by an Elmore cut, etc, is weathering back to undermine this surface skin..... The row of Elmore cuts at down river end, has, in this way, enlarged into enormous cavities.

In addition to the work which has made the cave famous, an alcove at up-river end has at least 6 or 7 horse and riders and several ships.

TAKIROA: showing eroded areas and find spots.



ANNEXE F

NEW ZEALAND HISTORIC PLACES TRUST/POUHERE TAONGA REGLEMENT POUR LA CONSERVATION DE L'ART RUPESTRE (ROCK ART CONSERVATION POLICY)

PREAMBULE

Les sites d'art rupestre sont des sites qui ont une signification spéciale pour le peuple Maori. Les Maoris se considèrent comme les gardiens de la préservation de ces sites. Le Trust a un rôle de partenaire à jouer avec les *Iwi* à ce sujet. Ce genre de site est d'une importance primordiale en tant que trace du passé historique et préhistorique de la Nouvelle-Zélande.

Le planning pour la gestion et la conservation des sites d'art rupestre demande un examen et une évaluation intensifs avant tout traitement. Si cela n'est pas fait avec soin, des problèmes peuvent survenir et réduire la stabilité du site. Les besoins relatifs au sol archéologique doivent toujours être considérés comme faisant partie intégrante du site.

Le Trust favorise une approche basée sur la non-intervention comme principe général. L'intervention ne peut être prise en considération qu'après une étude de conservation détaillée faite par un conservateur, et ce lorsque le site est en danger ou qu'il a subi une détérioration majeure.

REGLEMENT

- 1 Aucune intervention faisant partie de n'importe quel programme initié ou financé par le Trust pour l'inventaire, la protection ou la conservation d'un site d'art rupestre ne compromettra l'intégrité des œuvres ou du sol archéologique.
- 2 Les indications du Trust pour l'inventaire, l'évaluation et l'intervention sur les sites d'art rupestre seront suivies dans tous les projets financés par le Trust.
- 3 Le Trust fera la promotion des études régionales sur les sites d'art rupestre pour évaluer le nombre de sites et établir les besoins de la préservation ; il financera également les projets d'étude.
- 4 L'inventaire des sites d'art rupestre inclura le savoir traditionnel des Maoris ainsi que l'information archéologique, lorsqu'ils sont disponibles.
- 5 L'information obtenue par le personnel du Trust lors de l'inventaire des sites d'art rupestre ne sera pas rendu publique excepté s'il y a l'accord des *Hapu/Iwi*.
- 6 Là où des sites d'art rupestre sont enregistrés pour le Trust par un conservateur d'art rupestre, l'inventaire devra inclure une recommandation sur l'intervention ou la non-intervention et sur les mesures de conservation.
- 7 Le personnel qui fait l'inventaire des sites d'art rupestre devra faire une demande pour leur enregistrement comme site archéologique, ou comme site *wahi tapu* ou aire *wahi tapu*, sauf si les *Hapu/Iwi* donnent d'autres directives.
- 8 Le Trust devra promouvoir l'utilisation de conventions d'héritage pour la protection des sites d'art rupestre là où un profit peut être tiré d'une protection légale supplémentaire.
- 9 Là où une intervention de conservation de l'art rupestre est nécessaire, le Trust devra fournir un conservateur d'art rupestre formé pour planifier et entreprendre la conservation nécessaire.

- 10 L'approbation des *Hapu/Iwi* devra être obtenue avant toute protection ou conservation de site d'art rupestre financée par le Trust.
- 11 Les interventions de conservation faites par le personnel du Trust ou avec l'assistance du Trust devront suivre les principes de conservation acceptés sur le plan international.
- 12 Un plan de conservation devra être approuvé par le Trust avant que le travail ne soit entrepris sur n'importe quel site d'art rupestre.
- 13 Le suivi régulier des programmes de conservation d'art rupestre et les mécanismes de protection devront être entrepris avec les conseils d'un conservateur d'art rupestre formé, pour évaluer les conditions et les problèmes ainsi que les effets des traitements.

SITES D'ART RUPESTRE DIRECTIVES

Tous les sites d'art rupestre, en tant que sites archéologiques, entrent sous les dispositions archéologiques de l'Acte des Historic Places. Aucune investigation, aucun inventaire ou autre activité destructrice ne peut se faire sur un site d'art rupestre avant d'avoir consulté le Historic Places Trust.

1 CONSULTATION : RELATIONS ENTRE LES *HAPU/IWI* (CLANS/TRIBUS) ET LE TRUST

Le Conseil pour l'Heritage Maori sera guidé par les Hapu/Iwi (clans/tribus) au sujet de la signification des sites d'art rupestre, de leurs priorités, de leur interprétation et de leur protection.

Les premières discussions avec les tribus devraient prendre en compte la vue la plus large, et le règlement de la tribu, sur la préservation des sites d'art rupestre par région.

Le Trust obtiendra l'approbation des *Hapu/Iwi*, avant tout travail de conservation

Le Trust doit participer à la formation de Maoris qui désirent se spécialiser dans la conservation de l'art rupestre.

2 INVENTAIRE DES SITES

L'inventaire des sites d'art rupestre doit inclure le savoir traditionnel des Maoris et les informations archéologiques.

Les recommandations pour la conservation doivent aussi être enregistrées.

L'information recueillie ne sera pas rendue publique sauf avec l'accord des *Hapu/Iwi*

L'inventaire devrait éviter de faire appel à des techniques qui pourraient causer des dommages au site ou qui réduisent la stabilité du site. Les techniques qui ne devraient pas être utilisées sont :

- le décalage directement sur la roche
- l'application par vaporisation d'eau ou de n'importe quel solvant
- le surlignage à la craie
- l'ajout d'encre, de couleur
- la prise d'empreintes ou les moulages

L'utilisation de techniques qui n'interfèrent pas avec le support sont recommandées. Cela inclut :

- la photographie
- la photogrammétrie
- Les tracés d'après photographies
- les croquis
- le travail à l'ordinateur

L'utilisation de matériel de qualité pour l'archivage des inventaires doit en outre être encouragé. Certains enregistrements seront tout ce qu'il restera du site dans le futur.

3 LES SYSTEMES DE BARRIERES

- Les barrières ne doivent pas toucher la roche
- Leur impact sur le sol doit être minimal et toute excavation doit être accompagnée par l'évaluation d'un archéologue
- Les barrières doivent être assez solides pour résister au bétail et aux visiteurs.
- Elles ne devraient pas dominer trop le site et/ou le visiteur, mais s'intégrer aussi confortablement et tranquillement que possible dans le site
- Une vue claire des panneaux ornés est requise
- Des dispositions doivent être prises pour qu'il soit facile de photographier les motifs
- Des chemins de déambulation devraient être utilisés si besoin.

4 L'EDUCATION DU PUBLIC

Il faut procéder à des évaluations pour savoir si le site est approprié pour recevoir des visiteurs. Les sujets traités dans l'interprétation du site devraient inclure :

- La production artistique
- Ses relations avec d'autres sites dans la région
- La description des motifs (des photographies et des dessins peuvent aider à une meilleure vue)
- Iwi* and *Manawhenua* (les tribus et l'autorité traditionnelle des maoris sur leurs terres)
- L'autorité administrative (un logo peut être la seule chose nécessaire)
- Le statut légal du site
- Un message au sujet de la conservation

Le texte et la présentation doivent être de natures bilingue et biculturelle

5 CONSIDERATIONS POUR L'UTILISATION DES TERRES

Le plan de gestion doit prendre en considération :

- L'utilisation immédiate du terrain sur le site
- L'utilisation du terrain sur les zones adjacentes qui pourraient affecter la stabilité du site
- L'activité des plantes et des animaux sur le site

6 CONSIDERATIONS POUR LES INTERVENTIONS DE CONSERVATION

De l'expérience dans le domaine de la conservation est nécessaire

- lorsqu'une interaction directe avec la surface de la roche est nécessaire, une attention toute particulière doit être faite pour planifier et pour évaluer le problème
- Toute intervention sur la surface de la roche est un travail très spécialisé et requiert la présence d'un conservateur d'art rupestre.
- Les interventions devraient être une solutions finale choisi seulement après beaucoup d'étude.

Le Trust doit fournir les services d'un conservateur d'art rupestre pour la planification et la réalisation des traitements de conservation.

Des plans de conservation seront demandés afin d'être approuvés par le Trust avant d'entreprendre tout travail de conservation.

Les traitements de conservation entrepris avec l'assistance du Trust doivent suivre les principes de conservation acceptés au niveau international

Le Trust se réserve le droit d'inspecter le travail entrepris lorsqu'il offre un financement pour le support d'un projet de conservation

Là où des changements requis par l'autorité territoriale pourrait affecter l'intégrité de l'art rupestre, le Trust doit faire une demande ou supporter une demande pour un assouplissement ou une clause de renonciation des codes de construction et/ou d'autres planifications urbaines pour s'assurer que l'intégrité du site sera préservée.

Des conventions d'héritage seront exécutées pour les sites d'art rupestre là où une amélioration pourrait être ajoutée à la protection légale

ANNEXE G

La Charte ICOMOS Nouvelle-Zélande pour la conservation des lieux à valeur d'héritage culturel est reproduite ici avec la permission de ICOMOS Nouvelle-Zélande.

ICOMOS Nouvelle-Zélande encourage l'utilisation à grande échelle de cette Charte dans des plans de conservation, l'étude de l'héritage et dans d'autres documents liés à la conservation des lieux à valeur d'héritage culturel. La présence de la Charte dans ce document ne constitue toutefois pas la caution du travail entrepris ou du rapport dans lequel elle est présentée.



ICOMOS NEW ZEALAND CHARTER FOR THE CONSERVATION OF PLACES OF CULTURAL HERITAGE VALUE

PREAMBLE

New Zealand retains a unique assemblage of places of cultural heritage value relating to its indigenous and its more recent peoples. These areas, landscapes and features, buildings, structures and gardens, archaeological and traditional sites, and sacred places and monuments are treasures of distinctive value. New Zealand shares a general responsibility with the rest of humanity to safeguard its cultural heritage for present and future generations. More specifically, New Zealand peoples have particular ways of perceiving, conserving and relating to their cultural heritage.

Following the spirit of the International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (the Venice Charter 1966), this charter sets out principles to guide the conservation of places of cultural heritage value in New Zealand. It is intended as a frame of reference for all those who, as owners, territorial authorities, tradespeople or professionals, are involved in the different aspects of such work. It aims to provide guidelines for community leaders, organisations and individuals concerned with conservation issues. It is a statement of professional practice for members of ICOMOS New Zealand.

Each section of the charter should be read in the light of all the others. Definitions of terms used are provided in section 22.

Accordingly this charter has been adopted by the New Zealand National Committee of the International Council on Monuments and Sites at its meeting on 7 March 1993.

1. THE PURPOSE OF CONSERVATION

The purpose of conservation is to care for places of cultural heritage value, their structures, materials and cultural meaning. In general, such places:

- (i) have lasting values and can be appreciated in their own right;
- (ii) teach us about the past and the culture of those who came before us;

- (iii) provide the context for community identity whereby people relate to the land and to those who have gone before;

- (iv) provide variety and contrast in the modern world and a measure against which we can compare the achievements of today; and

- (v) provide visible evidence of the continuity between past, present and future.

2. INDIGENOUS CULTURAL HERITAGE

The indigenous heritage of Maori and Moriori relates to family, hapu and tribal groups and associations. It is inseparable from identity and well-being and has particular cultural meanings.

The Treaty of Waitangi is the founding document of our nation and is the basis for indigenous guardianship. It recognises the indigenous people as exercising responsibility for their treasures, monuments and sacred places. This interest extends beyond current legal ownership wherever such heritage exists. Particular knowledge of heritage values is entrusted to chosen guardians. The conservation of places of indigenous cultural heritage value therefore is conditional on decisions made in the indigenous community, and should proceed only in this context. Indigenous conservation precepts are fluid and take account of the continuity of life and the needs of the present as well as the responsibilities of guardianship and association with those who have gone before. In particular, protocols of access, authority and ritual are handled at a local level. General principles of ethics and social respect affirm that such protocols should be observed.

3. CONSERVATION PRACTICE

Appropriate conservation professionals should be involved in all aspects of conservation work. Indigenous methodologies should be applied as appropriate and may vary from place to place. Conservation results should be in keeping with their cultural content. All necessary consents and permits should be obtained.

Conservation projects should include the following:

- (i) definition of the cultural heritage value of the place, which requires prior researching of any documentary and oral history, a detailed examination of the place, and the recording of its physical condition;
- (ii) community consultation, continuing throughout a project as appropriate;
- (iii) preparation of a plan which meets the conservation principles of this charter;
- (iv) the implementation of any planned work; and
- (v) the documentation of any research, recording and conservation work, as it proceeds.

GENERAL PRINCIPLES

4. CONSERVATION METHOD

Conservation should:

- (i) make use of all relevant conservation values, knowledge, disciplines, arts and crafts;
- (ii) show the greatest respect for, and involve the least possible loss of, material of cultural heritage value;
- (iii) involve the least degree of intervention consistent with long term care and the principles of this charter;
- (iv) take into account the needs, abilities and resources of the particular communities; and
- (v) be fully documented and recorded.

5. RESPECT FOR EXISTING EVIDENCE

The evidence of time and the contributions of all periods should be respected in conservation. The material of a particular period may be obscured or removed if assessment shows that this would not diminish the cultural heritage value of the place. In

these circumstances such material should be documented before it is obscured or removed.

6. SETTING

The historical setting of a place should be conserved with the place itself. If the historical setting no longer exists, construction of a setting based on physical and documentary evidence should be the aim. The extent of the appropriate setting may be affected by constraints other than heritage value.

7. RISK MITIGATION

All places of cultural heritage value should be assessed as to their potential risk from any natural process or event. Where a significant risk is determined, appropriate action to minimise the risk should be undertaken. Where appropriate, a risk mitigation plan should be prepared.

8. RELOCATION

The site of an historic structure is usually an integral part of its cultural heritage value. Relocation, however, can be a legitimate part of the conservation process where assessment shows that:

- (i) the site is not of associated value (an exceptional circumstance); or
- (ii) relocation is the only means of saving the structure; or
- (iii) relocation provides continuity of cultural heritage value.

A new site should provide a setting compatible with cultural heritage value.

9. INVASIVE INVESTIGATION

Invasive investigation of a place can provide knowledge that is not likely to be gained from any other source. Archaeological or structural investigation can be justified where such evidence is about to be lost, or where knowledge may be significantly extended, or where it is necessary to establish the existence of material of cultural heritage value, or where it is necessary for conservation work. The examination should be carried out according to accepted scientific standards. Such investigation should leave the maximum amount of material undisturbed for study by future generations.

10. CONTENTS

Where the contents of a place contribute to its cultural heritage value, they should be regarded as an integral part of the place and be conserved with it.

11. WORKS OF ART AND SPECIAL FABRIC

Carving, painting, weaving, stained glass and other arts associated with a place should be considered integral with a place. Where it is necessary to carry out maintenance and repair of any such material, specialist conservation advice appropriate to the material should be sought.

12. RECORDS

Records of the research and conservation of places of cultural heritage value should be placed in an appropriate archive and made available to all affected people. Some knowledge of places of indigenous heritage value is not a matter of public record, but is entrusted to guardians within the indigenous community.

CONSERVATION PROCESSES

13. DEGREES OF INTERVENTION

Conservation may involve, in increasing extent of intervention: non-intervention, maintenance, stabilisation, repair, restoration, reconstruction or adaptation. Where appropriate, conservation processes may be applied to parts or components of a structure or site.

Re-creation, meaning the conjectural reconstruction of a place, and replication, meaning to make a copy of an existing place, are outside the scope of this charter.

14. NON-INTERVENTION

In some circumstances, assessment may show that any intervention is undesirable. In particular, undisturbed constancy of spiritual association may be more important than the physical aspects of some places of indigenous heritage value.

15. MAINTENANCE

A place of cultural heritage value should be maintained regularly and according to a plan, except in circumstances where it is appropriate for places to remain without intervention.

16. STABILISATION

Places of cultural heritage value should be protected from processes of decay, except where decay is appropriate to their value. Although deterioration cannot be totally prevented, it should be slowed by providing stabilisation or support.

17. REPAIR

Repair of material or of a site should be with original or similar materials. Repair of a technically higher standard than the original workmanship or materials may be justified where the life expectancy of the site or material is increased, the new material is compatible with the old and the cultural heritage value is not diminished. New material should be identifiable.

18. RESTORATION

Restoration should be based on respect for existing material and on the logical interpretation of all available evidence, so that the place is consistent with its earlier form and meaning. It should only be carried out if the cultural heritage value of the place is recovered or revealed by the process.

The restoration process typically involves reassembly and reinstatement and may involve the removal of accretions.

19. RECONSTRUCTION

Reconstruction is distinguished from restoration by the introduction of additional materials where loss has occurred. Reconstruction may be appropriate if it is essential to the function or understanding of a place, if sufficient physical and documentary evidence exists to minimise conjecture, and if surviving heritage values are preserved. Reconstruction should not normally constitute the majority of a place. Generalised representations of typical features or structures should be avoided.

20. ADAPTATION

The conservation of a place of cultural heritage value is usually facilitated by it serving a socially, culturally or economically useful purpose. In some cases, alterations and additions may be acceptable where they are essential to continued use, or where they are culturally desirable, or where the conservation of the place cannot otherwise be achieved. Any change, however, should be the minimum necessary and should not detract from the cultural heritage value of the place. Any additions and alterations should be compatible with original fabric but should be sufficiently distinct that they can be read as new work.

21. INTERPRETATION

Interpretation of a place may be appropriate if enhancement of public understanding is required. Relevant protocol should be complied with. Any interpretation should not compromise the values, appearance, structure or materials of a place, or intrude upon the experience of the place.

22. DEFINITIONS

For the purposes of this charter:

adaptation means modifying a place to suit it to a compatible use, involving the least possible loss of cultural heritage value

conservation means the processes of caring for a place so as to safeguard its cultural heritage value

cultural heritage value means possessing historical, archaeological, architectural, technological, aesthetic, scientific, spiritual, social, traditional or other special cultural significance, associated with human activity

maintenance means the protective care of a place

material means physical matter which is the product of human activity or has been modified by human activity

place means any land, including land covered by water, and the airspace forming the spatial context to such land, including any landscape, traditional site or sacred place, and anything fixed to the land including any archaeological site, garden, building or structure, and any body of water, whether fresh or seawater, that forms part of the historical and cultural heritage of New Zealand

preservation means maintaining a place with as little change as possible

reassembly (anastylosis) means putting existing but dismembered parts back together

reconstruction means to build again in the original form using old or new material

reinstatement means putting components of earlier material back in position

repair means making good decayed or damaged material

restoration means returning a place as nearly as possible to a known earlier state by reassembly, reinstatement and/or the removal of extraneous additions

stabilisation means the arrest of the processes of decay

structure means any building, equipment, device or other facility made by people and which is fixed to the land

ISBN 0-473-03270-8

ENGLISH LANGUAGE TEXT FIRST PUBLISHED 1993

BILINGUAL TEXT

© 1995

ICOMOS NEW ZEALAND

TE MANA O NGA POUWHENUA O TE AO - THE NEW ZEALAND
NATIONAL COMMITTEE OF THE INTERNATIONAL COUNCIL ON
MONUMENTS AND SITES.

NO PART OF THIS PUBLICATION MAY BE REPRODUCED, STORED IN A
RETRIEVAL SYSTEM, OR TRANSMITTED BY ANY OTHER MEANS
WITHOUT THE PRIOR PERMISSION OF THE COPYRIGHT HOLDER.

FURTHER COPIES OF THIS CHARTER AND MEMBERSHIP INFORMATION
MAY BE OBTAINED FROM

ICOMOS NEW ZEALAND, P O Box 90 851 AUCKLAND 1033,
NEW ZEALAND.

ANNEXE H

PRECISIONS SUR LES RECOMMANDATIONS POUR LE SITE D'ART RUPESTRE DE TAKIROA

La conservation d'un site d'art rupestre peut se faire par non-intervention ou par intervention, les deux se chevauchant et s'influçant. **La non-intervention** utilise des procédures de management du site, et implique la protection du site sans toucher à la roche. Cela tente de ne pas bouleverser le dépôt archéologique, bien que, en cas d'installation d'une clôture, cela soit difficile. **L'intervention** implique d'interagir directement sur ou dans la roche elle-même.

Les procédures de management du site sont préférables pour la conservation de l'art rupestre car cela demande moins d'intervention et une communauté plus large peut se voir impliquée dans le planning et la mise en œuvre. La conservation, qui implique une intervention directe sur la surface où se trouve l'art - en général quand le site est dans un état fragile – est un domaine spécialisé et est limitée à des conservateurs professionnels ou à de petits groupes sous les ordres d'un conservateur.

Nettoyage des graffiti

Il y a beaucoup de graffiti sur le site, et ceux-ci contribuent en grande partie à la dégradation de la roche et à la réduction de l'appréciation du site. Les possibilités d'enlever l'impact visuel des graffiti ont été testées. Comme la plupart des graffiti sont gravés dans la roche ou griffés à travers les motifs, des essais ont été faits pour appliquer de la peinture dans ces marques. La série d'essais se déroula avec succès et un nettoyage total du site est possible. Le seul graffiti ajouté, le signe peint rouge vif, est très stable en lui-même et ainsi après l'avoir enlevé, il fut aussi retouché. Il n'a pas été envisagé d'enlever ce matériel avant que le panneau n'ait été complètement étudié et tout l'art inventorié.

Inventaire du site

L'enregistrement de l'art rupestre peut se limiter à des cartes qui donnent la localisation, des photographies et des dessins des motifs. Ce genre d'inventaire constitue la base pour bien des études archéologiques. La conservation nécessite une approche beaucoup plus large que cela. Les motifs ne sont qu'une partie de tout ce qui constitue le site. L'inventaire prend des informations sur le site, permettant une meilleure compréhension de la culture qui créa l'art et des besoins du site en termes de conservation.

Les techniques d'inventaire qui pourraient endommager ou contribuer à la détérioration du site ne devraient pas être utilisées. Certaines techniques, dans le passé et encore utilisées de nos jours, peuvent être très préjudiciables. Par exemple, faire des relevés des motifs en fixant des feuilles de plastique transparentes sur la roche puis copier les motifs sur le plastique présente un grand nombre de problèmes. Le plastique peut générer une charge électrostatique qui va attirer les fragments de roche lâche ainsi que les pigments. Le fait de déplacer les feuilles de plastique sur la roche peut causer l'abrasion et la détérioration du panneau. De l'humidité entre le panneau et la feuille va se condenser et se déposer sur le panneau. Des changements soudains de l'humidité de surface peuvent causer l'apparition de sels ou rendre la roche et l'art plus fragiles.

L'habitude de sprayer de l'eau ou d'autres solvants sur la roche, dans le but de saturer les couleurs et de permettre une vision plus facile et des photographies plus claires soumet l'art à une importante augmentation de l'humidité en surface ; cela peut causer l'apparition de sels cristallisés et des soulèvements de surface. Une observation poussée et patiente révélera beaucoup plus de choses à l'observateur, en particulier lorsque les motifs sont peu visibles ou que les pigments varient en intensité. Si un motif est intensifié en le sprayant, on risque de passer à côté d'un autre moins distinct. Le fait de ne pas voir certains motifs a été un problème dans le passé, on le voit par l'augmentation du nombre de motifs trouvés sur des sites qui avaient déjà été inventoriés.

Rehausser des motifs soit avec de la craie, de l'encre, en les coloriant ou en les suivant pour faire des relevés peut également porter préjudice aux sites et aux motifs. Toutes ces techniques déposent des

matériaux étrangers sur les panneaux ornés. Ils sont très difficiles à enlever par la suite sans porter atteinte dans une certaine mesure à la stabilité de l'art. Dans la plupart des cas où cela s'est produit, les matériaux n'ont pas été enlevés mais ont été laissés en place pour marquer le site. L'application de craie laisse une matière très similaire aux pigments secs qui ont été utilisés pour réaliser l'art. Elle est susceptible de pénétrer et de se loger dans la roche, souvent de manière permanente. La dégradation qui en résulte diminue souvent les qualités visuelles du site. Des vandales pourraient être tentés de copier ce geste et de laisser eux aussi leur trace. En ajoutant de l'encre et des couleurs, le matériau introduit sur le site se lie aux pigments de l'art. A court terme, ils vont consolider et stabiliser l'art, mais plus tard, lorsque les nouveaux matériaux vont se détériorer, ils vont prendre les motifs avec eux en se détachant de la roche. Cela a eu lieu sur de nombreux sites et, dans ces cas, il peut être nécessaire, si possible, de faire une évaluation importante de la conservation et un traitement.

L'utilisation de prises d'empreintes et de moulages sur les sites demande aussi un certain niveau d'adhésion à la roche. Ils vont s'accrocher à des parties faibles des motifs et, lorsqu'on les enlève, ils vont prendre avec eux des morceaux de roche. Malheureusement, cette technique a été la cause de la perte d'au moins un site en Nouvelle-Zélande.

De nombreux pays ont déjà aboli ces pratiques car elles sont potentiellement dangereuses pour les sites.

Il faut favoriser les techniques non-interactives. La photographie, et dans une certaine mesure la photogrammétrie, ont prouvé leur efficacité pour enregistrer les motifs. L'éclairage et l'utilisation de certains types de films peuvent être adaptés pour améliorer les images. L'addition de croquis, de tracés photographiques et les techniques informatiques donnent une série complète de méthodes fiables qui peuvent être utilisées sans impact direct sur l'art. Pour éviter toute interférence avec le site, cela devrait se faire en faisant des dessins d'après des photographies à l'échelle, sur le site, avec l'art rupestre actuel comme référence.

Il faut bien prendre en compte le fait que beaucoup de sites seront moins visibles dans le futur, comme les inventaires précédents montrent qu'ils ont déjà beaucoup changé. C'est pourquoi un inventaire fait avec du matériel d'archivage de bonne qualité est essentiel.

Les barrières

Les barrières ont pour but de contrôler les mouvements et les actions des gens et du bétail. Tout en prévenant des dommages causés par les gens ou le bétail qui touchent l'art, elles orientent aussi le visiteur, lui évitant d'errer à travers le site. Pour évaluer l'efficacité du système de barrière et de trottoir, il faut avoir recours au monitoring.

Les barrières font office de signaux lumineux pour les visiteurs, qui sont dirigés dans leur direction. Si leur attention est fixée sur la barrière, ils vont ignorer les endroits où l'on ne désire pas qu'ils aillent. Cela inclut les zones d'art sans barrière et sans activité agricole.

A Takiroa, il y a deux zones spécifiques ornées de motifs qui sont suggérées être appropriées pour l'interprétation publique.

Dans le but de réduire la corrosion, les barrières doivent être construites en acier galvanisé. L'acier est préféré, car il est assez résistant pour que les poteaux de soutien puissent être réduits au minimum afin de limiter l'impact physique et visuel de l'installation. Par dessus cette structure, un grillage en fil d'acier peut être soudé. Le grillage devrait avoir au moins 200mm pour chaque carré, afin de permettre une vision claire des motifs et de laisser assez d'espace pour photographier. Comme il y a deux zones où l'on projette de mettre des barrières sur le site, deux portes d'entrée sont nécessaires pour accéder à l'intérieur des barrières pour les besoins de la maintenance du site. Le cadre des barrières devra être installé soit par des vis fixées dans la roche au sol ou dans un pied en ciment placé dans le sol. (voir annexe J)

La barrière doit maintenir les visiteurs à une distance d'au moins 1.5 mètres des panneaux ornés et doit éviter d'être à plus de 3 mètres de distance, car à cette distance la vision de certains détails

commence à être difficile. Dans le but de prévenir l'accès à travers toute section de la barrière, le cadre doit suivre la forme de la roche. En aucun endroit le cadre ne doit être fixé dans la roche. Si il est nécessaire d'avoir plus de support, alors il faut introduire des arc-boutants qui sont attachés au cadre et s'appuient sur le sol. La barrière doit aussi être étanche au bétail. Des clôtures pourraient être nécessaires pour contrôler le bétail, ou pour le contrôle du bétail et l'accès des visiteurs.

Les barrières ne doivent pas être attachées à la roche car cela crée des énormes pressions sur le site, et cela peut causer d'importantes pertes de roche. Dans tous les cas, lorsqu'un objet étranger est placé dans la roche, cela produit une dégradation rapide de l'interface entre l'objet et la roche. La surface endurcie que la roche a développé naturellement comme tampon est désormais cassée. Le vieillissement sera accéléré dans ces zones affaiblies. Cela déstabilise de ce fait également la stabilité de la structure de la barrière.

Les barrières devraient également être positionnées de façon à ce que les interférences avec le matériel archéologique en place soit minimisé. Le grillage doit être de dimension suffisante pour ne pas empêcher une bonne vision et la photographie des panneaux ornés mais en même temps il doit être capable d'empêcher une personne de le traverser. Toute modification à un site doit aussi prendre en considération la préservation du dépôt archéologique et pas seulement celle de l'art rupestre. Tous deux sont les composants importants d'une compréhension mutuelle. Un archéologue doit être présent lorsque des trous sont creusés pour les supports des poteaux de la barrière. Une option possible pour la fouille est de creuser une tranchée tout au long de la barrière et non un grand nombre de trous. Si une tranchée est acceptée, sa longueur et sa largeur devraient seulement être suffisants pour installer les fondations nécessaires à la barrière.

L'installation d'une clôture nécessite également le fait de contrôler la prolifération de la végétation à l'intérieur des clôtures, car cela peut devenir un danger d'incendie, d'abrasion et/ou masquer l'art.

Les barrières à vent pour abriter les panneaux ornés de l'érosion éolienne agissent comme n'importe quelle introduction sur un site. Cela veut dire que la barrière agit soit comme on l'avait prévu ou alors avec des effets non-désirés, ou une combinaison des deux. Une évaluation et des calculs préalables attentifs du site et des barrières à vent sont nécessaires dans le planning pour le management. Les types de matériel et la position de la barrière auront un effet important sur les macro et micro climats de l'abri en changeant la température et l'humidité. Dans des cas extrêmes, cela peut causer une croissance accélérée de mousses et de lichens sur l'art, et/ou la pulvérisation et l'exfoliation de la roche.

- Les barrières ne doivent en aucun cas toucher l'art
- Leur impact sur le dépôt archéologique doit être minimisé et toute excavation doit être accompagnée par un archéologue
- Les barrières doivent être assez solides pour résister au bétail et/ou aux visiteurs
- Elles ne devraient pas dominer le site et/ou le visiteur, mais s'intégrer le mieux possible au site
- Il est nécessaire d'avoir une vue claire des panneaux ornés
- Il faut prendre des dispositions pour qu'il soit facile de prendre des photographies des motifs
- Il faut utiliser des trottoirs lorsque cela est nécessaire

Trottoirs

Lorsque des visiteurs sont concentrés le long d'une barrière, l'érosion de la base de la barrière peut se produire, et aussi sur la piste menant du parking à l'abri. Pour éviter cela, il est nécessaire d'avoir recours à un système de trottoirs. Les trottoirs aident à déterminer comment les visiteurs se comportent sur le site. Si les barrières sautent aux yeux, les trottoirs sont les voies par lesquelles les visiteurs sont dirigés jusqu'à elles. Une courte note sur les panneaux de présentation demandant aux visiteurs de rester sur les trottoirs peut aider à renforcer voies de circulation empruntées.

La marche devrait commencer par une zone d'assemblée qui permet à des petits groupes jusqu'à 4 personnes de se réunir et de lire le panneau d'introduction. Cette zone d'assemblée doit diminuer en direction du trottoir pour canaliser les visiteurs dans la direction désirée. Psychologiquement, les

visiteurs seront poussés à se déplacer à travers le site dans cette direction. Une petite flèche sur le panneau d'introduction peut renforcer cela.

Les trottoirs doivent être faits de matériaux inertes qui sont peu chers, qui demandent peu de maintenance et qui soient facilement installés, tout en étant facile à enlever si l'accès au dépôt archéologique est nécessaire. De la terre accumulée de chaque côté du trottoir peut adoucir le ressaut afin que le bétail et les engins agricoles puissent traverser le trottoir facilement. Cela permet aussi au bétail de pouvoir brouter jusqu'au bord du trottoir. Le trottoir doit être assez large pour que deux personnes puissent s'y tenir côte à côte.

Les discussions sur la création du trottoir devraient avoir lieu avec le fermier et devraient aussi faire partie de la redéfinition de la zone classée comme réserve. Le trottoir proposé est conçu non seulement pour amener les visiteurs de la route au site, mais aussi pour éviter que des gens n'errent sur le terrain agricole. Il permet aussi aux engins agricoles et au bétail de se déplacer en toute liberté par-dessus celui-ci.

L'érosion du dépôt archéologique causée par l'absence de trottoir sur le site est évidente. Une large zone a été endommagée et une variété de matériel archéologique a été exposée. Cela est susceptible de s'étendre plus loin si aucune attention n'est donnée pour stopper ce problème. Une meilleure protection du dépôt archéologique doit faire l'objet d'une étude sur ce site.

Accès

La conception du portail d'entrée et du trottoir nécessitera de prendre en considération les besoins des personnes handicapées, tout comme l'accès au site depuis le parking. Une porte qui se referme automatiquement donnant sur la zone de réunion est suggérée. La porte devrait avoir des ressorts de fermeture forts et un loquet qui se croche tout seul, et elle doit être à même de ne pas laisser passer le bétail. Il faudra discuter avec le fermier pour connaître son opinion sur l'utilisation d'une telle porte au sein de la clôture du terrain. On ne peut pas prévoir un accès qui demanderait de passer par-dessus la barrière si l'accès pour les personnes handicapées est désiré. Si elle est approuvée, la porte d'accès pourra être incluse dans le programme d'installation.

Pour satisfaire les besoins des personnes handicapées, le parking devra être recouvert d'une couche de goudron lisse. Il devrait y avoir assez de place pour au moins un bus et deux voitures parkées près du site en même temps. De plus, il faut de la place pour que les piétons puissent se déplacer en sécurité de leurs véhicules vers l'entrée.

Interprétation

Les panneaux interprétatifs éduquent le visiteur au sujet de l'art, du site, des tribus qui le créèrent et au sujet de la conservation du site. En suggérant que les visiteurs contrôlent leur comportement sur le site, ils sont rendus attentifs au fait qu'ils contribuent directement à la préservation future du site qui est une importante ressource en tant qu'héritage. Il faut décourager la chasse aux fossiles, tout comme doit l'être le prélèvement de toute portion de roche ornée. Il faut abolir toute mention de ce genre de pratique des panneaux d'interprétation du site, car cela peut donner l'impression que l'on justifie ces pratiques.

Panneau de présentation

Le panneau de présentation/d'introduction a pour rôle d'instiller au visiteur un sens de la conservation en lui suggérant d'avoir un comportement approprié.

Le panneau devrait informer les visiteurs qu'ils doivent rester strictement sur le trottoir car ils traversent un terrain agricole privé qui doit être dérangé le moins possible. Il doit inclure des idées relatives au contexte tribal, ainsi qu'à l'art régional du site et au contexte archéologique. Cela rend le visiteur attentif au fait qu'il pénètre dans un site culturel et cela va induire un sens du respect pour le site et pour les environs. Une mention sur l'autorité du site aide à renforcer cela. Le panneau est le mieux placé au départ du trottoir, dans la zone d'assemblée. Ici les visiteurs peuvent être informés sur

le comportement approprié à avoir sur le site avant de se déplacer vers celui-ci. Il n'y a pas de raison d'interpréter l'art à cet endroit car les motifs sont encore éloignés.

Une petite flèche indiquant la direction montre aux visiteurs vers où ils doivent aller ensuite.

Panneaux spécifiques pour l'art

Ils doivent être placés bas, mais facilement lisibles, à l'intérieur des barrières. Ces signes doivent faire référence à des motifs spécifiques avec une interprétation appropriée dans le but d'éduquer les visiteurs et de leur fournir une meilleure compréhension de l'art rupestre Maori dans cette région. Il faut aussi faire référence aux matériaux, aux pigments et aux techniques d'application. Trois panneaux au moins devraient être prévus : un au début de l'extrémité est de la barrière, un autre pour le panneau rouge principal, et un dernier pour le panneau orné noir de la période post-contact.

Les panneaux de l'Automobile Association

Le panneau actuel de l'Automobile Association est placé de façon non appropriée pour laisser aux automobilistes le temps de le lire, de décider de s'arrêter et d'être en mesure de le faire en sécurité. Deux panneaux placés à au moins 50 mètres de chaque côté du site seraient préférables. L'enlèvement du panneau actuel et l'installation des deux nouveaux demandera l'implication de l'Automobile Association.

Il y aura un signe pour dire aux visiteurs de faire attention à la clôture électrique qui se situe entre le site et la route.

Autres panneaux sur le site

Il y a du potentiel pour augmenter l'expérience des visiteurs en interprétant d'autres choses sur le site. Takiroa a deux choses intéressantes en plus de l'art rupestre qui sont complémentaires et compatibles avec la valeur d'héritage déjà présente. Il s'agit de :

Le chêne commémoratif (war memorial oak tree)

Il y a un grand et beau chêne commémoratif situé sur le site, au bord de la route. Il y a une opportunité pour interpréter l'arbre à un endroit adapté du trottoir depuis la zone d'assemblée. Un petit détour du trottoir et un petit panneau interprétatif pourraient bien aller. L'accord de la tribu serait approprié dans ce cas étant donné que toute interprétation serait dirigée depuis le site lui-même.

Le paysage – les Alpes du Sud

Depuis le site en direction du Nord-Ouest, il y a une vue panoramique sur les Alpes du Sud qui s'élèvent derrière les plaines de la rivière Waitaki. Une petite zone sur le trottoir de retour vers le parking pourrait expliquer le paysage.

