

4

VOLCANISME ET PÉTROLOGIE
DES ILES MATTHEW ET HUNTER :
DONNÉES PRÉLIMINAIRES

Par Patrick MAILLET et Michel MONZIER

Les deux flots volcaniques actifs de Matthew et Hunter ⁽¹⁾, respectivement situés par 22°20'S - 171°19'E et 22°24'S - 172°03'E (FISHER, 1957) ⁽²⁾ constituent la partie émergée d'une chaîne orientée ouest-est, dont la crête, profonde en moyenne de 1 000 à 1 500 m, s'allonge parallèlement à la fosse, à une distance de 85 km au nord de celle-ci. Cette chaîne semble affectée par de grands accidents subméridiens : éperon se prolongeant au sud de Matthew, brèche ouverte dans la ligne de crête à l'ouest de Hunter ... (Fig. III-1 et III-18). Les deux volcans prennent respectivement naissance vers — 800 m (Matthew) et — 1 000 m (Hunter); ils se présentent comme des édifices fortement pentus (14 à 23°), de forme grossièrement pyramidale ou conique. Leur volume peut être estimé à 15 km³ (Matthew) et 12 km³ (Hunter). Le rapport volumétrique entre parties émergée et immergée des deux

⁽¹⁾, ⁽²⁾ : les numéros entre parenthèses renvoient aux notes en Annexe I.

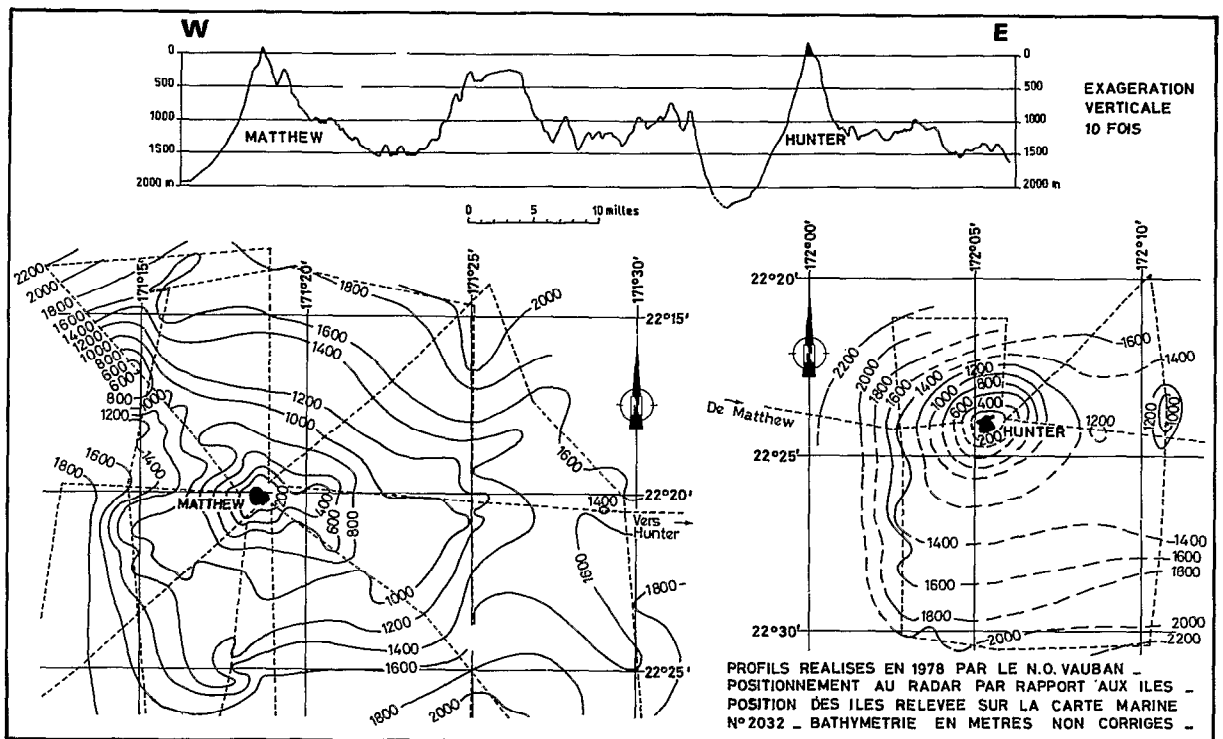


Fig. III-18. Profil bathymétrique le long de la crête Matthew-Hunter ; cartes bathymétriques autour des deux volcans.

édifices volcaniques est de l'ordre du 1/1000; l'étude qui suit ne concerne donc qu'une faible portion de ceux-ci (parties sommitales proches des conduits d'alimentation). Un troisième édifice, très massif, non émergé (sommet à environ — 250 m), existe entre les deux précédents; probablement d'origine volcanique, il présente de fortes pentes, tronquées dans leur partie supérieure par un replat très net.

On envisagera successivement :

- la morphologie, la structure, et la chronologie de l'activité volcanique de Matthew et Hunter;
- la pétrologie des volcanites (laves et enclaves) de ces deux îles.

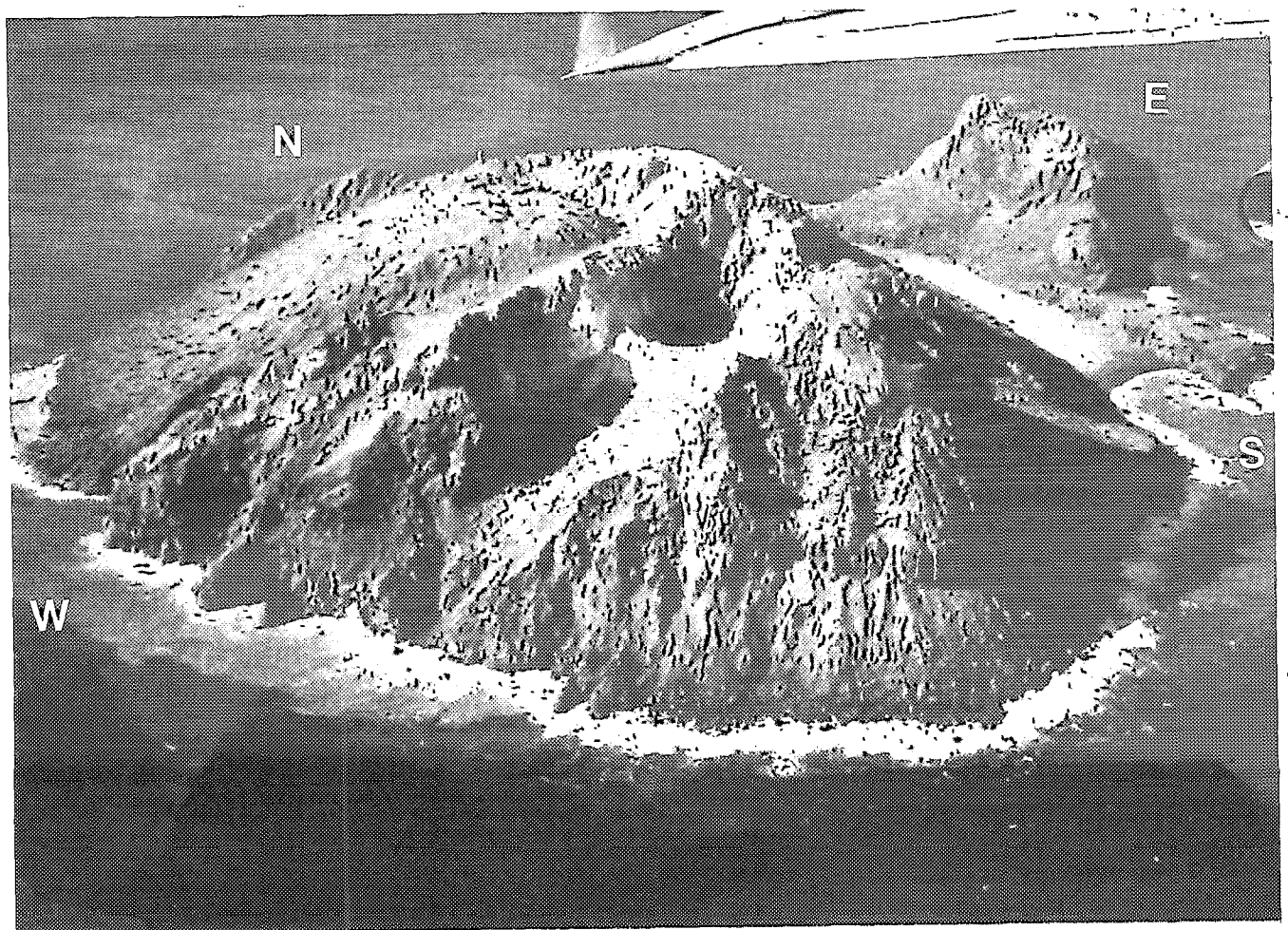
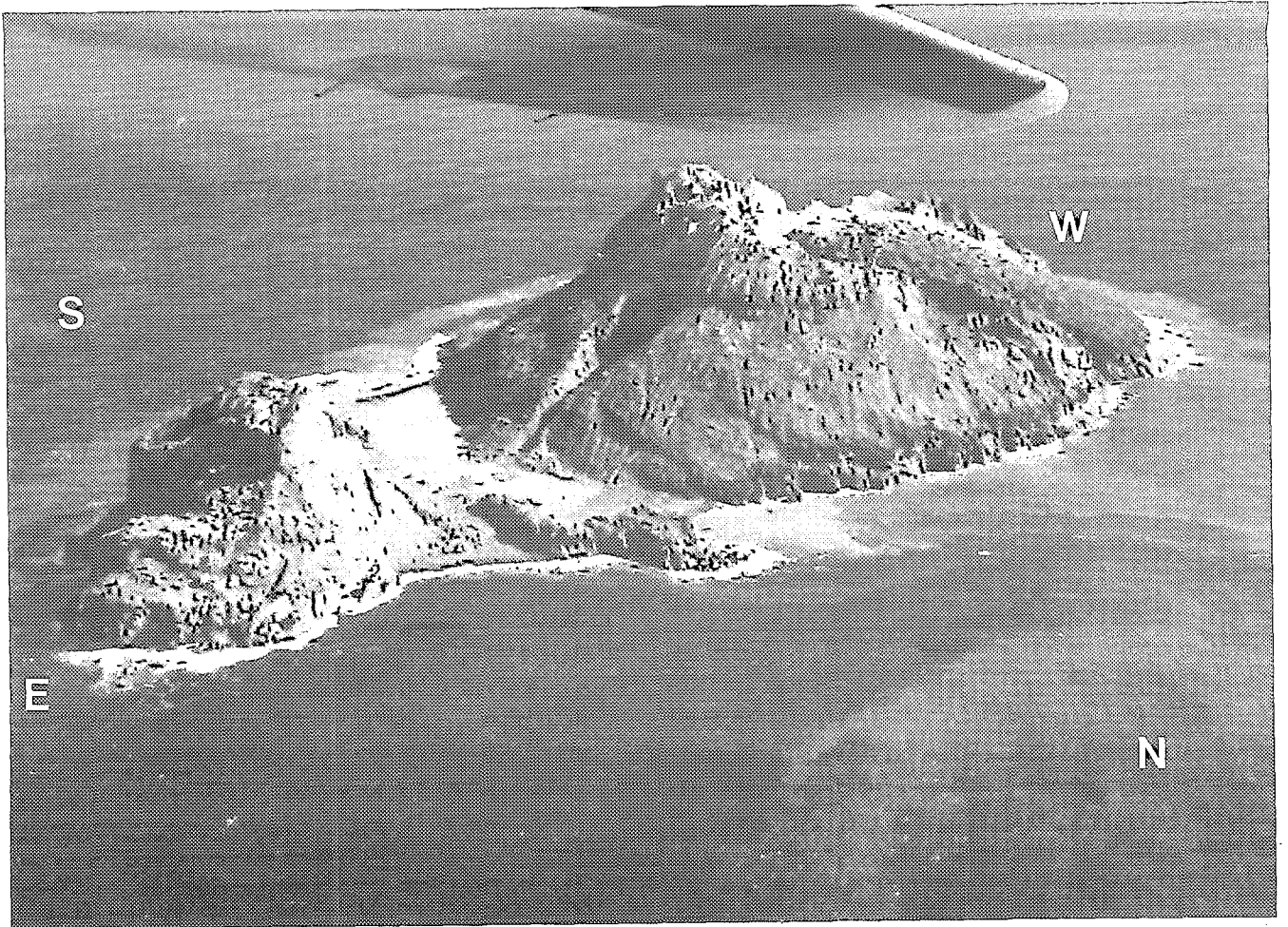
MORPHOLOGIE, STRUCTURE ET CHRONOLOGIE DE L'ACTIVITÉ VOLCANIQUE DE MATTHEW ET HUNTER

MATTHEW

Cette île, de taille réduite (1 200 m de longueur, 750 m de largeur maximale) se compose de deux édifices distincts séparés par un isthme (Fig. III-19; Pl. 1).

L'édifice oriental comprend le piton est et les deux barres rocheuses bordant l'isthme.

Le piton est (Fig. III-20; Pl. 2), grossièrement pyramidal, culmine à 142 m d'altitude; il est caractérisé dans son ensemble par un relief vigoureux, masqué par endroits cependant par d'importants talus d'éboulis (face ouest). Il s'agit visiblement de la moitié orientale du cœur d'un ap-



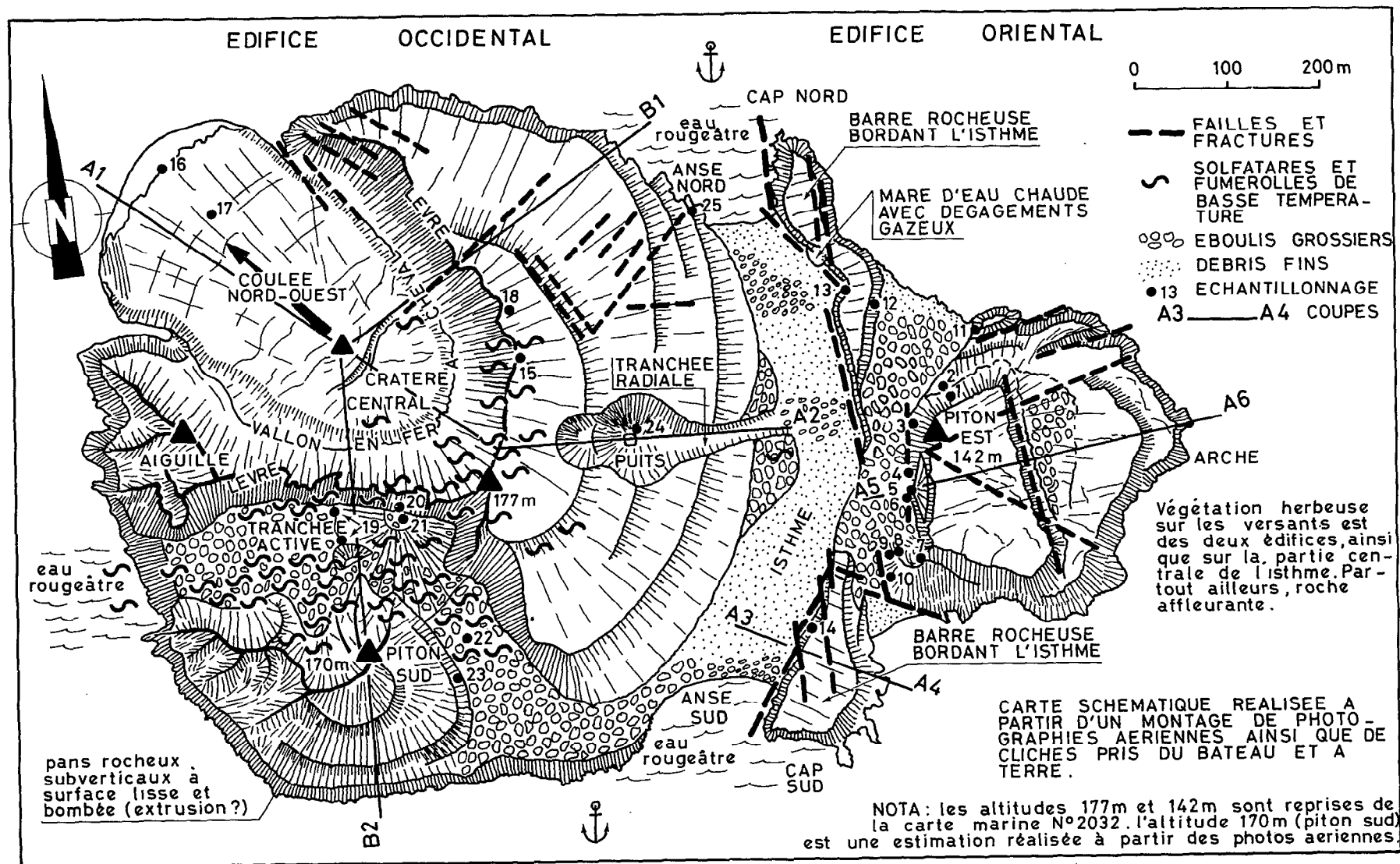


Fig. III-19. Volcan Matthew (partie émergée) ; état des lieux de Juin 1978 à Juin 1979; localisation des échantillons.