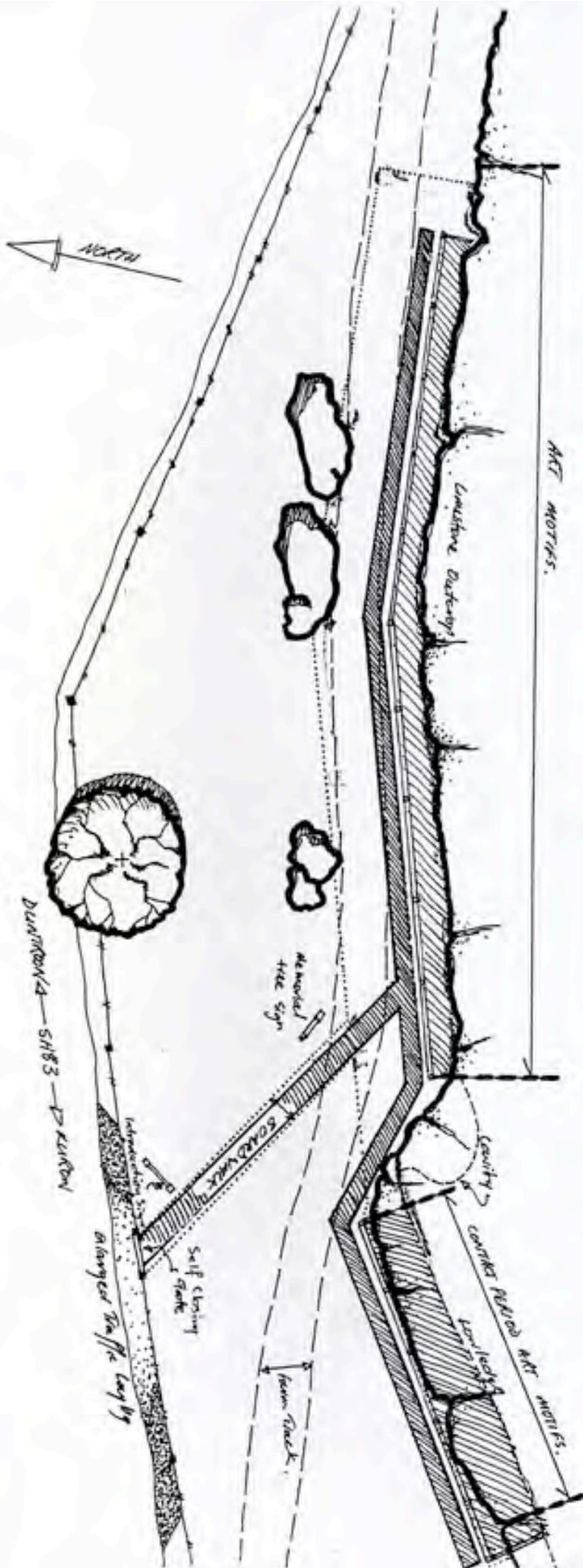
Aucune aire de repos n'est suggérée car les visiteurs qui s'attardent conduisent à un grand nombre de situations compliquées qui ne sont pas compatibles avec une bonne réalisation de la conservation.

APPENDIX J

TAKIROA: Possible Barrier & Boardwalk Positions.

approx 10m.

-  - Barrier Areas
-  - Boardwalk Areas



ANNEXE A

Traduction de l'avant-projet pour la conservation du site de Takiroa.

J'ai traduit l'intégralité du texte de l'anglais au français, à l'exception de certaines annexes que je joins telles quelles.

Le contenu de ce document constitue la base de mon travail, et il contient une quantité importante d'informations que je n'ai pas systématiquement reporté dans mon texte principal.

Une remarque importante à ce document est qu'il n'a pas eu de suite, contrairement à ce qui avait été prévu lors de sa publication.

ANNEXE B

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROCK ART ORGANISATIONS (IFRAO) CODE OF ETHICS

Full version, approved 14 July 2000, in Alice Springs, Australia. It represents the recommended minimum ethical standards for conduction rock art research anywhere

1. Preamble

1(1). This Code of Ethics describes general guidelines which IFRAO recommends to its members.

1(2). Rock art provides a window to our collective past, helps us make sense of the present and contributes to our future. Some of it has been handed down to us by many generations preceding us, to safeguard it for many generations to follow us. Unless we can trace our lineage directly to those who created the rock art and have retained aspects of its original cultural context, it does not belong to us in any way.

1(3). The cultural significance of a rock art site is embodied in the entire fabric of the site, in addition to the actual art present; in the traditional use of the place and the activities that occurred there; and in the meanings and intangible qualities of the place.

1(4). Understanding the cultural significance of a place is fundamental to its care, and where such understanding is inadequate, any interference may be regarded as inappropriate.

1(5). The 'patina of history' apparent in the fabric of a rock art site is important evidence and forms an integral part of that fabric. It includes natural or artificial changes or traces.

2. Definitions

Fabric: all physical aspects of a rock art site, including accretionary deposits, the art itself, traces of later human responses, modifications, even traces of vandalism in cases, lichen, and so forth.

Geomorphic exposure: any rock surface.

Graffiti: collective term describing recent anthropic graphic markings or inscriptions that are incompatible with the known or presumed uses of the rock art on the same panels.

IFRAO: the International Federation of Rock Art Organisations.

Indigenous cultural custodians: descendants of people who created rock art, who are obligated by their cultural traditions or beliefs to act as the custodians or curators of rock art.

Management: administrative control over the management of rock art sites, including preservation, access control, public presentation.

Massive intervention: significant changes to the environmental conditions under which the rock art survives. This includes housing in a building, or removal of the supporting bedrock to another location.

Members: the members of IFRAO.

Peer approval: the approval of an action or proposed action by relevant specialists who have no pecuniary involvement in the project in question.

Rock art: the surviving graphic markings of cultural activities found on rock surfaces.

Triumvirate of IFRAO: the ruling council of IFRAO, consisting of the immediate past president, president and incoming president.

Traditional owners: see Indigenous cultural custodians.

3. Issues of Ownership

3(1). *Traditional owners and indigenous cultural custodians*: In areas where indigenous peoples live whose lifestyles and beliefs continue traditions associated with rock art, members recognise their ownership of the sites, and all research, conservation or management of such sites [is] subject to the full approval of the traditional owners. In areas where such indigenous peoples and traditions are no longer present, members shall endeavour to understand and promote management practices consistent with such beliefs in so far as they are known from ethnographic or archaeological evidence. In the absence of such evidence to the contrary, provisional concepts of such beliefs (e.g. non-human sources of authority,

nature of the sacred, non-linear time/space) should be projected from similar societies and traditions elsewhere.

3(2). *Local antiquities and cultural heritage laws*: Members shall abide by all local, state or national laws protecting archaeological sites and monuments, and comply with heritage protection laws generally.

3(3). *Non-traditional ownership of sites*: Members shall respect the rules, laws or requests of any individuals or organisations possessing legal ownership of the land rock art sites are located on, or the land that must be traversed in order to reach the sites.

3(4). *Copyright and ownership of records*: In regions where traditional indigenous owners exist, they possess copyright of the rock art designs. Members wishing to reproduce such designs shall make appropriate applications. Records made of rock art remain the cultural property of the rock artists, or collectively of the societies these lived amongst.

4. Recording of Rock Art

4(1). *Methods of recording*: Members shall not physically interfere with rock art except as provided in Clauses 5(2) and 6. No substances shall be applied to rock art for recording purposes, except substances that are regularly applied to individual panels by natural processes (e.g. water at open air sites).

4(2). *Coverage of recording*: All recordings of rock art are incomplete. Therefore rock art recordings need to be as comprehensive as possible, and by multi-disciplinary means.

4(3). *Conduct at sites*: New uses of sites, including for purposes of research, shall not change the fabric of a site, and shall respect associations and meanings of the site and its contents.

4(4). *Conduct in foreign countries*: In addition to other requirements listed herein, researchers working in foreign countries shall do so in consultation with the region's rock art organisation, and shall provide copies of reports and publications to that organisation.

5. Removal of Samples

5(1). *Archaeological research*: No excavation shall be undertaken at a rock art site unless it forms part of an appropriately authorised archaeological research project. This includes the removal of any sediment to uncover rock art images. Similarly, no archaeological surface remains shall be removed or relocated.

5(2). *Sampling of rock art and adjacent geomorphic exposures*: No samples shall be removed of paint residue, accretionary deposits of any kind, or of the support rock, except after the following requirements have been satisfied:

(a) The sample removal is to form part of a larger and specific research design that has peer approval;

(b) The sample removal has been approved in writing by two peer researchers (i.e. scientists specialising in the analytical study of rock art);

(c) The funds necessary for the best possible analytical laboratory support have been secured;

(d) The analyst has extensive first-hand experience in sampling geomorphic surfaces;

(e) Traditional indigenous custodians, where they have jurisdiction, have approved the sample removal;

(f) The relevant local or national authorities have approved the sample removal.

5(3). *Excavation*: No excavations shall be undertaken at a rock art site unless the expertise of identifying rock art-making tools is available to the researchers proposing such excavation.

6. Conservation

6(1). *Setting*: The area around a rock art site, its setting, may contain features associated with the rock art and other evidence of its history. The visual, historical and other relationships between a site and its setting which contribute to its significance shall be retained in all conservation or preservation work.

6(2). *Site fabric*: In all conservation, preservation or management work at and near rock art sites, the visual, historical and scientific significance of the site fabric shall be retained. The removal or palliation of 'graffiti' shall be undertaken only after approval of the relevant authorities, and be effected only under the guidance of qualified rock art conservators. Massive intervention is to be reserved for situations of extreme threats to rock art, and shall be undertaken only after extensive peer review and approval.

6(3). *Protection*: Members will not disclose the locations of non-public and unprotected rock art sites to the general public. Ultimately, the best protection will depend on the awareness of the general public of the

value of rock art. Part of any conservation effort should include the education of the public towards respect for rock art wherever it occurs.

7. Disputes

7(1). *Conduct*. Members shall endeavour to treat other members in a courteous manner. In regions where traditional indigenous owners exist, members shall ensure that they are kept informed about all aspects of research work, and that copies of completed reports are made available to them. Where such reports appear in technical jargon, ordinary-language versions are to be made available.

7(2). *Plagiarism*: Members shall acknowledge the use of other researchers' recordings, published comments and ideas.

7(3). *Dispute settlement*. Members shall make every endeavour to settle disputes among themselves, as IFRAO is reluctant to settle disputes among its members. Where a dispute cannot be settled and threatens the integrity of IFRAO, application for arbitration shall be made to the President of IFRAO, providing the relevant documentation. The dispute will then be arbitrated by the Triumvirate of IFRAO if its resolution is urgent, but preferably at the subsequent General Meeting of IFRAO.

Source : www.allenandunwin.com/arch_handbook/codeofethics.pdf (14.04.2005)

← EST



ANNEXE C

Plan du site avec localisation des motifs et état de la roche

Le plan du site a été fait à partir d'une série de photographies qui ont été appondues les unes aux autres.

Le plan est présenté tel quel, avec une page transparente entre chaque feuille. Sur la page transparente sont indiqués :

- L'emplacement des motifs (indiqués par leur n° d'inventaire), les motifs prélevés sont soulignés.
- L'emplacement des prélèvements de sels
- L'emplacement et le n° des poteaux du grillage
- L'état général de la roche

Clé pour la compréhension des dessins :



Front humide



Craquèlement, perte de matière



Sels visibles



Zone d'humidité et de poussière



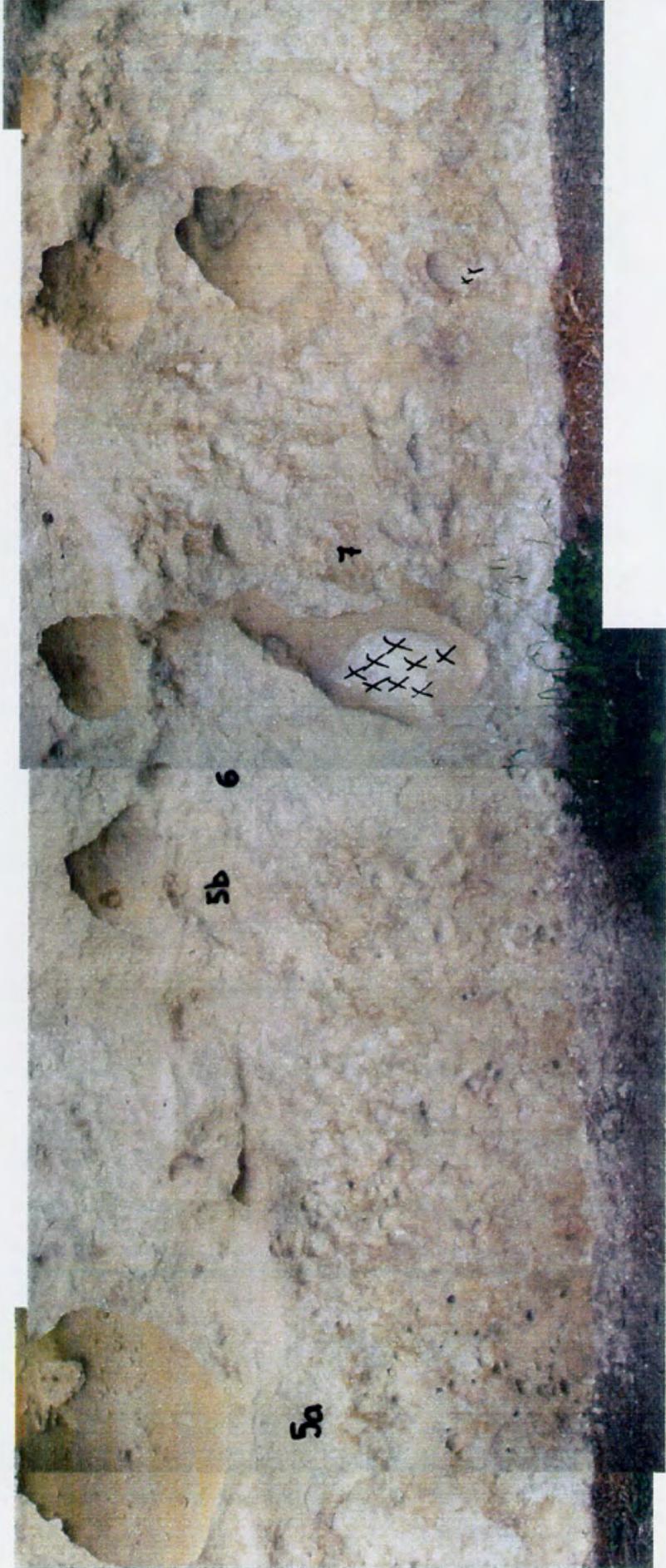
Agrafes, fil de fer, clous



Cratères d'exfoliation

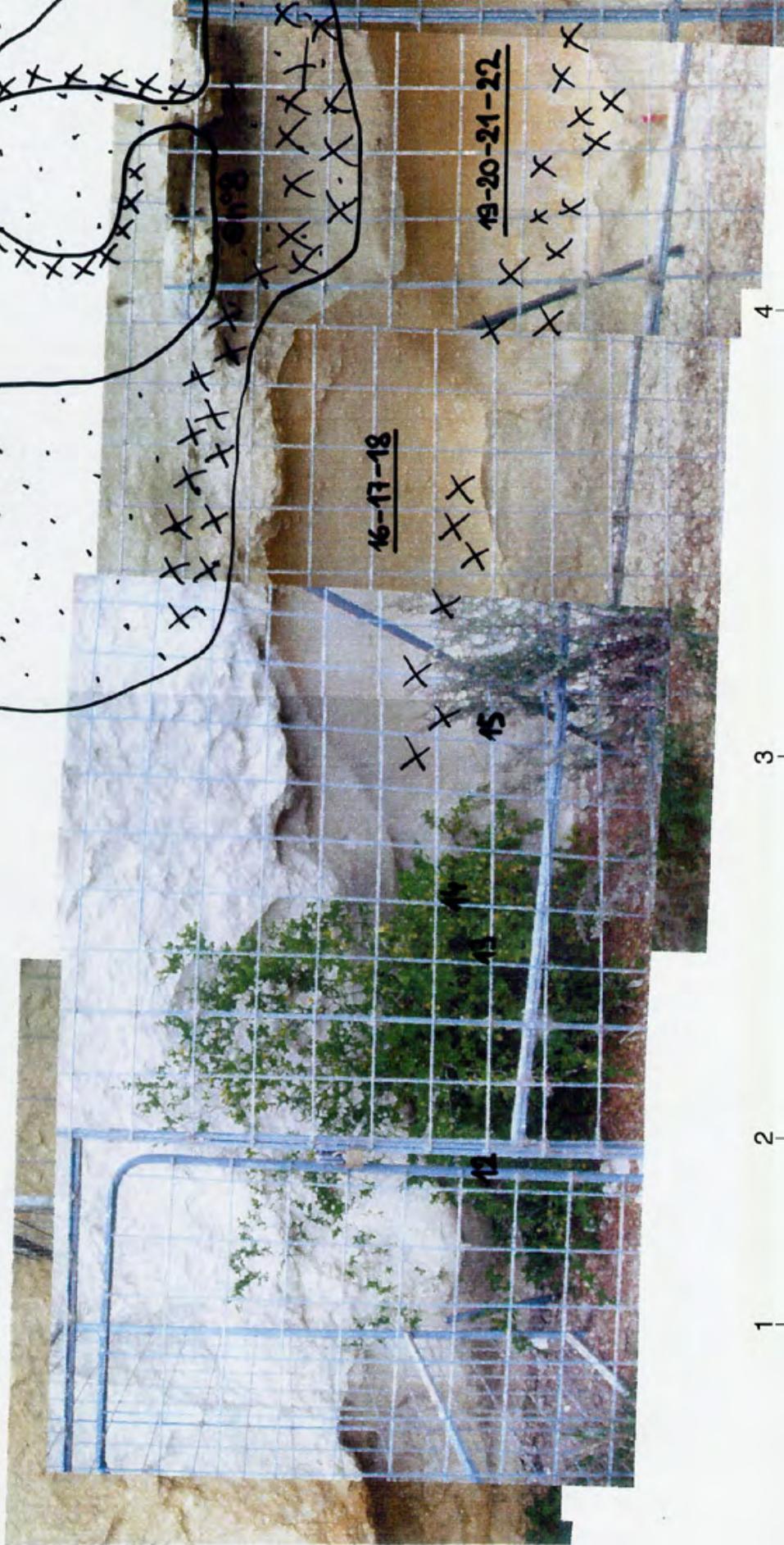


Emplacement des prélèvements









4

3

2

1

POTEAUX

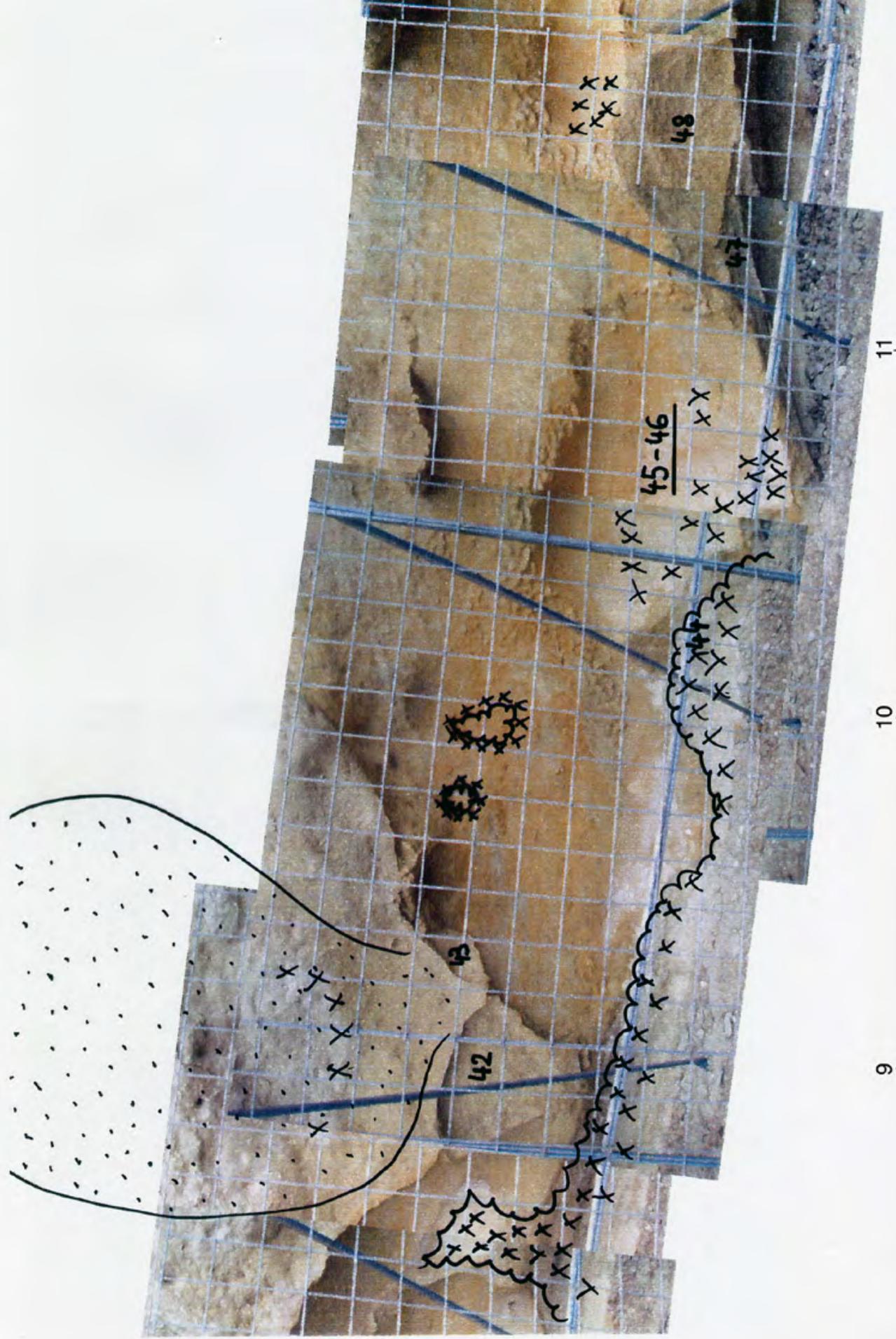


8

7

6

5



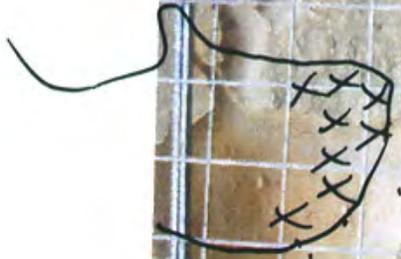
11

10

9



Poussière sur les zones non érodées

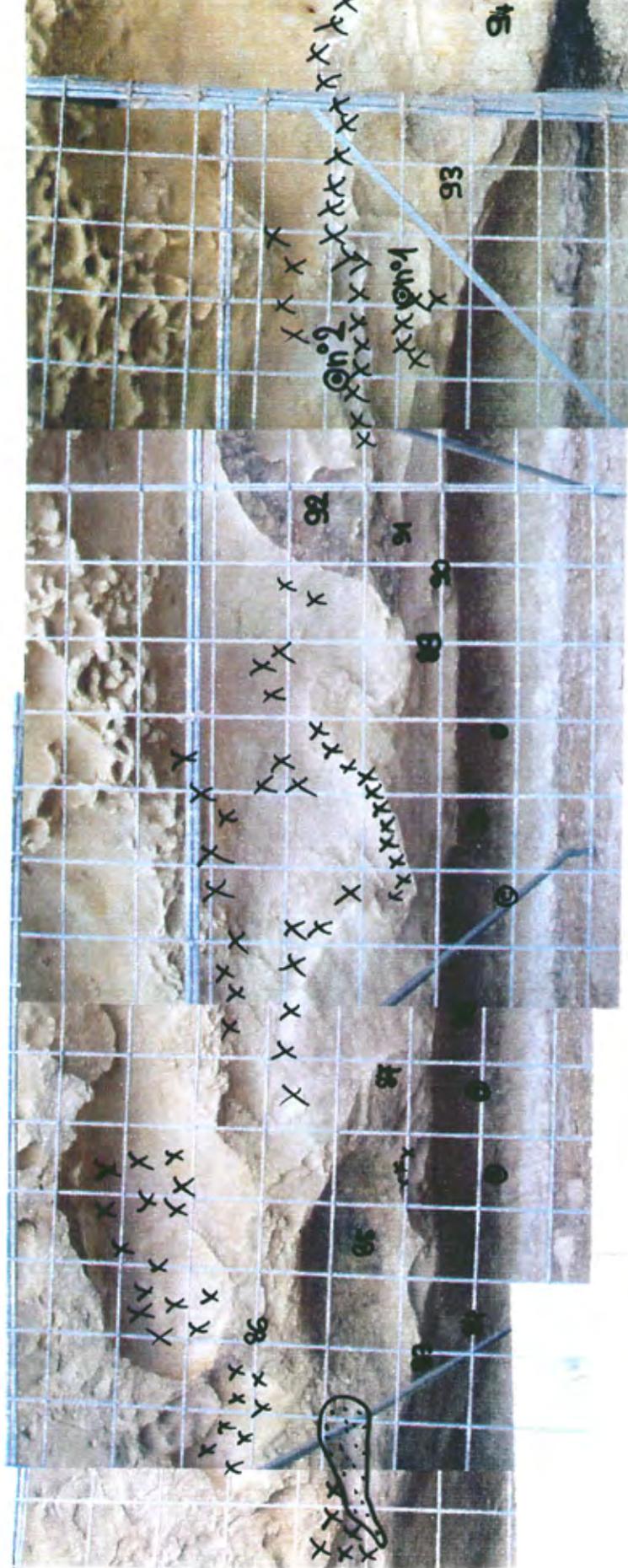


20

19

18

17



24

23

22

21

HOBO help.com

[Home](#)

[Product Information](#)

[Tech Support](#)

[Logger Software](#)

[User Applications](#)

HOBO® H8 Outdoor/Industrial 4-Channel External Logger

Accepts external sensors and input cables for:
 Temperature
 AC Current
 4-20 milliamps
 0 to 2.5 Volts DC

Features and specifications

- Operating environment: weatherproof case, tested to NEMA 6
- Accepts external sensors and input cables for temperature, AC current, 0-2.5 Volt DC and 4-20 mA.
- Capacity: 32,520 measurements total
- User-selectable sampling interval: 0.5 seconds to 9 hours, recording times up to 1 year
- Readout and relaunch with optional [HOBO Shuttle](#).
- Drop-proof to 5'
- Programmable start time/date
- Operating range: -4°F to +158°F (-20°C to +70°C)
- Access port provides easy data offload
- Mounting hardware included (4 mounting screws and washers)
- Size: 5.50" x 5.38" x 1.25" (140 x 137 x 32mm)
- Weight: approx. 7 oz. (200 grams)
- Memory modes: stop when full, wrap-around when full
- Nonvolatile EEPROM memory retains data even if battery fails
- Blinking LED light confirms operation
- User-replaceable battery lasts 1 year
- Battery level indication at launch
- Time accuracy: ±1 minute per week at +68°F (+20°C)
- Intrinsically Safe (IS) model available for use in monitoring conditions in hazardous locations where combustible dust or gas may be a concern.*
- Compliance certificate available
- NIST-traceable temperature accuracy certification available



Wide range of sensors available

There are a wide range of external sensors and input cables available for the HOBO H8 Outdoor/Industrial 4-Channel External logger:

- TMC6-HB and TMCx-HA series temperature sensors with lengths from 1' to 50'
- TMC6-HC stainless steel temperature probe
- Split-core AC current sensors, with ranges from 0-20 A to 0-600 A (these are not weatherproof)
- 0-2.5 V input cable
- 4-20 mA input cable

External input specifications

- 2.5 mm jack: ground, input, switched 2.5 Volts output; ground connection is the same as PC interface connector
- Input range: 0 to +2.5 Volts DC
- Accuracy: ±10 mV ±1% of reading
- Resolution: 10 mV (8-bit)
- Output power: ±2.5 Volts DC at 2 mA, active only during measurements

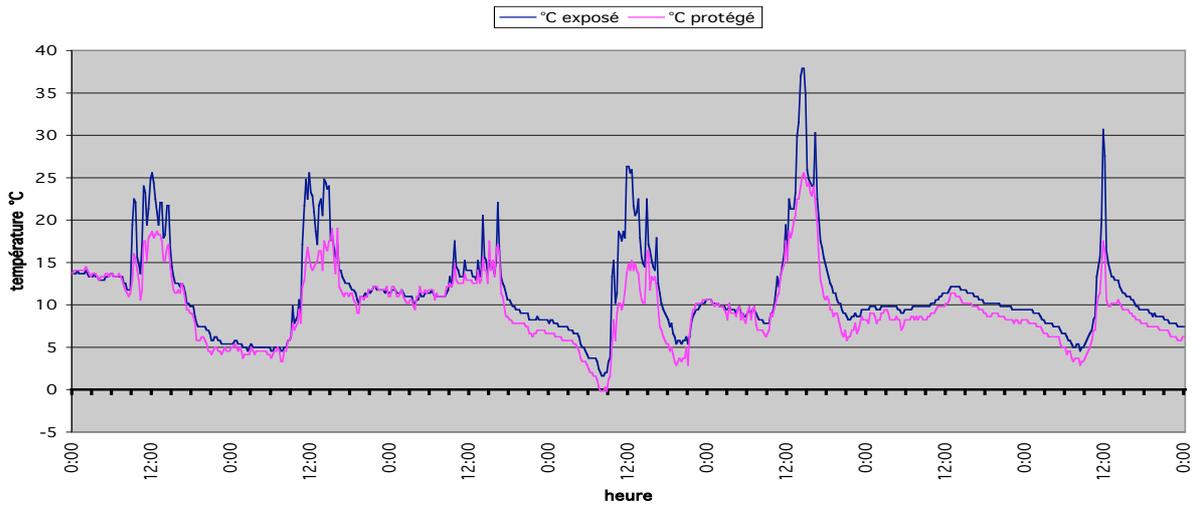
A software starter kit is required for operation

[BoxCar Pro](#) or [BoxCar](#) starter kits are available. Each starter kit includes software, computer interface cable and software manual. If you already have logger software, you can refer to the [Logger Software Compatibility Chart](#). Upgrades for [BoxCar Pro](#) and [BoxCar](#) are available on this website. [USB Serial Adapter](#) available.

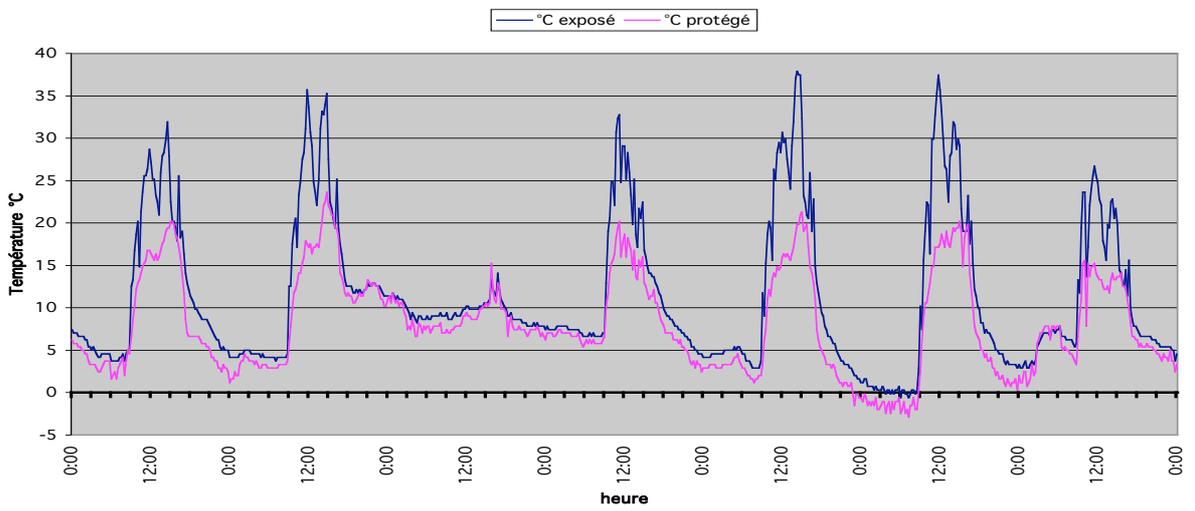
Rapport-gratuit.com



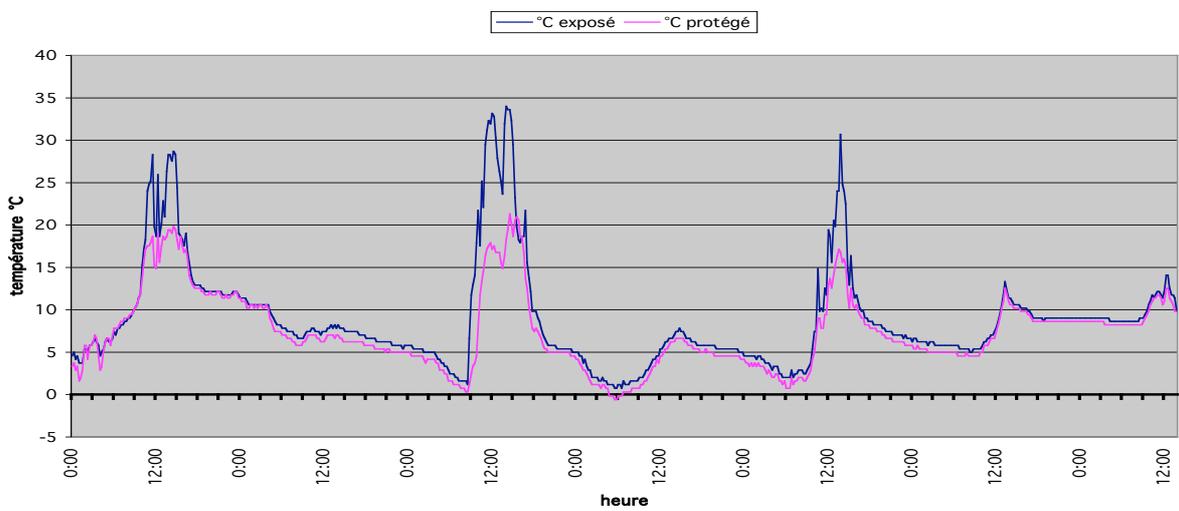
station 1, °C, 29.06.05-05.07.05



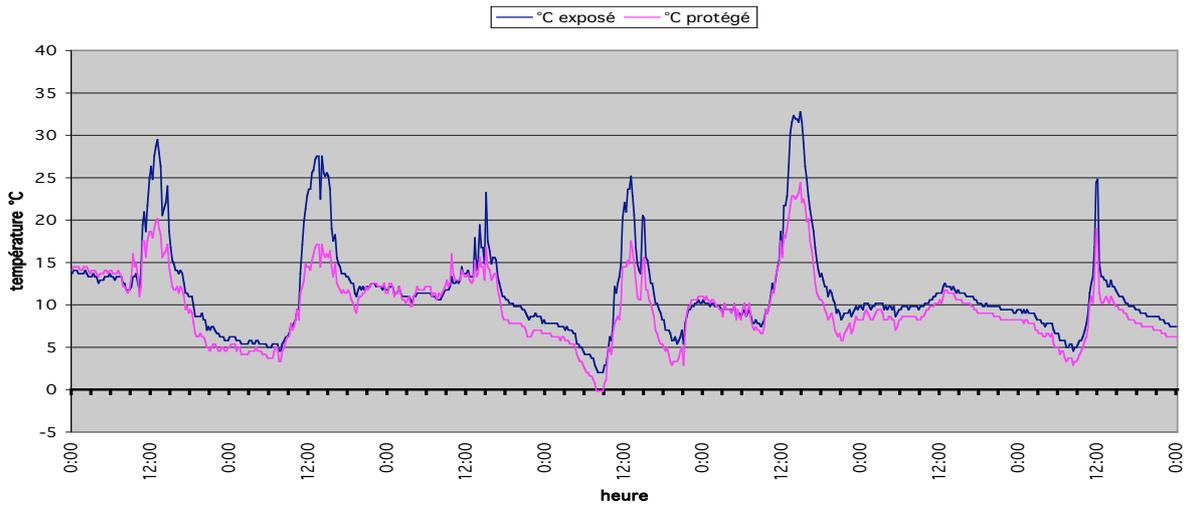
station 1, °C, 06.07.05-12.07.05



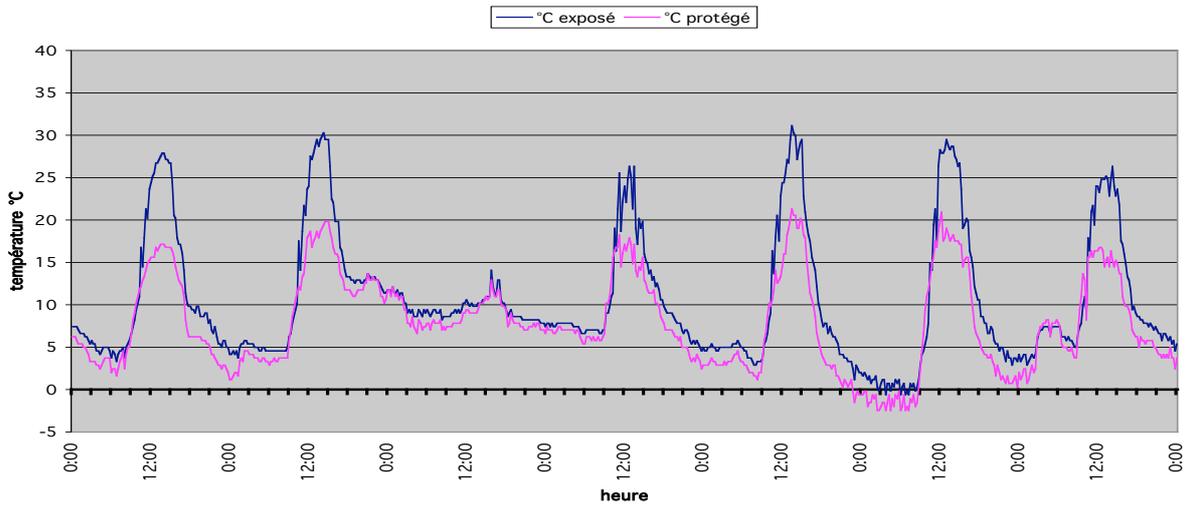
station 1, °C, 13.07.05-19.07.05



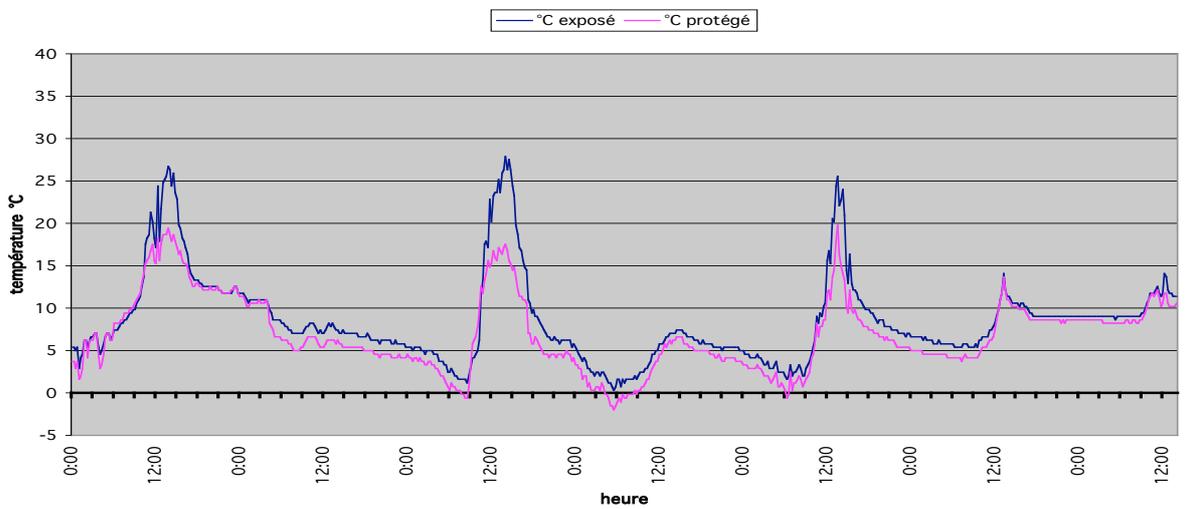
station 2, °C, 29.06.05-05.07.05



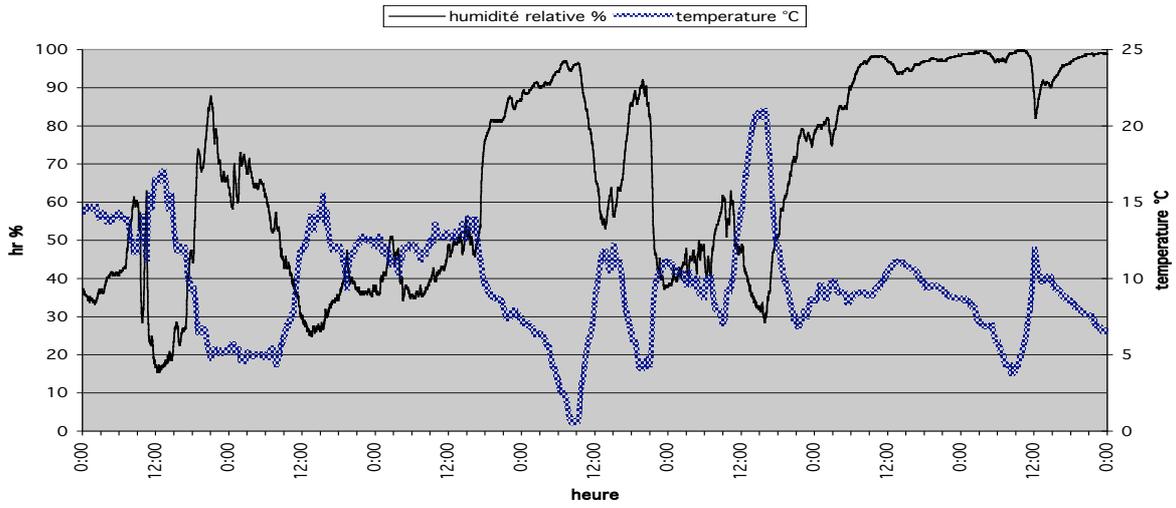
station 2, °C, 06.07.05-12.07.05



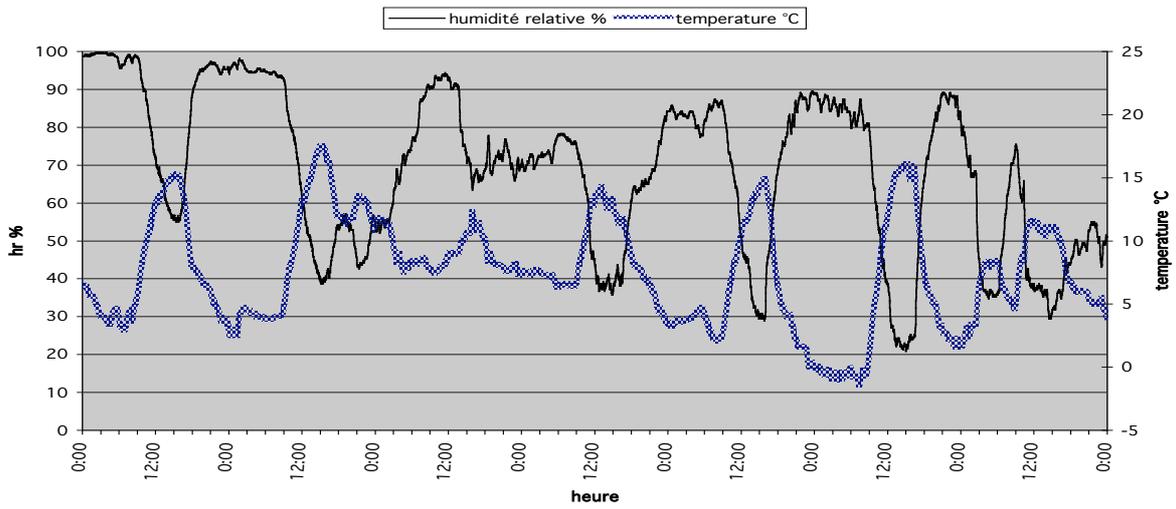
station 2, °C, 13.07.05-19.07.05



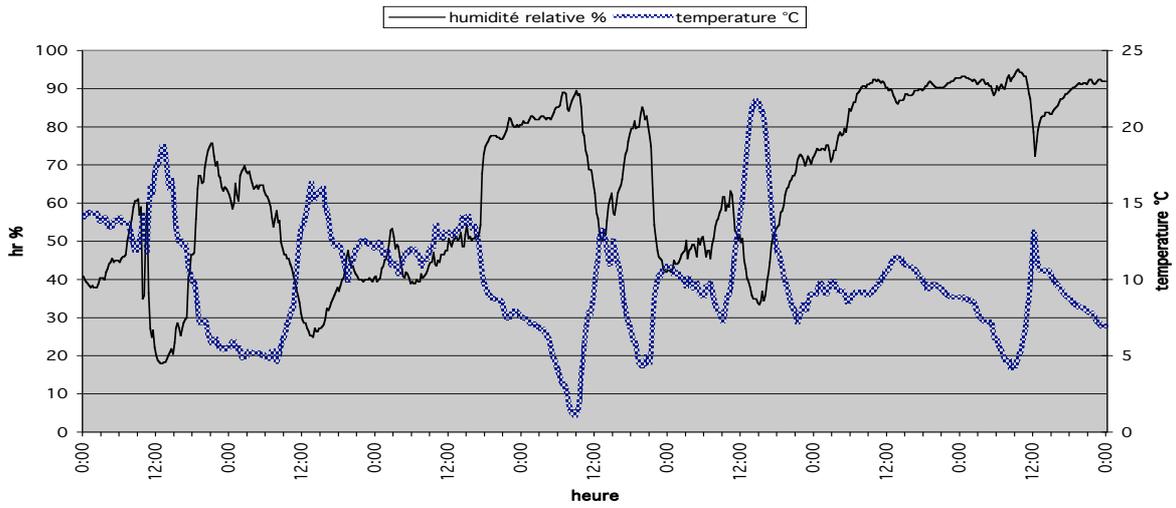
station 1, hr et temp., 29.06.05-05.07.05



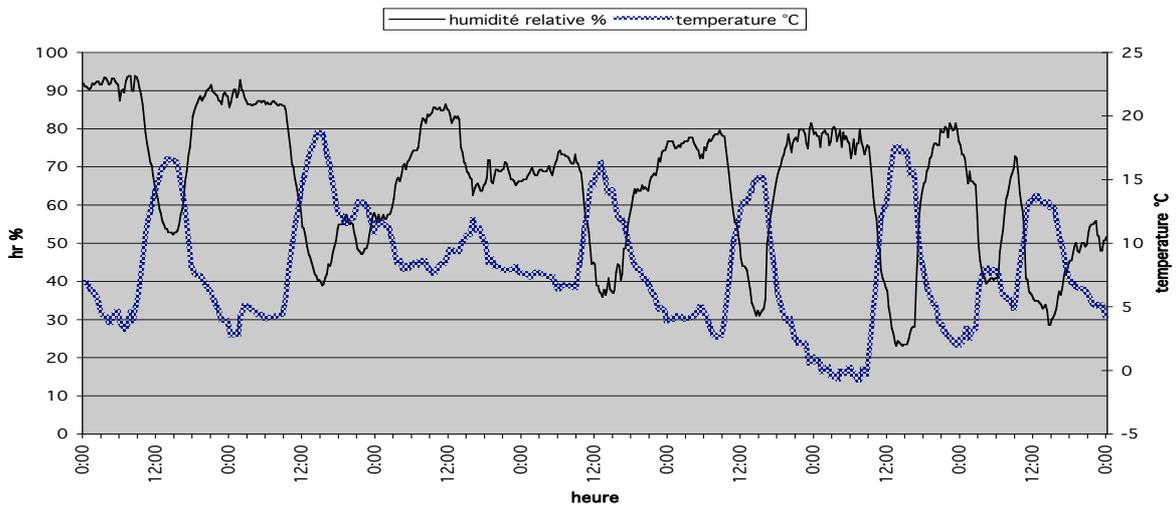
station 1, hr et temp., 06.07.05-12.07.05



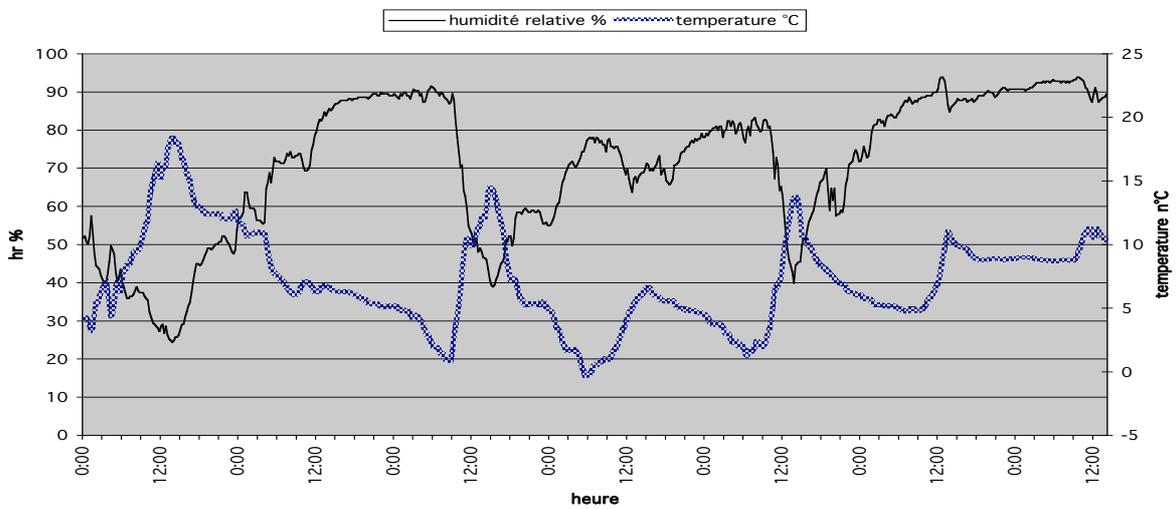
station 2, hr et temp, 29.06.05-05.07.05



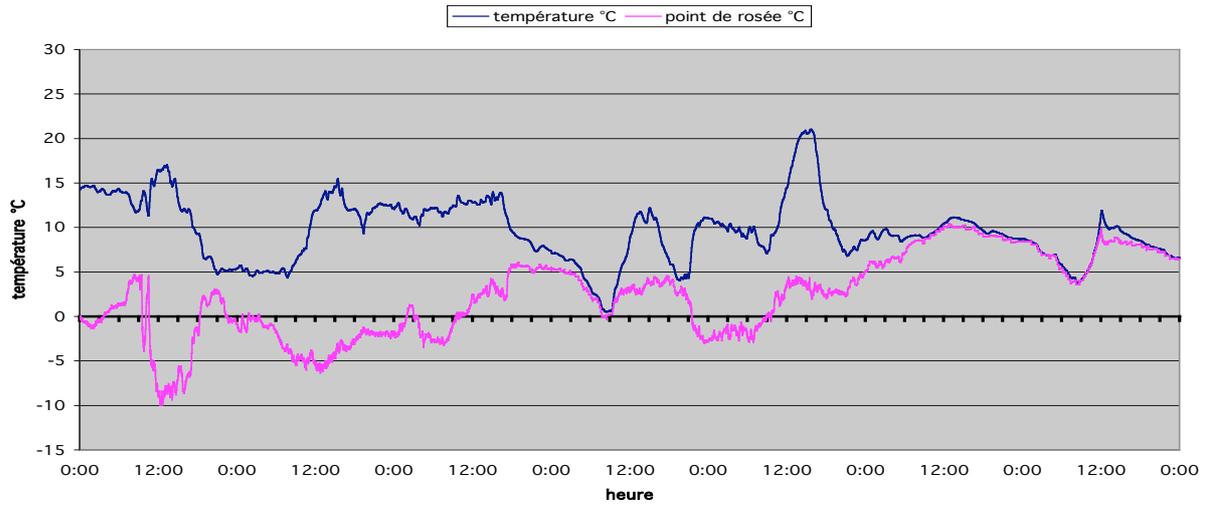
station 2, hr et temp., 06.07.05-12.07.05



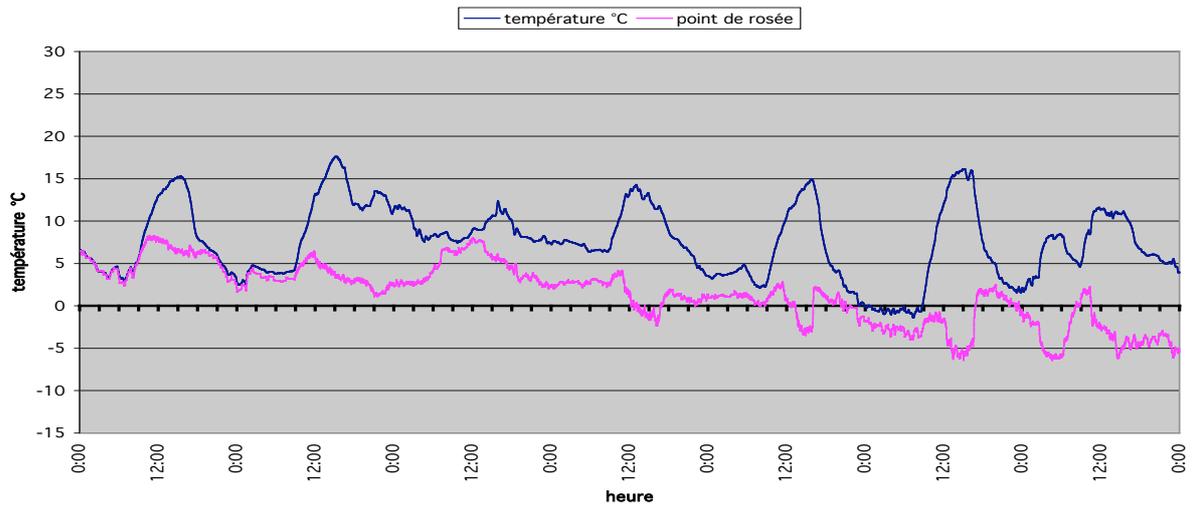
station 2, hr et temp., 13.07.05-19.07.05



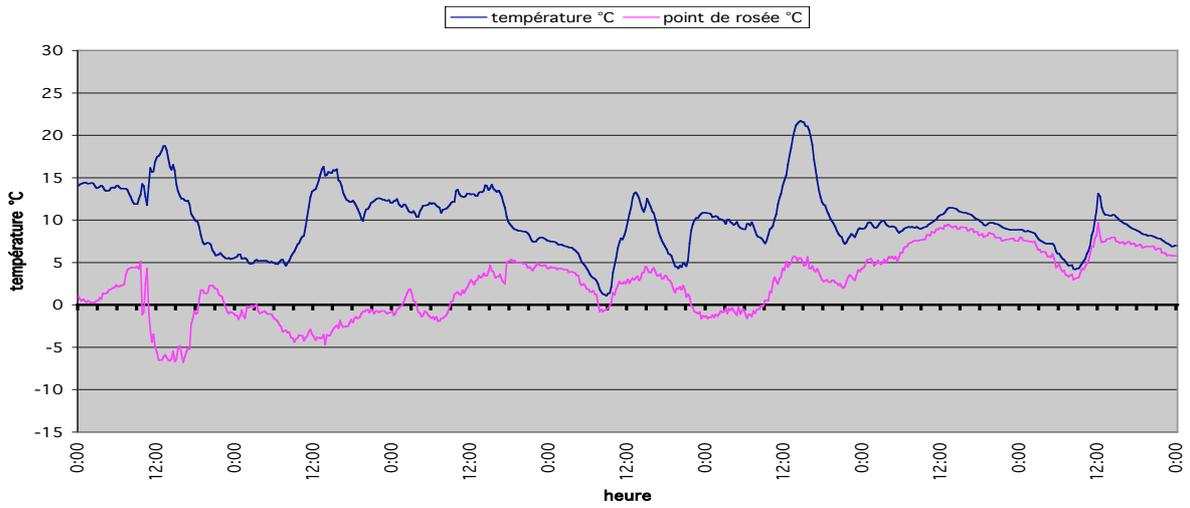
station 1, °C et point de rosée, 29.06.05-05.07.05



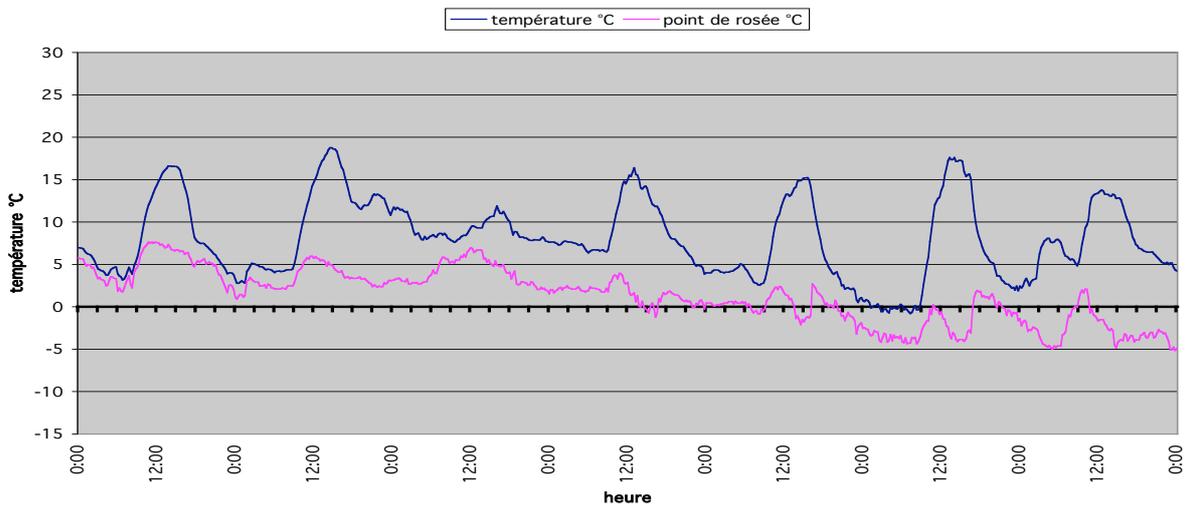
station 1, °C et point de rosée, 06.07.05-12.07.05



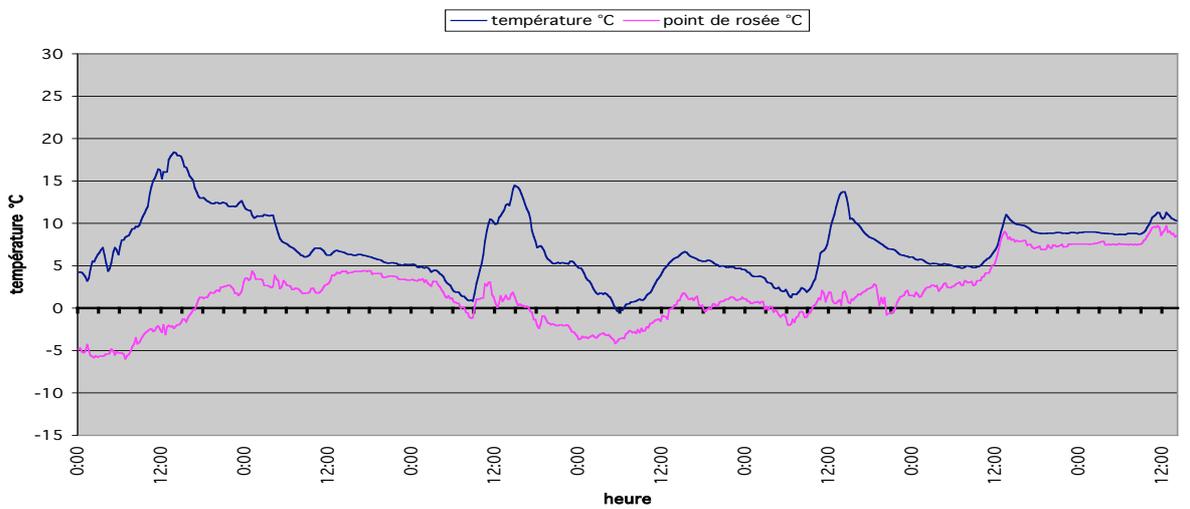
station 2, °C et point de rosée, 29.06.05-05.07.05



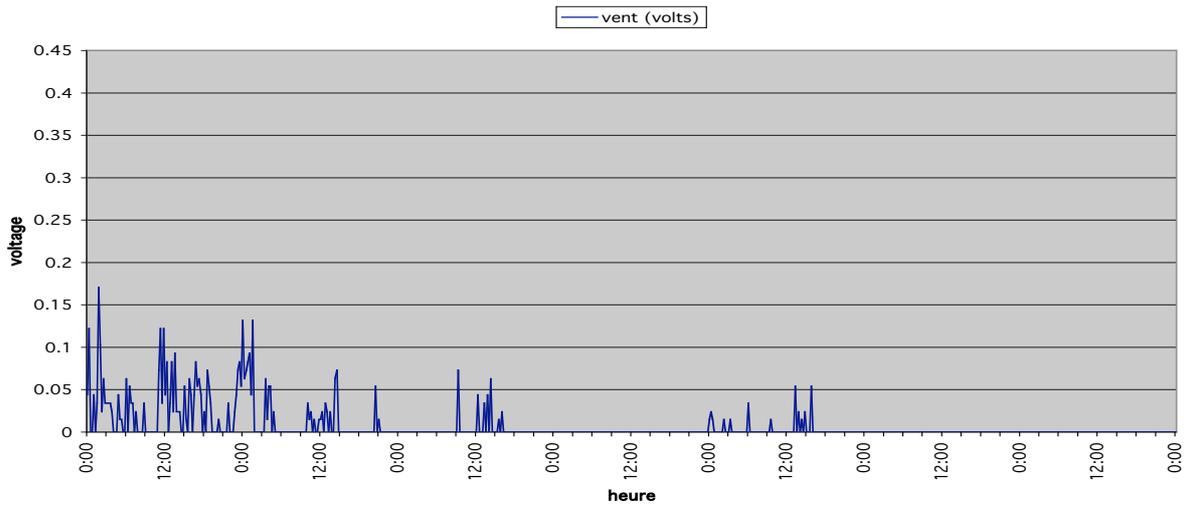
station 2, °C et point de rosée, 06.07.05-12.07.05



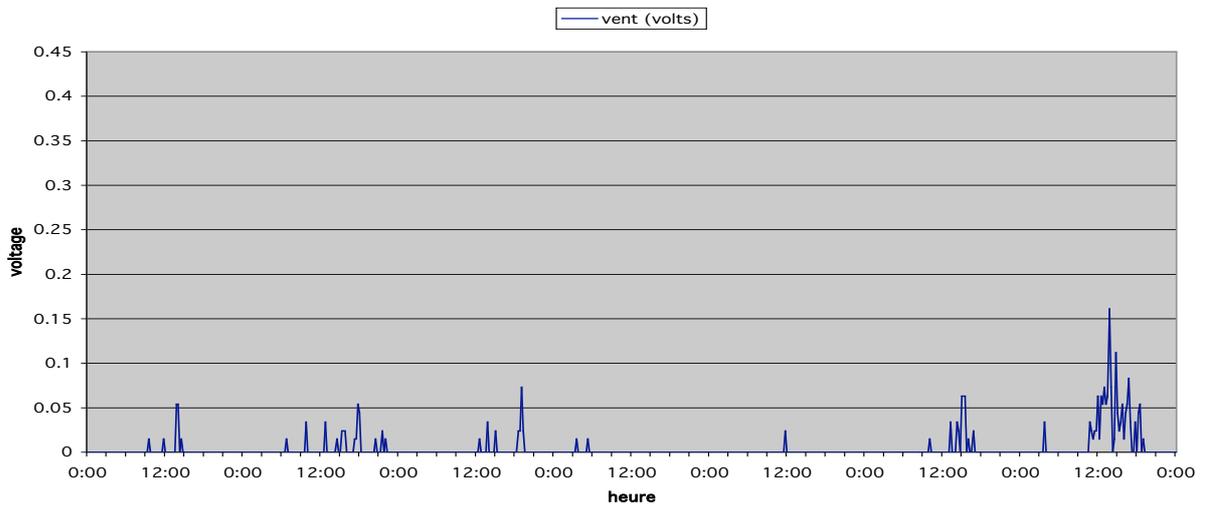
station 2, °C et point de rosée, 13.07.05-19.07.05



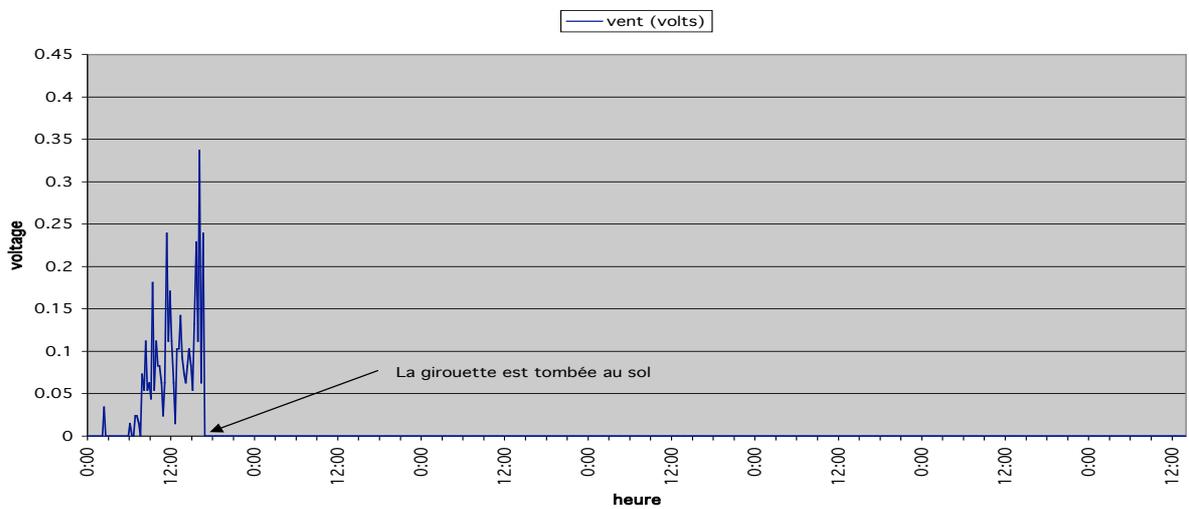
station 1, vent, 29.06.05-05.07.05



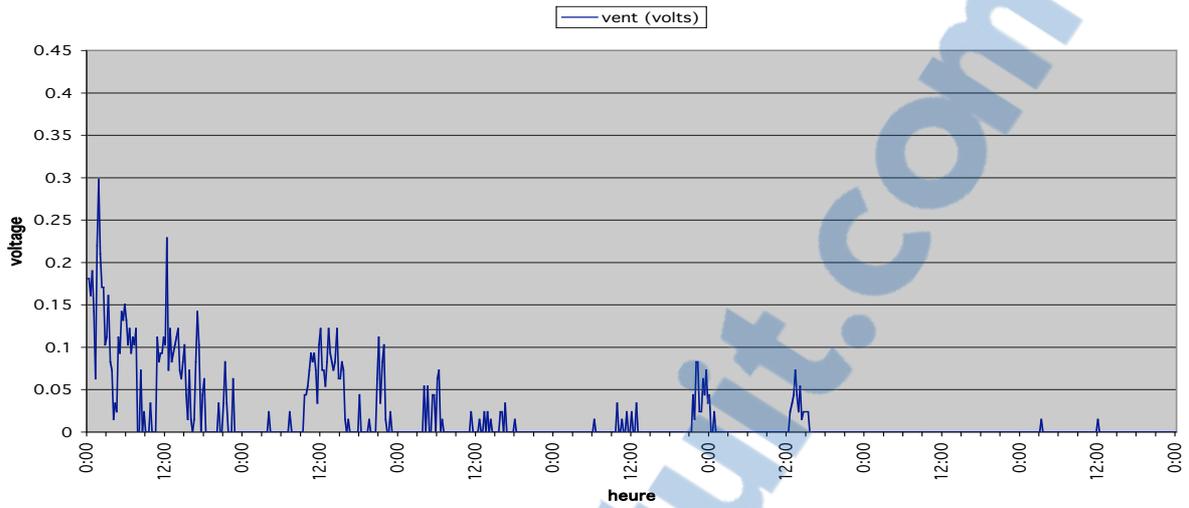
station 1, vent, 06.07.05-12.07.05



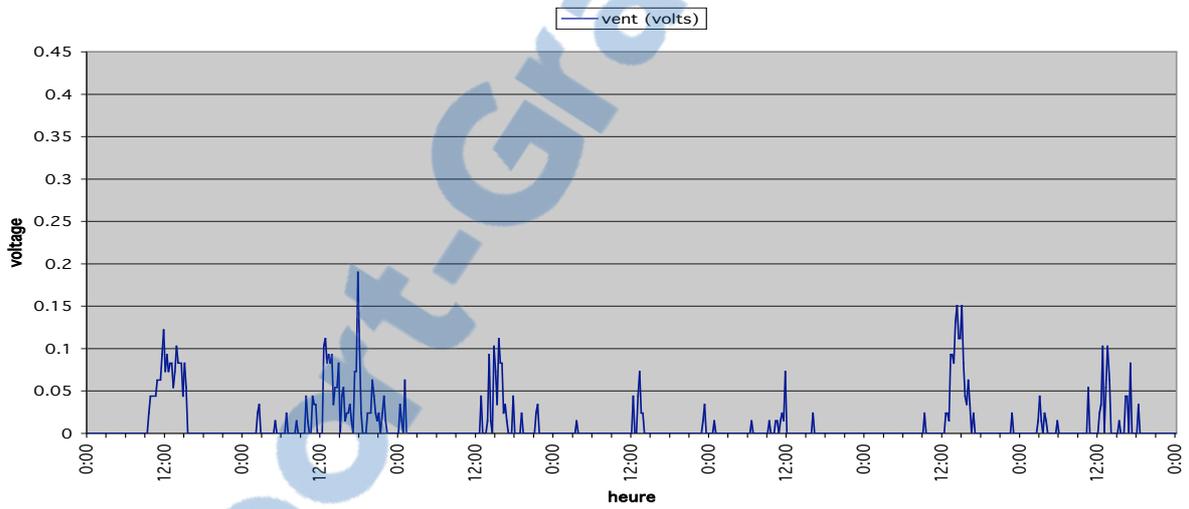
station 1, vent, 13.07.05-19.07.05



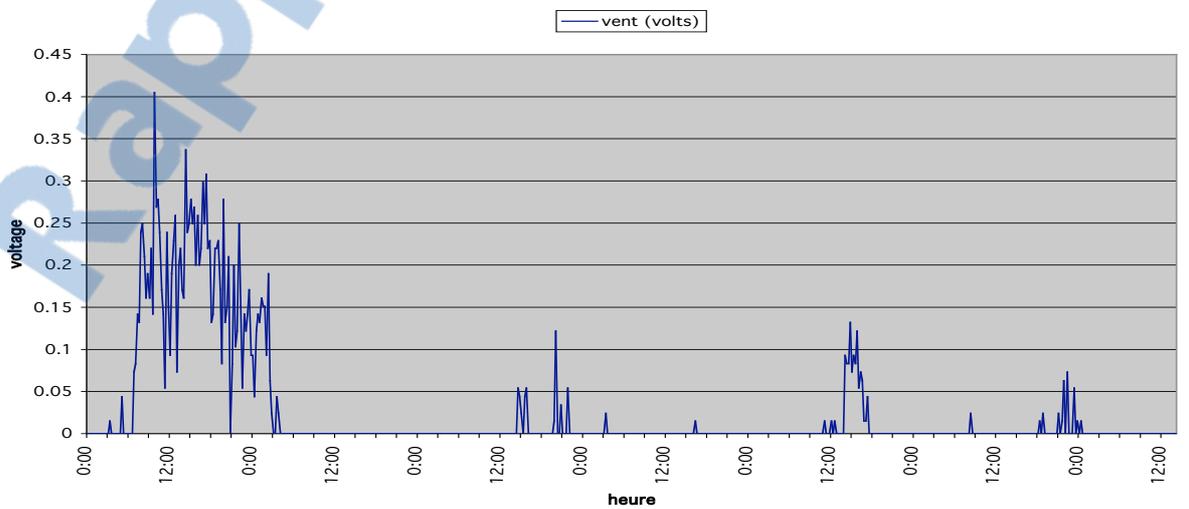
station 2, vent, 29.06.05-05.07.05



station 2, vent, 06.07.05-12.07.05



station 2, vent, 13.07.05-19.07.05



ANNEXE E

Graphes récapitulant les résultats des enregistrements climatiques réalisés sur le site de Takiroa

Il y a 4 types de graphes :

-Températures (exposée et abritée)

-Humidité relative et température

-Température et point de rosée

-Vent

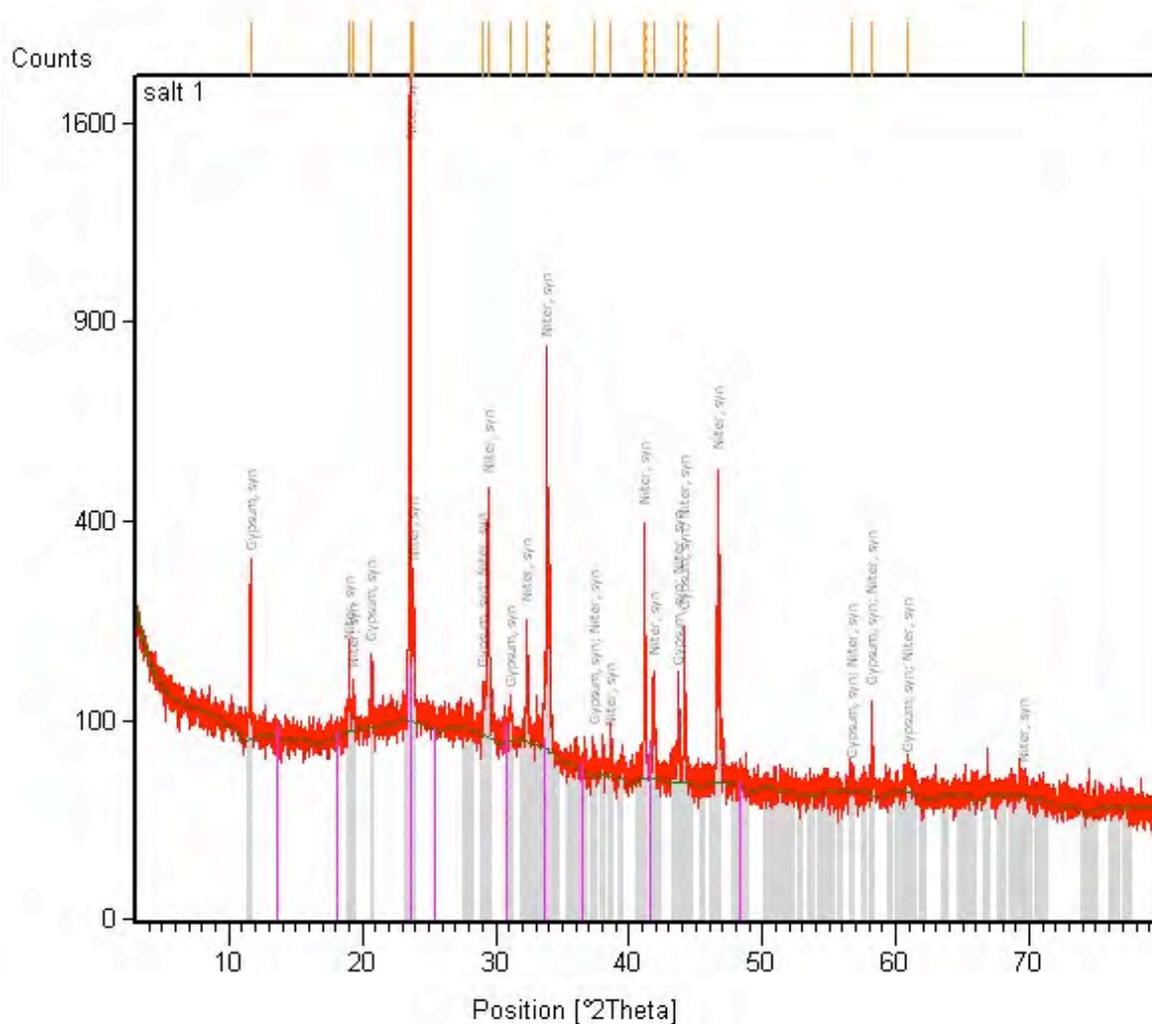
Les données ont été enregistrées du 28 juin 2005 au 19 juillet 2005, sauf pour le HOB0 hr de la station climat 1, qui s'est arrêté le 13 juillet 2005.

Par commodité, j'ai réalisé des graphes qui commencent à minuit et finissent 7 jours plus tard à minuit, donc certaines données ont été écartées.

Les données relatives au vent sont en volts et je n'ai pas trouvé de moyen sûr de les convertir, il faudrait calibrer les appareils.

Je joins les données relatives au point de rosée bien que je ne les aie pas utilisées du tout.