pareil volcanique en partie détruit, affectée par de nombreux accidents subverticaux et profondément disséquée par l'érosion. On peut y observer (face nord) trois coulées superposées (de 15 à 35 m de puissance chacune), prismées verticalement, et constituées d'une lave grise compacte, riche en phénocristaux et en enclaves centimétriques à décimétriques. Ces coulées, surmontées chacune d'une passée de lave rougeâtre en blocs anguleux décimétriques à métriques, sont sub-horizontales dans la partie nord du piton, et présentent un pendage d'environ 35° vers le sud-est dans sa partie sud. De grands dykes sub-verticaux orientés nord-sud, et pouvant atteindre plusieurs mètres de puissance, apparaissent sur la paroi occidentale du piton. La continuité structurale entre certains de ces dykes et la coulée sommitale étant évidente sur le terrain, on peut penser que ceux-ci constituaient le système d'alimentation en lave du piton est. Leur orientation méridienne pourrait correspondre alors à la direction de compression maximale horizontale, lors de l'édification de ce dernier (NAKAMURA, 1977). La partie centrale de la face ouest présente également les restes de ce qui fut probablement un ancien cratère; on note enfin, dans la partie sud de cette face, un épaulement montrant, outre les coulées et dykes déjà cités, une passée de brèche chaotique à éléments de lave rougeâtre, de taille variable, parfois métrique, cimentés par d'abondants et fins débris de lave. Un échantillonnage détaillé a été réalisé sur ce piton, en onze sites différents (Annexe II).

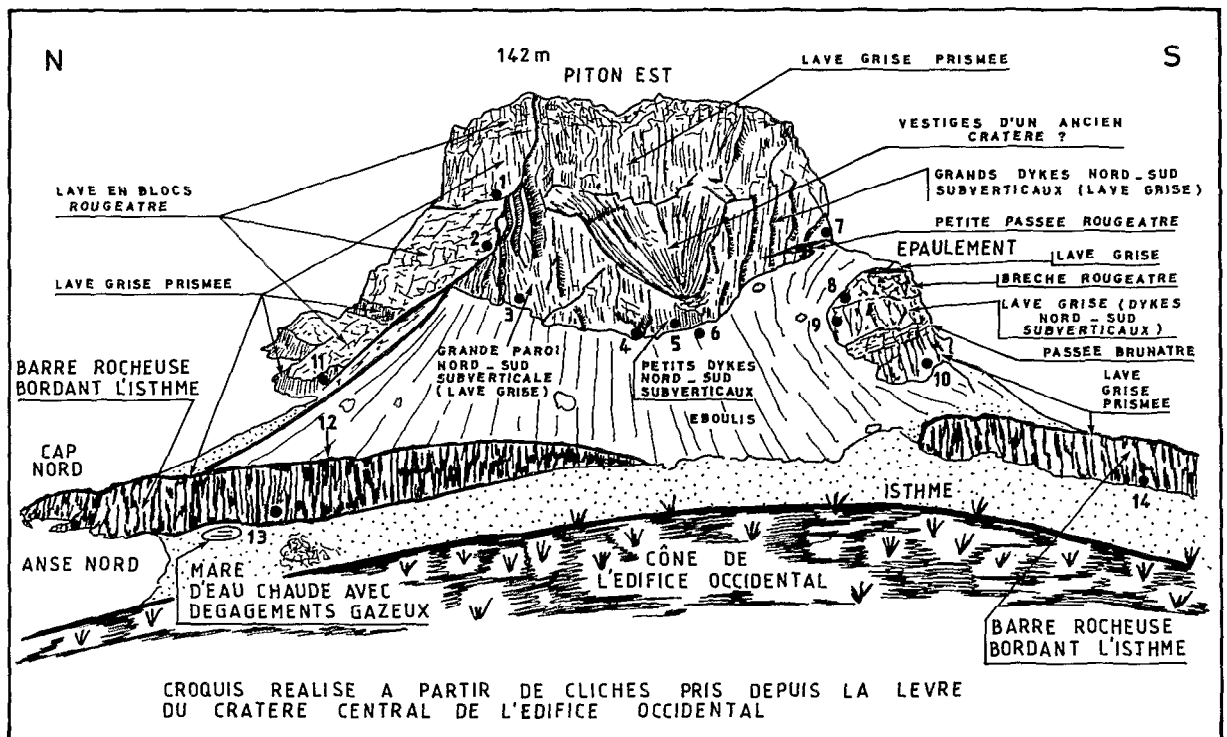
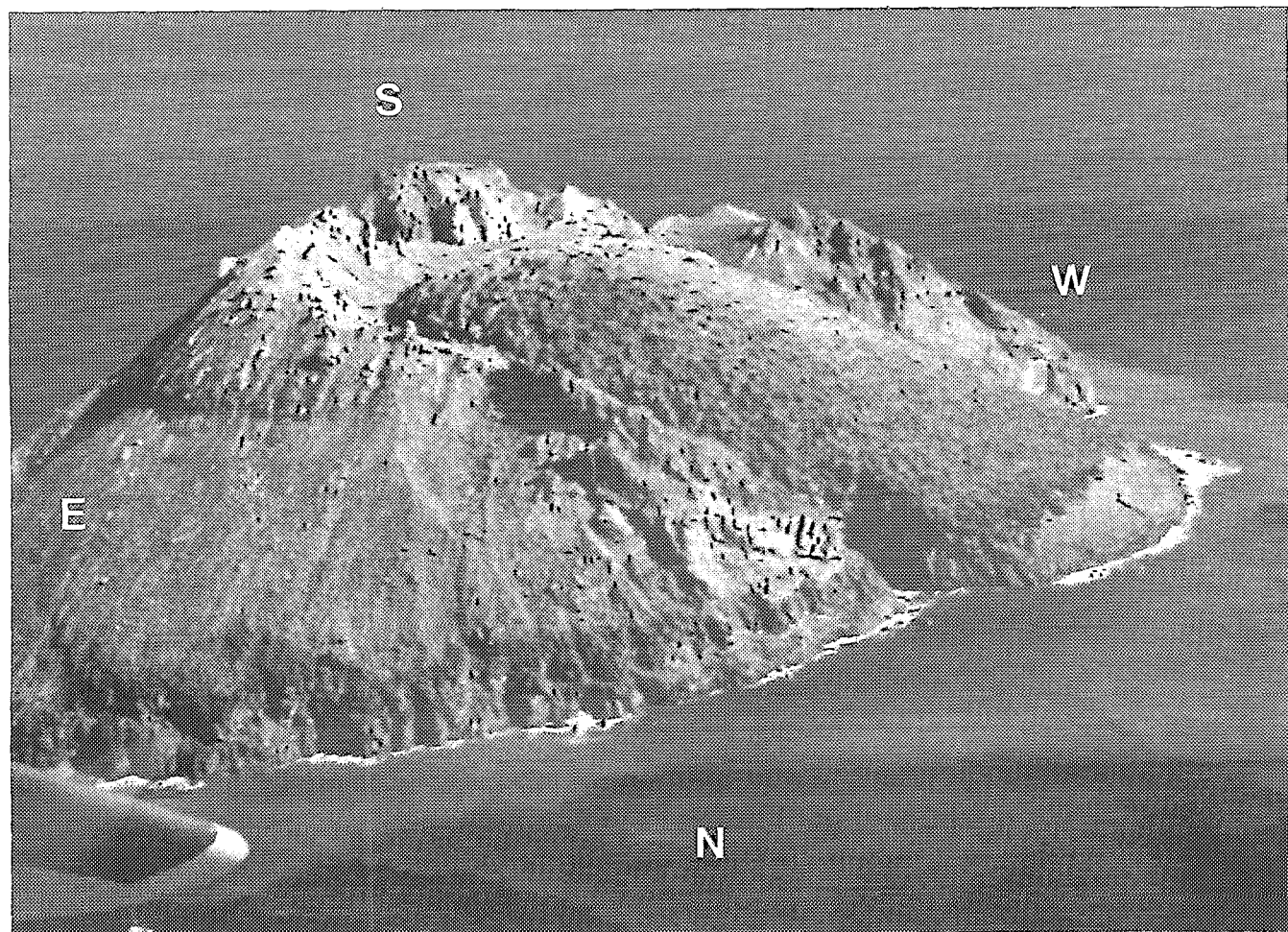


Fig. III-20. Matthew ; édifice oriental de l'île : localisation des échantillons.

Morphologiquement indépendantes du piton est, deux barres rocheuses délimitent le bord oriental de l'isthme (Fig. III-19). Hautes de 25 m au maximum, elles présentent une section fortement asymétrique : falaises verticales surplombant l'isthme, pentes beaucoup plus douces sur leur versant est. Ces barres rocheuses montrent, côté isthme, une prismation subverticale nette, affectant une lave grise très légèrement vésiculaire, riche en phénocristaux et en enclaves centimétriques à décimétriques; elles présentent à leur sommet et sur leur versant oriental une coloration rougeâtre caractéristique d'un toit de coulée. Leur bordure ouest, jalonnée d'un réseau complexe d'accidents subverticaux, dessine un arc grossièrement parallèle au contour de l'édifice occidental. Des dégagements gazeux se produisent à la faveur d'un de ces accidents, au niveau d'une mare d'eau chaude située au pied de la barre septentrionale. Trois sites ont été échantillonnés sur ces fragments de coulées, deux au nord, un au sud (Annexe III).

Planche 2. Matthew ; en haut, la paroi occidentale du piton est (9 juin 1978), depuis la lèvres du cratère de l'édifice occidental ; photo M. MONZIER (cliché ORSTOM) ; en bas, l'édifice occidental avec la coulée nord-ouest (6 juin 1979) ; photo M. MONZIER (cliché ORSTOM), réalisée à partir d'un appareil de l'Aéronavale.



Bien qu'il soit difficile aujourd'hui de préciser la relation originelle entre les barres rocheuses et le piton est, il est probable qu'il s'agit dans les deux cas des vestiges, extrêmement fracturés, d'un même appareil volcanique, caractérisé par un dynamisme essentiellement effusif, se manifestant par un empilement de coulées relativement visqueuses, alimentées par un réseau de dykes. La partie ouest de cet appareil a disparu, peut-être à la faveur d'une série d'effondrements le long d'accidents situés au pied de la face occidentale du piton est, et à l'emplacement de l'isthme (Fig. III-21).

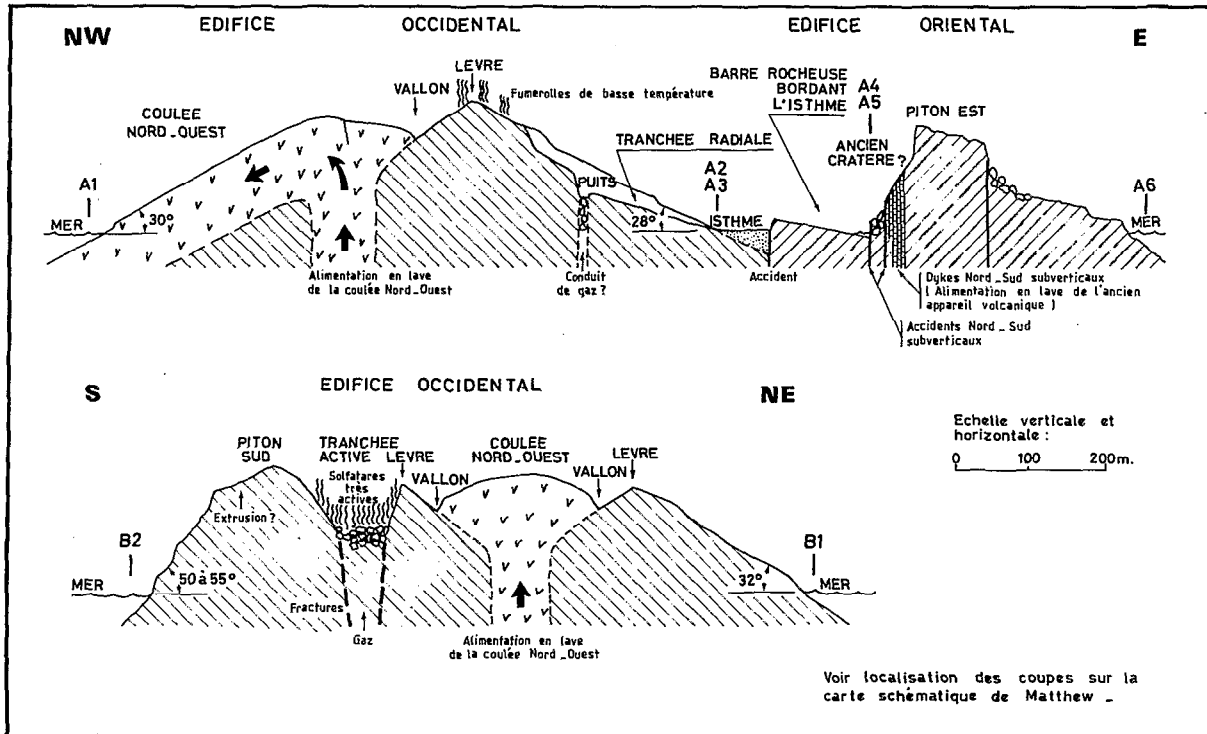


Fig. III-21. Matthew ; coupes à travers la partie émergée.

L'édifice occidental, actif, s'oppose par l'extrême fraîcheur de ses formes à l'édifice oriental. Il est essentiellement formé d'un cône volcanique de 750 m de diamètre, et de 177 m d'altitude maximale, dont le cratère central est masqué par une coulée très visqueuse, épanchée vers le nord-ouest (Fig. III-19; Pl. 2). La base du cône présente en bord de mer un escarpement d'une dizaine de mètres, mettant à l'affleurement une lave grise légèrement vésiculaire, riche en phénocristaux et contenant quelques enclaves centimétriques. Sur son flanc est, le volcan est profondément entaillé par un puits situé au fond d'une tranchée radiale ouest-est, qui recoupe à l'emporte-pièce, sur une cinquantaine de mètres de hauteur, la lave constituant le cône.

La coulée nord-ouest, large d'environ 200 m, présente une surface très bombée, rougeâtre et scoriacée (Fig. III-21); peu érodée, elle montre des bords latéraux très redressés, qui délimitent un vallon périphérique en forme de fer à cheval. A l'endroit où cette coulée atteint le niveau de la mer, le décapage superficiel de la couche scoriacée met en évidence une lave gris-rougeâtre, vésiculaire, riche en phénocristaux, et comportant quelques enclaves centimétriques. La lèvre déchiquetée du cratère surmontant la coulée présente dans sa partie est de nombreuses fumerolles de basse température et solfatares.