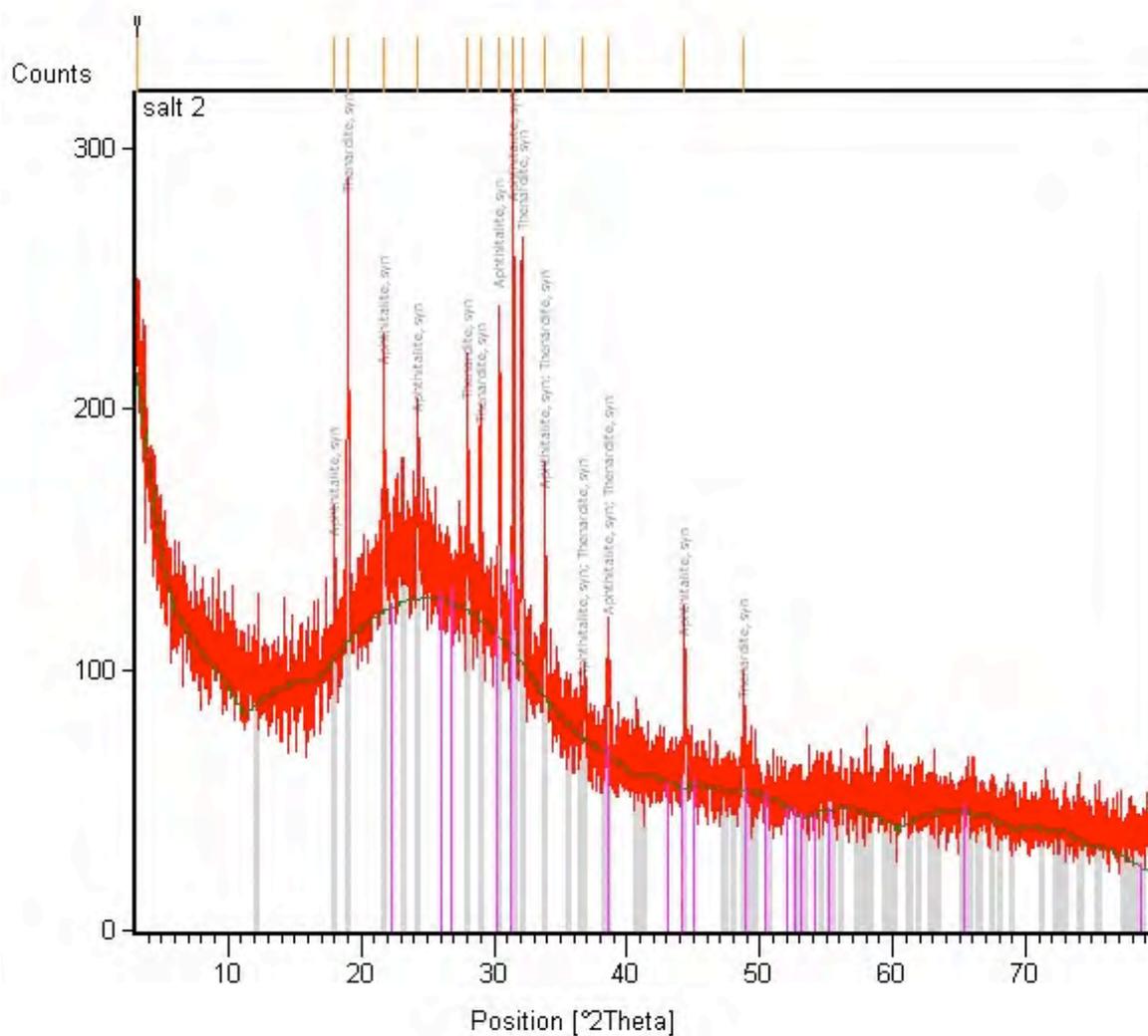
SALT 1 (sel n°1)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	34	Gypsum, syn	0.000	0.057	Ca S O ₄ · 2 H ₂ O
*	00-005-0377	60	Niter, syn	0.000	0.390	K N O ₃

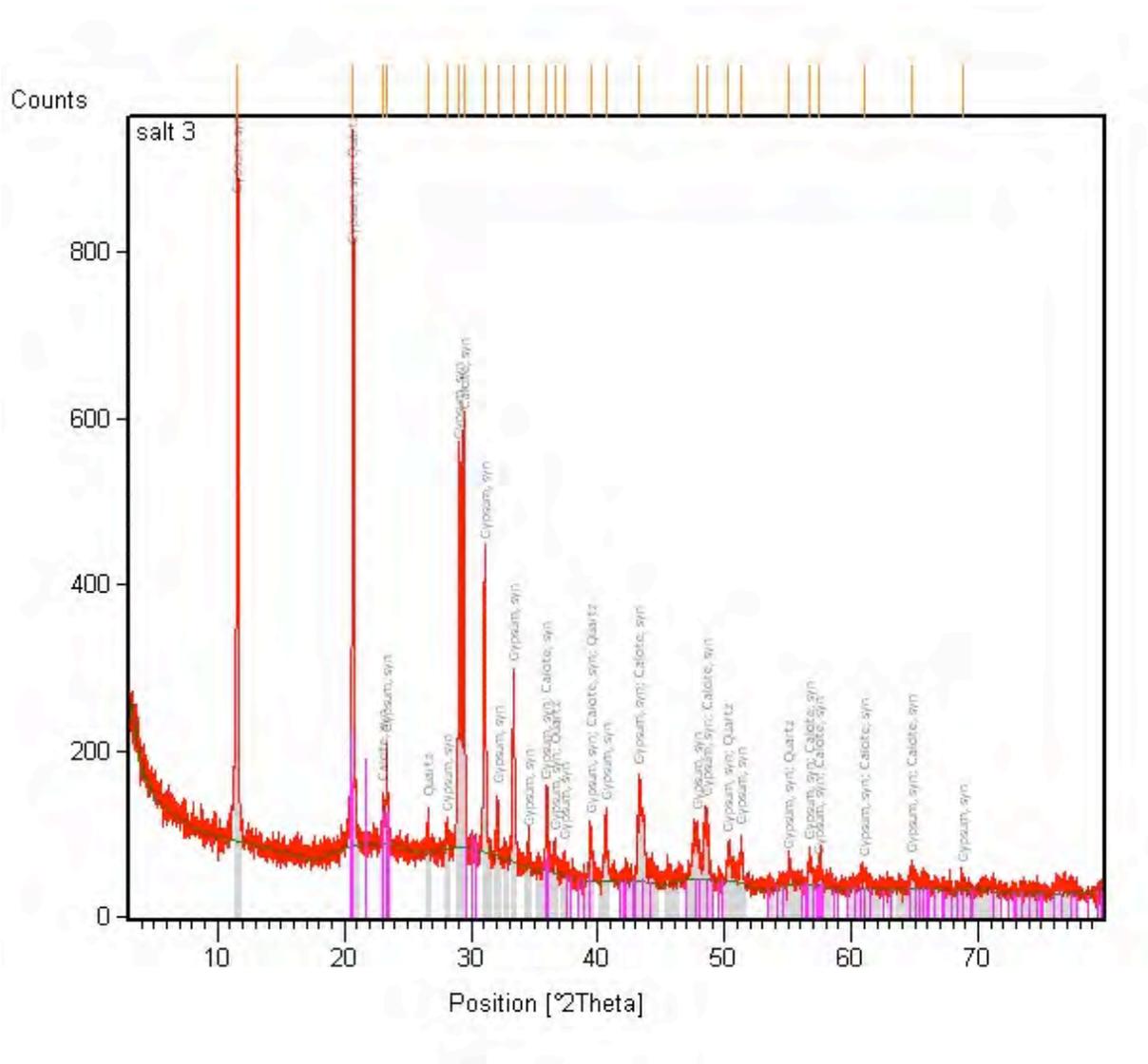
« SALT 2 » (sel n°2)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-020-0928	51	Aphthitalite, syn	0.000	0.591	$K_3 Na (SO_4)_2$
*	00-037-1465	51	Thenardite, syn	0.000	0.532	$Na_2 SO_4$

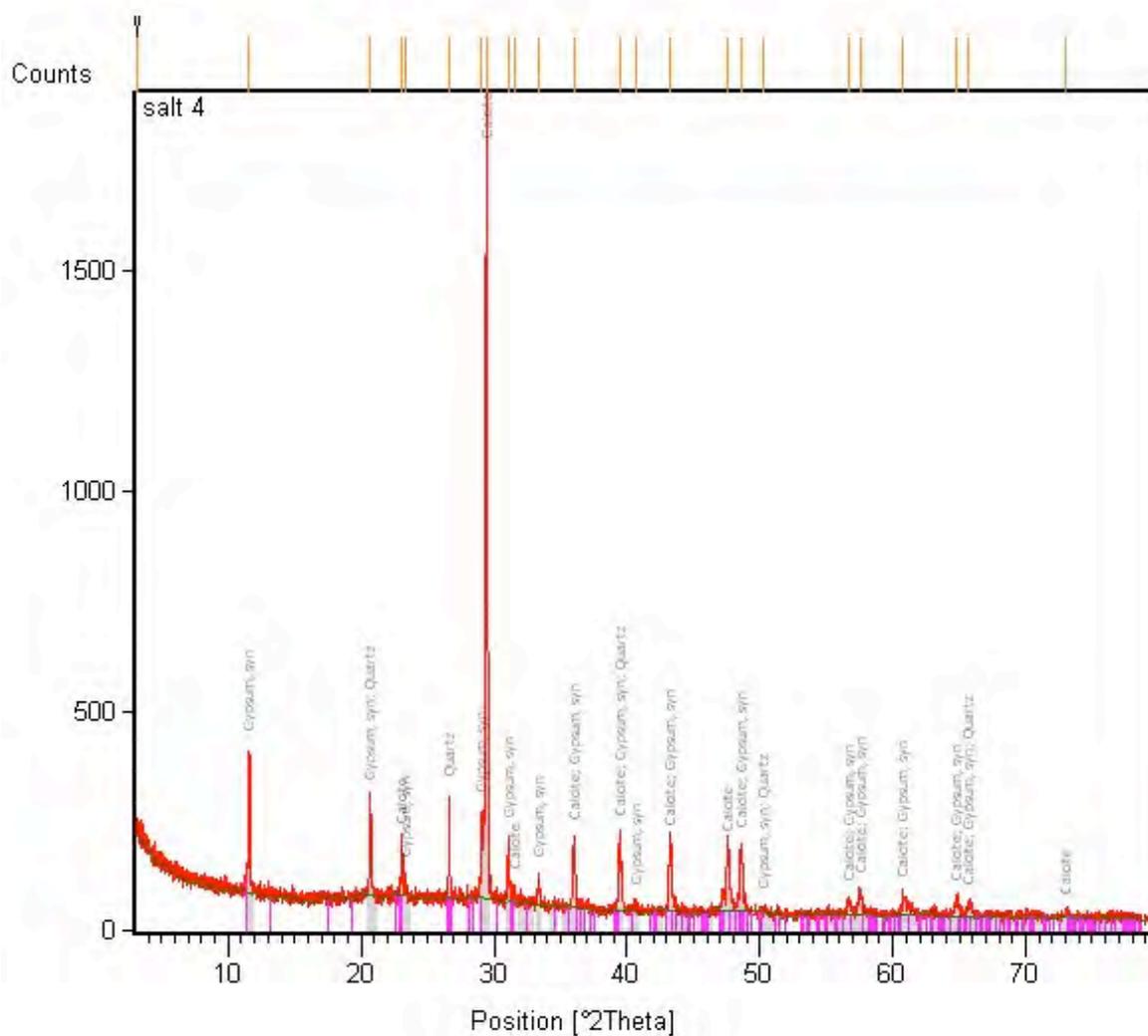
« SALT 3 » (sel n°3)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	65	Gypsum, syn	0.000	0.756	Ca S O4 · 2 H2 O
*	00-005-0586	57	Calcite, syn	0.000	0.643	Ca C O3
*	01-086-1560	18	Quartz	0.000	0.062	Si O2

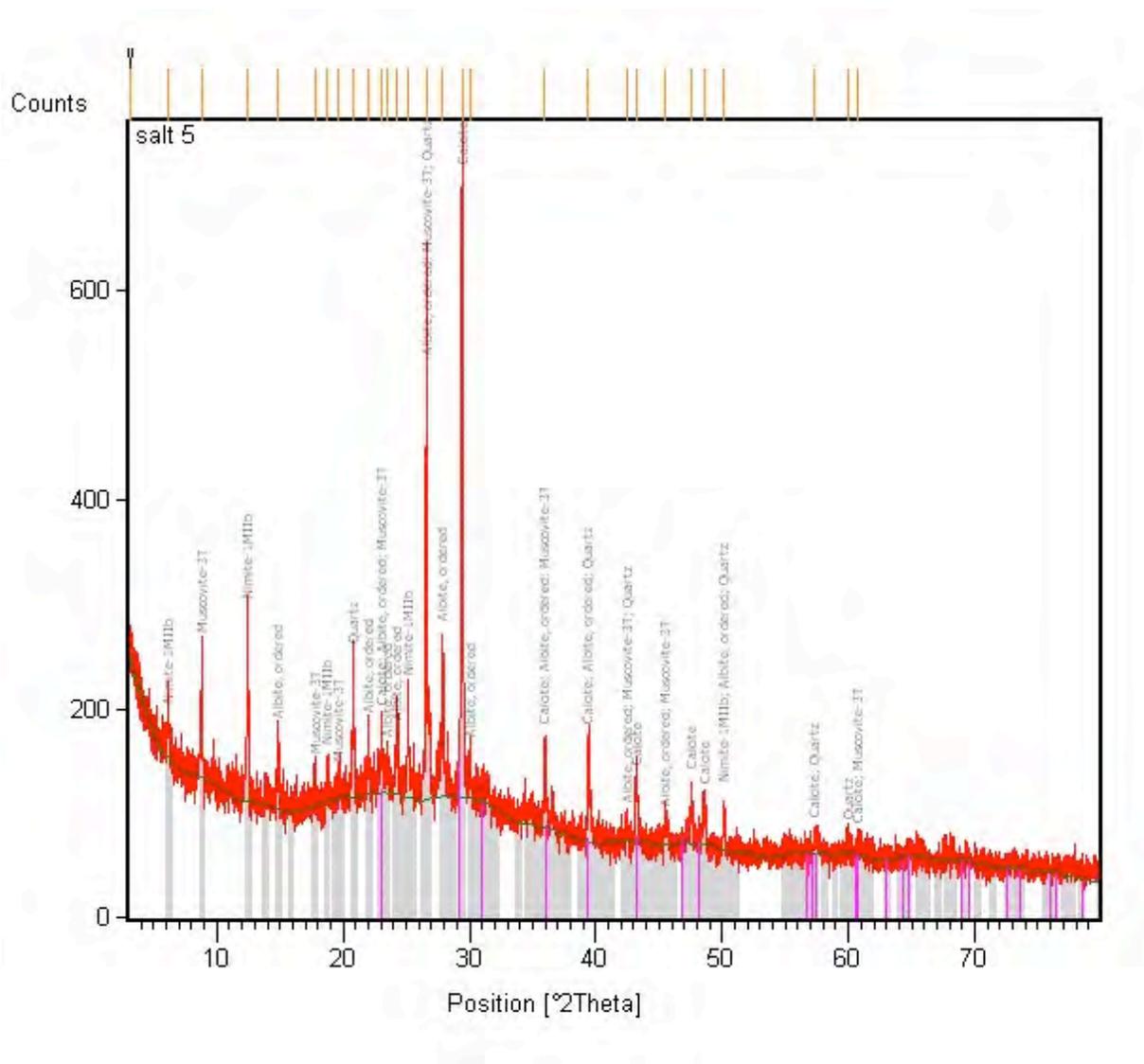
« SALT 4 » (concrétion n°4)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-086-2334	60	Calcite	0.000	0.885	Ca (C O3)
*	00-033-0311	48	Gypsum, syn	0.000	0.109	Ca S O4 ·2 H2 O
*	01-070-3755	35	Quartz	0.000	0.115	Si O2

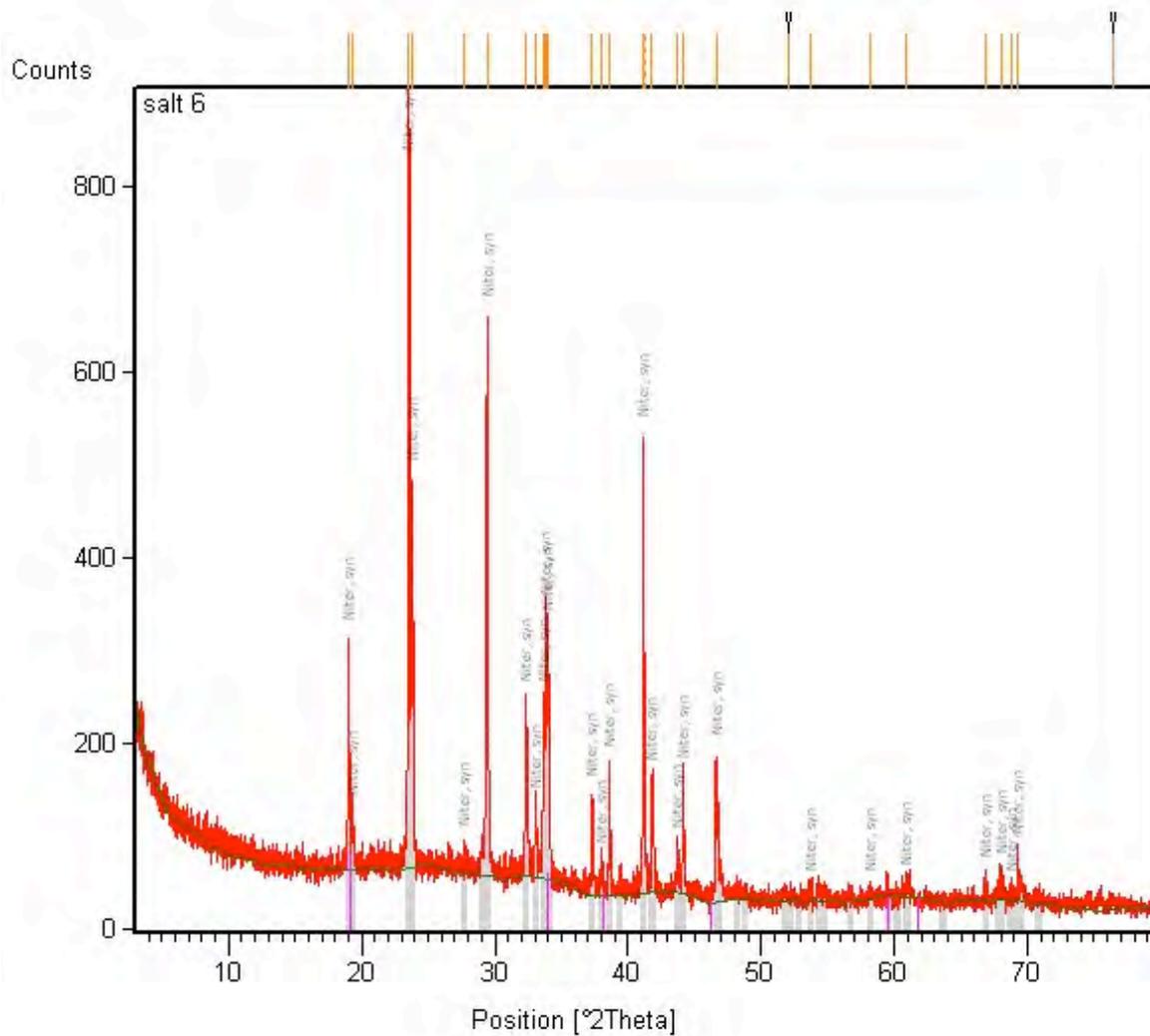
« SALT 5 » (poussière n°5)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-083-1762	55	Calcite	0.000	0.945	Ca (C O3)
*	00-022-0712	38	Nimitite-1MI1b	0.000	0.243	(Ni , Mg , Al)6 (Si , Al)4 O10 (O H)8
*	00-009-0466	31	Albite, ordered	0.000	0.242	Na Al Si3 O8
*	00-007-0042	25	Muscovite-3T	0.000	0.129	(K , Na) (Al , Mg , Fe)2 (Si3.1 Al0.9) O10 (O H)2
*	01-085-0504	18	Quartz	0.000	0.066	Si O2

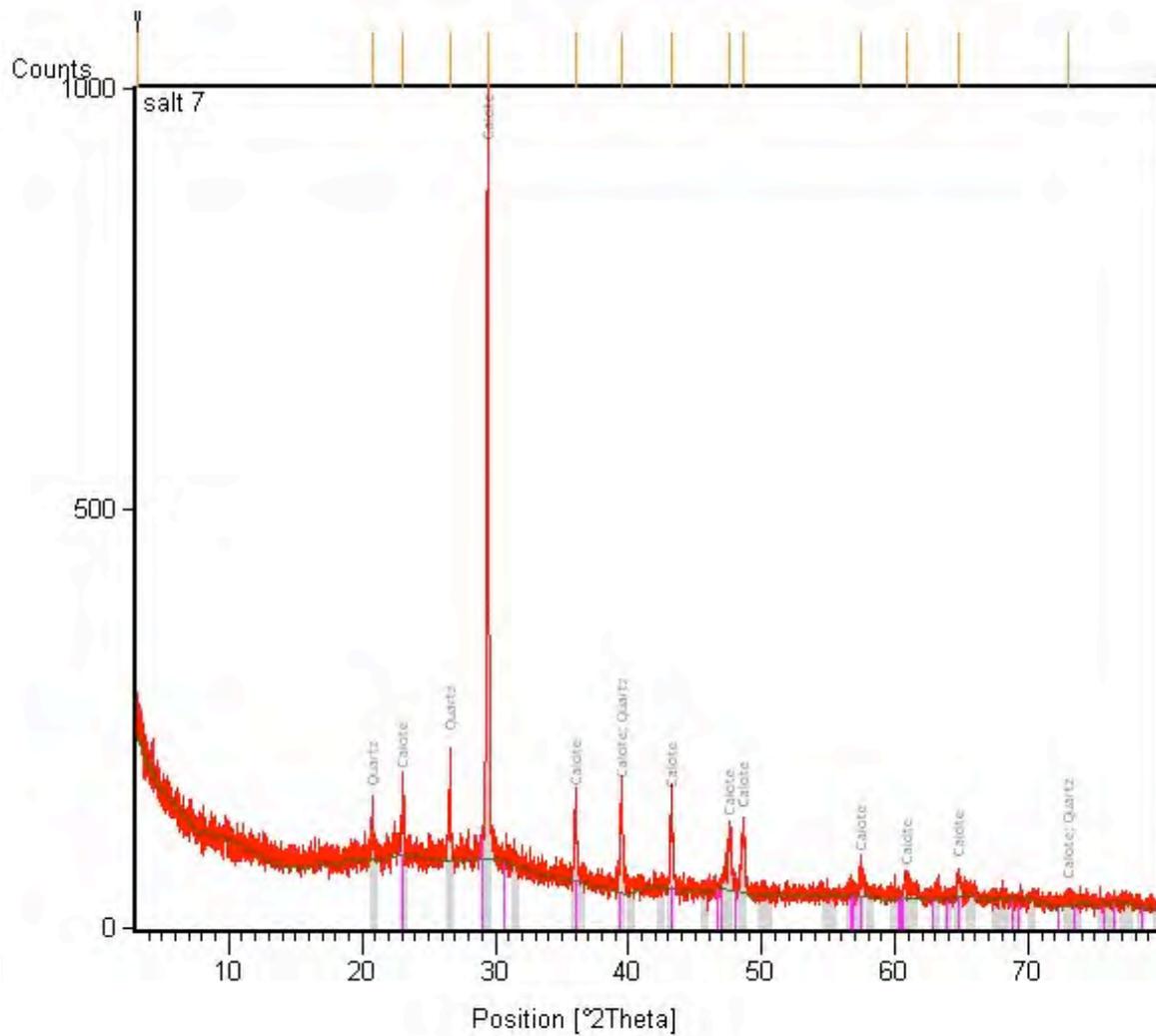
« SALT 6 » (sel n° 6)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0377	75	Niter, syn	0.000	0.819	K N O3

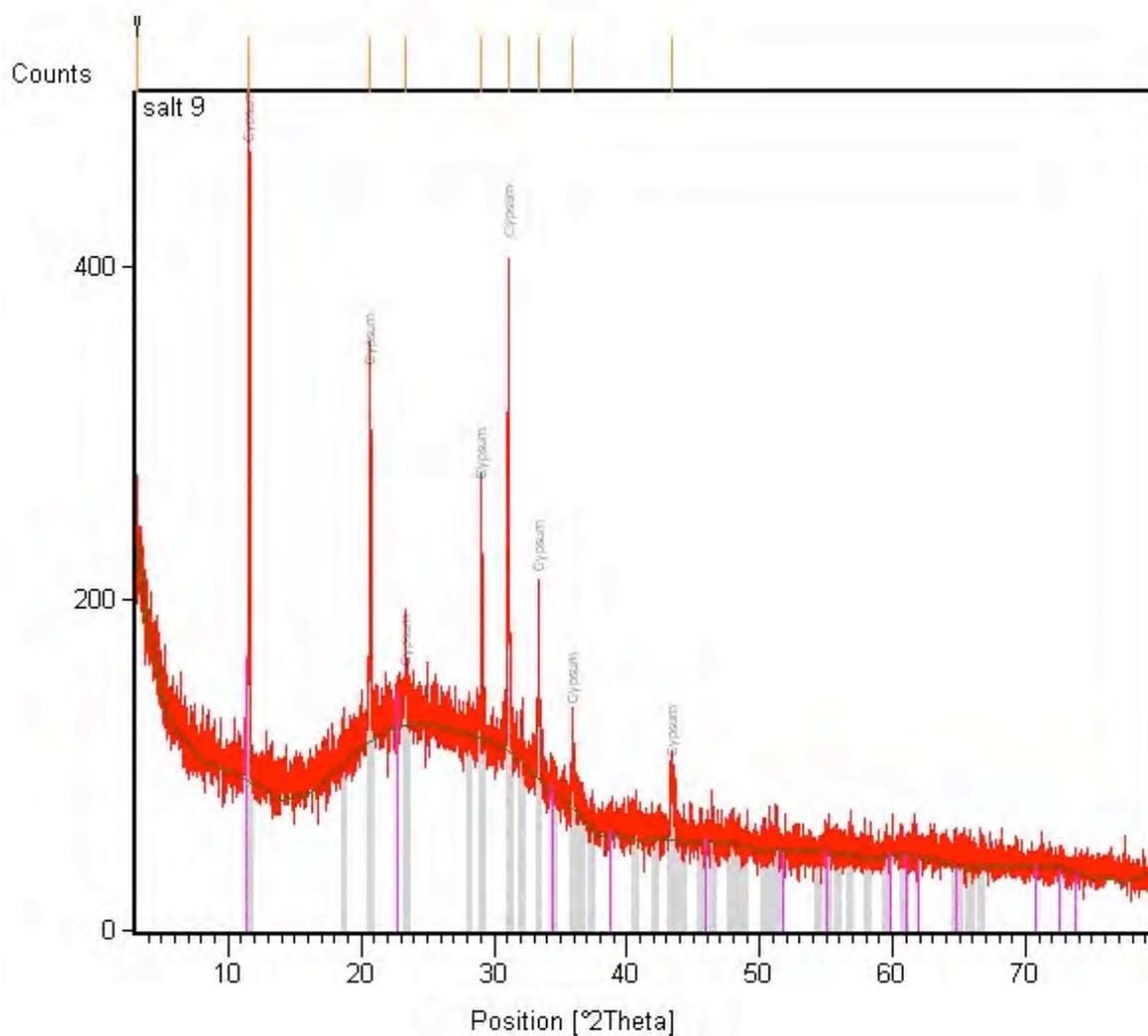
« SALT 7 » (sable n°7)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-086-2334	73	Calcite	0.000	0.937	Ca (C O3)
*	01-083-0539	37	Quartz	0.000	0.157	Si O2

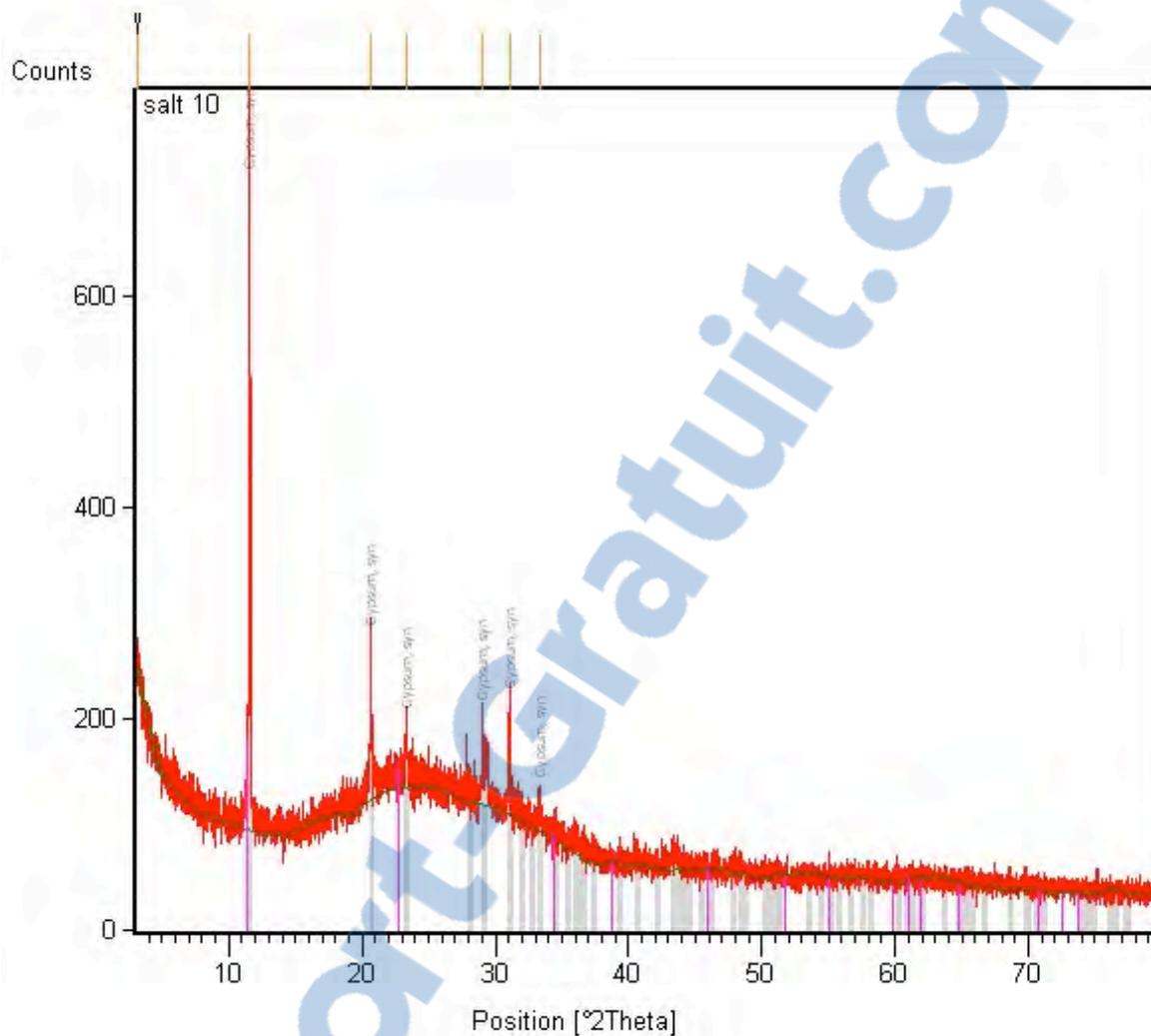
« SALT 9 » (sel n°9)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-021-0816	57	Gypsum	0.000	0.467	Ca S O4 ·2 H2 O

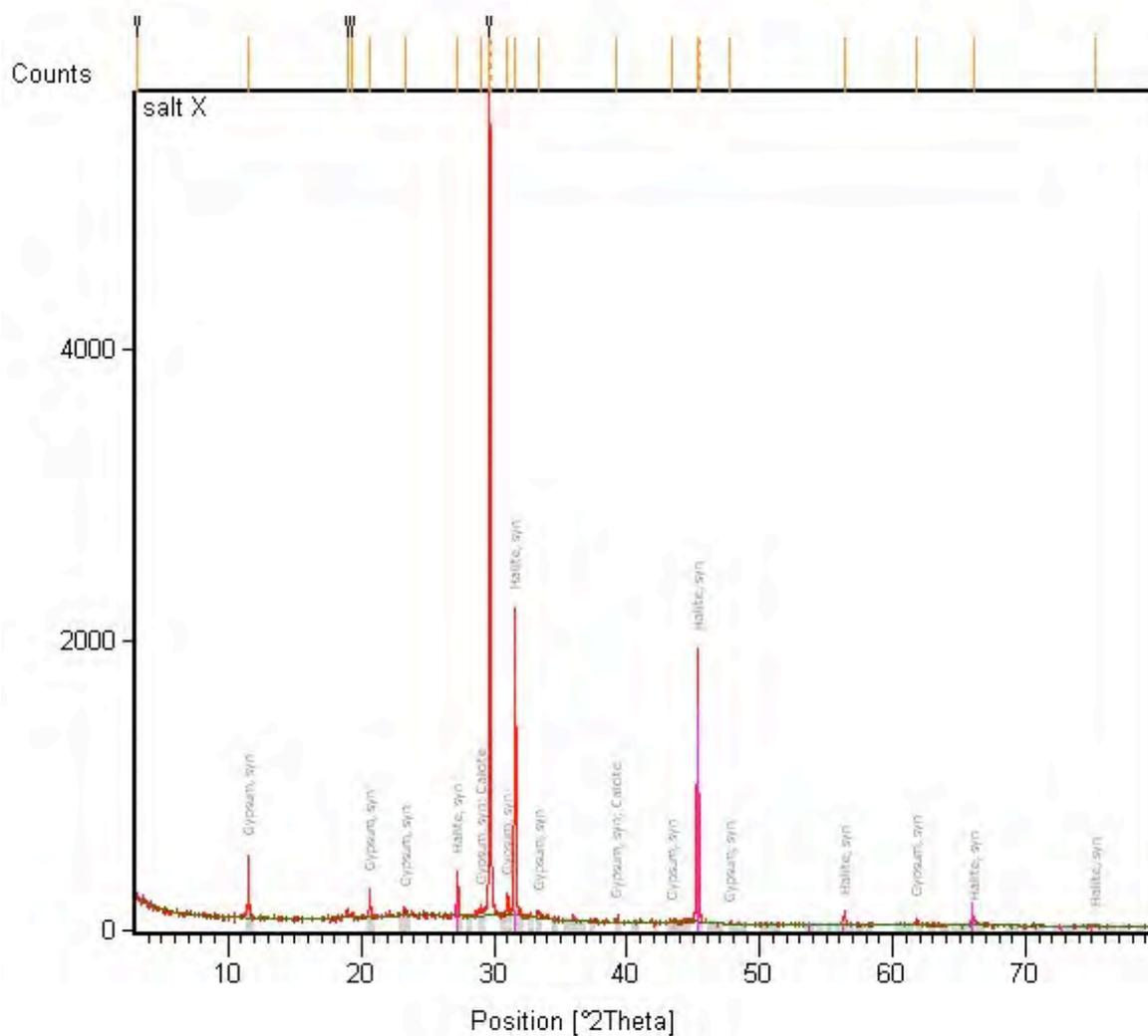
« SALT 10 » (sel n°10)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	28	Gypsum, syn	0.000	0.255	Ca S O4 ·2 H2 O

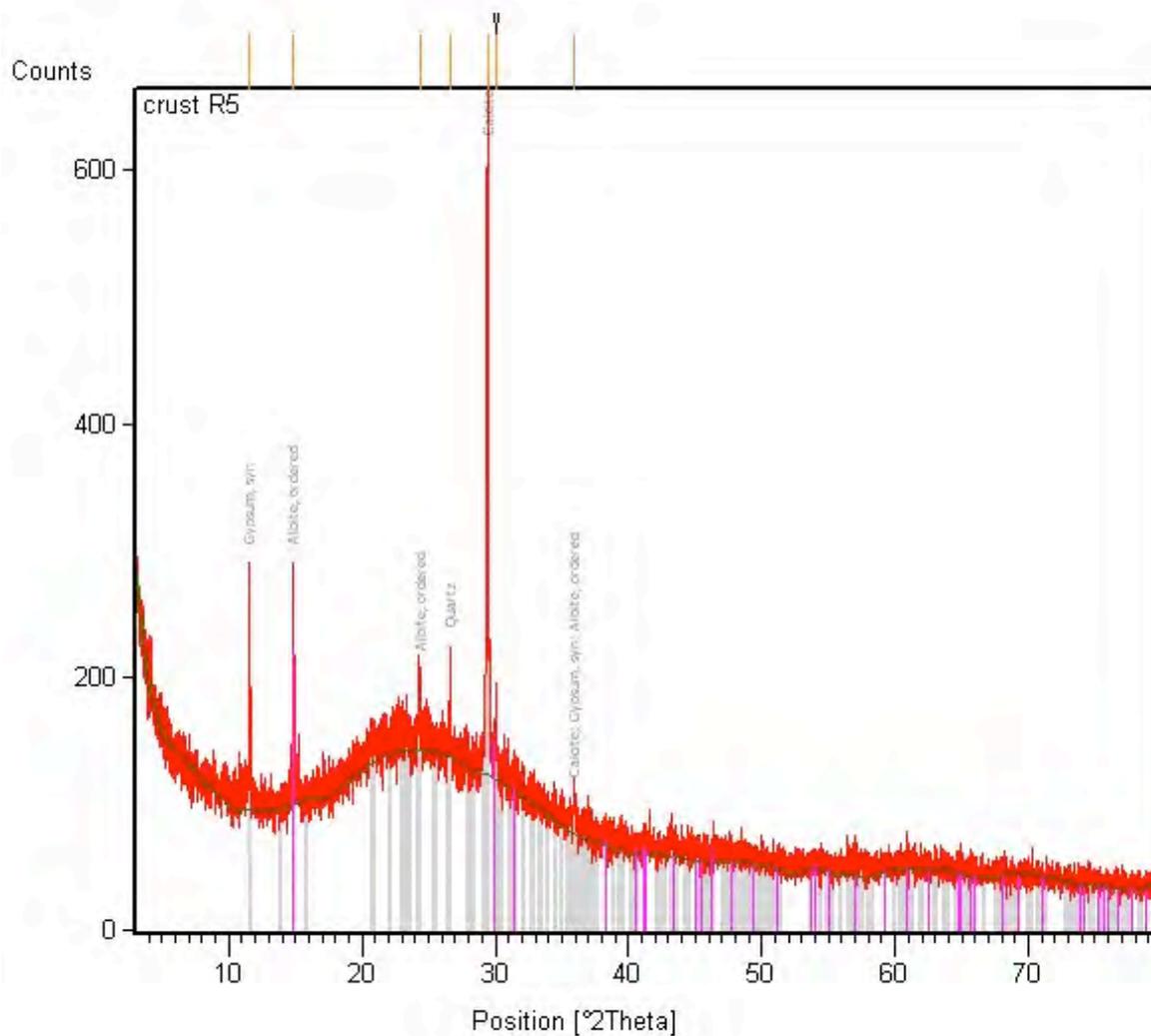
« SALT X » (produits solubilisés de l'échantillon de roche R4)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0628	31	Halite, syn	0.000	0.018	Na Cl
*	00-033-0311	24	Gypsum, syn	0.000	0.008	Ca S O ₄ · 2 H ₂ O
*	01-086-2342	16	Calcite	0.000	0.004	Ca (C O ₃)

« CRUST R5 » (croûte prélevée à la surface de l'échantillon de roche R5)



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-072-1937	34	Calcite	0.000	0.658	Ca C O3
*	01-083-0539	26	Quartz	0.000	0.131	Si O2
*	00-033-0311	13	Gypsum, syn	0.000	0.081	Ca S O4 ·2 H2 O
*	00-009-0466	10	Albite, ordered	0.000	0.245	Na Al Si3 O8

ANNEXE F

Résultats des analyses par Diffraction de Rayons X

Les résultats bruts de l'analyse DRX de 11 poudres (sels, sable, croûte) sont présentés dans cette annexe. Les documents présentés sont ceux qui m'ont été remis par l'analyste en charge du travail.

Les analyses ont été faites sur un diffractomètre PANalytical X'Pert PRO MPD PW 3040/60 par l'analyste du laboratoire de géochimie de l'Université d'Otago, Monsieur Damian J. Walls

Measurement Conditions: (Bookmark 1)

Comment	Std Slide mount 3-80 deg fixed 1deg
Measurement Date / Time	8/2/2005 10:08:28 AM
Operator	University of Otago
Raw Data Origin	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	3.0042
End Position [°2Th.]	79.9882
Step Size [°2Th.]	0.0080
Scan Step Time [s]	3.0150
Scan Type	Continuous
PSD Mode	Scanning
PSD Length [°2Th.]	0.52
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.5000
Specimen Length [mm]	10.00
Measurement Temperature [°C]	25.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Goniometer Radius [mm]	240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	100.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

ANNEXE G

Carte de la région du site de Takiroa.