Le quart sud-ouest du cône est limité par deux tranchées ouest-est et nord-ouest/sud-est (Fig. III-19 et III-21), la première correspondant à un effondrement guidé par des accidents ouest-est très redressés (tectonique en extension). Ces tranchées isolent un piton massif, haut de 170 m environ (piton sud), dont les parois basales sont constituées de coulées gris-rougeâtre, grossièrement prismées verticalement, formées d'une lave légèrement vésiculaire et riche en phénocristaux. La partie sommitale de ce piton, par contre, caractérisée par de grands pans rocheux verticaux et lisses, pourrait

correspondre, comme l'a déjà signalé PRIAM (1964) aux restes d'une aiguille de type péleén. Le fond de la tranchée ouest-est, encombré de blocs volcaniques éboulés, montre un cratère profond de 25 m, flanqué d'une petite bouche annexe dont la profondeur n'excède pas 7 m. L'ensemble de cette tranchée (parois et fond) est le siège d'une activité solfatarique intense. Aux événements, la lave est profondément altérée, et les dépôts de soufre et de composés divers (gypse...) sont très fréquents. Ces émissions gazeuses se suivent d'ailleurs en mer, dans le prolongement de la tranchée, provoquant une coloration brunâtre des eaux que les courants se chargent de diffuser tout autour de l'île.

En Annexe IV, on trouvera la description des onze sites échantillonnés sur cet édifice occidental.

A la suite de ces observations, il est possible de proposer un essai de chronologie relative des événements ayant abouti à la formation de l'îlot Matthew.

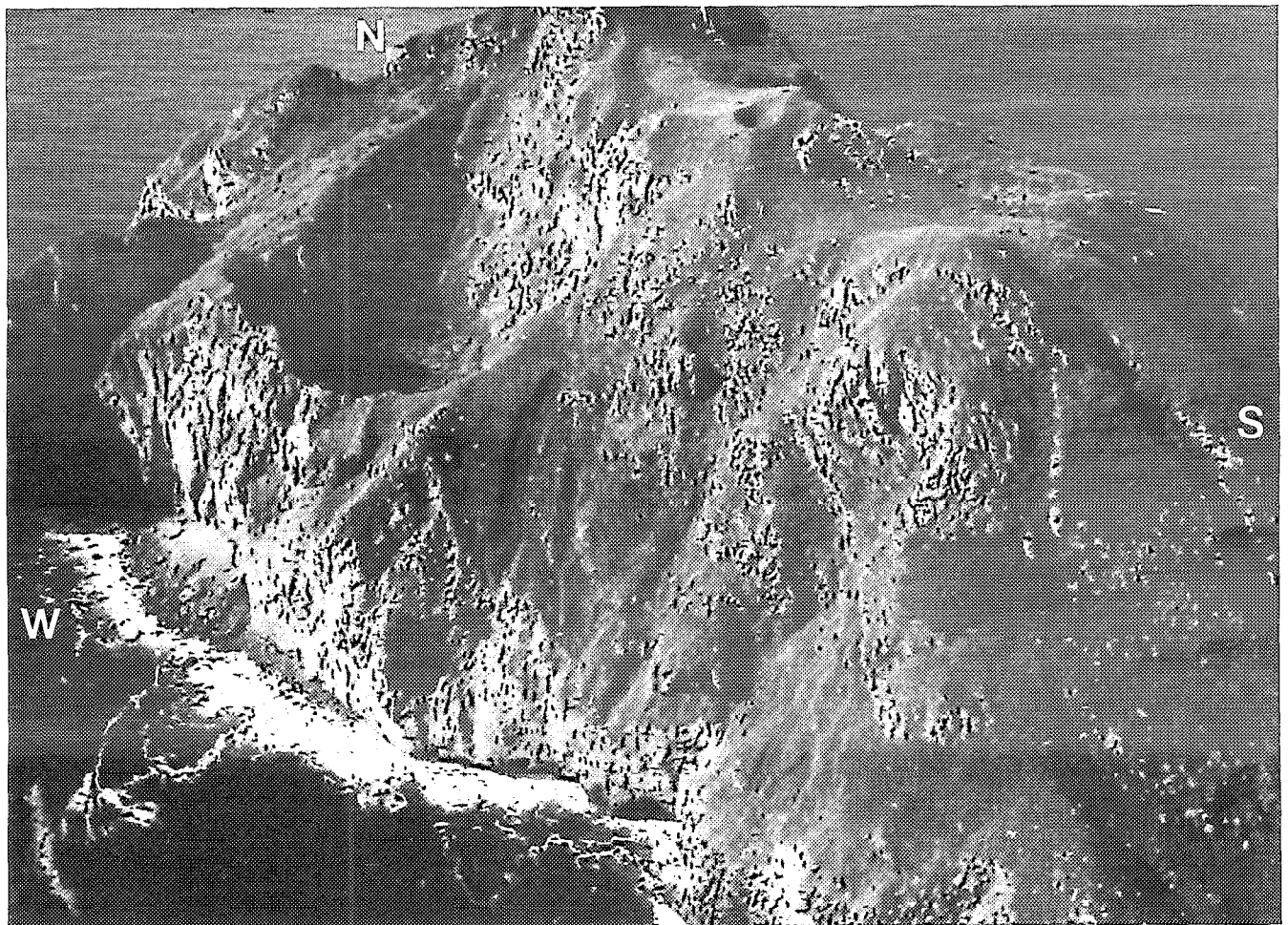
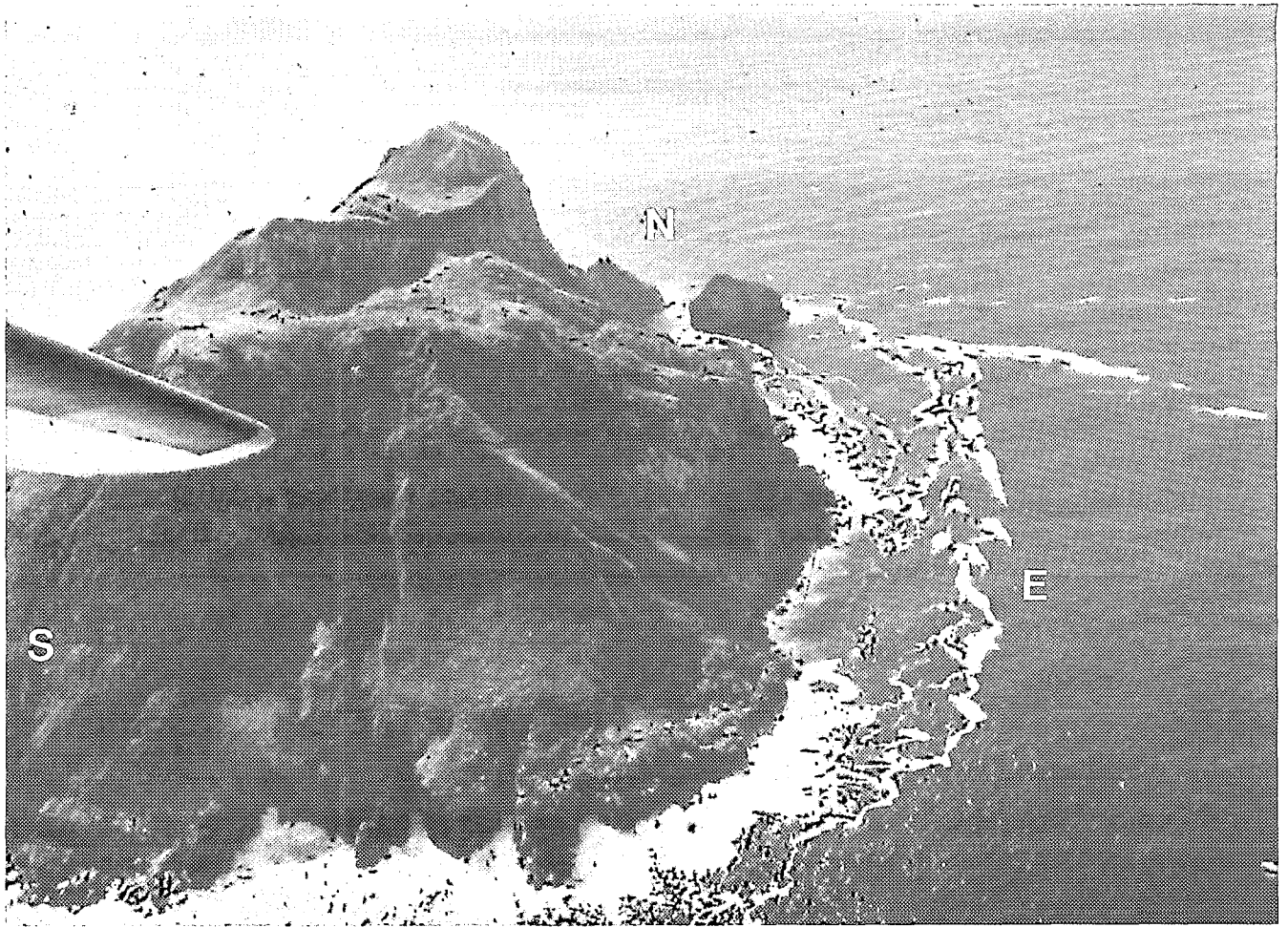
Le piton est et les barres rocheuses bordant l'isthme correspondent à un ancien appareil volcanique incomplet, d'âge indéterminé, et profondément disséqué par l'érosion; eux seuls existaient lors de la découverte de l'île par le Capitaine Thomas GILBERT en 1788 (PRIAM, 1964). Un nouvel appareil, aux formes très fraîches (édifice occidental) est apparu récemment à l'ouest de ce piton. Bien qu'il n'ait été remarqué pour la première fois qu'en 1948-49 (TAYLOR, 1956; KOCH, 1958 a ; PRIAM, 1964), son édification a probablement débuté vers 1945, après une période de forte activité sismique (BLOT, 1976). Dans un premier temps, un cône s'est formé, résultant de l'accumulation de coulées relativement visqueuses autour d'un conduit central. Cette phase s'est achevée par l'émission de la coulée nord-ouest, très visqueuse, accompagnée certainement de phénomènes de dégazage intense, responsables de l'apparition de la tranchée radiale et du puits sur le flanc oriental de l'édifice. Le cratère central étant obstrué par la coulée nord-ouest, l'activité s'est alors déplacée vers la partie sud-ouest du cône, avec peut-être l'érection d'une aiguille de type péleén, rapidement détruite. Un vaste cratère, signalé actif en 1954 (PRIAM, 1964) s'est creusé ensuite dans cette partie de l'édifice. Entre 1954 et 1958, des phénomènes distensifs (et explosifs) ont ouvert progressivement, à l'emplacement de ce cratère, une profonde tranchée orientée ouest-est, siège d'importantes fumerolles et solfatares (PRIAM, 1964). Depuis 1958, aucun changement notable n'est intervenu dans la morphologie de Matthew, mais les manifestations gazeuses se maintiennent à un fort niveau d'activité, tant au fond de la tranchée ouest-est que sur le secteur est de la lèvre du cratère central.

HUNTER

A 70 km à l'est de Matthew, Hunter est un îlot volcanique massif (1 100 m de long, 600 m de large), bordé de côtes escarpées rendant son accès difficile (Fig. III-22; Pl. 3). Une ligne de crête, orientée approximativement nord-sud, culmine vers 260 m d'altitude. La partie méridionale de l'île, au relief conique relativement régulier, se distingue nettement de la zone nord, beaucoup plus tourmentée. Deux cratères principaux, éteints aujourd'hui, découpent le centre de l'édifice volcanique. Le premier, peu profond, au contour circulaire bien dessiné (diamètre : environ 200 m; profondeur estimée : 30 m), et aux formes adoucies, semble assez ancien; le second, au contraire, excentré, beaucoup plus irrégulier dans sa morphologie (200 par 300 m; profondeur estimée supérieure à 100 m), est probablement plus récent. Deux autres cratères adventifs superposés, de taille réduite, apparaissent en bord de côte, dans la partie sud-est de l'île. Les observations réalisées (à terre, depuis un navire et sur photos aériennes) montrent que, tout comme Matthew, l'île est essentiellement constituée de coulées de laves très peu fluides. En deux endroits seulement, sur la côte sud-ouest, on a pu observer des dépôts pyroclastiques stratifiés superficiels, peu épais (20 à 40 m) et d'extension latérale limitée (environ 200 m). Partout ailleurs affleurent des laves massives grises, en coulées épaisses (100 m de puissance apparente au promontoire ouest), généralement affectées par un débit prismatique subvertical.

Les accidents tectoniques, discernables sur photos aériennes, apparaissent sur la Figure III-22 : la majorité des mouvements distensifs semble s'organiser selon une direction subméridienne. Ces accidents sont parfois le siège de fumerolles et solfatares actives, qui, de même qu'à Matthew, sont les seuls témoins d'une activité volcanique actuelle.

L'échantillonnage de Hunter (8 sites) s'est limité (pour des raisons de temps et du fait des difficultés inhérentes au terrain) à l'extrémité nord de l'île (Annexe V), où affleurent une coulée récente et son



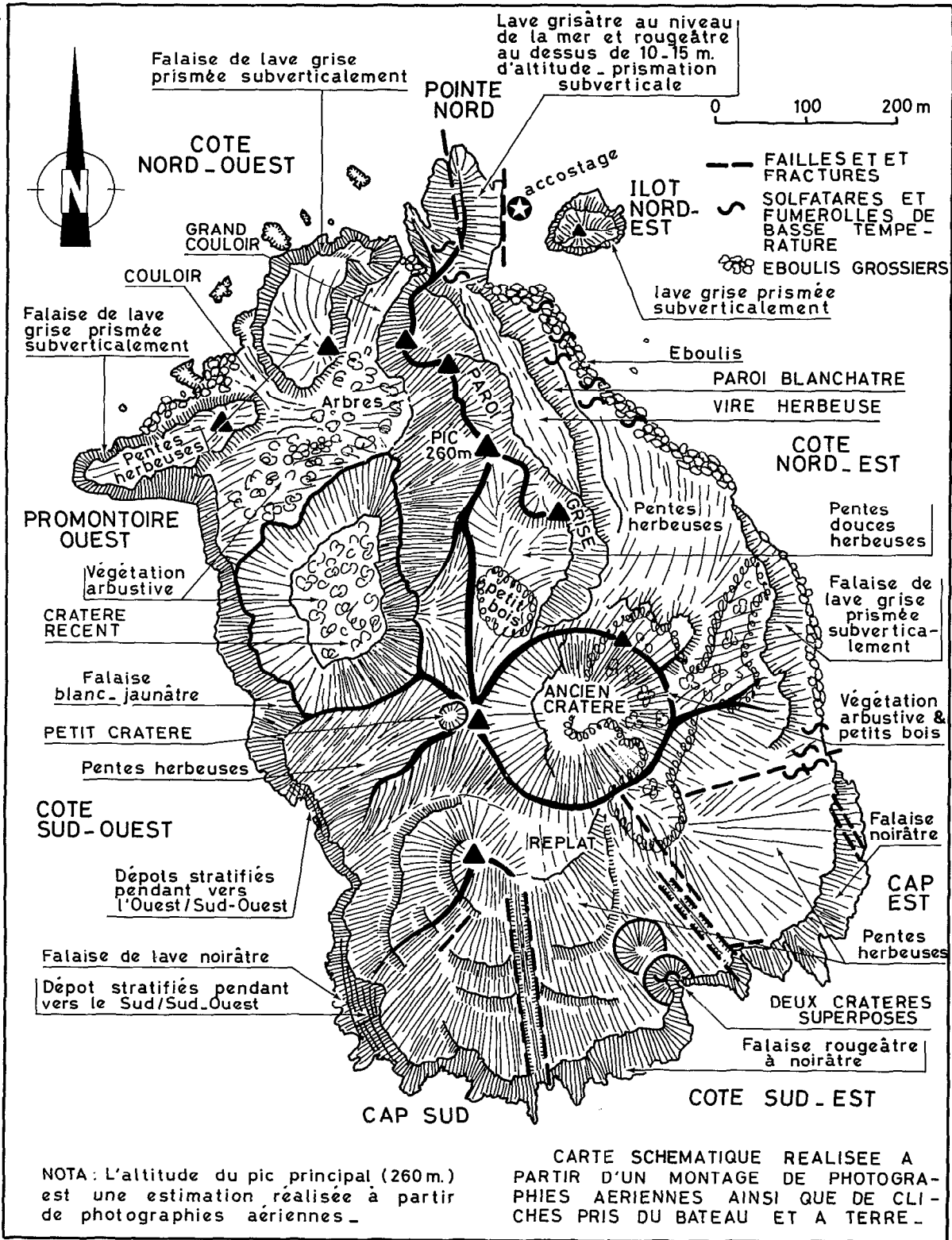


Fig. III-22. Volcan Hunter (partie émergée) ; état des lieux de Juin 1978 à Juin 1979.

encaissant (Fig. III-23, Pl. 4). La coulée, très peu érodée, encore recouverte de son toit rougeâtre, est constituée d'une lave riche en phénocristaux, très similaire à celles de Matthew, contenant de nombreuses enclaves, centimétriques à décimétriques, qui apparaissent en relief à sa surface. L'encaissant, constitué du même type de lave, semble moins riche en enclaves. Cette coulée s'est probablement mise en place à la manière d'un coin perforant les formations laviques plus anciennes qui l'entouraient; celles-ci sont sévèrement fracturées et parfois broyées à son contact, qui est souligné par des solfatares actives. On observe d'ailleurs que ces forces distensives se sont de nouveau manifestées postérieurement à la mise en place de la coulée, qui est affectée par une fracture ouverte, sensiblement orientée nord-sud, longue d'une centaine de mètres, et large de trois à cinq mètres.

A partir des données de terrain limitées dont nous disposons, et compte tenu de l'absence totale d'observations antérieures, il est très difficile d'établir une chronologie relative de l'activité volcanique de Hunter. Vu le degré d'érosion des coulées, on peut supposer qu'elles sont plus récentes que celles du piton est de Matthew. Les différences morphologiques notées plus haut entre les deux cratères principaux sont un argument en faveur d'une activité éruptive polyphasée. La coulée nord, enfin, pourrait être le témoin très récent d'une émission apparemment limitée à la partie septentrionale de Hunter.

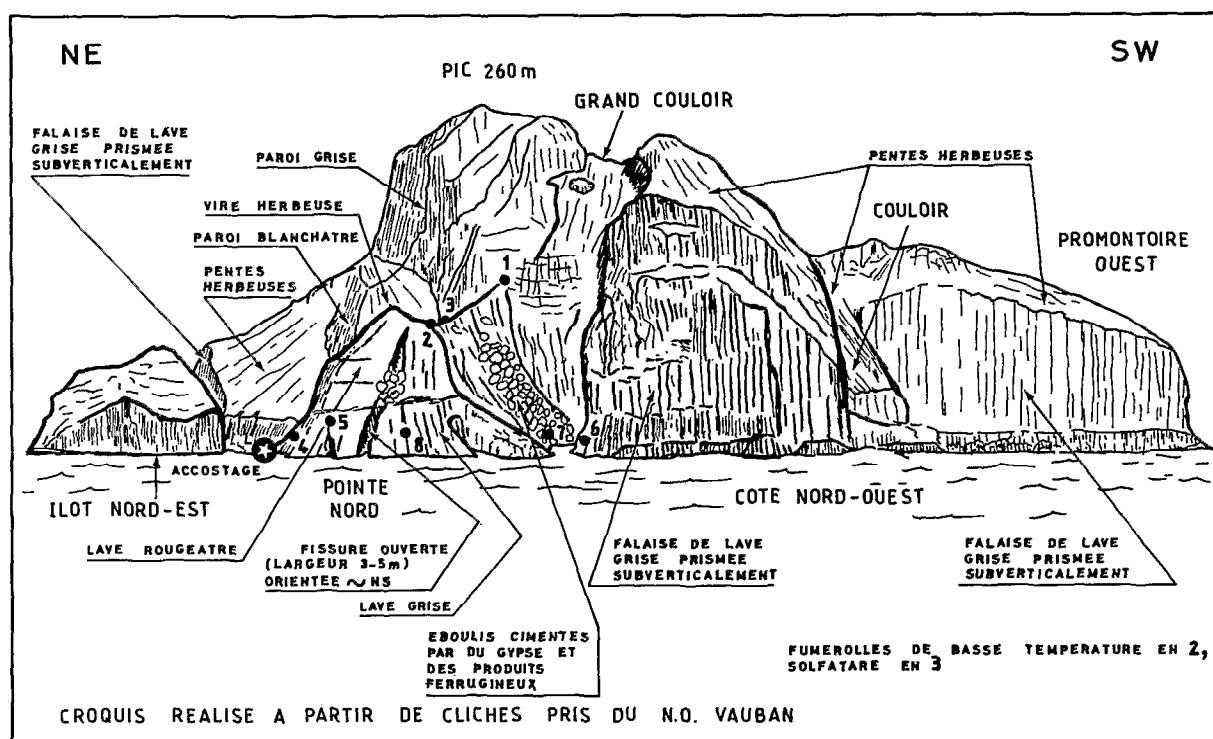
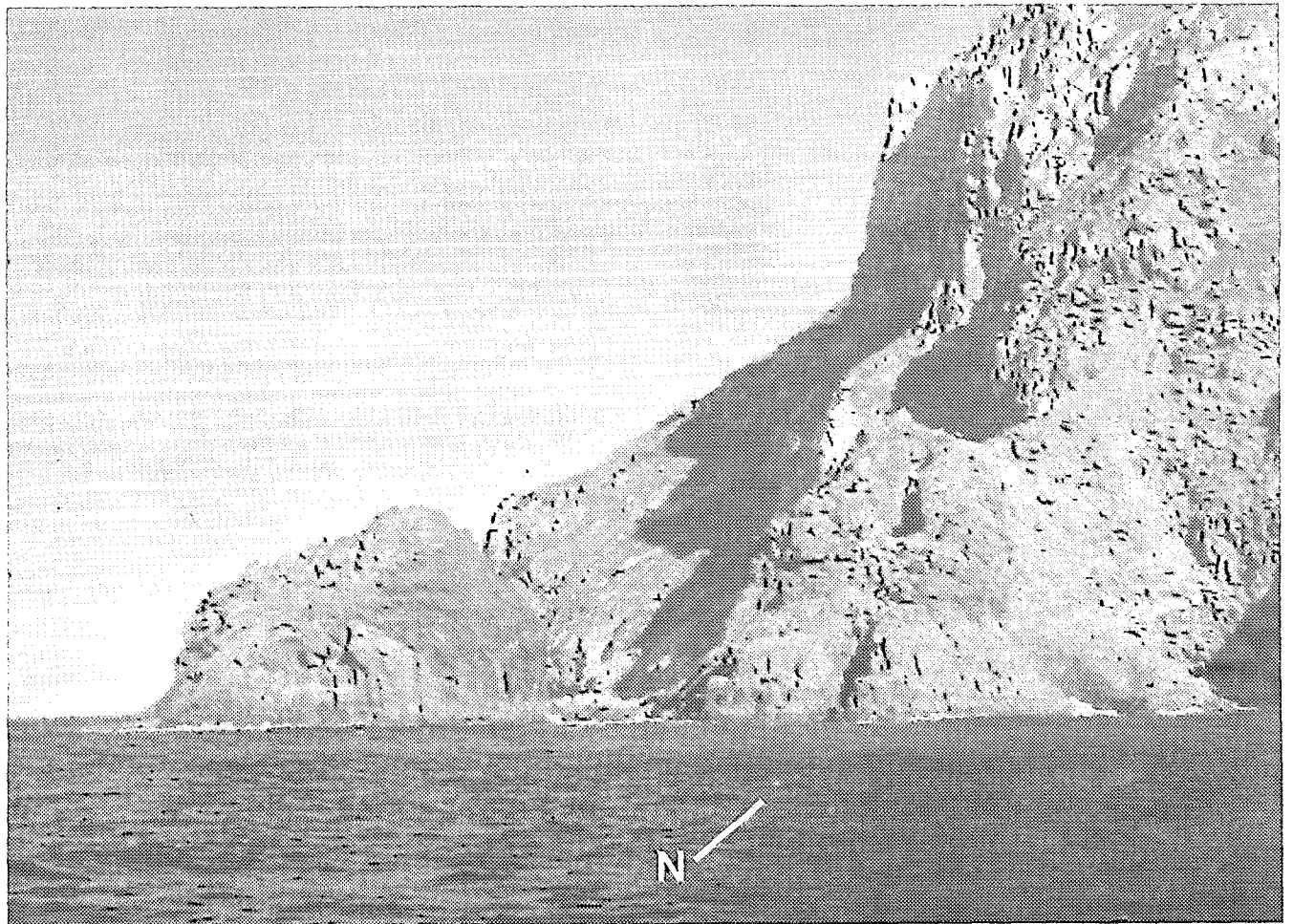
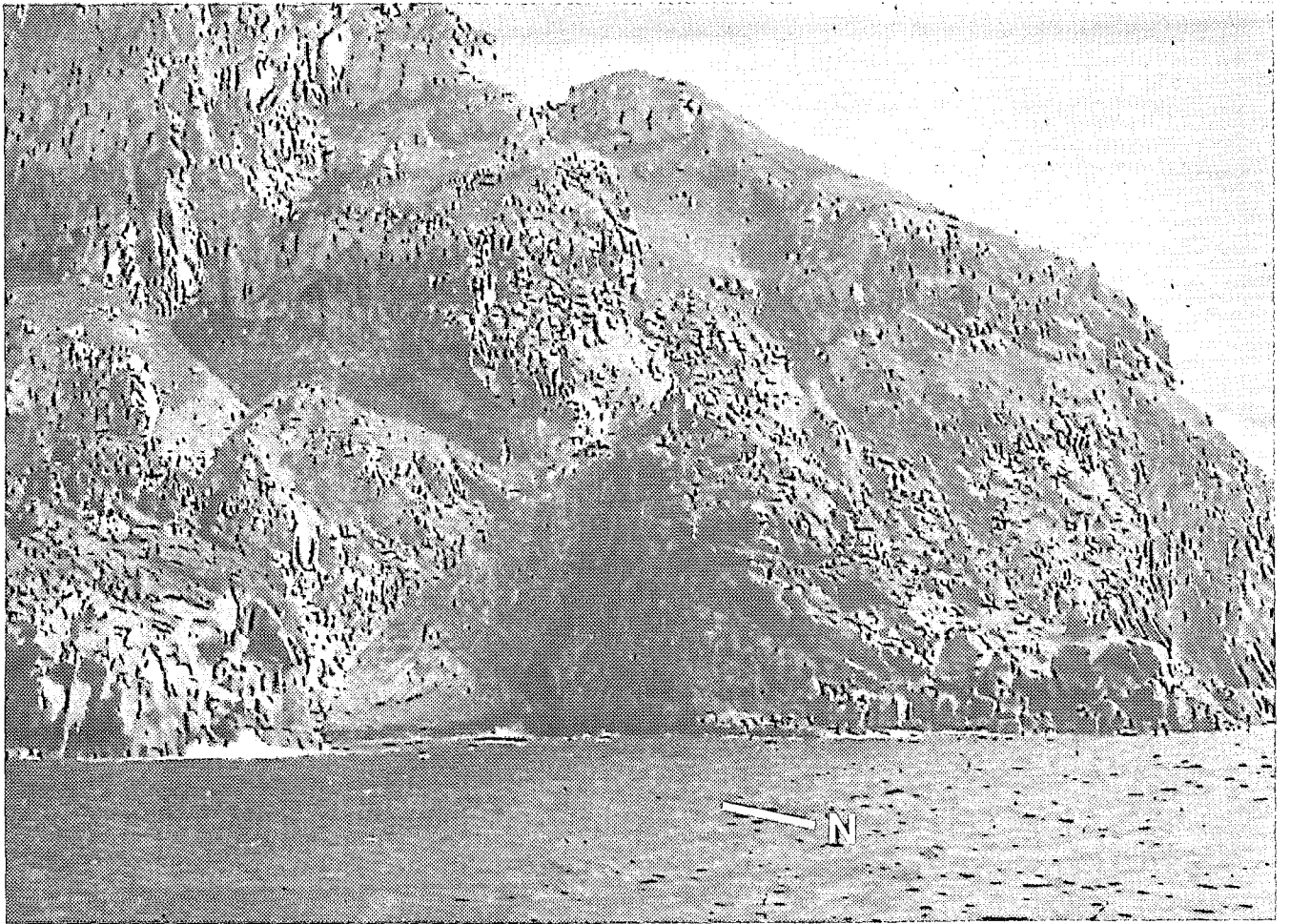


Fig. III-23. Hunter ; extrémité septentrionale de l'île ; localisation des échantillons.

En conclusion, une approche à peu près exhaustive de Matthew, plus partielle de Hunter, met en évidence de nombreux points communs entre ces deux îles : ce sont des édifices récents, essentiellement constitués de laves visqueuses, riches en phénocristaux et en enclaves variées, accompagnées d'une très faible proportion de produits pyroclastiques; l'activité volcanique actuelle se limite dans les deux cas à des fumerolles et des solfatares. L'étude pétrologique va permettre de préciser maintenant la nature des volcanites formant ces îles.

Planche 4. Hunter ; vues de l'extrémité septentrionale de l'île depuis le N.O. VAUBAN ; en haut, la coulée nord vue de profil (12 juin 1978) ; en bas, l'îlot nord-est, la coulée nord vue de face, et le pic 260 m (10 juin 1978) ; photos M. MONZIER (clichés ORSTOM).



PÉTROLOGIE DES VOLCANITES DE MATTHEW ET HUNTER-NORD

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Du point de vue de la pétrographie et de la géochimie des éléments majeurs, il n'existe aucune différence fondamentale entre les laves de Matthew et celles de Hunter-Nord. Il s'agit dans les deux cas *d'andésite acide porphyrique à deux pyroxènes*: les phénocristaux sont, par ordre d'abondance décroissante: du feldspath plagioclase (FP), du clinopyroxène (CPX), de l'orthopyroxène (OPX), de la magnétite (OPA) et de l'olivine (OLIV) [de l'olivine (OLIV) et de la magnétite (OPA) à Hunter]; la pâte comporte les mêmes minéraux (hormis l'olivine toujours absente), plus de la silice, exprimée sous forme de tridymite, et du verre (Pl.5, photos 1 et 2).

Les enclaves contenues dans ces laves sont très variées. Deux types principaux se dégagent néanmoins:

- des enclaves à texture doléritique plus ou moins fine, qu'on rencontre aussi bien à Matthew qu'à Hunter ;
- des enclaves à texture grenue, qui semblent mieux représentées sur la coulée nord de Hunter qu'à Matthew.

Dans le cadre de cette note préliminaire, seuls ces deux types principaux seront pris en considération et traités à la suite de l'étude des laves.

LES LAVES

Pétrographie

Les andésites de Matthew sont généralement massives, de couleur grise, peu vésiculaires (sauf dans les parties superficielles des coulées récentes); leur densité apparente est, en moyenne, de 2.7 (Tableau III-1). Ces laves présentent toujours une proportion notable de phénocristaux baignant dans une pâte microlitique, à texture sub-fluidale, plus ou moins riche en verre.

Les laves des environs de la pointe nord de Hunter sont quasiment identiques à celles de Matthew; elles n'en diffèrent que par une densité apparente légèrement plus forte (2.8 en moyenne) et de légères variations au niveau des pourcentages modaux en phénocristaux.