New Zealand Infomap 260 1:50.000 series. Topographical map, sheet I40 – Kurow. Edition 1, Department of Survey and Land Information, Wellington, 1987

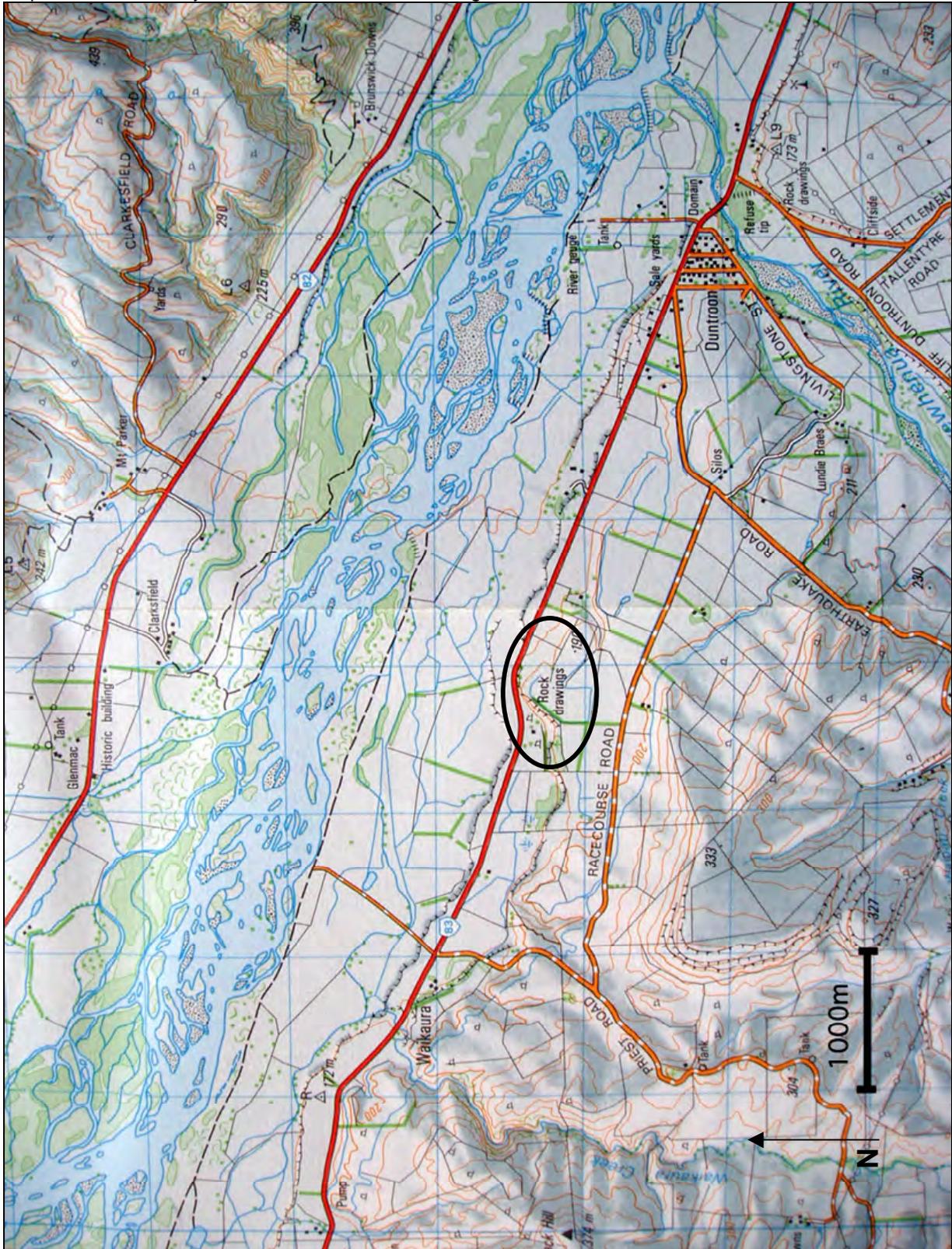




Photo 1: Vandalisme important sur le site de "Hanging Rock Bridge" en Nouvelle-Zélande. Les motifs maoris originels sont presque invisibles sous les tracés modernes

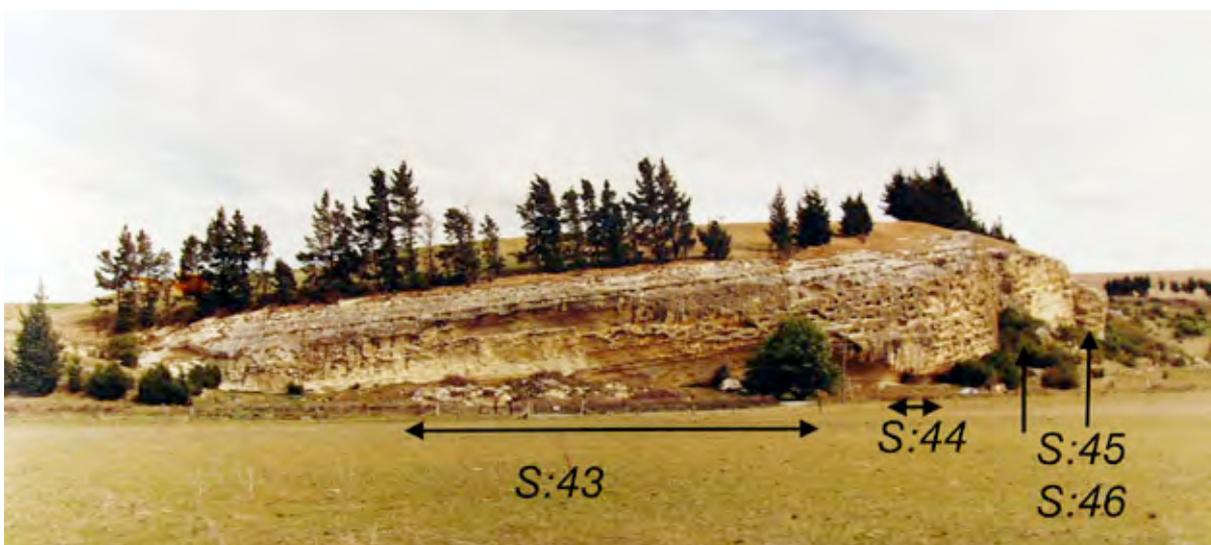


Photo 2 (Brian Allingham 1992-3) : Vu de l'affleurement calcaire de Takiroa depuis le Nord-Est, avec l'emplacement des 4 sites inventoriés par le SIMRAP.



Photo 3, été 2005: vue de l'alcôve au centre du site, avec le grillage de S :43 à gauche et celui de S :44 à droite



Photo 4, été 2005: Le site S:44, protégé par un grillage, où se trouvent les dessins datant de la période de contact.



Photo 6, automne 2005: Dessin noir d'un cavalier et de sa monture dans le site S:44



Photo 5, automne 2005: vue du site depuis l'Ouest, photo prise depuis la route située à 15-20 mètres de la paroi.



Photo 7, automne 2005: panorama des 2 grandes frises rouges peintes de Takiroa.



Photo 8, été 2005: zone du site où d'importants motifs peints ont été prélevés en 1916. Il ne reste que des cavités très érodées.



Photo 9, automne 2005: détail de la roche calcaire avec des fossiles de coquillages et des veines colorées



Photo 10: Les accumulations de poussière très fine dans certaines parties du site sont modelées par le passage du vent



Photo 11: Les alvéoles présentes en grande quantité dans l'alcôve

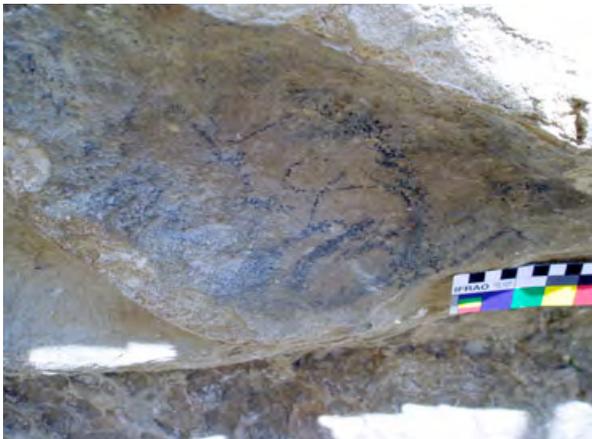


Photo 12: Dessin noir situé sous un léger surplomb

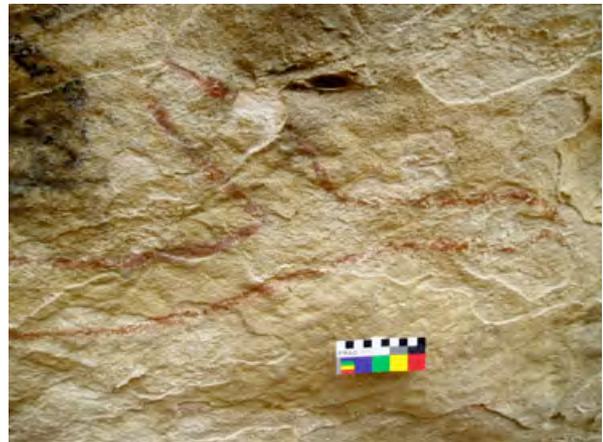


Photo 13: Dessin rouge, avec exfoliation survenue avant et après la réalisation du tracé

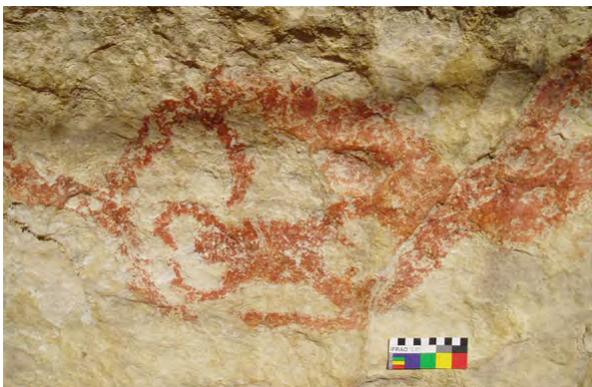


Photo 14: Peinture rouge, détail de la grande frise



Photo 15, hiver 2005: photo prise depuis le site en direction de l'Ouest. Sur la gauche



Photo 16, hiver 2005: vue du site depuis le chemin d'accès vers le grillage principal. 2 des panneaux interprétatifs sont bien visibles



Photo 17: Traces de l'utilisation du pâturage devant le site par des véhicules agricoles



Photo 18: Relevés des peintures rouges de Takiroa faits par Mantell en 1852. Tiré de New Zealand 1994

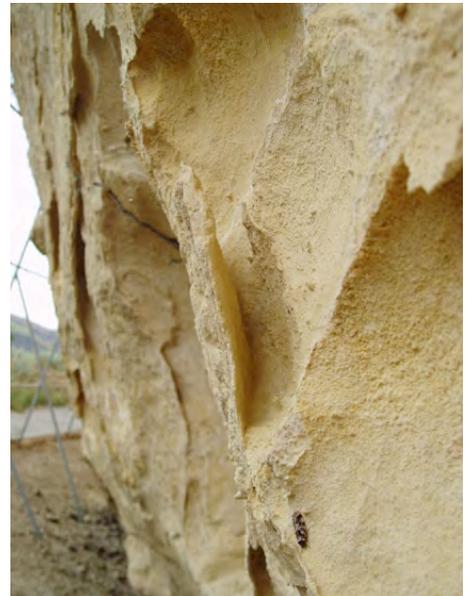


Photo 19: Détail du profil de la paroi montrant d'importantes zones d'érosion qui coupent la surface par dessous.



Photo 20: trous laissés par le prélèvement de motifs dans une zone présentant peu d'érosion



Photo 21: Détail d'une zone où un bloc a été prélevé. On ne voit plus que quelques marques d'outils, le reste s'est érodé.



Photo 22: Cloque éclatée située dans une zone visiblement plus humide.

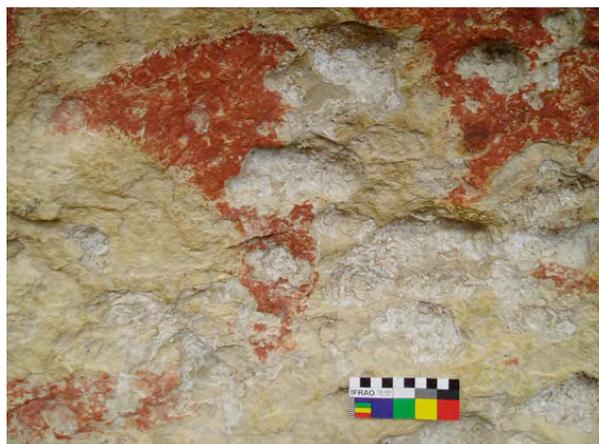


Photo 23: Partie basse du site où se situe la grande frise rouge. On voit bien les cratères laissés par l'exfoliation causée par des sels



Photo 24: zone présentant une importante accumulation de poussière qui forme des cloques et se desquame



Photo 25: partie de la paroi présentant une auréole plus humide où s'accumule la poussière.



Photo 26: Concentrations de sels cristallisés en ligne plus ou moins horizontale.



Photo 27: limite d'une zone poussiéreuse présentant une auréole de sels.



Photo 28: sels formant une croûte sur une zone érodée.



Photo 29: Cratère d'exfoliation avec de la mousse au centre.



Photo 30: Zone située à l'angle d'un surplomb et présentant un phénomène de désintégration de la roche.



Photo 31: A la limite d'une zone prélevée, on voit la surface originelle qui se fendille et tombe.



Photo 32: sels et algues présents dans l'alcôve, dans une zone qui est toujours ombragée.



Photo 33: Vue du site depuis l'Est. La présence et l'inclinaison des joints de stratification sont bien visibles.



Photo 9: Présence de lignes brunes et de sels dans la roche à proximité du fumier, dans l'alcôve.

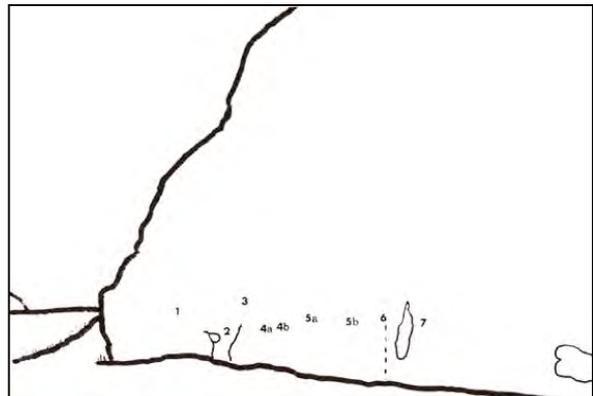


Photo 35 et 35', Brian Allingham 1992-3: photo et plan montrant l'emplacement des motifs situés tout à l'Est du site, dans une zone exposée aux intempéries. Ces motifs sont presque invisibles.



Photo 36: Peinture rupestre prélevée sur le site en 1916 et conservée dans du ciment au Musée d'Otago.



Photo 37: Buisson de buis épineux qui pousse devant la roche, masquant des motifs.



Photo 38: Motif rouge peint, partiellement détruit par des prélèvements anciens.



Photo 39: Peinture rouge sur laquelle des griffures ont été retouchées par un restaurateur.



Photo 40: Agrafes et barbelés fixés dans la roche près d'un motif noir.



Photo 41: poteau fixé dans l'extrémité de la frise rouge.

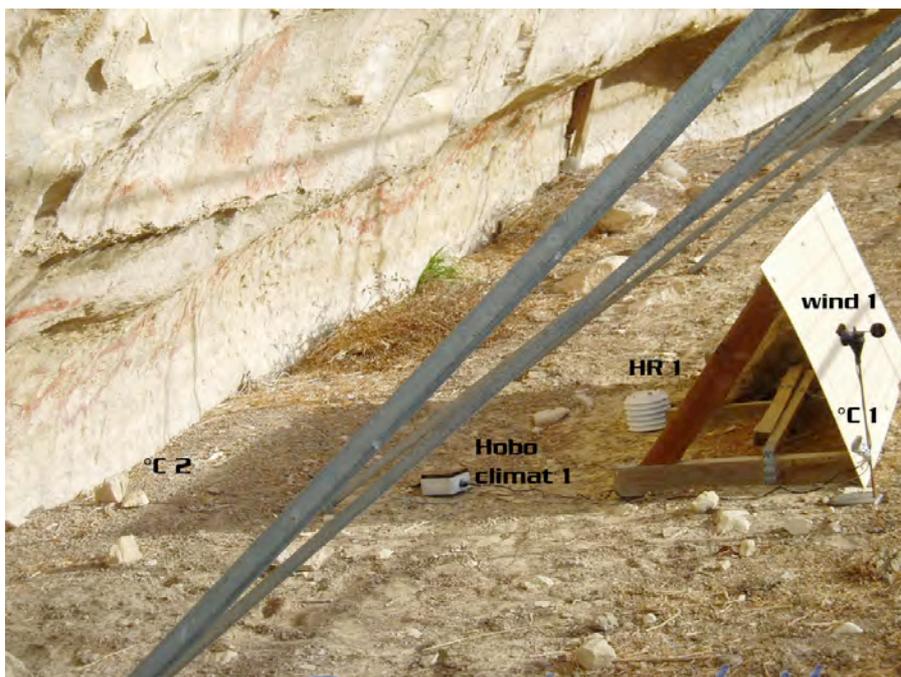


Photo 42 : Emplacement de la station "climat 1", en face de la grande frise rouge, dans la partie la plus abritée.



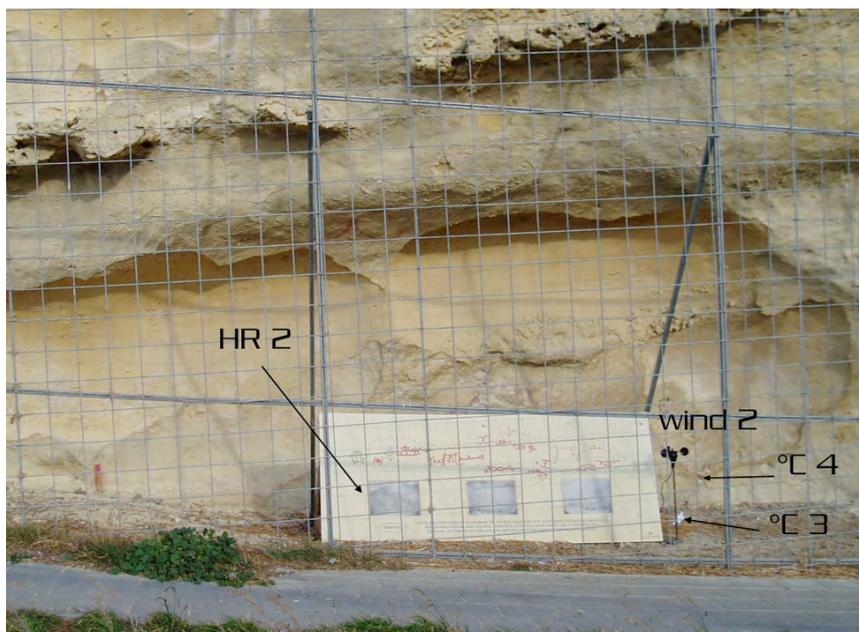


Photo 43: Emplacement de la station "climat 2", dans la partie Est du site. Le boîtier qui enregistre l'humidité est placé derrière le panneau.



Photo 44: Sonde thermique °C 2 de la station "climat 1"



Photo 45: Sonde thermique °C 4 de la station "climat 2". La sonde est collée



Photo 46: Sel prélevé n°1, situé à gauche de l'alcôve, à moins d'un mètre du sol, et formant une croûte qui se détache de la roche



Photo 47: Sel prélevé n°2, quelques centimètres au-dessus du n°1.



Photo 48: Sel prélevé n° 3, au fond d'un cratère d'exfoliation sur la grande frise rouge



Photo 49: Concrétion prélevée n°4, sur une zone pulvérulente près d'une peinture rouge.



Photo 50: Poussière prélevée n°5, vers le milieu du site, à plus d'un mètre de hauteur

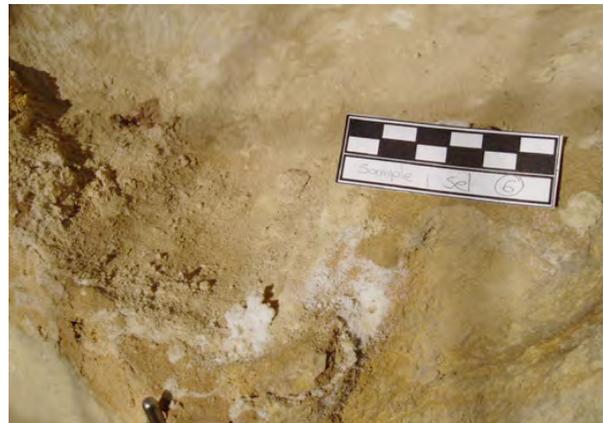


Photo 51: Sel prélevé n°6, au bas d'une grande zone érodée résultant du prélèvement d'un motif



Photo 52: Poussière (sable) prélevée n°7, accumulée au bas de zones érodées suite au prélèvement de motifs.



Photo 53: Echantillon de roche sur lequel a été prélevé le sel n° 9.



Photo 54: Vue du grillage principal avec les poteaux numérotés de gauche à droite (1 à 24).



Photo 55: Exemple de cristaux qui se forment au bord de la goutte lors de spot tests. Je ne suis pas parvenue à les identifier.



Photo 56: échantillon de roche vu à la loupe binoculaire et montrant des lignes de densité et de couleur différentes.



Photo 57: Profil d'un échantillon de roche montrant les lignes de couleur différente parallèles à la surface.



Photo 58: Echantillon de roche vu à la loupe binoculaire. On distingue la surface endurcie, celle-ci contient des grains de glauconite verts, comme la roche située en dessous.

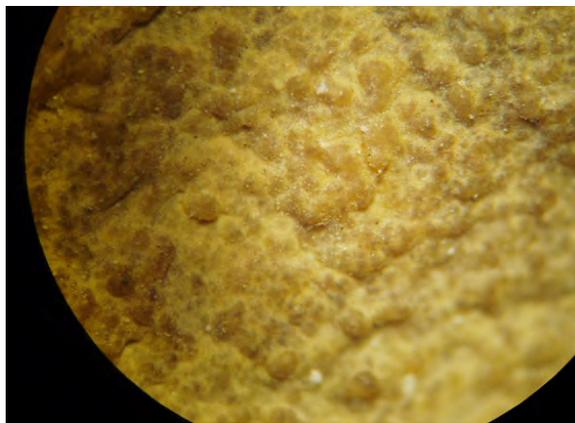


Photo 59: Surface d'un échantillon de roche vue à la loupe binoculaire. La croûte de surface visible semble très dense et imperméable.



Photo 60 et 61: Détails d'échantillons de roche vus au binoculaire, montrant la surface endurcie et la migration des sels dans le calcaire.



Photo 62: Echantillon de roche n°4, prélevé au sol entre les poteaux 15 et 16. Il vient vraisemblablement d'une zone alvéolée.



Photo 63: Motif d'art rupestre sur du calcaire qui a été presque entièrement rongé par des moutons, sur un site proche de Takiroa.



Photo 64: Zone très poussiéreuse et peu stable. La couche de poussière s'exfolie sur plusieurs niveaux.



Photo 65: Vue du site, vers l'alcôve, lorsque le bétail est présent dans le pâturage. Le chemin et l'alcôve sont littéralement couverts de déjections.



Photo 66: Zone montrant une épaisse couche de poussière avec des tracés digitaux.



Photo 67: La partie de la falaise située au premier plan est couverte d'une épaisse couche de poussière.



Photo 68: Vue panoramique depuis le site vers le Nord, montrant la pauvreté du couvert végétal susceptible de freiner les vents et de capter les poussières. Le paysage est semblable tout autour du site.



Photo 69: Accumulation de poussière sur une zone visiblement plus humide.



Photo 70: Accumulation de poussière sur une zone rendue plus humide par la présence de fossiles qui permettent le passage de l'eau à travers la roche.

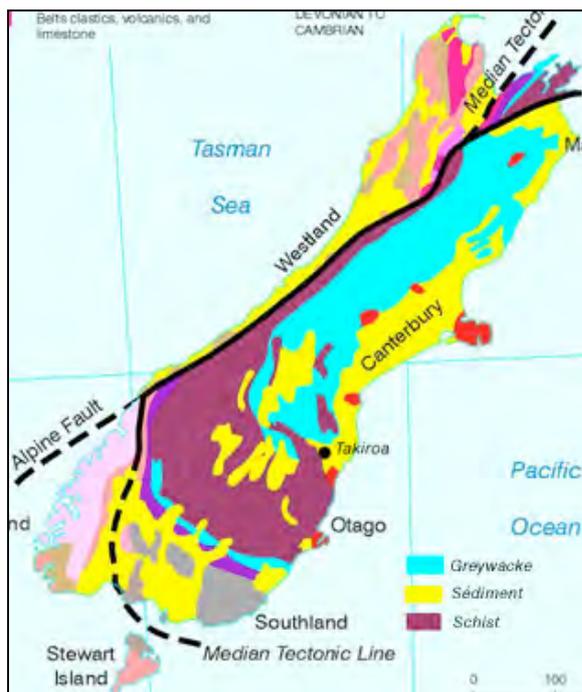


Figure 71: Carte géologique de l'île du Sud, montrant la situation du site de Takiroa, dans une zone sédimentaire (le calcaire), avec des affleurements proches de schiste et de greywacke. Les légendes ne concernent que les zones proches du site. Carte simplifiée tirée de www.otago.ac.nz/.../maps/nzgeolsouth.htm.

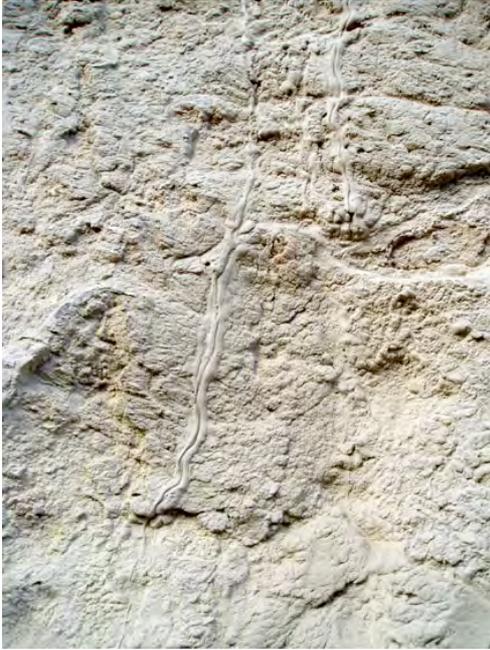


Figure 72: trace du passage de filets d'eau dans de la poussière.

ANNEXE H

Photos et figures en couleur

Toutes les photos non référencées ont été prises par moi-même, entre les mois de février et juillet 2005, avec mon appareil photo numérique Olympus μ 400.

Certaines photos n'ont malheureusement pas d'échelle de couleurs.

Les photos prises avec une loupe binoculaire n'ont pas d'échelle. Elles ont été prises avec mon appareil photo numérique directement dans l'oculaire.

Haute Ecole d'Arts Appliqués Arc

Filière : Conservation-restauration
Orientation : archéologie, ethnographie

ANNEXES J ET J'

**ETUDE
POUR LA CONSERVATION
D'UN SITE DE PEINTURES RUPESTRES MAORIES
EN NOUVELLE-ZELANDE**



Maude Bütikofer

30 septembre 2005

ANNEXES J et J'

Copie du rapport de suivi photographique tel qu'il a été remis au Ngai Tahu Maori Rock Art Trust

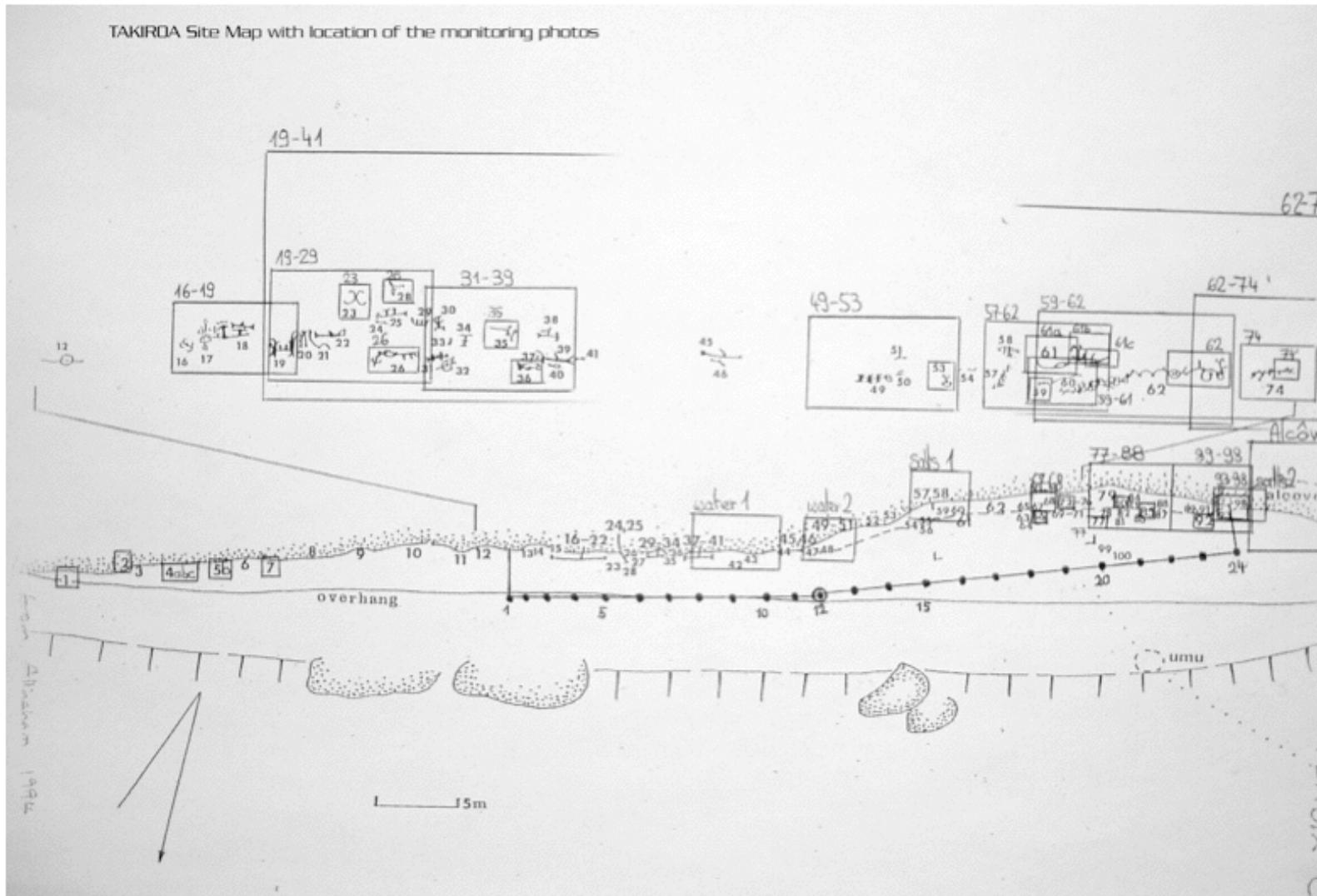
Ce dossier est entièrement rédigé en anglais.

Il comprend une présentation du travail de surveillance photographique avec toutes les photographies comparées et commentées (annexe J) ainsi que le dossier d'instructions destiné à être utilisé sur le terrain (annexe J', à la suite de l'annexe J).

Le rapport original tel qu'il a été remis au NTMRAT contient les photographies originales, avec une feuille transparente entre chaque page, pour y mettre en évidence certains détails. Je n'ai pas inséré ces pages transparentes dans ce dossier.

L'annexe J', destinée à être utilisée sur le terrain, est normalement plastifiée et reliée indépendamment.

TAKIRODA Site Map with location of the monitoring photos



MONITORING DATA

PICTURE FORM

Site name : Takiroa

Site number : S43, S44, (S45, S46)

Form nr : S43 / test 1 1' 1''

site number session nr

	Related to background form nr.	Neg nr.	Picture number	Lens	Distance lens-ground	Approx. lens-subject distance	Shutter speed	Aperture	Film nr.	Notes (AH means : same picture as taken by Augustus Hamilton in 1896)
1	S43/1 test	19a	1	28 mm	cm	(300 cm) X	1/125	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	General, exfoliation, erosion, alveolisation
2	S43/1 test	17a	2	28 mm	cm	100 cm X	1/125	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Exfoliation, red pigments, bird droppings
3	S43/1 test	16a	4abc	28 mm	cm	(220 cm) X	1/125	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Color of the rock, exfoliation, red pigments
4	S43/1 test	15a	5b	28 mm	cm	110 cm X	1/125	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Exfoliation, red pigments
5	S43/1 test	14a	7	28 mm	cm	93 cm X	1/125	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Exfoliation, black pigments
6	S43/1 test	11a	19-41	28 mm	cm	(2000cm) X	1/60	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	AH, general, cliff face
7	S43/1 test	13a	16-19	28 mm	cm	(350 cm) X	1/90	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	AH, red and black pigments and rubbed surface
8	S43/1 test	12a	19-29	28 mm	cm	(360 cm) X	1/90	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	AH, motifs before removing
9	S43/1 test	6a	31-39	28 mm	115 cm	350 cm X	1/60	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	AH, general, removed red figures
10	S43/1'' test	19a	Water 1 (lines)	28 mm	X	X	1/90	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-3	Water lines on the bottom and water+dust on the top. Between posts 8-10
11	S43/1'' test	16a	Water 2 (flow)	28 mm	X	X	1/45	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-3	Water traces in the dust. Between uprights 12-13

	Related to background form nr.	Neg nr.	Picture number	Lens	Distance lens-ground	Approx. lens-subject distance	Shutter speed	Aperture	Film nr.	Notes (AH means : same picture as taken by Augustus Hamilton in 1896)
12	S43/1 test	24a	49-53	28 mm	100 cm	(350 cm) X	1/60	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-2	AH, general, dust,
13	S43/1'' test	18a	Salts 1	28 mm	X	X	1/90	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-3	Salts in the top, middle and bottom. Between uprights 15-16
14	S43/1' test	22a	77-88	28 mm	max	X	1/20	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-3	General, erosion, nesting, exfoliation, alveolisation
15	S43/1' test	21a	89-98	28 mm	max	X	1/20	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-3	General, erosion, exfoliation, alveolisation, salts
16	S43/1'' test	17a	Salts 2	28 mm	X	X	1/60	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-3	Strong white line. Behind upright 24
17	S43/1' test	20a	93-98	28 mm	133 cm	300 cm	1/30	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-3	Salts, hole, graffiti and faint pigments
18	S43/1'' test	14a	Alcôve	28 mm	X	X	1/20	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-3	Salts, algae, erosion and graffiti in the alcôve.
19	S43/1' test	23a	62-74	28 mm	max	X	1/45	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-3	AH, general, cliff face
20	S43/1 test	10a	23	28 mm	cm	140 cm	1/45	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Red pigments, erosion of cavity, exfoliation
21	S43/1 test	9a	26	28 mm	cm	140 cm	1/60	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Red pigments, exfoliation
22	S43/1 test	8a	28	50 mm	cm	140 cm	1/45	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Black pigments, erosion, exfoliation
23	S43/1 test	5a	35	28 mm	115 cm	85 cm	1/	F 16	TAK 4.2005 monit. 1-1	Red and black pigments, dust, exfoliation

	Related to background form nr.	Neg nr.	Picture number	Lens	Distance lens-ground	Approx. lens-subject distance	Shutter speed	Aperture	Film nr.	Notes (AH means : same picture as taken by Augustus Hamilton in 1896)
24	S43/1 test	4a	36	28 mm	62 cm	80 cm	1/90	F22	TAK 4.2005 monit. 1-1	Red pigments, erosion, exfoliation
25	S43/1 test	22a	53	28 mm	70 cm	110 cm	1/45	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red pigments, hole, color of the rock
26	S43/1' test	15a	59	28 mm	59 cm	115 cm	1/60	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red and black pigments, exfoliation, blisters
27	S43/1 test	21a	59-61	28 mm	72 cm	160 cm	1/30	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red pigments, exfoliation
28	S43/1' test	16a	59-62	28 mm	90 cm	(300cm) X	1/90	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-2	General, red pigments, exfoliation
29	S43/1' test	18a	57-62	28 mm	76 cm	315 cm	1/90	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-2	AH, general, dust, color of rock
30	S43/1' test	14a	61a	28 mm	105 cm	180 cm	1/60	F 22	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red pigments, salts, fading, exfoliation
31	S43/1' test	12a	61b	28 mm	130 cm	140 cm	1/60	F 13	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red and black pigments, fading, exfoliation, restoration
32	S43/1' test	11a	61c	28 mm	130 cm	150 cm	1/90	F 19	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red and black pigments, fading, exfoliation
33	S43/1' test	10a	62	28 mm	85 cm	175 cm	1/45	F 13	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red pigments, hole, exfoliation
34	S43/1' test		62-74'	28 mm	cm	cm	1/	F	TAK 4.2005 monit. 1-	AH, general, dust, white part down the wall
35	S43/1' test	9a	66	28 mm	115 cm	60 cm	1/60	F 16	TAK 4.2005 monit. 1-2	Black pigments, exfoliation

	Related to background form nr.	Neg nr.	Picture number	Lens	Distance lens-ground	Approx. lens-subject distance	Shutter speed	Aperture	Film nr.	Notes (AH means : same picture as taken by Augustus Hamilton in 1896)
36	S43/1' test	8a	67-68	28 mm	57 cm	110 cm	1/30	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-2	Black and red pigments, exfoliation
37	S43/1' test	7a	72	28 mm	58 cm	150 cm	1/45	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red pigments, exfoliation
38	S43/1' test	5a 6a	74	28 mm	56 cm	180 cm	1/60	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red pigments, exfoliation
39	S43/1' test	4a	74'	28 mm	61 cm	100 cm	1/15	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-2	Black and red pigments, exfoliation
40	S43/1' test	3a	77	28 mm	145 cm	80 cm	1/45	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-2	Red and black pigments, exfoliation, pins and nails
41	S43/1' test	2a	80	28 mm	64 cm	(80 cm)	1/ 20	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-2	Black and red pigments, old exfoliation
42	S43/1' test	1a	85	28 mm	145 cm	170 cm	1/20	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-2	Black and red pigments, erosion, exfoliation
43	S43/1' test	24a	92	28 mm	133 cm	150 cm	1/	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-3	Heavy erosion and exfoliation, black and red pigments, alveolisation
44	S43/1'' test	12a 13a	S :44-5	28 mm	cm	cm	1/8	F 11	TAK 4.2005 monit. 1-3	Colour of the rock, graffiti, erosion and exfoliation

TAKIROA

PHOTOGRAPHIC MONITORING PROGRAMM

FIRST SESSION, 2005

COMPARISON OF PHOTOGRAPHS TAKEN IN 2005 AND ANCIENT PHOTOGRAPHS
TAKEN IN 1896, 1959 AND 1992-3.