Une étude détaillée par microsonde de la composition des cristaux et de la pâte étant actuellement en cours, on se bornera ici à une rapide présentation minéralogique.

Les phénocristaux de feldspath plagioclase (Fig. III-24) (taille maximale comprise entre 2 et 6 mm selon les échantillons), incolores ou légèrement blanchâtres à l'œil nu, présentent au microscope un habitus automorphe, trapu ou allongé; généralement maclés (albite polysynthétique; Carlsbad), ils sont très souvent zonés; leur composition varie approximativement entre An₆₅ (labrador) au cœur des cristaux, et An₄₀ (andésine) à leur périphérie. Ces phénocristaux montrent parfois des phénomènes de corrosion magmatique d'intensité variable, pouvant aller jusqu'à la disparition presque totale des individus. Les premiers stades de cette corrosion se manifestent généralement par l'apparition d'une zone périphérique riche en fines inclusions, plus ou moins opaques, orientées selon les clivages du cristal-hôte ("dust inclusions"); celles-ci, dans le cas de fortes résorptions, envahissent progressivement la totalité des individus. Les phénocristaux de plagioclase peuvent inclure quelquefois de la magnétite, de l'orthopyroxène, du clinopyroxène, et, plus fréquemment, des plages d'un verre incolore à brun-rosé. Le plus souvent, ces cristaux se présentent isolément, mais parfois aussi sous forme d'agrégats, uniquement feldspathiques ou composés d'une association de plagioclase, de pyroxènes et de magnétite (Fig. III-26).

Les phénocristaux de clinopyroxène (Fig. III-25), macroscopiquement vert foncé, ont généralement une taille maximale comprise entre 1.2 et 2 mm, pouvant exceptionnellement aller jusqu'à 4 mm. Il

s'agit d'augite très légèrement verdâtre (parfois incolore ou brunâtre), non pléochroïque en lumière naturelle, se présentant sous forme de cristaux subautomorphes à automorphes, dont les sections normales à l'allongement, d'allure octogonale, montrent les deux clivages (110) sub-orthogonaux. Les plus gros individus sont zonés. La macle (100), souvent répétée, est fréquente. Les faces cristallines présentent parfois un début d'ouraltisation ; dans un seul cas, on a pu observer un peu de biotite associée à un clinopyroxène peu altéré. Les groupements parallèles de clinopyroxène et d'orthopyroxène sont fréquents, selon deux modalités (Fig. III-25) :

- accollement de deux cristaux ;
- clinopyroxène englobant l'orthopyroxène (le cas inverse étant nettement plus rare) ; à l'extrême, on observe une fine gaine monocristalline de clinopyroxène autour de l'orthopyroxène.

Le clinopyroxène inclut souvent des grains de magnétite, et parfois du plagioclase et de l'orthopyroxène ; il se présente soit en individus isolés, soit en association avec d'autres phénocristaux (plagioclase, orthopyroxène, magnétite) dans les agrégats millimétriques cités plus haut (Fig. III-26). Exceptionnellement, il a été trouvé en association avec de l'olivine fraîche automorphe (Fig. III-24, croquis 11).

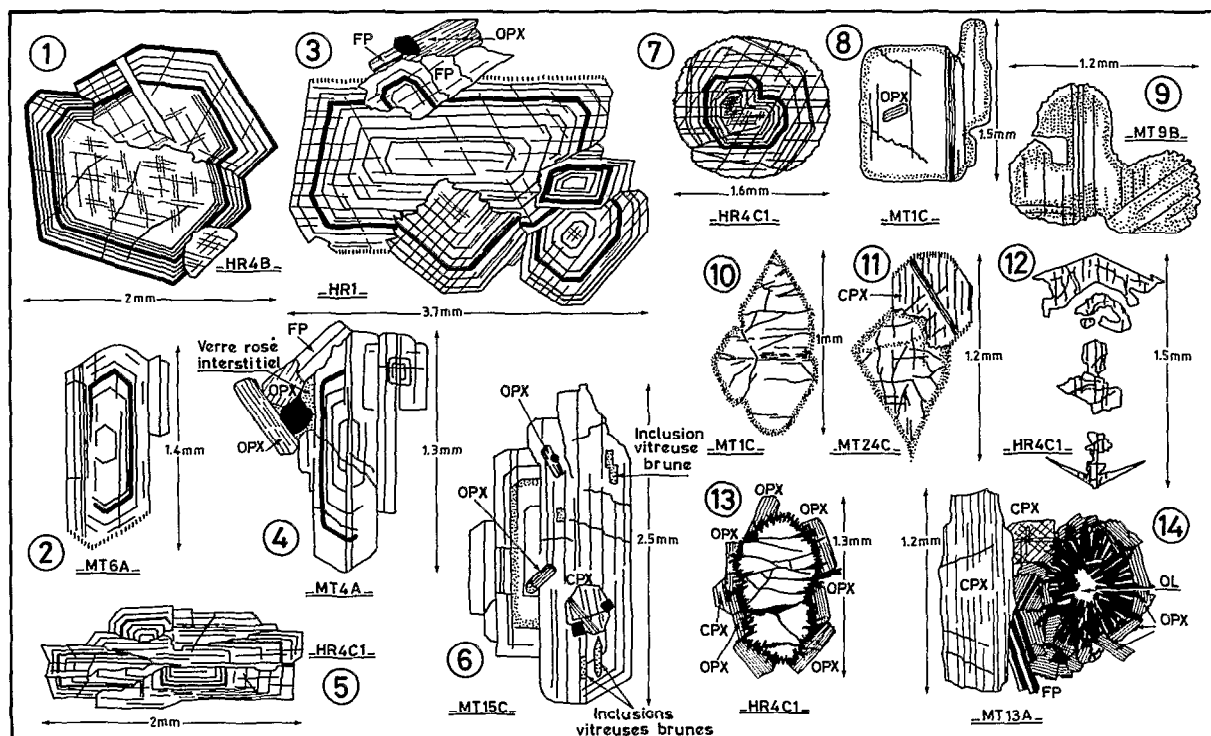
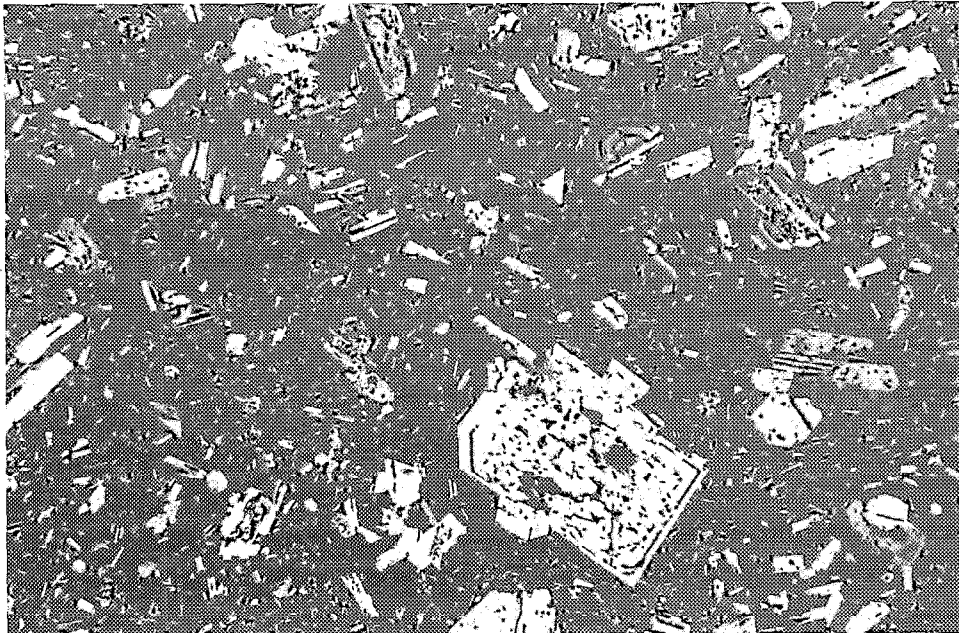


Fig. III-24. Faciès caractéristiques des phénocristaux des laves de Matthew et Hunter ; 1 à 9 : feldspath plagioclase ; 10 à 14 : olivine (13-14 : olivine plus ou moins résorbée, entourée principalement de magnétite vermiculaire et d'hypersthène).

La taille maximale des phénocristaux d'orthopyroxène (Fig. III-25) oscille entre 1.5 et 2 mm. De couleur brun-jaune sur l'échantillon, ils montrent en lumière naturelle au microscope un pléochroïsme vert/rose, d'intensité variable, mais toujours net. Il s'agit d'hypersthène, qui se présente en cristaux subautomorphes à automorphes, avec des sections normales à l'allongement d'allure carrée ou rectangulaire. Le clivage (010) est plus ou moins apparent selon les individus. On note parfois dans les sections longitudinales de fines inclusions alignées parallèlement aux clivages, polarisant dans les gris-blancs. Certains gros phénocristaux montrent une zonation assez nette. En général, les faces

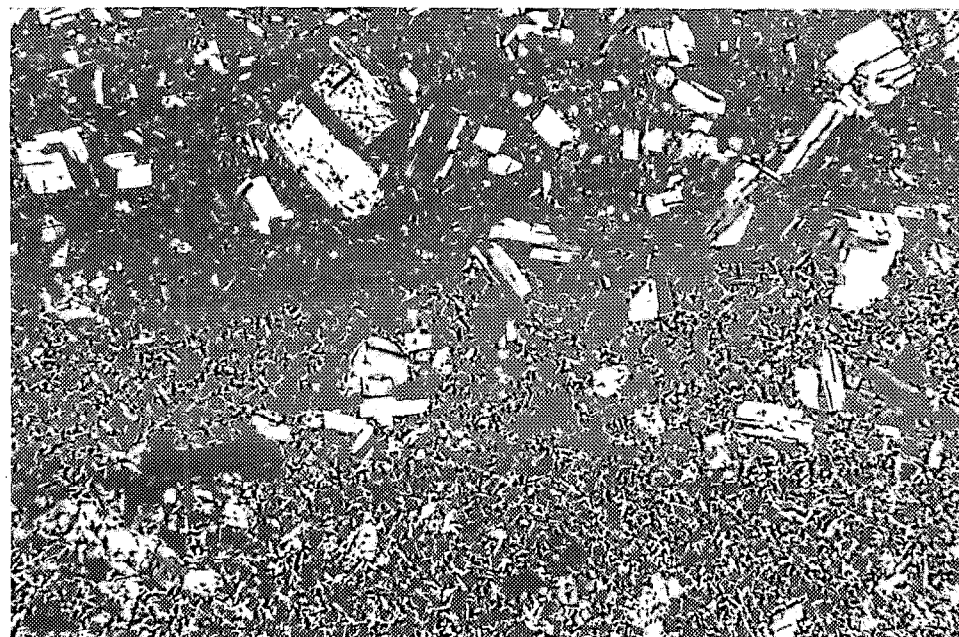
Planche 5. Microphotographies de lames minces ; 1 : Andésite porphyrique à deux pyroxènes (Matthew, échantillon MT4C) ; 2 : Andésite porphyrique à deux pyroxènes (Hunter, échantillon HR1) ; 3 : Andésite porphyrique à deux pyroxènes, incluant une enclave à texture doléritique (Matthew, échantillon MT1B) ; microphotographies A. POUTCHKOVSKY/M. MONZIER (clichés ORSTOM) ; grossissement de l'ordre de 10 fois ; nicols croisés.



1



2



3

crystallines sont franches, bien qu'on ait parfois des contours émoussés, indices d'une faible corrosion magmatique. Ces phénocristaux d'hypersthène sont rarement altérés : quand elle existe, l'altération correspond à une déstabilisation du fer, qui se marque par l'apparition d'un enduit rougeâtre à brun noir, recouvrant les cristaux, pénétrant les fissures et imprégnant parfois la totalité du minéral, qui devient alors presque opaque. Cette altération apparaît uniquement dans les laves constituant les parties superficielles des coulées. On ne reviendra pas sur les groupements parallèles d'orthopyroxène et de clinopyroxène, qui ont été décrits antérieurement.

L'hypersthène, d'autre part, inclut très fréquemment de petits grains subautomorphes de magnétite, et, plus rarement, du clinopyroxène ou du plagioclase ; il peut se présenter en individus isolés, ou entouré de granules de magnétite, ou encore en association avec d'autres phénocristaux dans les agrégats signalés plus haut (Fig. III-26).

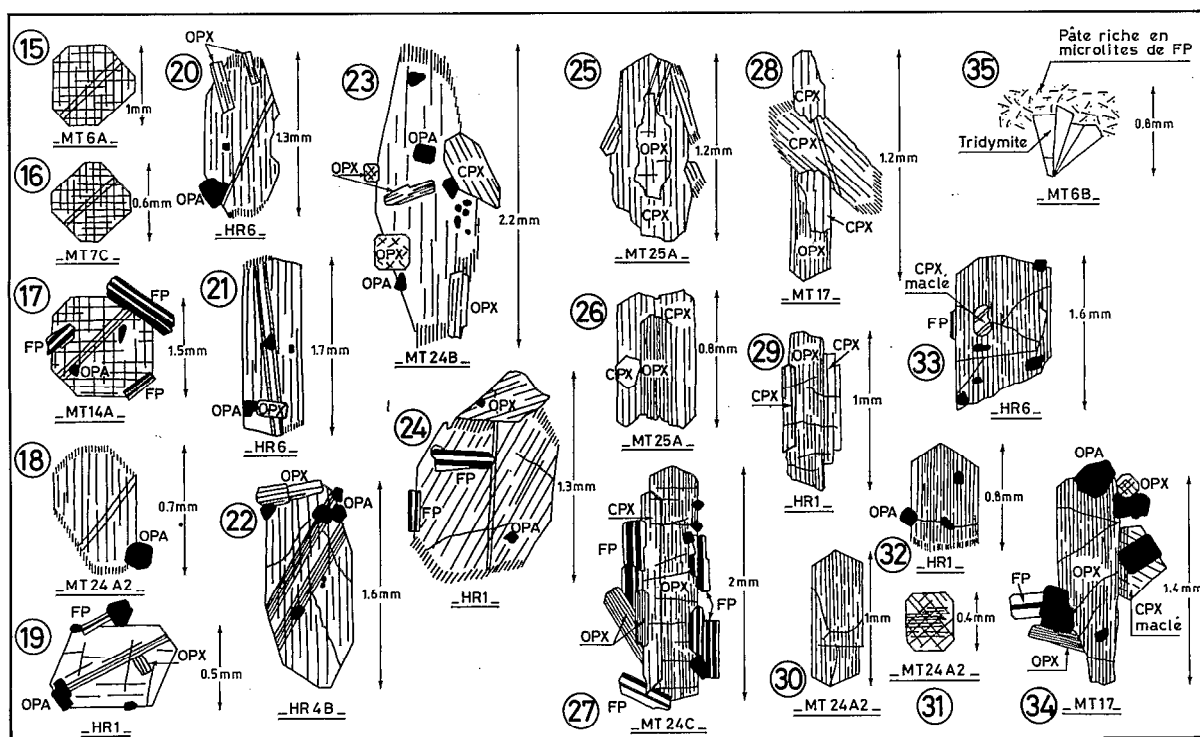


Fig. III-25. Faciès caractéristiques des phénocristaux des laves de Matthew et Hunter ; 15 à 24 : clinopyroxène de type augite ; 25 à 29 : groupements parallèles de clinopyroxène et d'orthopyroxène ; 30 à 34 : orthopyroxène de type hypersthène ; 35 : tridymite en remplissage de vésicule.

La magnétite se présente sous deux habitus (Fig. III-24 et III-25). Dans un cas, il s'agit d'amas de magnétite vermiculaire provenant de la déstabilisation de l'olivine. Dans l'autre cas, ce sont de petits phénocristaux, dont la taille maximale varie généralement entre 0.3 et 0.5 mm, mais qui, dans certains échantillons, peut atteindre 1 mm. D'un noir intense et de contours francs, ces phénocristaux de magnétite (ou titanomagnétite) peuvent être plus ou moins arrondis, mais accusent souvent une tendance automorphe (sections d'allure carrée) ; ils sont généralement très frais et se présentent pour la plupart en inclusions dans les deux types de pyroxènes.

Les phénocristaux d'olivine (Fig. III-24) ont, selon les échantillons, une taille maximale comprise entre 0.5 et 2 mm, pouvant exceptionnellement atteindre 3 mm. Au microscope, ce minéral apparaît toujours incolore, craquelé et peu altéré (rares traces d'iddingsite). Les phénomènes de corrosion magmatique, par contre, sont constants quoique d'intensité variable. Ils se traduisent, soit par un émoussement plus ou moins prononcé des cristaux automorphes, aboutissant à des grains arrondis souvent entourés d'un liseré de très fins minéraux opaques, soit par la disparition progressive de

l'olivine, remplacée par des amas constitués généralement, au centre, de magnétite vermiculaire, et, à la périphérie, d'orthopyroxène, disposé de manière tangentielle (Fig. III-24, croquis 13 et 14); le clinopyroxène apparaît souvent dans de tels amas, mais il reste toujours subordonné à l'orthopyroxène; le plagioclase, en revanche, demeure exceptionnel. L'olivine peu résorbée apparaît presque toujours en cristaux ou grains isolés, mais aussi parfois en agrégats regroupant deux ou trois individus; l'association avec d'autres minéraux est exceptionnelle; le seul exemple de ce type a été signalé plus haut (phénocrystal automorphe et très peu corrodé d'olivine fraîche associé à un phénocrystal de clinopyroxène).

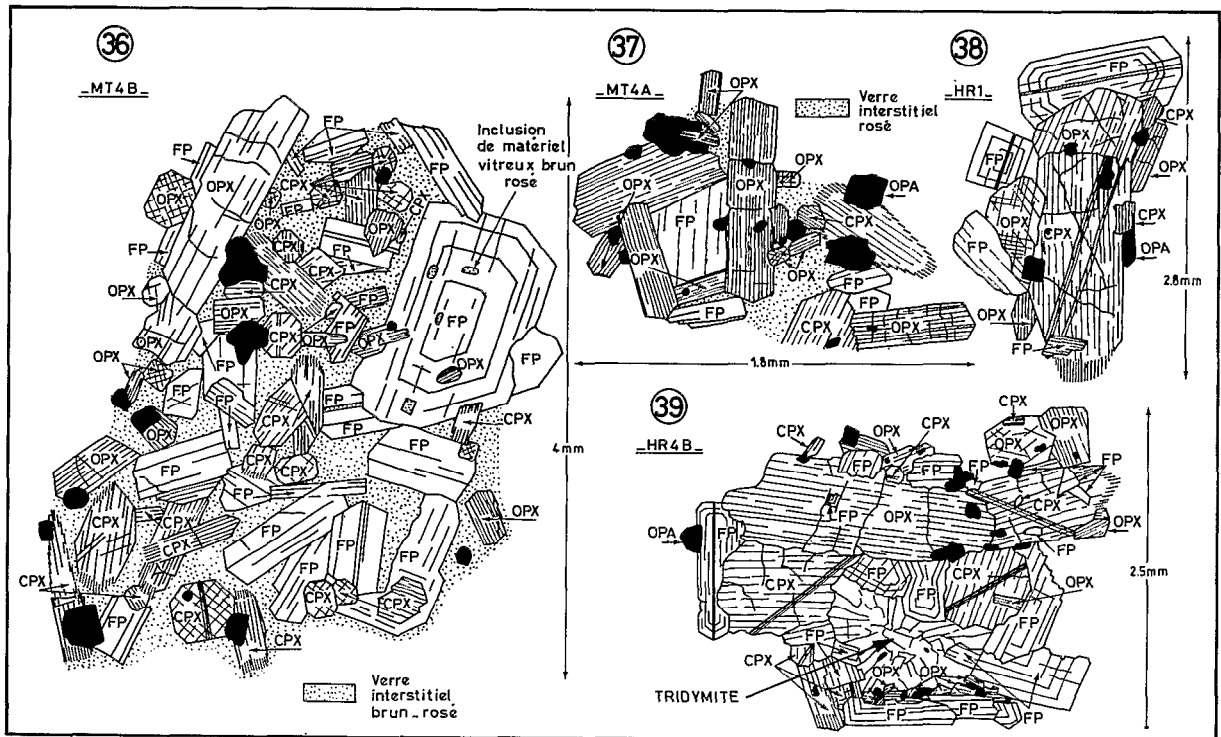


Fig. III-26. Faciès caractéristiques des agrégats de phénocristaux des laves de Matthew et Hunter (36 à 39).

Il convient enfin de souligner la présence constante des agrégats à plagioclase, pyroxènes et magnétite (Fig. III-26), qui piègent fréquemment un verre interstitiel incolore à brun-rosé, d'aspect très similaire à celui observé dans la pâte. Exceptionnellement (Fig. III-26, croquis 39), on a pu mettre en évidence de la tridymite au cœur de l'un d'eux. Leur composition modale est éminemment variable, bien qu'on note généralement une certaine prépondérance des pyroxènes. Ces agrégats de phénocristaux peuvent être considérés comme les témoins des divers stades de fractionnement subis par les magmas dont dérivent ces laves.

La pâte des laves de Matthew et Hunter-Nord est, selon les échantillons, plus ou moins vitreuse ou cristalline. A Matthew, par exemple, le fond des laves échantillonnées à la superficie de la coulée nord-ouest est presque totalement vitreux, tandis que celui des laves du piton oriental est beaucoup plus cristallin, bien qu'il renferme encore une proportion notable de verre. Les pâtes très vitreuses ont une coloration brun-noir, et ne contiennent que de rares et très fins microlites de plagioclase. Les pâtes plus cristallines montrent de nombreux microlites essentiellement feldspathiques, arrangés de manière subfluidale autour des phénocristaux, et baignant dans une mésostase vitreuse, incolore à brun-rosé, constellée d'opaques subautomorphes (magnétite) extrêmement fins (0.01 à 0.05 mm). La répartition du verre est d'ailleurs très capricieuse, la même lame mince pouvant présenter des zones riches en microlites et d'autres de formes irrégulières, presque uniquement vitreuses. Les microlites de

plagioclase, fins et allongés (0.1 à 0.3 mm) sont maclés albite ; le clinopyroxène, de type augite, se présente en petits cristaux trapus (0.1 à 0.3 mm) ; quant à l'orthopyroxène, il s'agit d'hypersthène, en fines baguettes longues de 0.1 à 0.3 mm. Comme pour les phénocristaux, les groupements parallèles de pyroxènes sont fréquents, en particulier sous forme de clinopyroxène englobant l'orthopyroxène. On note également dans la pâte la présence presque constante et volumétriquement non négligeable de petits cristaux de tridymite (0.2 à 0.5 mm en moyenne), qui se disposent préférentiellement dans les cavités de la roche (vésicules, fissures). Ces cristaux présentent couramment les macles "en coins" répétées (Fig. III-25, croquis 35) caractéristiques de ce minéral. Enfin, on peut signaler la présence accessoire d'un peu d'apatite.

Du point de vue qualitatif, on constate ainsi qu'au niveau du plagioclase et des deux pyroxènes, la minéralogie de la pâte est similaire à celle des phénocristaux. Elle en diffère, par contre, par l'absence totale d'olivine, la présence constante de silice sous forme de tridymite, et l'existence d'une mésostase vitreuse, probablement très siliceuse, chargée d'une fine poussière d'opacques (magnétite). La minéralogie des andésites de Matthew et Hunter-Nord est donc typiquement calco-alcaline (BAKER, 1978).

Par ailleurs, ces observations pétrographiques permettent de proposer l'ordre de cristallisation suivant. Le premier minéral à se séparer du liquide est l'olivine, accompagnée de clinopyroxène. Par la suite, l'olivine devient progressivement résiduelle, le bain la résorbant avec formation de magnétite et d'orthopyroxène. Ces deux dernières phases cristallisent alors, accompagnées de clinopyroxène, et de plagioclase calcique. Certains agrégats de phénocristaux, riches en pyroxènes, pourraient être les témoins de ce stade de cristallisation. L'étape suivante conduit à la formation massive de plagioclase intermédiaire (labrador-andésine), la cristallisation des pyroxènes et de la magnétite continuant à un rythme réduit. L'émission de la lave interrompt alors cette évolution : soumis à un refroidissement brutal, le liquide cristallise incomplètement, donnant naissance à du plagioclase et, en moindre quantité, à des pyroxènes, baignant dans une mésostase vitreuse très siliceuse (tridymite souvent exprimée), encore relativement riche en fer (minéraux opaques microscopiques abondants). Terme ultime de ce processus, des émanations gazeuses déposent alors de l'oligiste, du soufre, de la silice, du chlorure de sodium, du gypse...

Malgré l'absence de données minéralogiques de microsonde, il est cependant possible, d'un point de vue pétrogénétique, d'observer que la cristallisation relativement précoce des minéraux opaques est un argument en faveur d'une forte fugacité d'oxygène (OSBORN, 1962) ; parallèlement, l'antériorité des pyroxènes par rapport aux plagioclases montre que la pression partielle d'eau était, elle aussi, importante (NESBITT and HAMILTON, 1970 ; GREEN, 1972).

Données modales

Quarante-trois analyses modales (phénocristaux) ont été réalisées sur l'ensemble des laves de Matthew et Hunter-Nord (Annexe VI) ; elles se répartissent de la façon suivante :

- Matthew :
 - . édifice oriental. 21 analyses
(16 pour le piton est et 5 pour les barres rocheuses bordant l'isthme)
 - . édifice occidental. 16 analyses
- Hunter :
 - . extrémité septentrionale. 6 analyses
(4 pour la coulée nord et 2 pour l'encaissant)

Malgré une disproportion entre le total d'analyses sur chaque île (37 sur Matthew, 6 sur Hunter), on voit qu'au niveau modal (Tableau III-1 ; Fig. III-27), il n'existe aucune différence fondamentale entre les laves récoltées sur ces deux îles. Sur Matthew comme sur Hunter-Nord, on retrouve en effet les caractères généraux suivants :

- un pourcentage volumétrique total de phénocristaux élevé (de l'ordre de 37 % en moyenne) ;
- une nette prédominance volumétrique du plagioclase sur les autres phénocristaux ; le diagramme FP/TOT.PHEN.(Fig. III-28 B et III-28 C) souligne d'ailleurs le contrôle étroit et constant exercé par le plagioclase sur le volume total des phénocristaux, la somme (CPX + OPX + OPA + OLIV) ne montrant, corrélativement, que de faibles variations ;

- une relative constance des rapports existant entre les trois principaux types de phénocristaux, le plagioclase, le clinopyroxène et l'orthopyroxène (Fig. III-28 A) ; la somme FP + CPX + OPX rend compte, en moyenne, de 96 % du volume total des phénocristaux sur Matthew et de 94 % de ce même total sur Hunter.

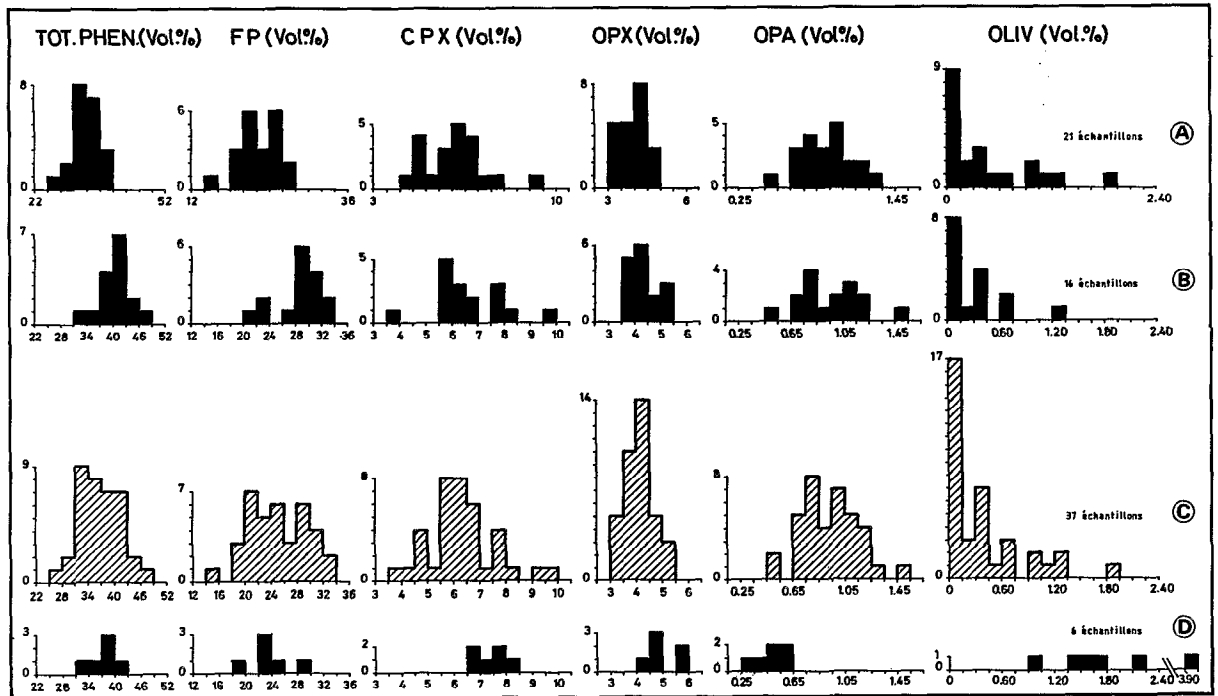


Fig. III-27. Histogrammes montrant la distribution des phénocristaux dans les laves de Matthew et Hunter ; A : Matthew, édifice oriental (piton est et barres rocheuses bordant l'isthme) ; B : Matthew, édifice occidental ; C : Matthew, ensemble de l'île ; D : Hunter, extrémité septentrionale ; comptages effectués sur environ 3.000 points par échantillon (maille carrée de 0,33 mm).

Tous ces caractères se retrouvent classiquement dans les termes intermédiaires des séries volcaniques d'arcs insulaires (EWART, 1976). Néanmoins, d'une île à l'autre, quelques variations peuvent être notées : l'olivine est ainsi nettement résiduelle à Matthew, beaucoup moins à Hunter-Nord, où elle se maintient à environ 2 % du volume total de la roche (Tableau III-1). D'autre part, les laves de Hunter-Nord sont, en moyenne, légèrement plus riches en phénocristaux de clinopyroxène et d'orthopyroxène, et plus pauvres en phénocristaux de plagioclase et de magnétite que celles de Matthew.

Enfin, en ce qui concerne Matthew, où l'on dispose d'un échantillonnage détaillé, on constate que les laves de l'édifice occidental sont, en moyenne, plus porphyriques que celles de l'édifice oriental, l'enrichissement en phénocristaux étant surtout le fait du plagioclase (Tableau III-1; Fig. III-28 B) ; on remarquera que cette observation se parallélise avec un rajeunissement des formations, l'édifice occidental étant plus récent que son homologue oriental (*cf. supra*).

On soulignera en conclusion le rôle prépondérant du plagioclase dans l'évolution magmatique des volcanites de Matthew et Hunter. Si sa cristallisation est relativement tardive, comme l'a montré l'étude pétrographique, ses variations rendent compte cependant de l'essentiel des caractéristiques modales de ces roches.