Maude Butikofer, 2005

Takiroa photographic monitoring programm

This monitoring programm has been designed with the aim of being able to assess the state of conservation and the rate of deterioration of the rock art and of the site at Takiroa. It also allows to highlight some particular areas, showing their surprising stability or allarming degradation.

The site contains around 100 motifs applied on a limestone shelter that measures more than 100 meters. This means that it is not realistic to try to monitor all the motifs, but a selection has to be made.

The monitoring photos are mainly based on older photos, in order to have an idea of the changes that have occurred on the site during the past 100 years. Some photos copy those made by Augustus Hamilton in 1896, with the majority of photos based on those taken by Brian Allingham (BJA in the text) during the summer 1992-3. A few photos are completely new and they illustrate topics like salts, dust and water.

Most of the photos are focused on the site S :43, the main shelter in Takiroa, and only one photo illustrates the site S :44, with the motifs dating from the Contact Period.

I tried to match previous photos as much as possible, but didn't always achieve this. The photos are similar, but the frame can differ, as well as the angle of vision and the light and shades.

Half of the photos that are in this file are copies of the original photos taken from the recording volume n°4 from SIMRAP, TAKIROA, WAITAKI VALLEY made by Brian Allingham. As it wasn't possible to find the negatives, the copies are of poor quality and do not illustrate the right colors and the original frame. The photos taken by myself labelled M1, M1' and M1'' are original prints.

I grouped all pairs of photos by page, with comments on the state of conservation and description of the subject, A transparent paper added to each page allows the highlighting of important topics for each pair of photos.

It is possible to add new features on the transparents or remarks on the white page attached to each monitoring page.

How to continue the photographic monitoring programm

The photographic monitoring programm is designed to be carried on for many years. It means that someone should go to the site at regular intervalls and take new photos that reproduce as closely as possible the photo that have been taken during the first monitoring session (M1, M1' and M1'').

It is achieved by using the same camera and choosing the same frame for each new photo. All the technical data is recorded in the « Background Form » : the type of camera, filter, lens, film.

The Background Form is used for each monitoring session. A monitoring session comprises all the photos taken in one day. If some photos are taken the following day, it means that a new Background Form is to be filled in.

The Background Form contains the name and number of the site, the name of the monitoring session, information about the material, the name of the films, informations about the weather, the name of the photographer and a list of what is needed on the site to do the monitoring.

The Picture Form is a list of all the photos that have been taken during the first monitoring session. The photos are classed in order, and there is the reference of the film and of the number of the negative. Approximative subject-lens and ground-lens distance are indicated for each photo, as well as the settings of the camera. It is perfect if those settings and distances can be reproduced for each monitoring session, but it is not always feasible. A « x » in the subject-lens distance box means that the photo is taken from outside the fence.

A new picture form is used for each monitoring session, but there is no need to start a new one if the monitoring session lasts several days. It is important to report the negative numbers in the form after the processing of the films.

The Monitoring Trail map shows the trail that has to be followed on the site to take the photos. It is designed to be the quickest way to do it and allows to have all the photos in the same order as presented in this volume.

The Site Map shows where each motif and each photo is located on the site.

The M1 photo list is a file that contains a copy of all the photos taken during the first monitoring session and that will have to be followed for the next monitoring sessions. There are some general photos to help relocating some motifs.

All the documents that are useful on the site to do the monitoring photos are assembled in a plastified file, except for the pages where there are things to write down.

Setting of the camera

The camera is set on mode Av. It means that you have to set the aperture, and it allows you to choose a big number (f22) in order to improve the depth of field. The camera will adjust the exposure time automatically. If there isn't much light, the exposure time will be too long (more than 1s), so you will have to reduce the number of aperture. You just have to push lightly on the shutter release to see on the screen the value chosen by the camera. Then you can adjust f and try again. Don't forget to indicate the values in the picture form if they differ from the initial ones.

It's important to use the Kodak Color Control Patches on the photos, and it's good to take a photo of the color scale alone in the beginning of each film. It is not necessary to use the color scale for the photos taken from outside the fence. Use some reusable adhesive to fix the scale on the rock, and try to put it on the same spot than it was on the original photos (M1). Never put it on a pigmented area. Tell the employee of the photo shop that you used the colour scale and ask for the best colour matching.

Give a name to each film, and write it down in the picture form, in the background form and on the photos wallet where the negatives are kept.

-The film reference is: SITE NAME yyyy/monit. session nr-film number

Exemple: TAK 2005/monit. 1-1 for the first film, TAK 2005/monit. 1-2 for the second film etc...

What you need on the site

Camera
Lenses
Filter
Films
Tripod
Thermo-hygrometer
A new background form and a new picture form
The plastified file
Pen
Tape measure
The Kodak Color Control Patches
Re-usable adhesive (U-TAC).

It is very handy to carry all the material in a cardboard box, it is sheltered from the wind and it's easy to find what you need in it.

What to do with the new photos ?

First, write these informations behind each photo :

Takiroa, date, Mnumber of monitoring session- picture number

Exemple : Takiroa, 27.11.2006, M2-4abc

Then compare each photo with the photos of the M1 file. Create one page per photo, with comments, and put them all together in a new file, whose name will contain the number of the monitoring session. If important changes or remarkable stability are to be noticed, you can make a small note on the white page that correspond to the picture number in the monitoring file M1.

IMPORTANT REMARK

Forty-four photos have been taken for the first monitoring session. This is obviously too many photos for the future of the monitoring programm. It is necessary to do a new selection and to monitor only the most relevant features. Less important pictures can be monitored less often. For example, it is not necessary to take a new photo of the cliff face each year, because there was no significant changes over a hundred years. It can be monitored every 5 or 10 years. Fig. 92 should be photographed as often as possible, because it's rate of deterioration seems to be very fast.

It would be very interesting to have a serie of photos taken in summer to see if vegetation, salts and water marks show different repartition. However, there is no need to do the monitoring session more than once a year. Once every 2 to 5 years could be an acceptable frequency. It is recommended that the site is visually monitored at least once a year. This can be achieved by taking a copy of the M1 file on the site and by writing down eventual changes.

MONITORING DATA BACKGROUND FORM		Number: <u> S43 </u> / <u> 1 test </u> <small>site number session nr</small>	
Site name: Takiroa Site number: S43-S44-S45-S46		Date: 05.04.2005 Data recorded by: maude butikofer	
Weather: Sun, no clouds (actual) Past days: ?		Temperature: 25 °C RH: 30 %	
Camera: CANON EOS 500	Lenses: Canon zoom lenses EF 28-80 mm EF 75-300 mm	Filter: Marumi UV filter	Film: Fujufilm Superia Color ISO: 200
Film reference: TAK 2005/ monit. 1-1 TAK 2005/ monit. 1-2	Notes		
<p>INSTRUCTIONS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Always put the Kodak color control patches on the photo, but not on a decorated area. Do not put it when you take a photo from outside the fence. -When a picture has to be taken from outside the fence, there is a X instead of the subject-lens distance in the picture form -Fill that form and the picture form once for each monitoring session -The "picture number" on the picture form is related to the numbers on the site map, it can contain several numbers or a name. -Try always to get the same frame when taking a photograph. The approximate lens distance from the subject and from the ground will help. Do not touch either the art nor the lens when measuring. - The camera, type of film and filter should never change - Use the monitoring file number 1 (photographs and form) and the site plan as a reference - When giving the film for developping, always tell the employee that you used a Kodak color control patches and that you need an exact replication of the original colors. <p>-The film reference is: SITE NAME yyyy/monit. session nr-film number Exemple: TAK 2005/monit. 1-1 for the first film, TAK 2005/monit. 1-2 for the second film etc...</p> <p>-WHAT YOU NEED ON THE SITE: camera, lenses, filter, films, tripod, thermo-hygrometer, a new background form and a new picture form, the monitoring file (photographs and forms) nr 1, a pen, a tape measure, the kodak color control patches, some re-usable adhesive (U-TAC),</p>			

MONITORING DATA BACKGROUND FORM		Number: <u> 543 </u> / <u> 1' test </u> <small>site number session nr</small>	
Site name: Takiroa Site number: S43-S44-S45-S46		Date: 28.06.2005 Data recorded by: maude butikofer	
Weather: Sun, clouds (actual) Past days: idem		Temperature: 20 °C RH: 33 %	
Camera: CANON EOS 500	Lenses: Canon zoom lenses EF 28-80 mm EF 75-300 mm	Filter: Marumi UV filter	Film: Fujifilm Superia Color ISO: 200
Film reference: TAK 2005 monit. 1-2 TAK 2005 monit. 1-3	Notes		
<p>INSTRUCTIONS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Always put the Kodak color control patches on the photo, but not on a decorated area. Do not put it when you take a photo from outside the fence. -When a picture has to be taken from outside the fence, there is a X instead of the subject-lens distance in the picture form -Fill that form and the picture form once for each monitoring session -The "picture number" on the picture form is related to the numbers on the site map, it can contain several numbers or a name. -Try always to get the same frame when taking a photograph. The approximate lens distance from the subject and from the ground will help. Do not touch either the art nor the lens when measuring. - The camera, type of film and filter should never change - Use the monitoring file number 1 (photographs and form) and the site plan as a reference -When giving the film for developping, always tell the employee that you used a Kodak color control patches and that you need an exact replication of the original colors. -The film reference is: SITE NAME yyyy/monit.session nr-film number Exemple: TAK 2005/monit. 1-1 for the first film, TAK 2005/monit. 1-2 for the second film etc... -WHAT YOU NEED ON THE SITE: camera, lenses, filter, films, tripod, thermo-hygrometer, a new background form and a new picture form, the monitoring file (photographs and forms) nr 1, a pen, a tape measure, the kodak color control patches, some re-usable adhesive (U-TAC), 			

MONITORING DATA BACKGROUND FORM		Number: <u> S43-44 </u> / <u> 1" test </u> <small>site number session nr</small>	
Site name: Takiroa Site number: S43-S44-S45-S46		Date: 29.06.2005 Data recorded by: maude butikofer	
Weather: Sun, clouds (actual) Past days: idem		Temperature: 15 °C RH: 30 %	
Camera: CANON EOS 500	Lenses: Canon zoom lenses EF 28-80 mm EF 75-300 mm	Filter: Marumi UV filter	Film: Fujufilm Superia Color ISO: 200
Film reference: TAK 2005 monit. 1-3	Notes 1 photo from site S:44 (contact period)		
<p>INSTRUCTIONS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Always put the Kodak color control patches on the photo, but not on a decorated area. Do not put it when you take a photo from outside the fence. -When a picture has to be taken from outside the fence, there is a X instead of the subject-lens distance in the picture form -Fill that form and the picture form once for each monitoring session -The "picture number" on the picture form is related to the numbers on the site map, it can contain several numbers or a name. -Try always to get the same frame when taking a photograph. The approximate lens distance from the subject and from the ground will help. Do not touch either the art nor the lens when measuring. - The camera, type of film and filter should never change - Use the monitoring file number 1 (photographs and form) and the site plan as a reference - When giving the film for developping, always tell the employee that you used a Kodak color control patches and that you need an exact replication of the original colors. <p>-The film reference is: SITE NAME yyyy/monit. session nr-film number Exemple: TAK 2005/monit. 1-1 for the first film, TAK 2005/monit. 1-2 for the second film etc...</p> <p>-WHAT YOU NEED ON THE SITE: camera, lenses, filter, films, tripod, thermo-hygrometer, a new background form and a new picture form, the monitoring file (photographs and forms) nr 1, a pen, a tape measure, the kodak color control patches, some re-usable adhesive (U-TAC),</p>			

Table of the monitoring pages

-NAME OF THE PHOTO (<i>picture number</i>) <i>Description of the photo : motifs, localisation, surface...</i> Features that have to be examined on the photos and on the site	<i>page number</i>
-TAKIROA 1 Setting of black linear fig. 1, hardly visible. Between 2 highly eroded areas and near a small area of erosion-exfoliation. Vegetation on the ground and on the rock surface. Water marks and black organic marks (black moss). Disparition of the motif. Erosion. Exfoliation. Water. Black moss. Vegetation.	p.1
-TAKIROA 2 Setting of red linear fig. 2, on a regular surface. At the bottom-left corner of the photo there is an area of erosion, connected with an area of exfoliation below the motif. Some of the motif has been exfoliated from there in this area. One other small area of exfoliation on the right. Bird droppings. Disparition of the motif. Exfoliation of the motif, extension of the exfoliated areas. Erosion. Bird droppings. Regularity of the color of the surface.	p.2
-TAKIROA 4abc + 4abc' Setting of fragmentary fig. 4a, 4b and 4c, situated on a heavily exfoliated area. There is a big area of erosion on the top-right of the photo and a small one on the left of it. Another area of erosion is located at the top-left of the photo. A part of fig 4a is visible, and what remains of fig 4b and 4c are hard to see. The exfoliated areas are clearer than the surface. Vegetation on the ground. Disparition of the motifs. Exfoliation. Bird droppings. Vegetation. Color of the rock.	p.3-4
-TAKIROA 5b Setting of very faint red linear fig.5b, located on a heavily exfoliated area, under a large area of erosion and above some natural holes. The motif is applied on a partly exfoliated area. Disparition of the motif. Exfoliation. Erosion from above. Condition of the holes. Color of the rock. Activity of spots.	p.5
-TAKIROA 7 Setting of black linear fig.7. It is partly exfoliated and is located on small area of rock that is surrounded by exfoliation, on the right of a big eroded area. Exfoliation. Exfoliation with loss of art.	p.6
-TAKIROA 19-41 General view of the shelter with settings of fig. 19 to 41. The photo is taken form the east of the site. General aspect of the site. Erosion. Exfoliation. Vegetation.	p.7

- TAKIROA 16-19** p.8
 Setting of figures 16-19, now removed.
Erosion. Vegetation. Dust. Sand from erosion. Toolmarks
- TAKIROA 19-29** p.9
 Setting of removed figures 19 to 29 (23, 26 and 27 still in-situ). The photo shows the ground and the sheltered area where the motifs were.
Erosion. Vegetation. Figures 23, 26 and 27: exfoliation, disappearance. Dust. Exfoliation
- TAKIROA 31-39** p.10
 Setting of fig. 31 to 39, almost all of the motifs have been removed in 1916. What can be seen on the photograph are the ground and two separated sheltered areas, with some art left in the center.
Dust. Aspect of the rock. Vegetation. Erosion.
- TAKIROA Water 1 (lines)** p.11
 Area between the posts 8 to 10, where there are surfaces covered with dust that is concentrated on the wet areas. Those areas are light grey and they contrast with the yellowish colour of the limestone. This phenomena appears to be mainly on the top of the photo, and on the lower part of the photo there are other types of water lines, especially in the right part of the photo.
Areas covered with dust, humidity.
- TAKIROA Water 2 (flow)** p.12
 Area between posts 12 and 13 that shows a significant accumulation of dust in which water traces can be seen. The photo also shows exfoliation of dusty surface, erosion and some salts.
Water flow, dust, exfoliation, erosion, salts, alveolization
- TAKIROA 49-53** p.13
 Setting of figures 49 to 53, 49 to 51 in the centre were removed in 1916. The motifs were situated under the overhang, close to the ground. The upper part has no motifs and is strongly affected by erosion, exfoliation and dust.
Ground, evolution of dust erosion and exfoliation.
- TAKIROA Salts 1** p.14
 Area between posts 15 and 16 that shows salts that are very close to the art.
Salts, erosion, exfoliation, red paintings
- TAKIROA 77-88** p.15
 Setting of numbers 77 to 88. We can see the ground, the lower sheltered area with motifs on it, and the upper eroded and exfoliated area. There are also motifs on uneroded areas above the overhang.
Erosion, exfoliation, ground, alveolization

- TAKIROA salts 2** p.16
 Area next to post 24 showing heavy erosion and salts (gypsum, nitrokalite, apthitalite and thenardite).
Salts, erosion, alveolization
- TAKIROA 89-98** p.17
 Setting of numbers 89 to 98, many are very faint. This is the western end of the site S.43, the alcove is at the right, with lots of alveolization.
Alveolization, disparition of motifs, erosion, salts, exfoliation, ground
- TAKIROA 93-98** p.18
 Eastern part of the alcôve; setting of fig. 93 to 98. It's a well sheltered, actively eroded area, not fenced, and with not much art left.
Salts, erosion, graffiti, algae, stock excrements
- TAKIROA Alcôve** p.19
 Photo of the alcôve on the right end of S:43, showing salts, alveolization, algae and graffiti, as well as vegetation and excrement.
Salts, erosion, alveolization, graffiti, algae, stock excrements, vegetation.
- TAKIROA 62-74** p.20
 General view of the eastern part of Takiroa. It clearly shows the lower and most sheltered part of the site, where the frieze is, as well as the surrounding landscape and vegetation.
Cliff face, vegetation.
- TAKIROA 23** p.21
 Setting of red linear fig. 23, above 2 large eroded areas from where some of the motifs were removed in 1916. There are many spots of exfoliation near and above the motif. The motif is located on a smooth, regular surface.
Erosion. Exfoliation. Red pigments. Dust.
- TAKIROA 26** p.22
 Setting of red fig. 26 and 27. Situated near the ground, below an area where motifs have been removed causing erosion and left from an eroded-removed area, on a smooth surface. Fig. 26 is clearly visible but fig. 27 is more faint.
Exfoliation. Erosion. Disparition of fig. 26 and 27. Condition of the rock.
- TAKIROA 28** p.23
 Setting of black linear fig. 28, above an area where motifs have been removed and where erosion has occured. Part of the motif has been lost by removal of art in 1916. there is an exfoliation spot on the upper left of the photo. the motif is situated on a smooth surface.
Erosion. Exfoliation. Black pigments. Dust

- TAKIROA 35** p.24
 Setting of black linear and red linear fig.35, to the right from an area where motifs have been removed and where erosion has occurred, and left from an angle in the rock surface, with a dusty area on the top. The art is applied on a smooth surface.
Dust. Color of the rock. Erosion
- TAKIROA 36** p.25
 Setting of red fig 36, between two areas where motifs have been removed and where erosion has occurred, less than 20 cm from the ground. The figure is located on an exfoliated area, with pigment on the areas already exfoliated. Part of the motif is lost due to the removal of art in 1916.
Red pigments. Erosion. Exfoliation. Vegetation.
- TAKIROA 53** p.26
 Setting of red linear fig 53, on a stable sheltered area, close from the ground. The red motif has been applied on a secondary crust on the surface of the limestone.
Stability of the support, bushes, red pigment, black rock, hole
- TAKIROA 59** p.27
 Detail of left end of fig. 59, showing red paint and black pigments. BJA noted that the bright red paint may have been superimposed over a former and fainter red figure
Red paint, chalk, blisters and exfoliation, concretions, flaking
- TAKIROA 59-61** p.28
 Setting of red fig. 59 to 61a, as well as left end of fig. 62 (frieze). The fig. 62 is located near the ground, fig 59 and 60 are just above a small overhang, and fig 61a is above a second overhang, on the top of the photo.
Ground, red paint, flaking and exfoliation, concretions, salts, erosion
- TAKIROA 59-62** p.29
 Setting of red figures 59 to 62. The frieze 62 is on the lower part of the shelter, while 59-60 are just above a small overhang and 61 a, b and c are above a second overhang. A bedding plane is clearly visible in the rock above fig 61b. There is lenticular flaking in the bottom, disintegration in the middle, then formation of concretions and finally crusts, erosion and exfoliation at the top of the photo.
Red paint, flaking, erosion, exfoliation, salts, disintegration, concretions, ground
- TAKIROA 57-62** p.30
 Setting of fig. 57 to 62. 57 and 58 were removed in 1916. The photo shows motifs positioned at 3 different levels: near the ground (62), above a first overhang (fig 57-58-59 60) and above a second overhang (61).
Ground, dust, water marks, concretions, exfoliation, graffiti, salts, white line on the bottom

- TAKIROA 61a** p.31
 Setting of red fig 61a, as well as fig 59 and 60 and part of fig 61b and 62. The hole left after removal of fig 57 is on the left. and the disintegrated area at the level of the overhang (middle of the photo) is well detailed.
Disintegration of the corner of the overhang, salts, erosion, exfoliation, red paint.
- TAKIROA 61b** p.32
 Setting of red fig.61b as well as part of fig 61a and 61c, above the disintegrated corner of a small overhang, and under a well marked bedding plane and and erosion-exfoliation area. there are 2 major areas of concretions near the motifs. Traces of black and red linear designs can be seen under the major infilled red motif.
Red paintings, disintegration, erosion, exfoliation, concretions, dust
- TAKIROA 61c** p.33
 Setting of red fig. 61c, as well as part of 61b, on an irregular surface with concretions and other linear red and black designs.
Red paint, flaking, exfoliation, dust, red and black linear designs
- TAKIROA 62** p.34
 Right end of red frieze 62, located under a small overhang, near the ground, on a flaked area. Something has been removed at the right, either a fossil or a motif.
Flaking, red paint, salts, ground
- TAKIROA 62-74'** p.35
 Setting of red friezes 62 and 74, near the ground. The photograph also shows the upper part of the shelter, eroded and dusty, and the ground.
Red friezes, dust, erosion, graffiti, previous level of the ground, color of the rock.
- TAKIROA 66** p.36
 Setting of black linear fig. 66, as well as fig. 63. 63 is on the left of the panel and 66 on the right. The two motifs were possibly one figure originally. They are located on a very unstable area, over the lower overhang, and are in a bad state of preservation
Exfoliation, salts, dust, concretions, erosion, black linear design.
- TAKIROA 67-68** p.37
 Setting of black linear fig. 67 and 68, next to the central part of red frieze 62. All of them are located near the ground, under the first little overhang, on a hard and flaked surface.
Red paint, flaking, black linear designs, black stains.
- TAKIROA 72** p.38
 Setting of faint red fig. 72, between red friezes 62 and 74, and of black linear designs 73 and 75. All of the figures are located under the first small overhang, near the ground, on a hard and flaked surface. A piece of limestone of 15x20 cm has been removed, in the centre of the photo (fossil or rock art?)
Red paint, black linear designs, hole from removal, flaking and exfoliation, salts, black stain, ground, chalk.

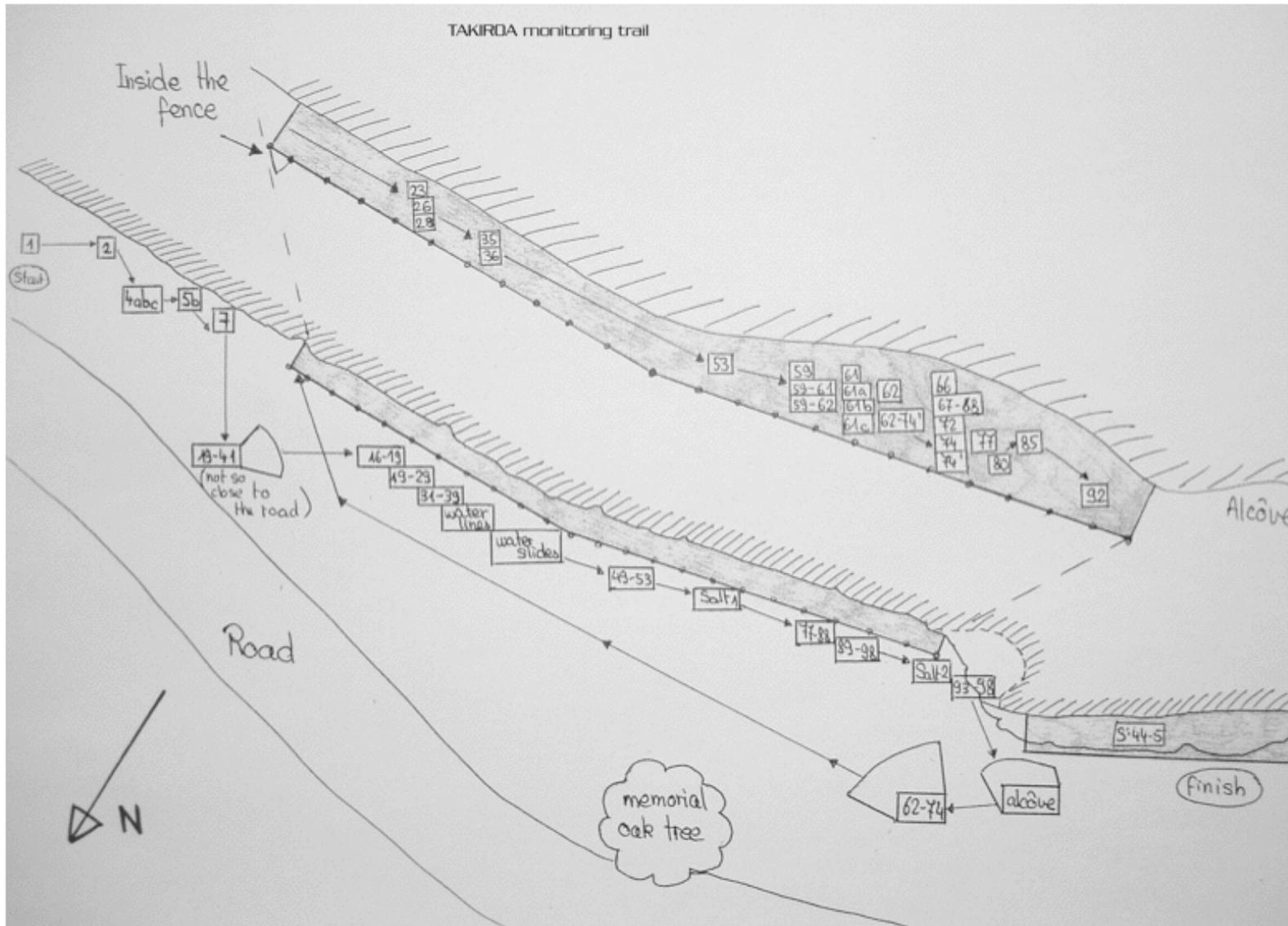
- TAKIROA 74** p.39
 Setting of red frieze 74, close to the ground, under the first small overhang, on a flaked and stock-rubbed surface. The post of the former fence is still fixed to the rock, on the right end of the motif. Many big stones on the ground.
Red paint, flaking and exfoliation, salts, post, stock-rubbing, ground.
- TAKIROA 74'** p.40
 Detail of red painted fig 74 and the wooden post fixed to it, and of black linear design 76, above the frieze. Located near the ground, under the first small overhang, on a heavily flaked surface with salts in the craters and exfoliation on the top. A hole remaining after the removal of a piece of rock (fossil or rock art?) can be seen on the top left of the photo.
Red paint, black linear design, flaking, salts and exfoliation, wooden post, hole from removal.
- TAKIROA 77** p.41
 Setting of black and red linear fig 77, on an hardened surface with dust. Posts of the former fence were fixed in the panel.
Black and red linear designs, dust, exfoliation, nails, concretions
- TAKIROA 80** p.42
 Setting of red linear fig 80, as well as traces of black designs on both sides of the image. Fig 80 has been applied on an already exfoliated surface, near the ground, that shows evidence of stock rubbing.
Red linear design, exfoliation, black design
- TAKIROA 85** p.43
 Setting red and black fig 85, on a small sheltered semi-circular surface. The rock seems to have a harder surface there. There is exfoliation, erosion and light alveolization around the sheltered area. It's located just above the first small overhang.
Red and black designs, crust, erosion, exfoliation, alveolization
- TAKIROA 92** p.44
 Setting of red and black fig 92, on an heavily exfoliated area surrounded by erosion. Much of the motif has already been lost. The motif seems to have been applied on a former patinated surface crust, that has then started to exfoliate and erode from all around. Some engraved graffiti can be seen on the left and on the right parts of the photo. Part of the motif has been applied on a previously exfoliated area.
Erosion, exfoliation, surface crust, alveolization, salts, graffiti, black and red designs.
- TAKIROA S:44-5** p.45
 Setting of black linear figure 5, in the contact period area (Site 44), applied to dark-stained limestone surface. The dark surface stops at the top of the photo. There are much engraved graffiti and some loss of surface.
Salts, colour of the rock, graffiti, loss of surface

ANNEXE J'

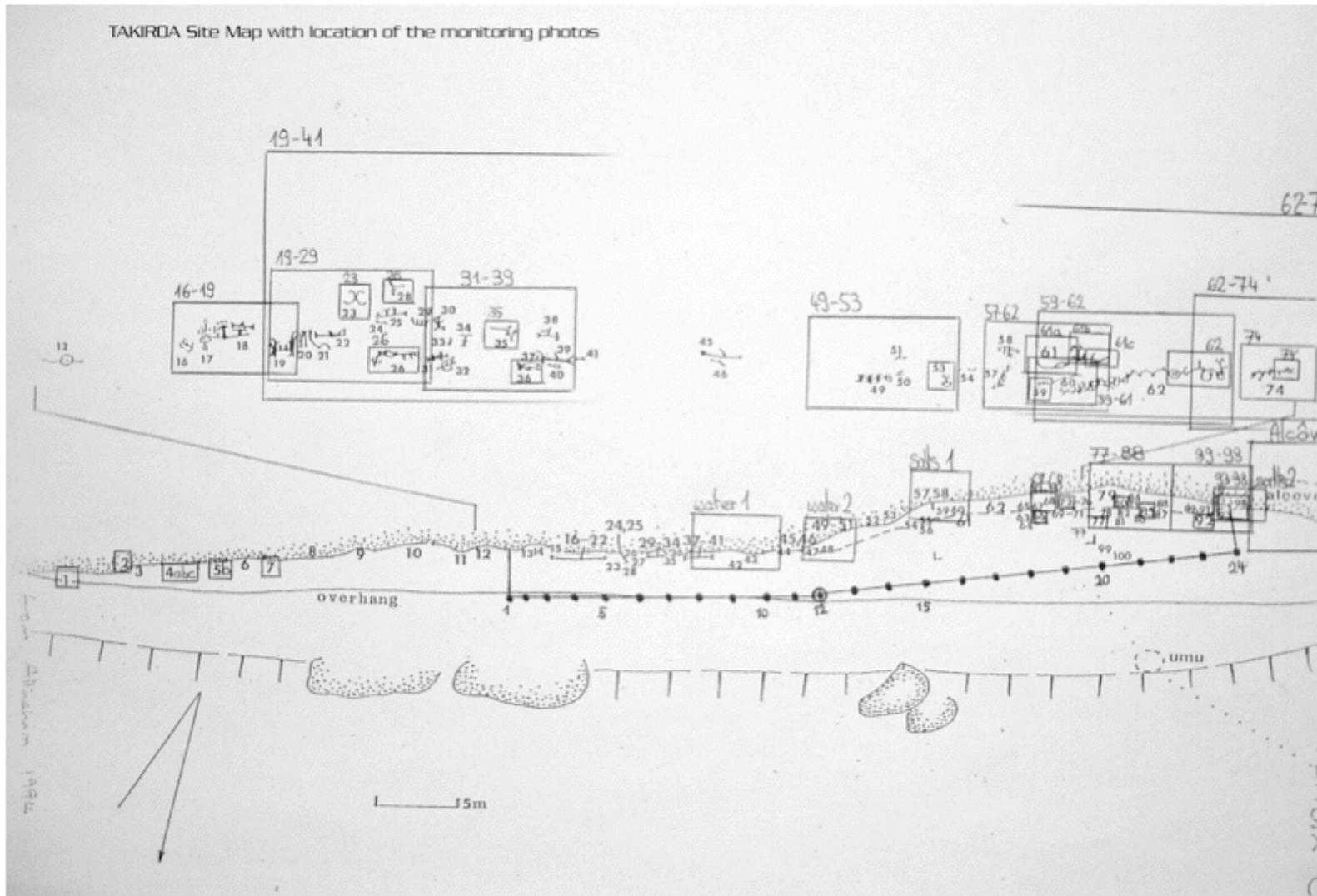
Copie du dossier plastifié contenant les instructions pour la réalisation de la surveillance photographique sur le terrain.

Ce dossier est entièrement rédigé en anglais.

Rapport-Gratuit.com

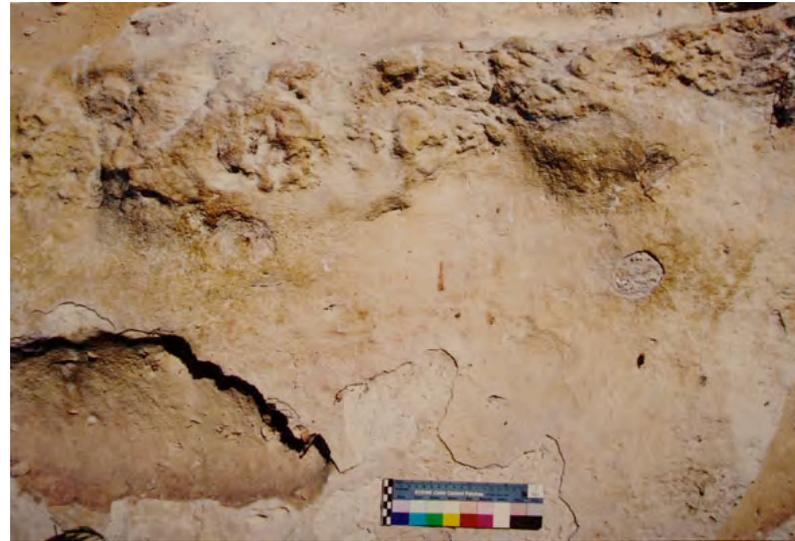


TAKIRODA Site Map with location of the monitoring photos





1) Takiroa 1



2) Takiroa 2



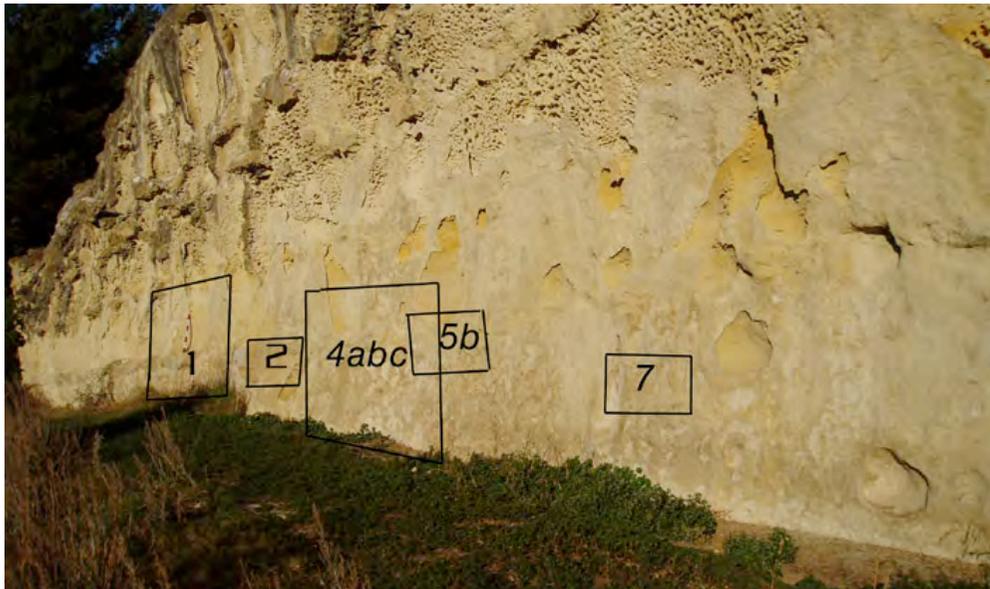
3) Takiroa 4abc



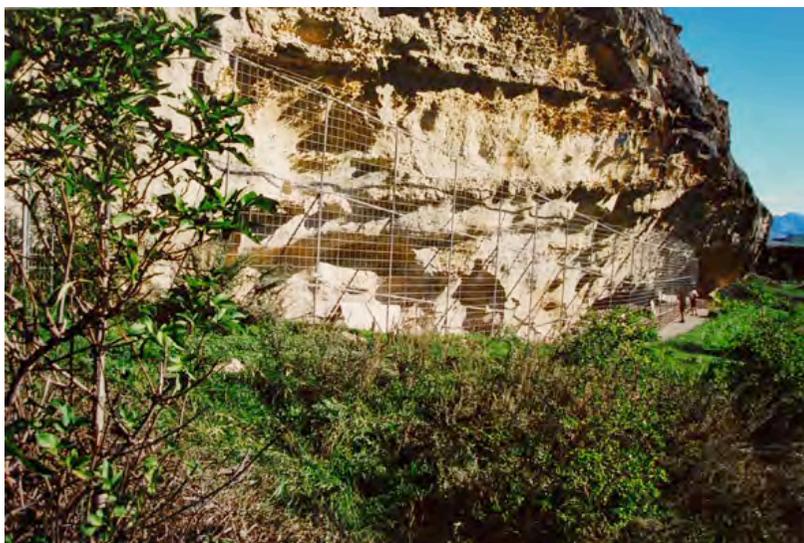
4) Takiroa 5b



5) Takiroa 7



Location of photos 1 to 7



6) Takiroa 19-41



7) Takiroa 16-19



8) Takiroa 19-29



9) Takiroa 31-39



10) Takiroa water1



11) Takiroa water2



Location of photos « water1 » and « water2 »