 MATTHEW						HUNTER	
	EDIFICE ORIENTAL piton est + barres roch.		EDIFICE OCCIDENTAL		ENSEMBLE DE L'ILE		EXTREMITE NORD	
	M.(8)	E.T.	M.(7)	E.T.	M.(15)	E.T.	M.(6)	E.T.
<u>Poids %</u>								
SiO ₂	60.46	0.46	61.53	0.76	60.96	0.81	60.72	0.60
Al ₂ O ₃	16.15	0.38	16.03	0.24	16.09	0.32	15.45	0.32
Fe ₂ O ₃ *	6.43	0.13	6.09	0.25	6.27	0.26	6.11	0.21
MnO	0.11	0.01	0.13	0.05	0.12	0.03	0.10	0.00
MgO	3.89	0.41	3.48	0.47	3.70	0.47	5.03	0.58
CaO	7.36	0.17	6.96	0.30	7.17	0.31	6.95	0.15
Na ₂ O	3.93	0.29	4.07	0.18	3.99	0.24	3.70	0.06
K ₂ O	0.99	0.03	0.88	0.05	0.94	0.07	0.94	0.03
TiO ₂	0.43	0.01	0.40	0.01	0.42	0.02	0.36	0.01
P ₂ O ₅	0.18	0.01	0.13	0.01	0.15	0.02	0.13	0.01
P.F.	0.08	0.10	0.22	0.25	0.15	0.19	0.11	0.13
T O T A L	100.01		99.92		99.96		99.60	
FeO	3.55	0.23	3.17	0.60	3.37	0.47	3.63	0.52
	M.(12)	E.T.	M.(5)	E.T.	M.(17)	E.T.	M.(6)	E.T.
d	2.68	0.06	2.61	0.09	2.66	0.08	2.79	0.06
<u>Vol %</u>	M.(21)	E.T.	M.(16)	E.T.	M.(37)	E.T.	M.(6)	E.T.
PATE	66.17	2.79	59.72	3.51	63.38	4.47	62.11	3.43
TOT.PHEN.	33.83	2.79	40.28	3.51	36.62	4.47	37.89	3.43
FP	22.47	3.06	28.27	3.37	24.98	4.29	23.17	3.22
CPX	6.10	1.13	6.54	1.43	6.29	1.27	7.37	0.63
OPX	3.93	0.51	4.24	0.51	4.06	0.53	4.92	0.58
OPA	0.92	0.20	0.95	0.25	0.94	0.22	0.48	0.12
OLIV	0.41	0.52	0.28	0.33	0.35	0.44	1.95	1.04
FP/TOT.PHEN.	0.66		0.70		0.68		0.61	
CPX/TOT.PHEN.	0.18		0.16		0.17		0.20	
OPX/TOT.PHEN.	0.12		0.11		0.11		0.13	
OPA/TOT.PHEN.	0.03		0.02		0.03		0.01	
OLIV/TOT.PHEN.	0.01		0.01		0.01		0.05	
Fe ₂ O ₃ *	= fer total sous forme de Fe ₂ O ₃						M = valeur moyenne	
FeO	= FeO réel dosé sur une prise à part						E.T.= écart-type	
d	= densité apparente							

Tableau III-1. Compositions chimiques moyennes (éléments majeurs), densités apparentes moyennes, et compositions modales moyennes (phénocristaux) des andésites de Matthew et Hunter. Analyses chimiques réalisées au Centre Armoricaïn d'Etude Structurale des Socles (Université de RENNES) par F. VIDAL, sauf en ce qui concerne FeO, dosé à l'ORSTOM-Nouméa par S. LECORVAISIER. Données modales obtenues par comptage d'environ 3000 points par échantillon (maille carrée de 0.33 mm de côté). Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'échantillons utilisés pour le calcul des moyennes.

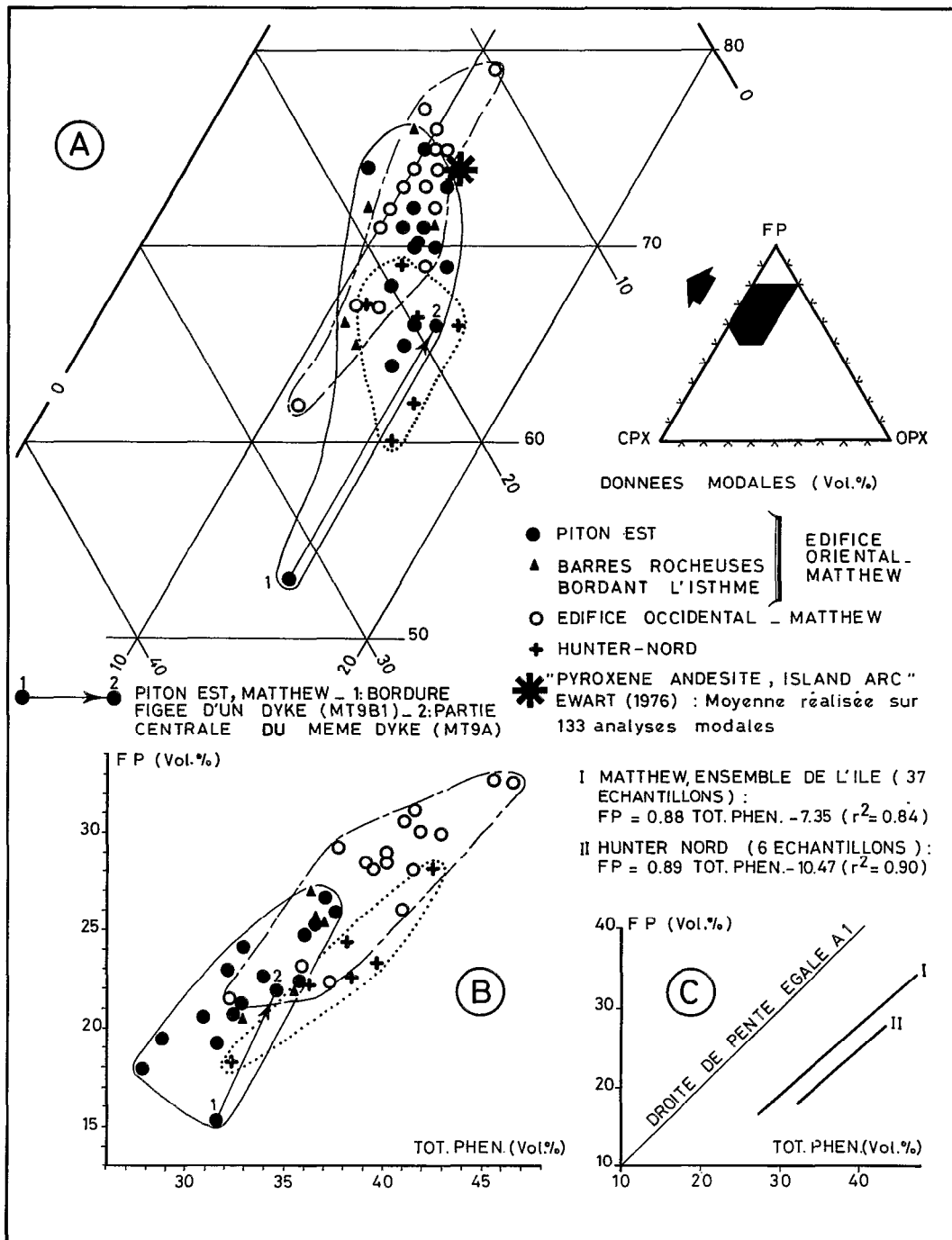


Fig. III-28. Laves de Matthew et Hunter ; diagrammes modaux (phénocristaux, vol. %) ; A : corrélations entre les trois principaux types de phénocristaux (FP - CPX - OPX) ; B et C : corrélations entre feldspath plagioclase et volume total de phénocristaux.

Géochimie des éléments majeurs

On a figuré, en Annexe VII, les résultats des 21 analyses chimiques effectuées sur les andésites de Matthew et Hunter-Nord, qui mettent de nouveau en lumière l'étroite parenté de ces deux îles. Les teneurs moyennes en éléments majeurs (Tableau III-1) sont en effet très similaires, à l'exception de MgO ; les variations de teneurs de ce dernier élément reflètent, à l'évidence, les différences pétrographiques signalées précédemment d'une île à l'autre, au niveau des proportions en phénocristaux d'olivine. La minéralogie typiquement calco-alcaline de l'ensemble de ces laves et leurs

teneurs en SiO_2 , voisines en moyenne de 61 %, permettent de définir les volcanites de Matthew et Hunter-Nord comme des andésites acides.

Si le caractère calco-alcalin de ces laves est confirmé par l'examen du triangle AFM (Fig. III-29), il convient néanmoins de nuancer ce qualificatif. Les andésites calco-alcalines typiques (Tableau III-2) sont en effet caractérisées par des teneurs fortes en CaO , MgO , et Al_2O_3 , des teneurs en alcalins (potassium en particulier) sensiblement plus fortes que celles de leurs équivalents tholéitiques d'arcs, et par un rapport d'oxydation du fer ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) élevé (JAKES and GILL, 1970 ; JAKES and WHITE, 1972 ; LEFEVRE *et al.*, 1974 ; MIYASHIRO, 1974, 1975 ; BAKER, 1978). Or, dans le cas présent, si la minéralogie des andésites de Matthew et Hunter-Nord est incontestablement calco-alcaline, et si le chimisme de ces laves confirme cette interprétation pour la majorité des éléments-majeurs, deux éléments pourtant (Al_2O_3 et K_2O) présentent des teneurs relativement faibles pour ce type de roches, et posent ainsi un problème sur lequel on reviendra.

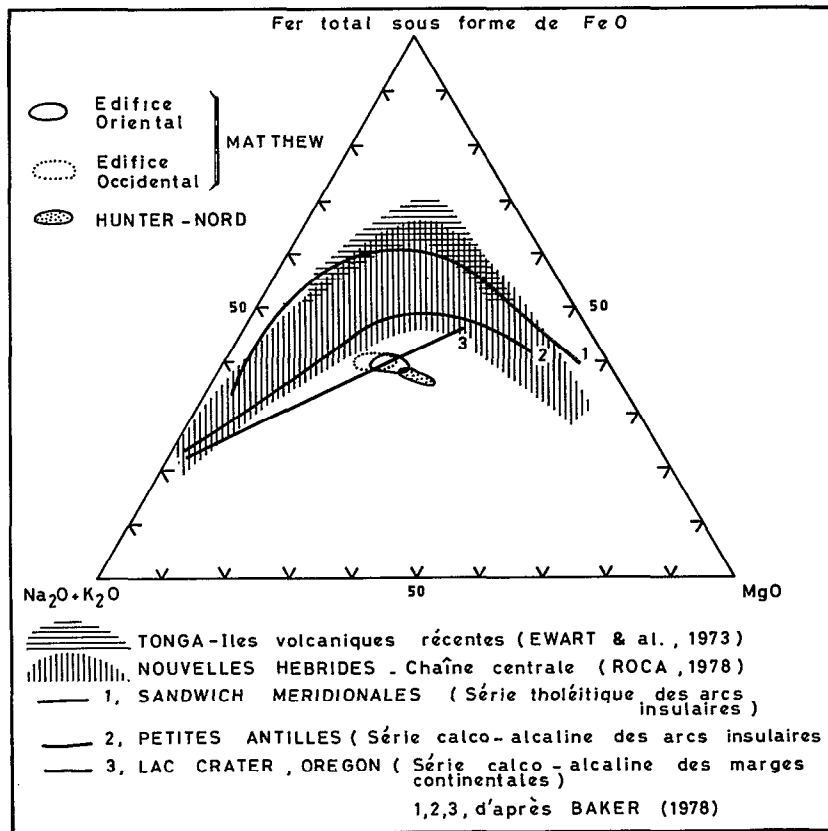


Fig. III-29. Laves de Matthew et Hunter ; diagramme AFM.

Malgré la relative homogénéité du chimisme de ces volcanites, il est cependant possible, même avec une gamme de variation de SiO_2 aussi restreinte, de mettre en évidence, sur des diagrammes de type Harker (Fig. III-30) certaines tendances évolutives significatives. Hormis le cas de Al_2O_3 et de K_2O , les autres éléments considérés présentent en effet des variations de teneurs en fonction de la silice qui peuvent être légitimement reliées à un processus de cristallisation fractionnée; ceci est particulièrement net, en ce qui concerne les deux édifices de Matthew, pour Fe_2O_3 , MgO , CaO et Na_2O . Cette évolution vers des compositions légèrement plus acides, qui traduit le fractionnement de minéraux riches en fer, calcium et magnésium (pyroxènes), ne se marque cependant pas au niveau des teneurs en Al_2O_3 , qui restent relativement stables ; le potassium, pour sa part, présente un comportement désordonné difficilement interprétable.

Malgré ces réserves, il est probable que les laves de cette île sont dérivées de magmas parentaux très similaires, et que l'édifice occidental de Matthew correspond à un stade un peu plus avancé de la cristallisation fractionnée que son homologue oriental.

	I	II	III	IV	V	VI
SiO ₂	60.96	60.72	58.68	58.65	59.49	60.31
Al ₂ O ₃	16.09	15.45	17.29	17.43	16.70	14.60
Fe ₂ O ₃	6.27 *	6.11 *	2.97	3.21	3.10	3.07
FeO			3.96	3.48	2.96	7.09
MnO	0.12	0.10	0.12	0.10	0.10	0.21
MgO	3.70	5.03	3.14	3.28	3.27	2.59
CaO	7.17	6.95	7.13	6.26	5.70	7.42
Na ₂ O	3.99	3.70	3.24	3.82	3.82	2.69
K ₂ O	0.94	0.94	1.27	1.99	2.52	0.79
TiO ₂	0.42	0.36	0.81	0.79	0.88	0.66
P ₂ O ₅	0.15	0.13	0.17	0.18	0.29	0.17
P.F.	0.15	0.11	1.20	1.06		0.45
T O T A L	99.96	99.60	99.98	100.25		100.05
n	15	6	89	29	75	2

* = Fer total sous forme de Fe₂O₃
n = nombre d'analyses

I : andésites de Matthew } (cette étude)
II : andésites de Hunter }
III : andésites calciques des arcs insulaires (Mc BIRNEY, 1969)
IV : andésites calco-alcalines de marges continentales (Mc BIRNEY, 1969)
V : andésites d'Amérique du Sud (LEFEVRE et al., 1974)
VI : "andésites" tholéitiques de Fonualei, Tonga (EWART and BRYAN, 1973)

Tableau III-2. Compositions chimiques moyennes d'andésites, et de laves tholéitiques intermédiaires.

Les variations de teneurs des éléments majeurs dans les laves de Hunter-Nord s'intègrent moins parfaitement à ce schéma, tout en gardant un parallélisme général avec les tendances évolutives reconnues sur les deux ensembles de Matthew ; malgré la faiblesse de l'échantillonnage réalisé sur Hunter, on peut donc penser que les magmas parentaux des laves constituant cette île étaient très voisins de ceux de Matthew.

On a vu plus haut que les teneurs en Al₂O₃ de l'ensemble de ces volcanites peuvent sembler anormalement basses pour des andésites typiques, riches en phénocristaux de plagioclase ; ces teneurs s'expliquent cependant si l'on considère qu'il s'agit de laves assez différenciées (teneurs en SiO₂ voisines de 61 %), ayant déjà subi des fractionnements de plagioclase, qui ont eu pour effet d'appauvrir en Al₂O₃ les liquides résiduels successifs ; les phénocristaux de plagioclase présents dans ces roches sont d'ailleurs moins calciques (An₆₅₋₄₀), et donc corrélativement moins alumineux, que ceux rencontrés classiquement dans les andésites calco-alcalines (An₉₀₋₅₀ selon LEFEVRE *et al.*, 1974) ; à cet égard, on observera que ROCA (1978) donne pour la plupart des roches intermédiaires des îles centrales des Nouvelles-Hébrides, de basicité analogue à celle des volcanites de Matthew et Hunter-Nord, des valeurs de Al₂O₃ très comparables, de l'ordre de 15-16 % (Tableau III-3).