12) Takiroa 49-53



13) Takiroa salts1



14) Takiroa 77-88



15) Takiroa 89-98



16) Takiroa salts2



17) Takiroa 93-98



18) Takiroa alcôve



19) Takiroa 62-74



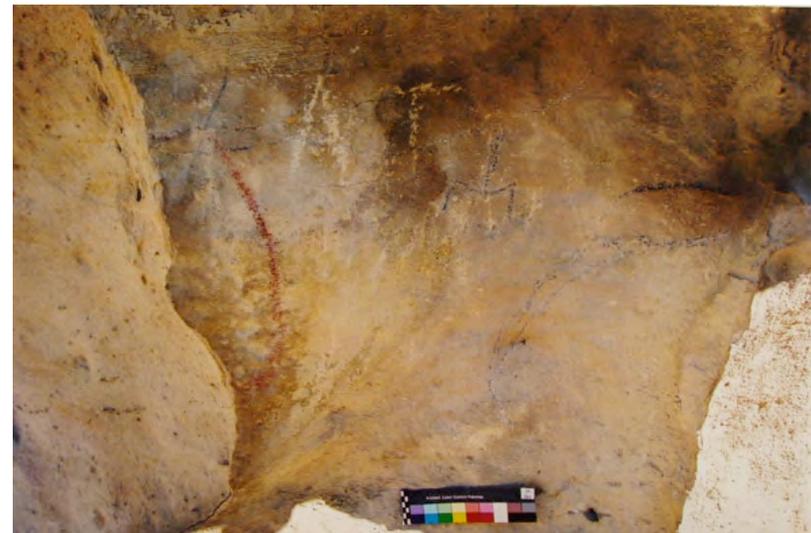
20) Takiroa 23



21) Takiroa 26



22) Takiroa 28



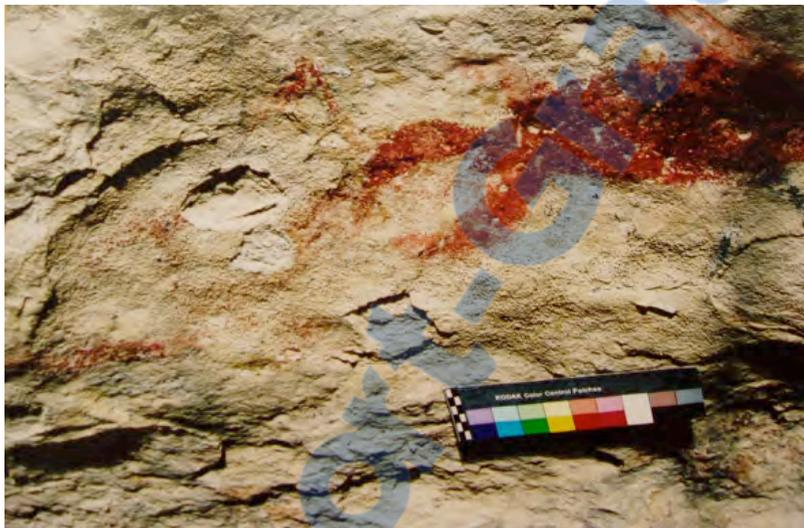
23) Takiroa 35



24) Takiroa 36



25) Takiroa 53



26) Takiroa 59



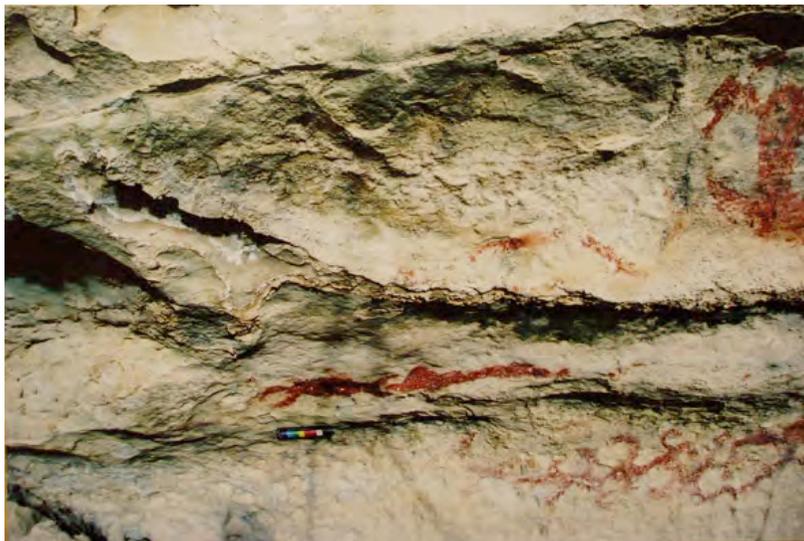
27) Takiroa 59-61



28) Takiroa 59-62



29) Takiroa 57-62



30) Takiroa 61a



31) Takiroa 61b



32) Takiroa 61c



33) Takiroa 62



34) Takiroa 62-74'



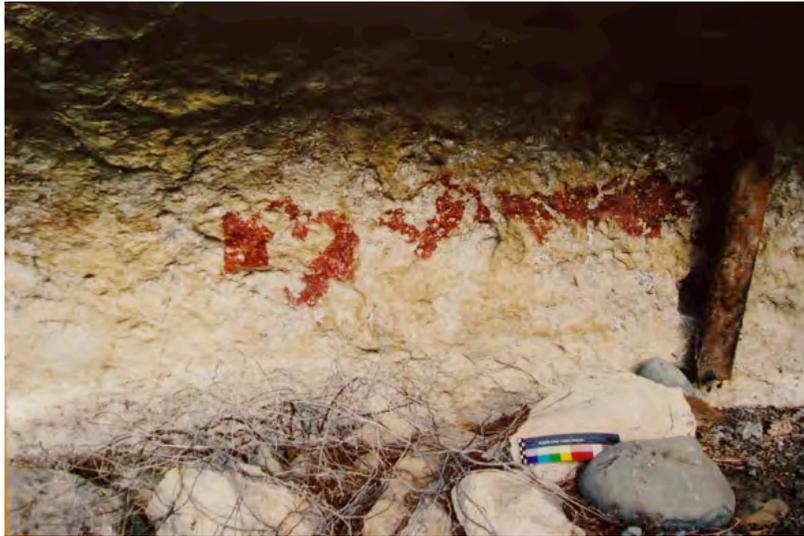
35)) Takiroa 66



36) Takiroa 67-68



37) Takiroa 72



38) Takiroa 74



39) Takiroa 74'



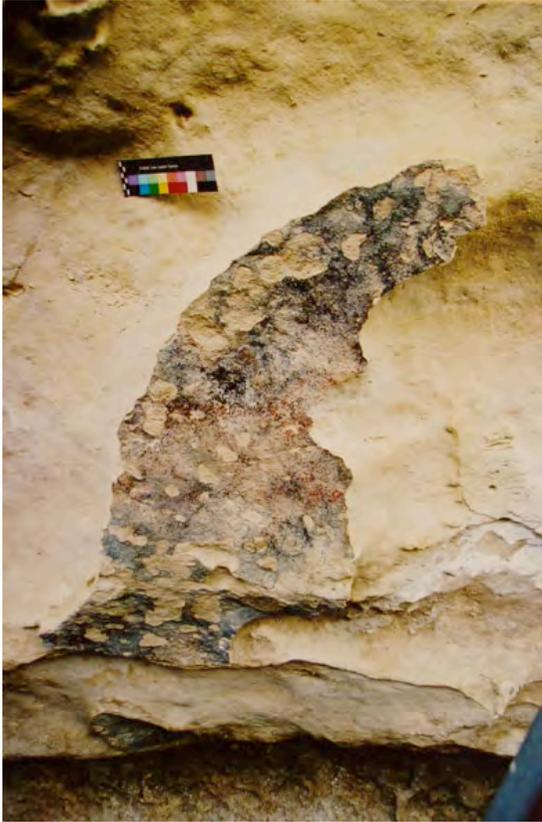
40) Takiroa 77



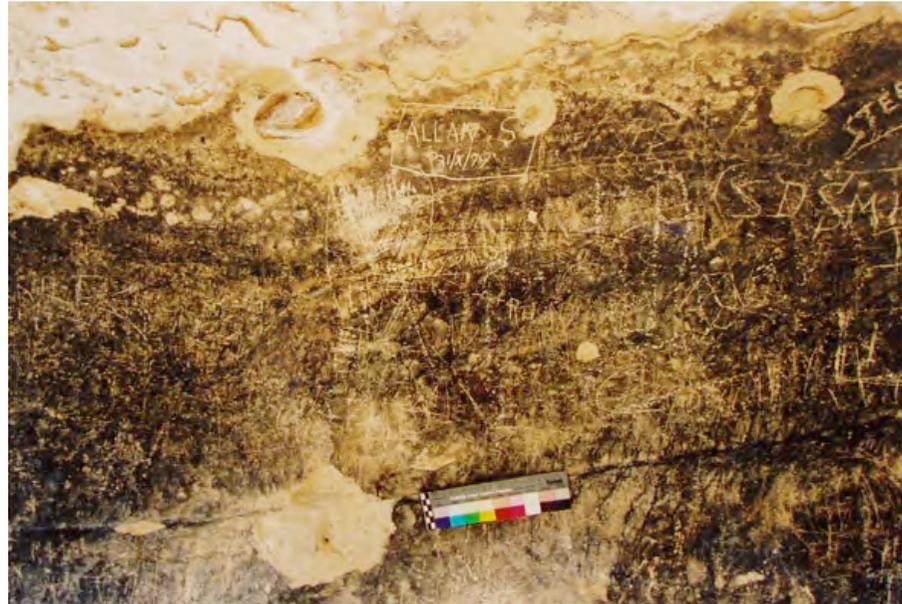
41) Takiroa 80



42) Takiroa 85



43) Takiroa 92



44) Takiroa S :44-5

Takiroa photographic monitoring program

This monitoring program has been designed with the aim of being able to assess the state of conservation and the rate of deterioration of the rock art and of the site at Takiroa. It also allows to highlight some particular areas, showing their surprising stability or alarming degradation.

The site contains around 100 motifs applied on a limestone shelter that measures more than 100 meters. This means that it is not realistic to try to monitor all the motifs, but a selection has to be made.

The monitoring photos are mainly based on older photos, in order to have an idea of the changes that have occurred on the site during the past 100 years. Some photos copy those made by Augustus Hamilton in 1896, with the majority of photos based on those taken by Brian Allingham (BJA in the text) during the summer 1992-3. A few photos are completely new and they illustrate topics like salts, dust and water.

Most of the photos are focused on the site S :43, the main shelter in Takiroa, and only one photo illustrates the site S :44, with the motifs dating from the Contact Period.

I tried to match previous photos as much as possible, but didn't always achieve this. The photos are similar, but the frame can differ, as well as the angle of vision and the light and shades.

Half of the photos that are in this file are copies of the original photos taken from the recording volume n°4 from SIMRAP, TAKIROA, WAITAKI VALLEY made by Brian Allingham. As it wasn't possible to find the negatives, the copies are of poor quality and do not illustrate the right colors and the original frame. The photos taken by myself labelled M1, M1' and M1'' are original prints.

I grouped all pairs of photos by page, with comments on the state of conservation and description of the subject, A transparent paper added to each page allows the highlighting of important topics for each pair of photos.

It is possible to add new features on the transparents or remarks on the white page attached to each monitoring page.

How to continue the photographic monitoring program

The photographic monitoring program is designed to be carried on for many years. It means that someone should go to the site at regular intervals and take new photos that reproduce as closely as possible the photo that have been taken during the first monitoring session (M1, M1' and M1'').

It is achieved by using the same camera and choosing the same frame for each new photo. All the technical data is recorded in the « Background Form » : the type of camera, filter, lens, film.

The Background Form is used for each monitoring session. A monitoring session comprises all the photos taken in one day. If some photos are taken the following day, it means that a new Background Form is to be filled in.

The Background Form contains the name and number of the site, the name of the monitoring session, information about the material, the name of the films, informations about the weather, the name of the photographer and a list of what is needed on the site to do the monitoring.

The Picture Form is a list of all the photos that have been taken during the first monitoring session. The photos are classed in order, and there is the reference of the film and of the number of the negative. Approximative subject-lens and ground-lens distance are indicated for each photo, as well as the settings of the camera. It is perfect if those settings and distances can be reproduced for each monitoring session, but it is not always feasible. A « x » in the subject-lens distance box means that the photo is taken from outside the fence.

A new picture form is used for each monitoring session, but there is no need to start a new one if the monitoring session lasts several days. It is important to report the negative numbers in the form after the processing of the films.

The Monitoring Trail map shows the trail that has to be followed on the site to take the photos. It is designed to be the quickest way to do it and allows to have all the photos in the same order as presented in this volume.

The Site Map shows where each motif and each photo is located on the site.

The M1 photo list is a file that contains a copy of all the photos taken during the first monitoring session and that will have to be followed for the next monitoring sessions. There are some general photos to help relocating some motifs.

All the documents that are useful on the site to do the monitoring photos are assembled in a plastified file, except for the pages where there are things to write down.

Setting of the camera

The camera is set on mode Av. It means that you have to set the aperture, and it allows you to choose a big number (f22) in order to improve the depth of field. The camera will adjust the exposure time automatically. If there isn't much light, the exposure time will be too long (more than 1s), so you will have to reduce the number of aperture. You just have to push lightly on the shutter release to see on the screen the value chosen by the camera. Then you can adjust f and try again. Don't forget to indicate the values in the picture form if they differ from the initial ones.

It's important to use the Kodak Color Control Patches on the photos, and it's good to take a photo of the color scale alone in the beginning of each film. It is not necessary to use the color scale for the photos taken from outside the fence. Use some reusable adhesive to fix the scale on the rock, and try to put it on the same spot than it was on the original photos (M1). Never put it on a pigmented area. Tell the employee of the photo shop that you used the colour scale and ask for the best colour matching.

Give a name to each film, and write it down in the picture form, in the background form and on the photos wallet where the negatives are kept.

-The film reference is: SITE NAME yyyy/monit. session nr-film number

Exemple: TAK 2005/monit. 1-1 for the first film, TAK 2005/monit. 1-2 for the second film etc...

What you need on the site

Camera
Lenses
Filter
Films
Tripod
Thermo-hygrometer
A new background form and a new picture form
The plastified file
Pen
Tape measure
The Kodak Color Control Patches
Re-usable adhesive (U-TAC).

It is very handy to carry all the material in a cardboard box, it is sheltered from the wind and it's easy to find what you need in it.

What to do with the new photos ?

First, write these informations behind each photo :

Takiroa, date, Mnumber of monitoring session- picture number

Exemple : Takiroa, 27.11.2006, M2-4abc

Then compare each photo with the photos of the M1 file. Create one page per photo, with comments, and put them all together in a new file, whose name will contain the number of the monitoring session. If important changes or remarkable stability are to be noticed, you can make a small note on the white page that correspond to the picture number in the monitoring file M1.

IMPORTANT REMARK

Forty-four photos have been taken for the first monitoring session. This is obviously too many photos for the future of the monitoring programm. It is necessary to do a new selection and to monitor only the most relevant features. Less important pictures can be monitored less often. For example, it is not necessary to take a new photo of the cliff face each year, because there was no significant changes over a hundred years. It can be monitored every 5 or 10 years. Fig. 92 should be photographed as often as possible, because it's rate of deterioration seems to be very fast.

It would be very interesting to have a serie of photos taken in summer to see if vegetation, salts and water marks show different repartition. However, there is no need to do the monitoring session more than once a year. Once every 2 to 5 years could be an acceptable frequency. It is recommended that the site is visually monitored at least once a year. This can be achieved by taking a copy of the M1 file on the site and by writing down eventual changes.



Photo by B.J.A. (1992-3): Small portion of the black linear motif visible, on a yellow area (wetted?). Vegetation in a hole in the rock under the motif. Black moss above-right of the motif. 3 small bushes on the ground. Exfoliated areas on the right of the photo and near the grass (left). Eroded areas on each side of the motif.



M1(05.04.2005) : motif still visible, but not on a yellow rock area. Some further erosion visible in the big area on the left, also on the big area on the right of the motif. No further exfoliation. No more bushes, on the ground or in the rock. Fewer dark water marks. Black moss stable.



Photo by Augustus Hamilton (1896): All the motifs are still in-situ, but they are already exfoliated and not so clear. There is some dust on the top of the photo.



M1 (05.04.2005): The frame of the photo is a bit larger, more ground is visible, so we can see the amount of sand produced by the erosion of the removed areas. The shadows are not the same so it is difficult to say anything about the shape of the rock. There is one boxthorn on the left, and the areas where the motifs have been removed show important erosion. Toolmarks are still visible on the bottom-right.

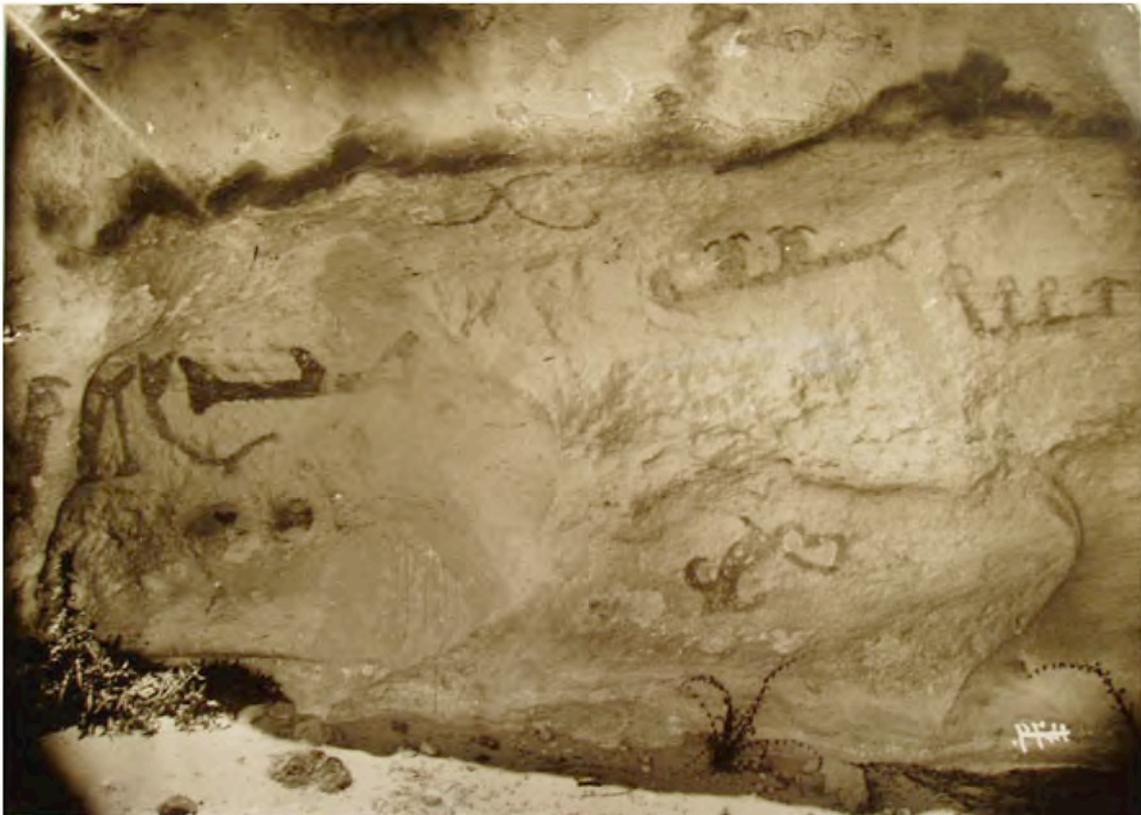


Photo by Augustus Hamilton (1896): Motifs still in-situ, some are partly exfoliated, faded, one seems to have been washed. There is dust on the top of the photo, and exfoliation right underneath. Not much vegetation, no bush. Sheep dung. Dark areas (lines) above the decorated area, either shadows (unlikely) or soot.



M1 (05.04.2005): The frame of the photo is almost the same, but the fence and the interpretative panel hamper the view of the rock. The shadows also are very different from the first photo. Fig 26 is much less visible and much more exfoliated. There is less vegetation (none). There is more exfoliation on the top of the sheltered area, but not much. It is not possible to say if the dust is still there.



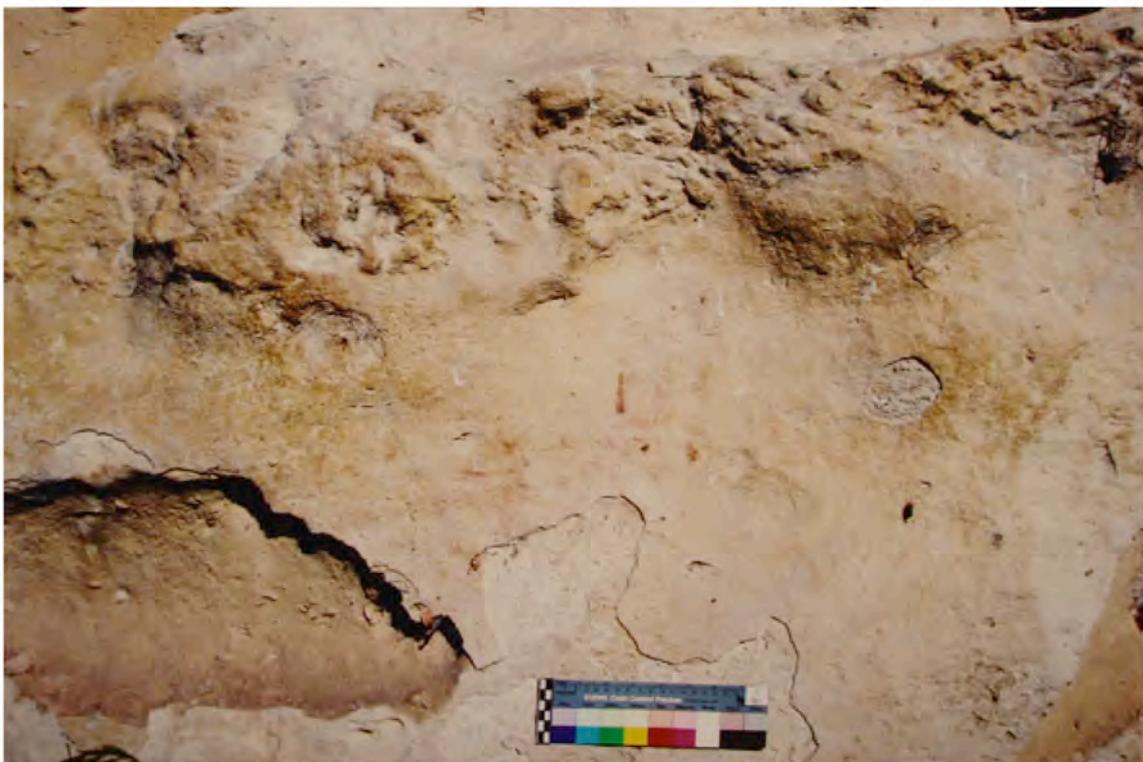
Photo by Augustus Hamilton (1896): All the motifs are still in-situ, there is no fence. The vegetation is low. The motifs visible are set in smooth sheltered surfaces. Some of them are already faded. The closest face is regular and eroded. The face above the 2 men has more exfoliated holes.



M1 (05.04.2005): The vegetation is higher, there is more bush. There are no significant changes due to erosion or exfoliation. The frame of the photo could match the initial one better.



Photo by B.J.A. (1992-3): motif quite visible, partially exfoliated. A big white bird dropping mark appears in the middle of the motif and some other droppings (brown and white) on other parts of the motif. The color of the rock around the motif is regular, a bit darker than in the exfoliated area at the bottom of the photo.



M1 (05.04.2005): motif still visible. The area of exfoliation near the motif has increased, a piece of approximately 2cm x 6cm has fallen . The other small area of exfoliation has also increased. The area of erosion has extended as well. The motif is now threatened by further exfoliation. The bird droppings disappeared, but other appeared. The color of the rock is still regular, except for the eroded area: the rock seems to be darker, perhaps because of the humidity.

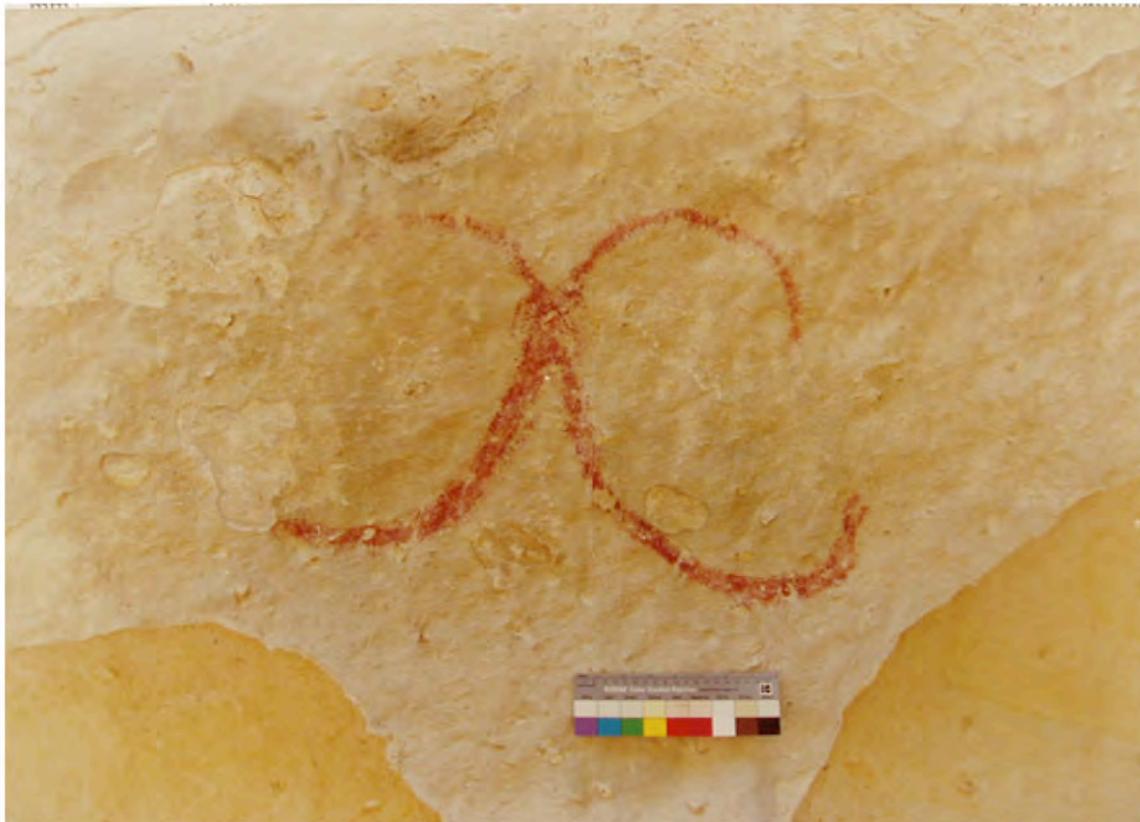


Photo by B.J.A. (summer 1992-3): The erosion is located 8 cm (right) and 10 cm (left) of the art. Some exfoliation spots are adjacent to the art, and on the left part of the motif pigments have been lost by exfoliation (this was also the case in 1896). A small spot of exfoliation is also situated on the bottom-right part of the motif (this was not so in 1896). Areas of exfoliation are also visible above the motif, 3 cm away from it. The rock shows scratch marks between each part of the motif. It is likely that some parts of the rock surface will fall where the erosion starts.



M1 (05.04.2005): The frame of the photo is a bit larger, so it is possible to see the limit of the area of erosion. The area of erosion is 7cm(right) and 8cm(left) from the motif, so it has increased since 1992 at a rate of approximately 1cm in 10 years. The fragile parts where the erosion starts have fallen. The exfoliation seems to be stable: no changes. There is a difference between old exfoliation, where the rock is the same color as that around it, and new exfoliation, where the rock is clearer. The pigments are stable, still bright. No comments about the dust.



Photo by B.J.A. (summer 1992-3): Fig 26 is damaged by a significant exfoliation process in the middle of it, maybe not only exfoliation but also vandalism. Fig 27 is visible but faint, it stops where the erosion starts on the right. Under the figures, between them and the ground, there is an area that shows previous exfoliation with no color contrast. The ground is very dirty .



M1 (05.04.2005):The frame of the photo is not the same because of the interpretation pannel. It doesn't allow any view of the ground. A small area of pigmented rock has been lost by the extension of the exfoliated area on fig.26. The bottom of the motif is seriously threatened by the fading of the pigments. It is difficult to say if the pigments are hidden by dust or salts, or if they have disappeared. It is possible that the shadow created by the interpretative panel played a role in this process. The right part of fig. 27 seems to have been rubbed and the rest is still visible, but faint.

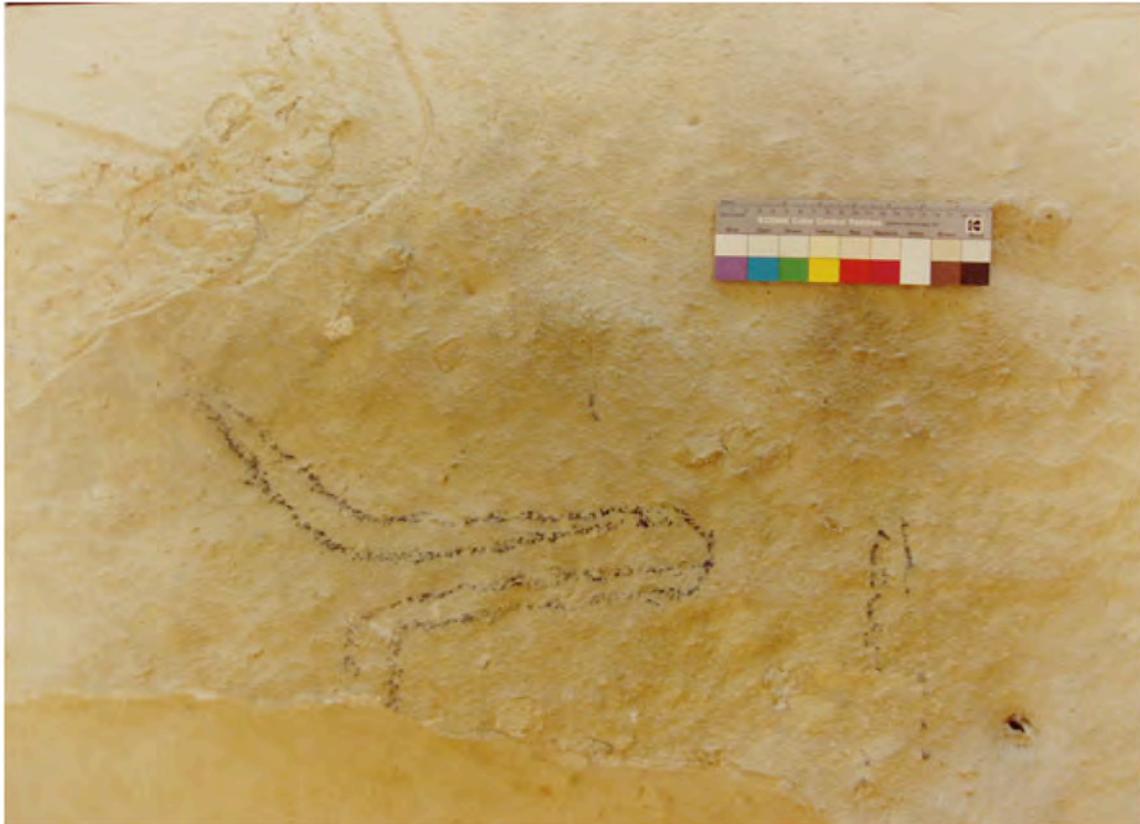


Photo by B.J.A. (summer 1992-3): the motif is clearly visible. The erosion is located below the motif and some flakes are ready to fall. There are some spots where the exfoliation might start soon and others where it has already started. There is an significant exfoliation-dust area on the upper left part of the photo. This part must be wetter than the area around it as it is covered with dust.



M1 (test) (05.04.2005): The motif is still clearly visible. None of the motif has been lost to erosion, but some rock has fallen where the erosion begins. One exfoliation spot has lost flakes under the left end of the color scale. The exfoliation spot could threaten the right end of the motif in the near future. The dust is stable.



Photo by Augustus Hamilton (1896): Some motifs on the left and the right of the photo are well preserved, while those situated in the middle of the photo are already very faint. There is a separation line on the top left of the photo between two different aspects of the rock. The left part is much clearer. There is some dust there. There is no high vegetation, no bush, just some small grass and there are some rocks on the ground.



M1 (05.04.2005): The photo has almost the same frame as the first one, but the fence is intrusive and the light is not the same, the shadow is stronger. Fig 27 and fig. 36 are visible, but faint. The separation line is still visible, with dust on the clearer part. There are no big rocks on the ground and no vegetation, just the remains of a cut boxthorn. Fig 27 and 36 are both threatened by erosion. It seems that there are areas (upper right) with less dust than before.

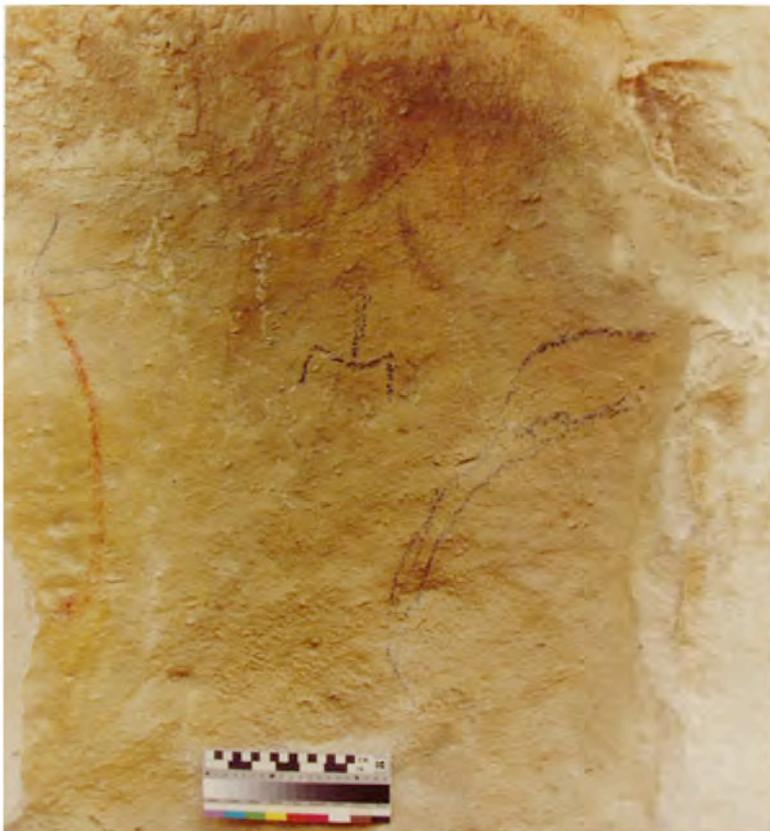
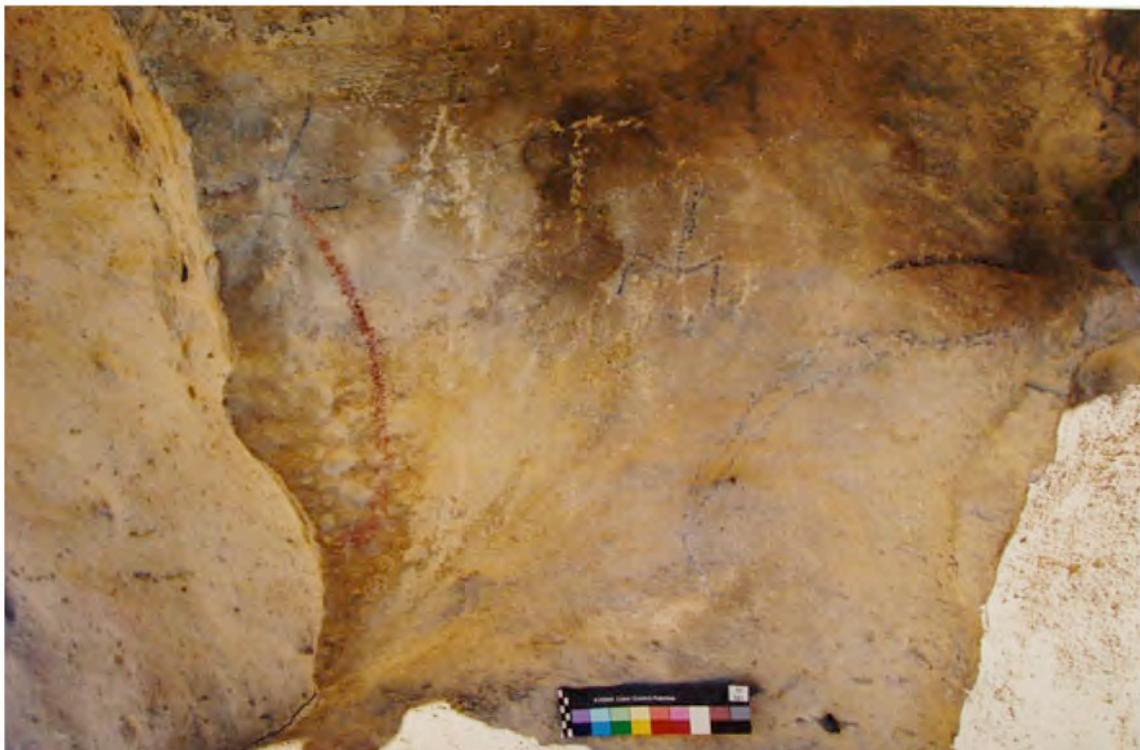


Photo by B.J.A. (summer 1992-3): the motifs seem to be applied on a regular, stable, dry surface, with a wetter area above, where dust has accumulated. There are some letters made by scratching the rock, they appear clearer in the rock. Erosion comes from the left. The corner on the right side of the motifs shows some exfoliation, and there is another area of exfoliation on the top right of the photo. The color of the rock is quite regular, it is a bit darker where the dust starts.



M1 (05.04.2005): The angle from which the photo has been taken is not the same, and the frame is a bit larger. The black motifs seem to have been chalked. The scratched graffiti are still there, as well as the dust. The color of the rock is completely different, very irregular. There are some scratches in the dust on the top of the picture. As the angle differs, it is difficult to say anything meaningful about the erosion and the exfoliation.



Photo by B.J.A. (summer 1992-3): The motif is clearly visible but not very neat. Erosion on the right directly threatens what remains of the figure. The exfoliation doesn't seem to be very active. The color of the rock is regular. No vegetation. Tool marks still visible in the removed area.



M1 (05.04.2005): The motif is less visible, but still there. No further exfoliation. The erosion from the right has increased but with no loss of pigment. Tool marks still visible. No vegetation. The color of the rock is regular.



Photo by Augustus Hamilton (1896): All the motifs are still in-situ and in a good state, number 49 is especially well preserved. The ground has been disturbed by an excavation carried out by Hamilton. There is a lot of dust on the upper part, and ongoing exfoliation.



M1 (05.04.2005) : There are holes instead of fig. 49 to 51, but not so eroded. The ground seems less dusty, as well as the upper part of the wall. Exfoliation has caused the start of new areas of erosion, but only in the upper part of the overhang.



Photo by B.J.A. (summer 1992-3): 4a is clearly visible, on a yellow regular surface. There are some bird droppings in some areas. An area of exfoliation is situated to the right of the motif. There is a small amount of vegetation on the ground (no grass).



M1 (05.04.2005): Fig 4a, 4b and 4c still visible. No noticeable extension of exfoliation. Bird droppings washed away but new ones have appeared. Vegetation changed in species but not in quantity or volume. There is a dark stain under fig. 4b. Surface clearer than before, perhaps due to wetting.



Photo by B.J.A. (summer 1992-3): There are some bird droppings in some places. There is a small amount of vegetation on the ground (no grass). 4b and 4c are very fragmentary, but still visible, situated on a heavily exfoliated area. The rock is irregular in colour (clearer when exfoliated). There are also some natural holes in the rock with spider webs inside. Some young vegetation on the ground, but no grass. Stock-worn area.



M1 (05.04.2005): Fig 4a, 4b and 4c still visible. No noticeable extension of exfoliation. Bird droppings washed away but new ones have appeared. Vegetation changed in species but not in quantity or volume. There is a dark stain under fig 4b. Surface clearer than before, perhaps due to wetting.



Photo by BJA (1992-3): The crust suffers from little exfoliation and has a dark colour on the top. A boxthorn has been cut and treated and the rock is stock-worn.



M1 (05.04.2005) : The sun was too strong and I had to create some shade in order to be able to see the motif, but it still doesn't allow a clear vision of the process of exfoliation. The motif is still clearly visible and the hole is stable, as is the dark colour. The boxthorn has not regrown and it is no longer possible to tell that the area has been stock worn.

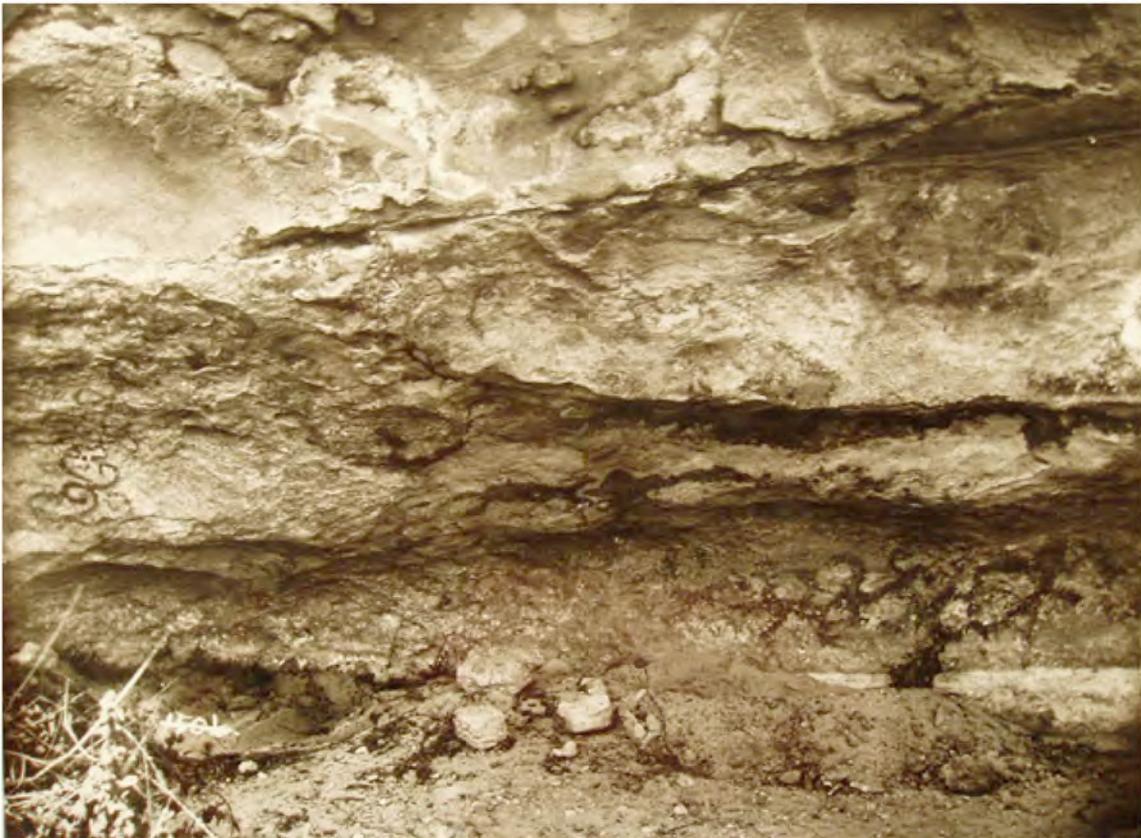


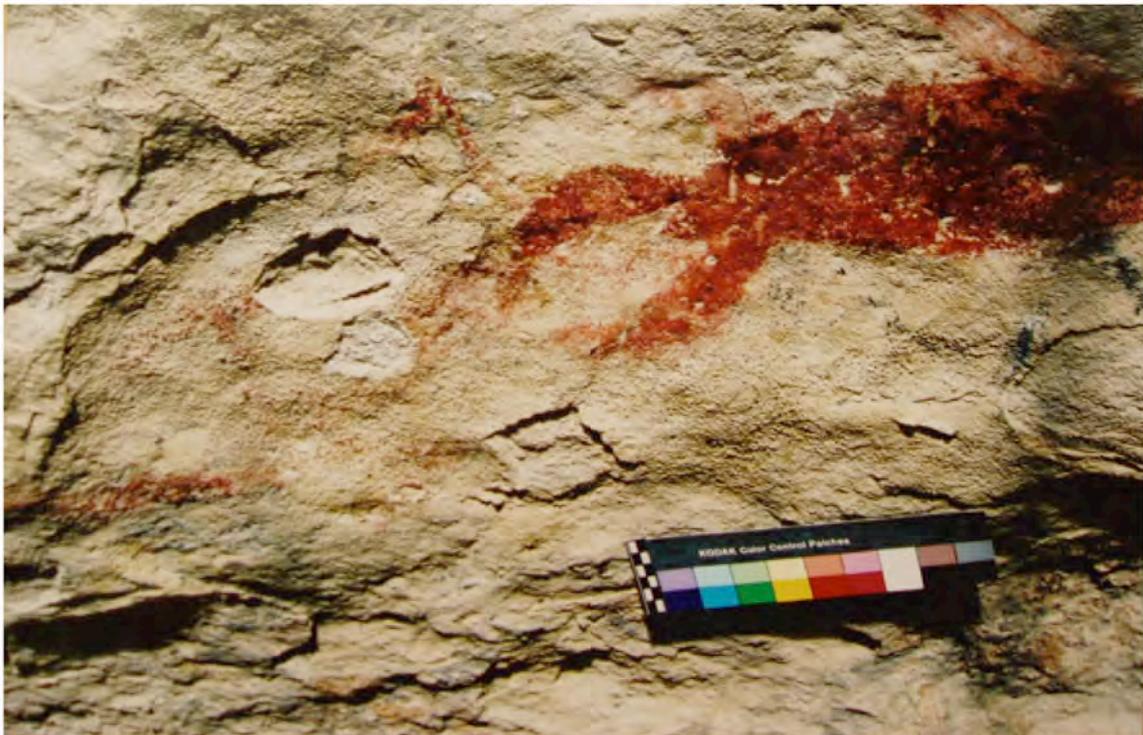
Photo by Augustus Hamilton (1896): The ground has been excavated, it shows a white part on the bottom of the rock. All the motifs are still in-situ and visible, 62 suffers from flaking, 60 from exfoliation, 61b already shows concretion formation at its bottom and 61a is very faint. It is possible to identify dust on the top of the photo, as well as an engraved W and water and salts marks.



M1' (28.06.2005) : The ground seems to be lower than before, and the white line on the bottom of the shelter has disappeared. There are big rocks on the left. Fig 62 shows no further damage, There is more exfoliation on the right part of fig 60, and fig 61b is brighter than before (it was retouched in 1992). 57 and 58 have been removed. The corner of the second overhang (under 61) has been active, there are some changes, and the eroded area at the end of it is now much bigger and shows salts. 61a has been damaged. The concretions were already there. Significant changes have occurred at the top part of the photo: there is less dust, less water marks, losses of surface crusts. The engraved W is still clearly visible.



Photo by BJA (1992-3): The well preserved part of the motif has been highlighted with chalk. The central part of the photo shows the formation of a concretioned crust with exfoliated blisters. It seems to have caused the actual faint state of the motif.



M1'(28.06.2005) : The right part of the motif is still well preserved, and the chalk too. The angle of the photo differs from the previous one, but it is still possible to say that no change has occurred over the past ten years. The red paint may not be as bright, but it is not possible to say if this is due to the photography, or an accurate reflection of the level of fading that has occurred.



Photo by BJA (1992-3): There are small plants on the ground. The red frieze shows some flaking and loss of pigments perhaps due to stock rubbing. Right end of fig. 60 shows heavy exfoliation that has caused the loss of an important pigmented area. Fig 59 shows excellent preservation but exfoliated blisters are found near its left end. Fig 61a on the top has suffered damage due to disintegration of the the corner of the overhang. It seems that salts could be responsible for this, or excessive presence of water percolating through the rock following a bedding plane. The upper right corner of the photo shows an area of concretion.



M1 (05.04.2005) : No more plants on the ground. No visible change in the frieze. The only visible change is the presence of salts in the eroded area on the top left of the photo. The shade doesn't allow us to see if anything has changed at the corner of the overhang (heavily flaked area).



Photo by BJA (1992-3): One small plant on the ground, as well as straw, dry earth and rocks. The frieze shows some exfoliation (lenticular) as well as loss due to stock rubbing, but it is in very good condition. The angles of each overhang show flaking and disintegration. Fig.59-60 are exfoliated, as well as fig 61 a, b and c. There are some kind of concretions on the the bottom and on the right of fig 61b. The rock is very dark underneath the second overhang.



M1' (28.06.2005) : The ground is the same, the plant is not there but there is another one nearby. Absolutely no change to describe, except for some changes in the disintegrated area under fig 61a and salts in the eroded area on the left. It must be noted that a flake from 61c has been lost during the photographic survey of 1992-3, because it was present on photo BJA 61b and is now lacking on photo BJA 59-62. The rock is still very dark underneath the second overhang.



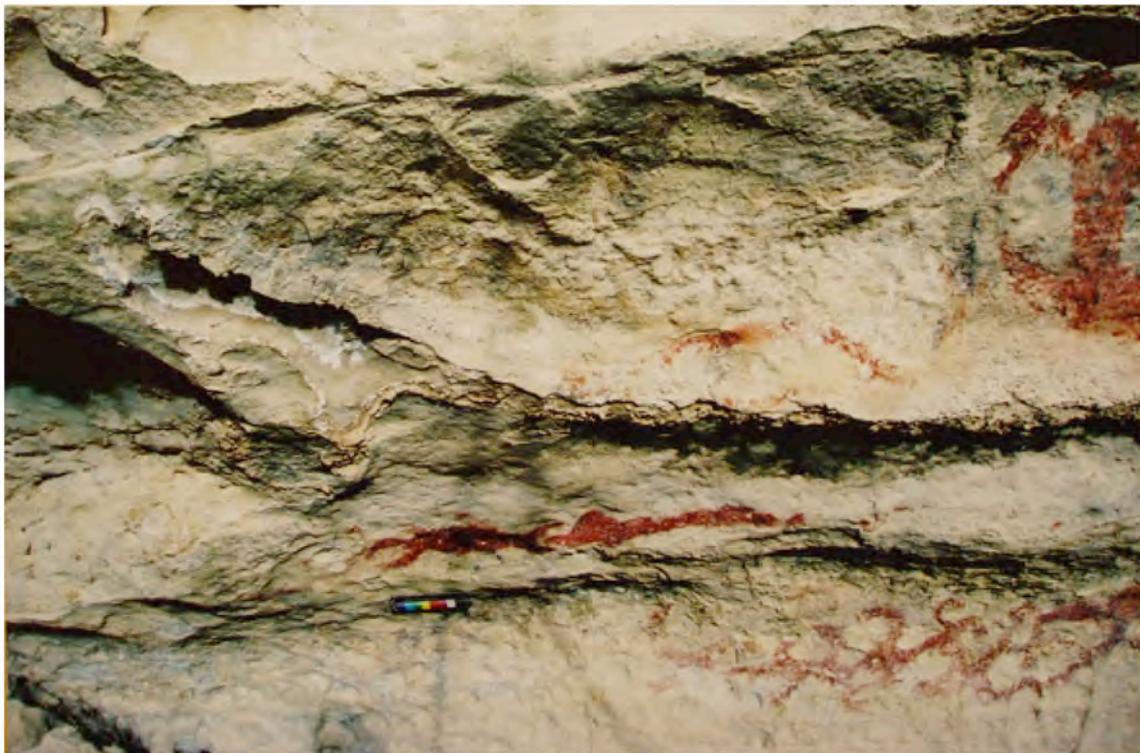
Photo by B.J.A (summer 1992-3): There are many layers of exfoliation but the color of the rock is quite regular. Some spots seem to be "active", they form areas of very irregular and light colored material. There are some bird droppings. The motif is almost invisible.



M1 (05.04.2005): The frame of the photo is larger than the original, so that the large area of erosion on the top is visible and allows an easier relocation of the photo. The motif is almost invisible, but still there. Some bird droppings. Holes stable. More contrast between the different layers of exfoliation. Difficult to say anything about the stability of the spots.



Photo by BJA (1992-3): fig 59-60 are exfoliated. There is a darker area above the overhang. Fig. 61a is heavily damaged by disintegration of the support and by concretions. 61b has been retouched and is lightly exfoliated. The corner of the overhang shows disintegration and an area of erosion on the left, with salts in it and exfoliation from the limits.



M1' (28.06.2005): 1 flake has been lost at the bottom of fig 61a, there are more salts in and around the eroded area, the colour of the rock is less regular, there is further exfoliation on the top left of the photo. The disintegration area shows no particular activity.



Photo by BJA (1992-3): there are some scratches on the panel and 61b has been retouched. A big flake is lacking in fig 61c, There is erosion, exfoliation and dust from the top of the photo, and disintegration of the corner of the overhang at the bottom of the photo. 61b and 61c are well preserved.



M1' (28.06.2005) : The major change is the loss of a pigmented flake (5cm) on fig 61c, but it was lost in 1992-3 (see 59-62). Otherwise, further exfoliation has occurred in several spots, away from the art, and erosion has progressed on the top of the photo in 2 different spots. The disintegration area shows some activity. Dust stable. Further erosion in the centre of the concretion area at the right.



Photo by BJA (1992-3): There are some type of concretions on the surface of the limestone, with an exfoliated-eroded area in the centre. Some flaking can be seen at the bottom and dust towards the top.



M1' (28.06.2005) : A pigmented flake of 5cm has fallen down from fig 61c (in 1992-3, see 59-62), as well as other non pigmented flakes from the same area. Dust very stable. Motifs very stable.



Photo by BJA (1992-3): No vegetation on the ground. Lenticular flaking especially in the centre of the photo. The red painting is in a very good condition. The bottom of the rock is clearer (former height of the ground)



M1' (28.06.2005): Grass and other vegetation on the ground. One small pigmented flake has been lost, but the painting is still in very good condition. The clearer part is still visible.



Photo by Augustus Hamilton (1896): The red friezes number 62 and 74 are clearly visible. The vegetation is mostly composed of thistles (probably), but not under the sheltered area. There is coarse alveolization coming from the alcôve. Absolutely no trees in the landscape.



M1' (28.06.2005) : The fence, the road, the boardwalk and the vegetation are the main differences in this photo. All the exfoliated and eroded areas of the cliff face are easy to recognize, so they didn't change too much, their shape is still the same. Even the alveolization is stable. There are many more bushes and trees in the landscape.

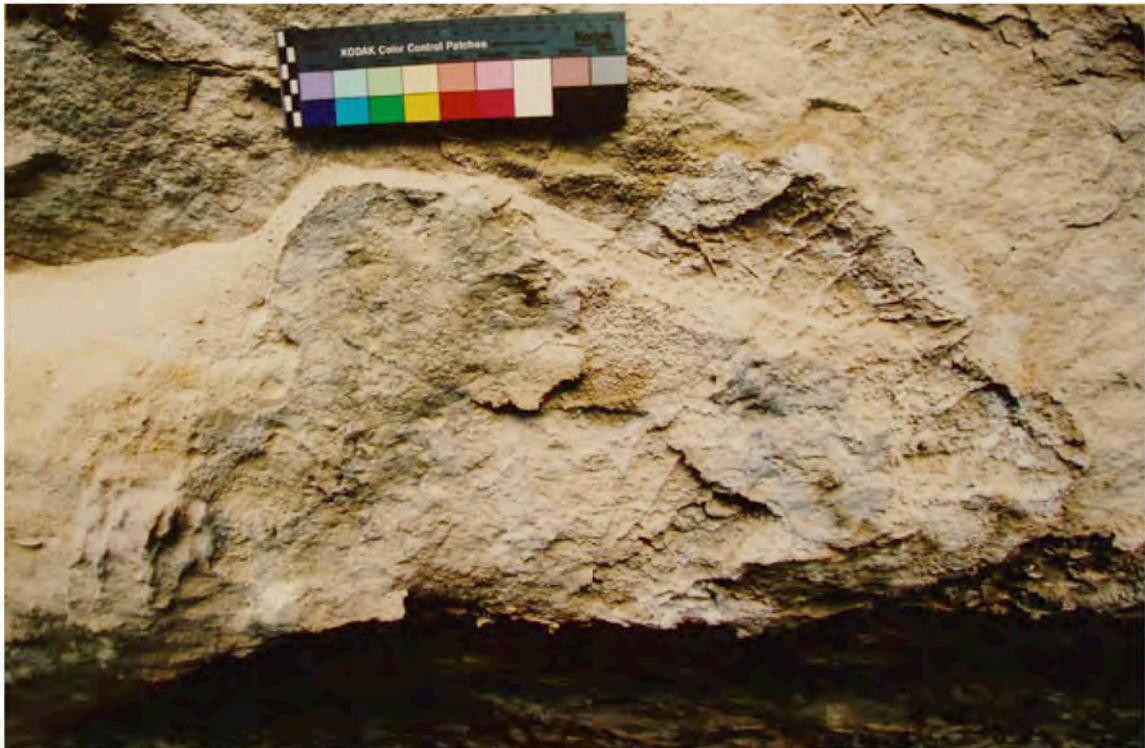


Photo by Augustus Hamilton (1896): The motifs are clearly visible. Quite a lot of dust is present on the upper part of the shelter. The lower part of the limestone, near the ground, is much clearer than the rock above, it shows a previous level of the ground. There isn't any vegetation on the ground. Graffiti can be seen on the upper part of the shelter, in an eroded area.

A NEW PHOTO HAS TO BE TAKEN DURING THE NEXT MONITORING SESSION, AS IT HAS BEEN MISSED DURING THE FIRST ONE.



Photo by BJA (1992-3): The surface is very irregular, with detached flakes, salts, erosion, concretions and dust, and the motifs are incomplete and difficult to see.



M1' (28.06.2005): A big non-pigmented flake has been lost in the centre of the photo, and there are concretions underneath. Another flake has been lost lower. None of the motifs have been lost. More salts are present. The rock shows more erosion, but dust is stable.



Photo by BJA (1992-3): The red painting shows some loss of pigment due to flaking and to rubbing, but is well preserved. The black linear designs are also easy to see, fig. 67 seems to have been applied on an exfoliated surface. The rock is stained in black just under the overhang.



M1' (28.06.2005) : The frame of the photo is larger, so that it is easier to relocate. No further flaking or exfoliation, no change. Surface still black stained.



Photo by B.J.A. (summer 1992-3): Only a part of the motif is still there and visible. Some flakes with pigment on them are ready to fall. The color of the rock is regular, yellow-brown. A part of the motif is made on an already exfoliated area.



M1 (05.04.2005): The frame of the photo is larger so it is possible to see the large area of erosion on the left. The art is almost invisible in the photo. The fragile flakes have fallen. No further erosion or exfoliation has occurred. The color of the rock is more contrasted.



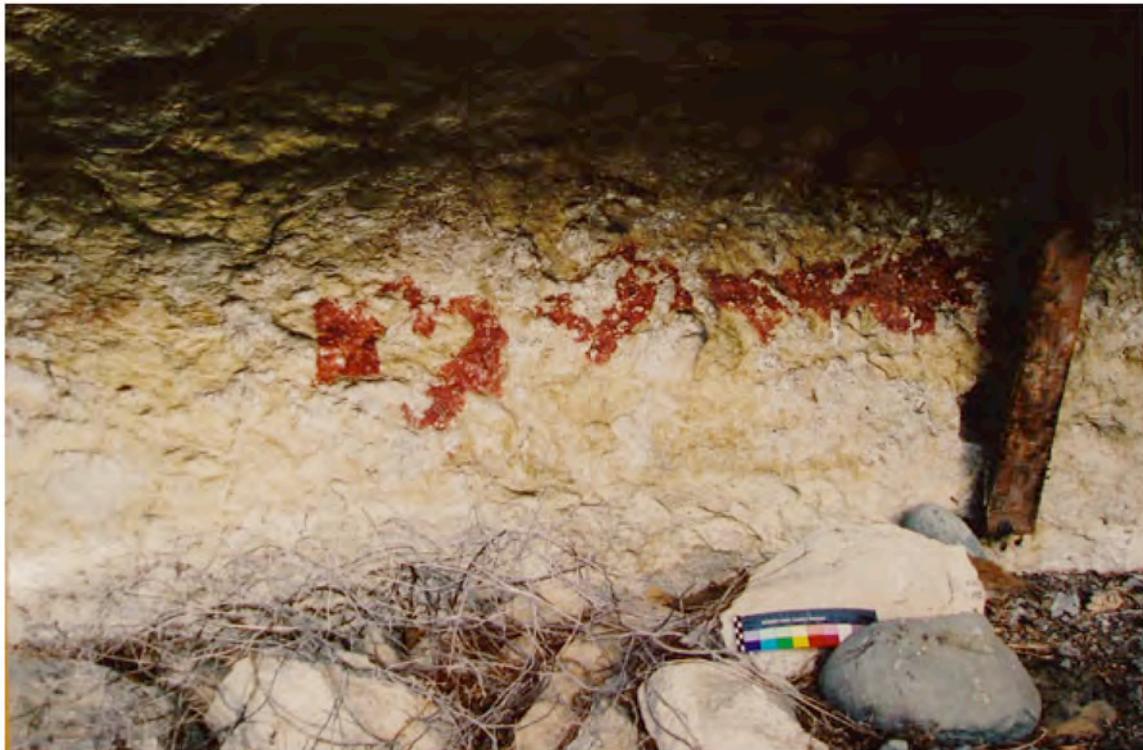
Photo by BJA (1992-3): The red paintings show some loss of pigment due to flaking; salts can be seen in the flaked holes. The paint is well preserved. Fig. 72 is faint, but visible, it has been exfoliated and is either much older or made of a paint of poorer covering quality. Black linear designs are clearly visible, but maybe flaked. there is a black stain in the top and a hole due to removal of a piece of rock in the centre. It is easy to see that the red fig at the left has been chalked.



M1' (28.06.2005) : The frame of the photo is a bit larger, in order to see the ground. One flake of the red painted fig 62 has been lost (right end of it). otherwise the red paintings are all well preserved, no further change. It's is not easy to see the upper part of fig 72 as it is in the shade, under the overhang. The same can be said for black linear design (75), applied on a former exfoliated surface. Chalk is still visible. Salts stable, hole stable. Grass and dry plant on the ground.



Photo by BJA (1992-3): The red fig is quite heavily affected by flaking, it is difficult to see the curves of the design, but the remaining paint is still bright. Salts are clearly visible in the flaked craters.



M1' (28.06.2005) : No loss on red frieze, still lots of salts in the craters. Dry plant on the ground and some new stones. One post has been removed, but the one fixed in the motif is still there.

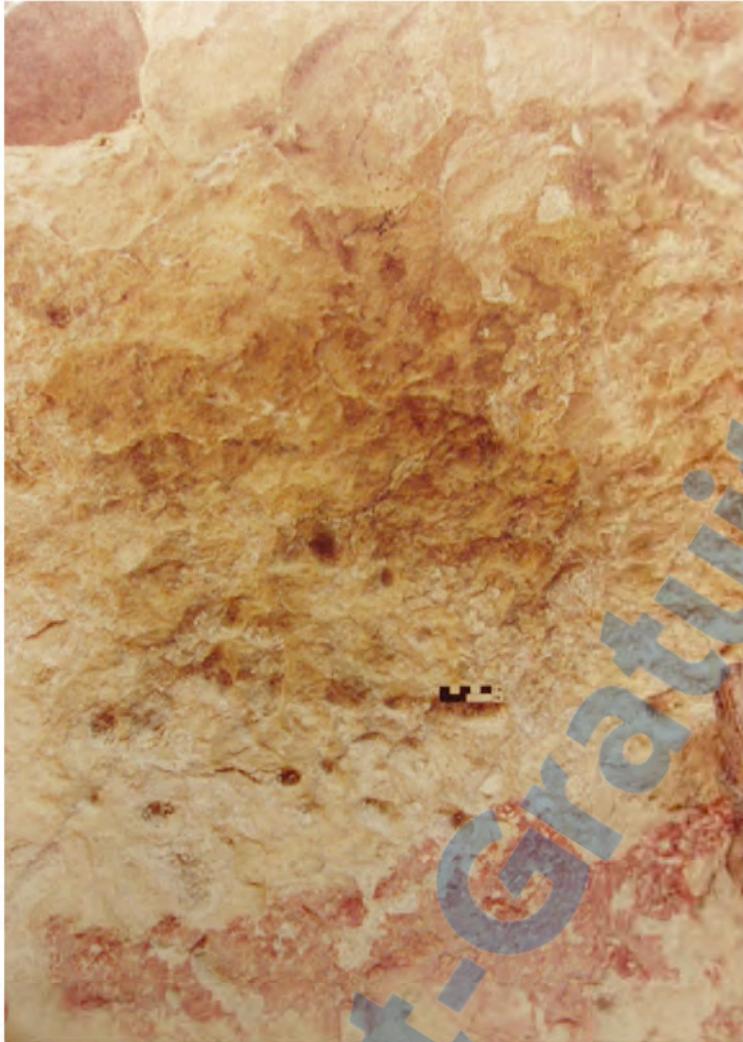


Photo by BJA (1992-3):
Red paint well preserved, but with damage due to flaking. Deep and very circular craters with salts in them above the red paint. Black linear design suffers from exfoliation.



M1' (28.06.2005) : It would be better if the frame was the same as BJA, in order to be able to see the black linear design. No change in the red paint, no change in the black design but it is difficult to be sure. Very difficult to say anything meaningful about the rock itself on the top of the photo.



Photo by BJA (1992-3): There is some exfoliation that has caused loss of pigmented areas, and it seems that the dust on the panel has been rubbed, leaving clearer marks, on which the black motif has been applied. Nails are fixed very close to the motifs. The nails show how soft the limestone is. Concretions coming from the bottom left.



M1' (28.06.2005): No change to notice. The post has been removed but the nails are still there.



Photo by BJA (1992-3): The ground is covered with sheep dung (?), the colour of the rock is quite even, motifs 77, 80, and 85 are quite visible but the others are faint. There is alveolization coming from the right and exfoliation leading to erosion in the upper part. A bird nest in a hole on the top. Some areas are clearer, because of salts? A fence has been attached to fig 77.



M1' (28.06.2005): The ground has less sheep dung, the colour of the rock is more uneven, motifs 77, 80 and 85 are still visible. The alveolization is still located on the same spots, but is fainter on the top. I noticed one spot of further exfoliation and no relevant further erosion. The bird nest is gone. Some salts are clearly visible in eroded areas. Parts of the fence are still attached to the rock.



Photo by BJA (1992-3): The red design is well preserved, except for one missing flake. Several black linear designs can be seen on the right and on the left, but have been partly exfoliated. The exfoliation seems to affect only a thin layer of rock.



M1' (28.06.2005) : The frame of the picture is not the same, so it is not possible to compare all the black designs. No further change in the red motif. The exfoliation seems old and stable.



Photo by BJA (1992-3): it is difficult to see the bottom end of the motif, the rest is quite clear. There is some exfoliation in the upper part of the motif and maybe some loss (flaking) from the bottom, where it seems to have been rubbed, causing loss of pigments and of rock surface. There is an obvious difference in the condition of the rock in the decorated area and around, where it is eroded and exfoliated.



M1' (28.06.2005) : No further change in the condition of the motif. The surrounding rock surface doesn't show any change, except for a lost flake on the top of the sheltered surface, where salts are visible. Even the alveolization seems to be stable.



Photo by BJA (1992-3): Only the figure 92 is visible, the others are faint. The ground is covered with sheep dung. There is a lot of alveolization, and salts can be seen in the alcôve. The rock has 3 different colours on the right. The darkest on the bottom comes from stock rubbing.



M1' (28.06.2005) : Fig 92 is still visible. The ground has less dung. The alveolization is still there but coarser: some areas of previous alveolizations have become areas of erosion. Salts can clearly be seen forming a line from fig 92 towards the alcôve, and there are many more salts in the alcôve. The darker area caused by stock rubbing is less visible, and it seems that there is moss or algae growing in the alcôve.



Photo by BJA (1992-3):

The motif is very incomplete, much has been lost by exfoliation and by erosion of the boundaries of the decorated surface. There is alveolization on the top of the photo. On the bottom right corner, marks created by microerosion can be seen.



M1' (28.06.2005):

No further exfoliation can be seen, but erosion has caused loss of surface all around the decorated area. The alveolization is not present anymore, but in that area the erosion seems to start to go underneath the decorated area. The graffiti are still visible, but not all of them, and changes in the alveolization, in the fossils and in some lines shows further erosion. A significant area of salt crystallisation has appeared on the right of the photo, as well as a thin cloud of salts on the left. Salts can also be seen next to the micro-eroded area.



Photo by BJA (1992-3): fig 96-97-98 are visible, but faint. There is some erosion from the top, some salts in the middle, enhanced by engraved graffiti, and the bottom is stock-rubbed. The ground is covered with sheep dung, there is a hole and little exfoliation. There are some salts forming a heart shape towards the bottom-left of the photo. There is a shallowly engraved "M" at the left of the heart-shaped area of salt.



M1' (28.06.2005) : fig 96-97-98 are still visible, but very faint. The erosion is progressing, and there are a lot more salts in the upper part of the alcove and towards the left. There is also a significant quantity of green moss (or algae?). The hole seems stable as well as the exfoliation. The heart-shaped area of salt is still there, same shape, and the engraved M as well, showing that very little erosion has occurred there during the last 10 years.



M1" (29.06.05): the salts and algae are clearly visible in the shaded area. There is not so much stock excrement on the ground, but there are brown lines at the bottom of the alcove presumably from this source. The graffiti are not as visible given the light condition, but a large white ONLY can be read in the sunny area.

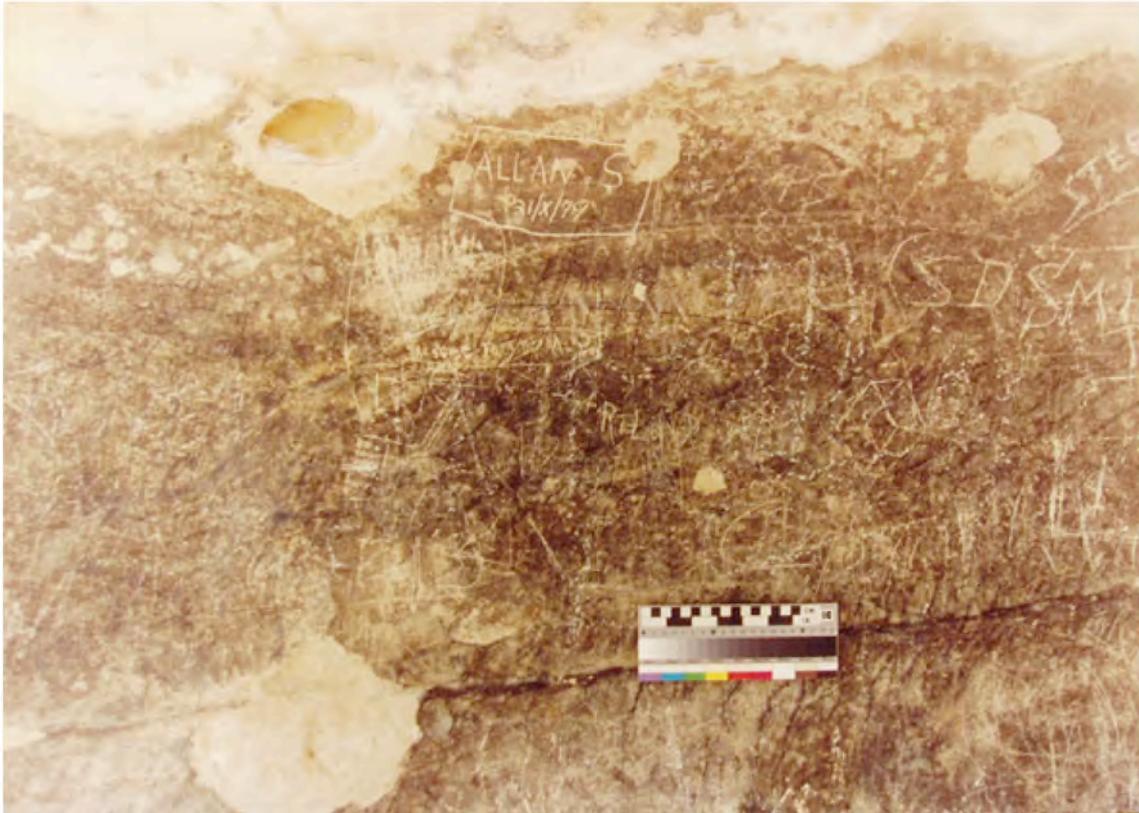
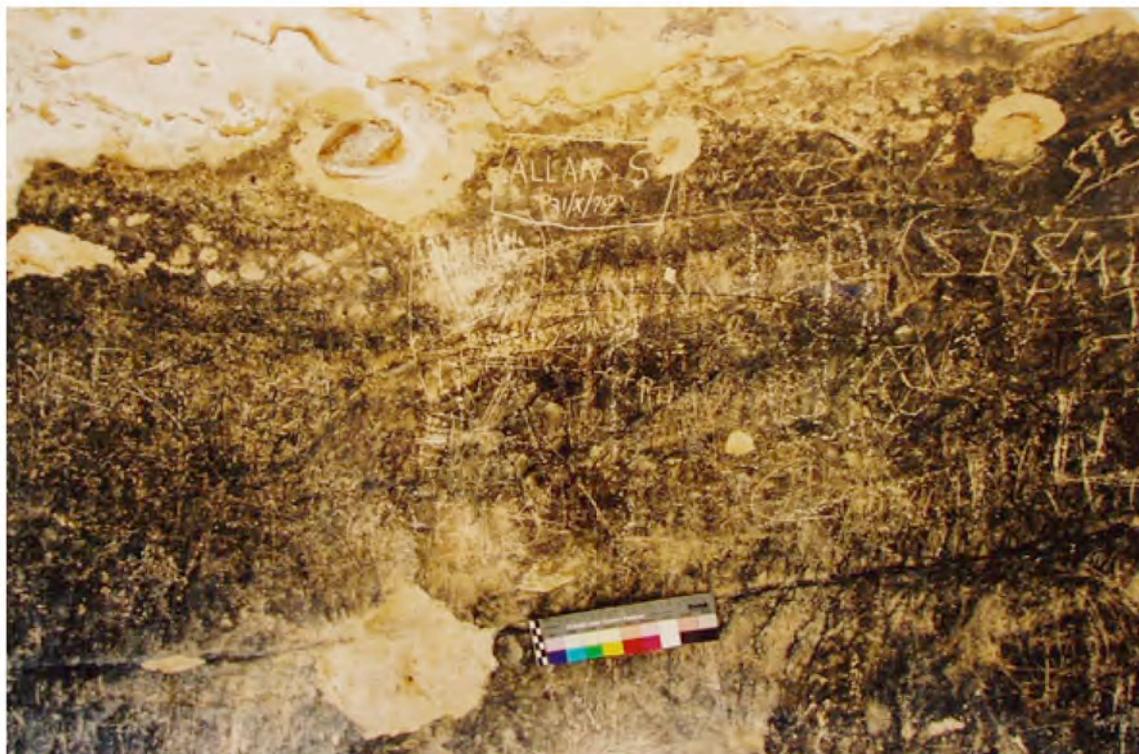
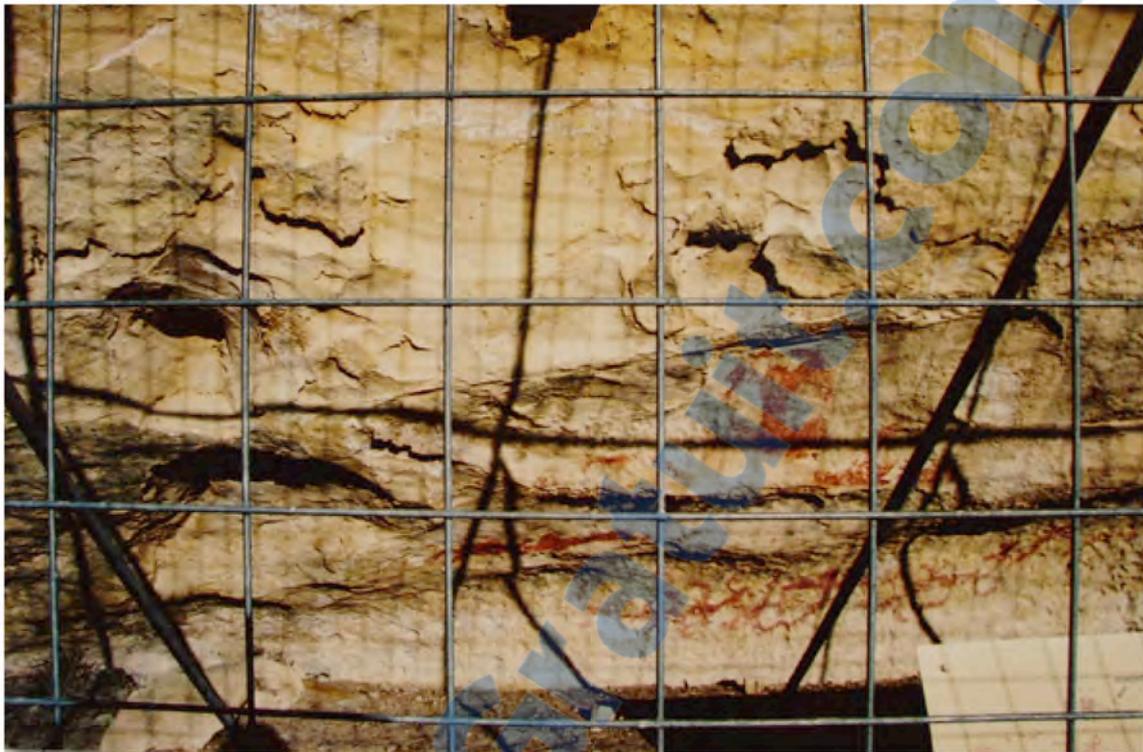


Photo by B.J.A. (1992-3?): The motif is difficult to see. There is much engraved graffiti and many chalk marks. The black colour of the rock is quite even, there is some loss of surface due to light flaking, erosion of holes and massive erosion from the top of the photo. Some salts can be seen on the top, especially in the biggest hole. An area above the lowest exfoliated area seems to have been rubbed, it looks blurred (possibly a graffiti that has been retouched by Nick Tupara?).



M1" (29.06.05): The motif is still difficult to see. The colour of the rock looks less even, but it's likely to be only on the photo. More salts are visible but higher than before. The black surface seems to be undercut from the top, where the salts were before. No further exfoliation.



M1" (29.06.05): there are salts forming irregular lines and spots in the eroded area on the top of the photo. There are also salts in a smaller eroded area on the left side of the paintings.

Rapport



M1" (29.06.05): there are quite a lot of salts, forming lines and crusts on the surface of the eroded area. These are both soluble and insoluble salts (gypsum is not soluble and thenardite is soluble).

Takiroa view from the north-west



Photo by George Leslie Adkin (24.03.1959) (property of Te Papa Museum) :
There are young trees on the top of the shelter and no trees in the landscape.



Photo by Brian Allingham, summer 1992-3 :
The major changes are the presence of the memorial tree in front of the shelter and of the trees on the top of the shelter, as well as in the background.



M1" (29.06.05): The dust covers a large area in the middle top of the photo. The lower part shows water lines, but shade hides the right part of the area.



M1" (29.06.05): 2 water flows can be seen in the top of the middle of the photo. There is a lot of dust that shows the direction of the wind and that is exfoliated in several spots. A big piece of rock has been lost, showing salts underneath. The eroded area on the left undercuts the dusty surface. There is some alveolization in the eroded area.