Si l'on analyse enfin, dans les laves de Matthew, les variations du pourcentage volumétrique de phénocristaux de plagioclase, en fonction des teneurs en SiO_2 et Al_2O_3 (Fig. III-31), on peut mettre en évidence :

- une corrélation positive entre FP (vol. %) et SiO_2 ;
- une absence de corrélation entre FP (vol. %) et Al_2O_3 .

La première observation rend compte de l'accroissement volumétrique de la phase plagioclasique au cours de l'avancement de la cristallisation fractionnée. L'absence de corrélation entre FP (vol. %) et Al_2O_3 , par contre, indique que cet accroissement volumétrique est dû, non à une accumulation de phénocristaux hérités de stades de fractionnement antérieurs, mais bien à un degré de cristallisation plus poussé du liquide avec lequel ces phénocristaux étaient en équilibre (la concentration en Al_2O_3 du magma restant constante, qu'il soit porphyrique ou non).

Reste le problème du potassium : les teneurs en K_2O des andésites de Matthew et Hunter-Nord se situent en effet parmi les valeurs les plus basses qui aient été signalées, tant pour des andésites calco-alcalines typiques (Tableau III-2) que pour les laves de basicité analogue de la chaîne centrale des

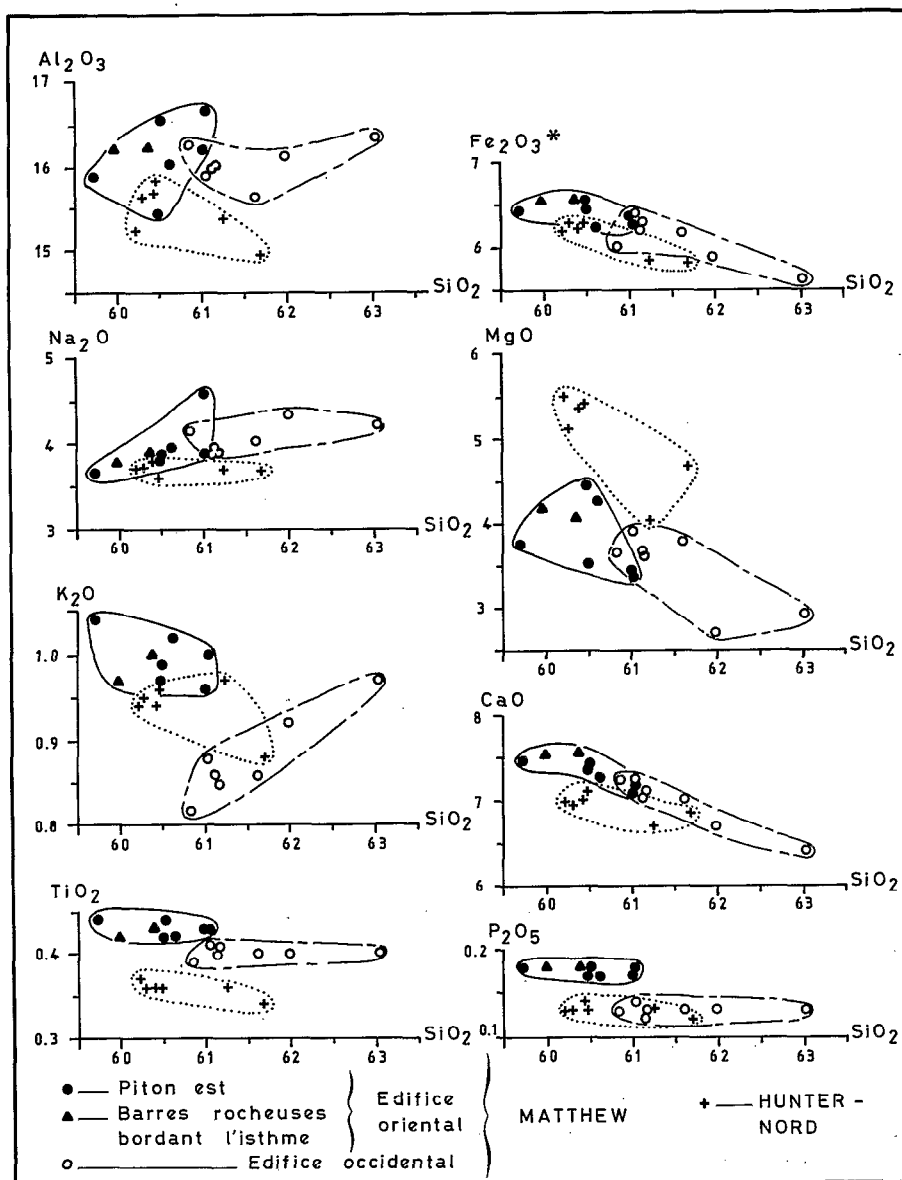


Fig. III-30. Laves de Matthew et Hunter ; diagrammes de variation des principaux oxydes en fonction de SiO_2 .

Nouvelles-Hébrides (Tableau III-3). ROCA (1978) conclut que dans les îles centrales des Nouvelles-Hébrides, "K₂O (et Na₂O) varient de façon anarchique dans le temps et dans l'espace, pour chaque groupe, et pour bon nombre de laves". On serait tenté, à la lumière du diagramme K₂O / SiO₂ (Fig. III-30) de se rallier à cette opinion en ce qui concerne Matthew et Hunter-Nord, puisque seul l'édifice occidental de Matthew semble montrer un accroissement parallèle des teneurs en K₂O et SiO₂, correspondant au comportement classique de cet élément lors de la différenciation magmatique (les laves de l'édifice oriental de Matthew sont par contre, en moyenne, un peu plus potassiques - quoique légèrement moins acides - que celles de l'édifice occidental). On notera cependant que les gammes de variation de K₂O (Tableau III-I et Annexe VII) sont très faibles, et qu'il est donc hasardeux de proposer une interprétation basée sur un petit nombre de données aussi voisines.

Les andésites de Matthew et Hunter-Nord présentent donc la plupart des caractères pétrographiques et chimiques des andésites calco-alkalines ; la géochimie a montré en outre qu'il est probable que les volcanites de ces deux îles ont subi une pétrogenèse similaire, à partir de magmas parentaux très voisins. Cette étude, cependant, serait incomplète sans une analyse préliminaire des différents types d'enclaves englobées dans ces formations ; celles-ci sont en effet des témoins de stades magmatiques précoces, et méritent, à ce titre, d'être prises en considération.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO ₂	59.88	58.27	60.05	56.68	57.87	56.01	57.30
Al ₂ O ₃	17.66	15.23	15.89	17.86	18.43	17.66	18.47
Fe ₂ O ₃	6.96*	1.50	1.50	1.50	4.01	2.01	3.04
FeO		6.63	6.36	6.57	4.01	5.70	3.55
MnO	0.21	0.17	0.15	0.19	0.20	0.16	0.17
MgO	3.10	4.15	3.33	3.47	3.55	3.26	2.69
CaO	5.04	7.69	7.18	7.30	7.00	7.17	8.30
Na ₂ O	5.09	3.72	2.96	3.93	2.49	3.75	3.10
K ₂ O	1.64	1.89	1.88	1.11	0.80	2.40	1.37
TiO ₂	0.30	0.66	0.61	0.67	0.46	0.71	0.48
P ₂ O ₅	0.20	0.24	0.18	0.27	0.16	0.42	0.19
H ₂ O+	0.37	0.08	0.03	0.22	0.23	0.11	0.35
H ₂ O-		0.04	0.23	0.29	0.93	0.15	0.15
T O T A L	100.45	100.27	100.35	100.06	100.14	99.51	99.16
<p>* = Fer total sous forme de Fe₂O₃</p> <p>I : "pyroxene-andesite", éch. 13, Lopevi (WARDEN, 1967)</p> <p>II : "andesite", éch. RI 11, Epi-Ririña (ROCA, 1978)</p> <p>III : "andesite", éch. T 14A, Tongoa (ROCA, 1978)</p> <p>IV : "andesite", éch. EM 14, Emae (ROCA, 1978)</p> <p>V : "2 pyroxene andesite lava", éch. ERC 463, Mt William Formation, Erromango (COLLEY and ASH, 1971)</p> <p>VI : "dense porphyritic andesite bomb ejected from Yasur in 1975", éch. TY 2, Siwi Group, Tanna (CARNEY and MACFARLANE, 1979)</p> <p>VII : "porphyritic hornblende andesite dyke", éch. AYMAG 17, Upper Inwanawow River, Aneityum (CARNEY and MACFARLANE, 1979)</p>							

Tableau III-3. Compositions chimiques de quelques laves intermédiaires des Nouvelles-Hébrides.

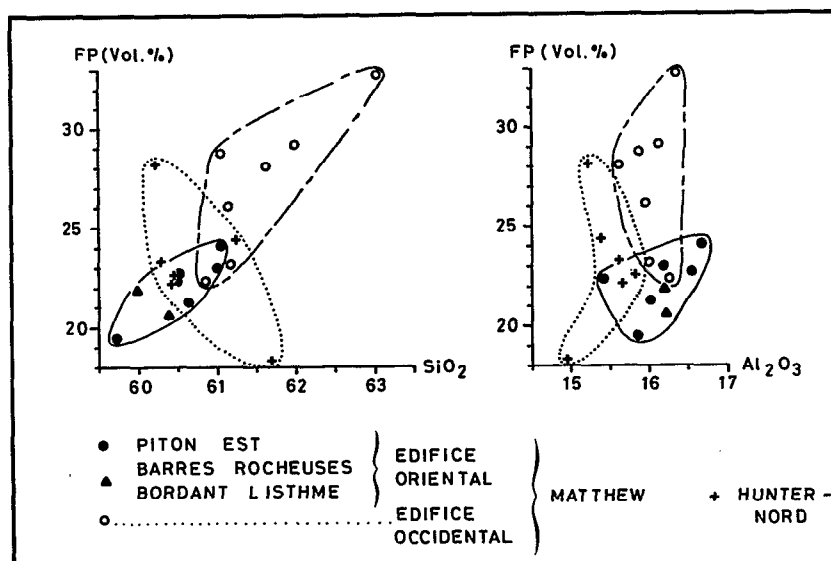


Fig. III-31. Laves de Matthew et Hunter ; corrélations entre le pourcentage volumétrique de feldspath plagioclase et les teneurs en SiO_2 et Al_2O_3 .

LES ENCLAVES

De taille centimétrique à décimétrique, ces enclaves à bordures franches, de forme arrondie ou oblongue, se distinguent de la lave-hôte par leur contraste de couleur, leur cristallinité mieux exprimée, et leur plus grande abondance de vésicules ; de plus, elles apparaissent souvent en relief par rapport à la lave, du fait de leur meilleure résistance à l'érosion superficielle.

Par souci de concision, nous nous limiterons dans cette note préliminaire à l'étude, à partir de quelques échantillons caractéristiques, des deux types principaux d'enclaves regroupant la majorité des échantillons récoltés :

- enclaves à texture doléritique plus ou moins fine ;
- enclaves à texture grenue.

Le second type, qui semble mieux représenté sur la coulée nord de Hunter qu'à Matthew, regroupe des cumulats plagioclasiques, des cumulats pyroxéniques, et une enclave de quartz.

Cette classification reste cependant schématique et provisoire, car il existe en fait des enclaves à texture intermédiaire, difficiles à rattacher à l'un ou l'autre de ces groupes.

Les enclaves à texture doléritique

Ces enclaves ont été observées dans l'ensemble des laves (dykes ou coulées) de Matthew et Hunter. Au microscope, elles apparaissent constituées d'un fond doléritique plus ou moins fin, englobant des phénocristaux de plagioclase, de pyroxènes (clino et orthopyroxène), d'olivine et de magnétite (Pl. 5, photo 3). Les principaux caractères pétrographiques de ces enclaves sont les suivants :

- les phénocristaux paraissent en tous points identiques à ceux des laves-hôtes (faciès, dimensions, macles, zonations, inclusions...) ; on retrouve également les agrégats précoces déjà signalés dans ces laves ;

- le fond doléritique est principalement composé d'une trame feldspathique, constituée de microphénocristaux de plagioclase dont la taille moyenne varie, selon les enclaves, de 0.1 à 0.5 mm, et qui présentent fréquemment des textures de trempe (extrémités dilacérées, sections en "boucle de ceinture"...). Cette trame inclut dans sa maille de petits cristaux de clinopyroxène, d'orthopyroxène et de magnétite, le tout étant cimenté par un peu de verre interstitiel ; ce verre, généralement coloré en brun-rosé, présente des vésicules, dans lesquelles on observe parfois de la tridymite.

L'ensemble de ces observations montre qu'à l'évidence les enclaves à texture doléritique proviennent d'un matériel volcanique proche des laves-hôtes ; on remarque néanmoins, du point de vue modal et chimique, certaines différences caractéristiques (Tableau III-4). Dans ces enclaves, en effet, les phénocristaux sont en général moins abondants et le feldspath, s'il reste la phase prédominante, l'est moins nettement. Les pyroxènes semblent également montrer une distribution

Poids %	ENCLAVES DOLERITIQUES				CUMULATS PLAGIOCLASIQUES			CUMULAT PYROXENIQUE
	Matthew		Hunter		Hunter			Hunter
	MT1B	MT14A'	HR4N	HR8G	HR4H	HR4I	HR8B	HR4L
SiO ₂	58.47	57.88	55.61	55.98	55.76	56.14	54.92	54.09
Al ₂ O ₃	15.64	15.89	14.24	14.24	16.77	16.46	15.81	7.27
Fe ₂ O ₃ *	7.20	7.60	7.89	7.34	7.60	7.60	8.18	8.28
MnO	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.16
MgO	4.98	5.52	9.05	9.79	5.60	6.04	7.95	14.47
CaO	8.74	8.93	8.09	8.23	8.98	8.80	9.18	13.54
Na ₂ O	3.57	3.45	3.04	3.10	3.14	3.27	3.03	1.21
K ₂ O	0.86	0.89	0.65	0.55	0.50	0.46	0.30	0.21
TiO ₂	0.47	0.44	0.34	0.30	0.35	0.36	0.29	0.25
P ₂ O ₅	0.23	0.20	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.09
P.F.	0.06	0.00	0.05	0.70	0.30	0.38	0.10	0.30
T O T A L	100.34	100.92	99.19	100.46	99.24	99.75	100.02	99.87
FeO	2.70	4.50	4.30	5.40	3.60	3.90	5.20	4.70
n	1607	1104	2540	3278	2707	2824	2960	1870
Vol %								
PATE	82.3	69.0	74.1	85.1	22.9*	27.3*	12.6*	
TOT.PHEN.	17.7	31.0	25.9	14.9	77.1	72.7	87.4	
FP	7.7	19.0	12.1	4.6	55.5	51.2	56.3	
CPX	7.8	6.7	5.0	3.5	9.1	12.9	12.9	54.9
OPX	1.7	2.8	5.1	2.2	11.4	7.8	16.4	14.2
OPA	0.2	0.6	0.0	0.0	1.1	0.8	1.6	
OLIV	0.3	1.9	3.7	4.6	0.0	0.0	0.2	5.9
FP/TOT.PHEN.	0.43	0.61	0.47	0.31	0.72	0.70	0.64	
CPX/TOT.PHEN.	0.44	0.22	0.19	0.23	0.12	0.18	0.15	
OPX/TOT.PHEN.	0.10	0.09	0.20	0.15	0.15	0.11	0.19	
OPA/TOT.PHEN.	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	
OLIV/TOT.PHEN.	0.02	0.06	0.14	0.31	0.00	0.00	0.00	
Fe ₂ O ₃ *	= fer total sous forme de Fe ₂ O ₃							
FeO	= FeO réel dosé sur une prise à part							
n	= nombre de points déterminés (maille carrée de 0,33 mm de côté)							
*	= dont 3 à 4 % de tridymite bien exprimée							

Tableau III-4. Compositions chimiques et modales (phénocristaux) de quelques enclaves caractéristiques de Matthew et Hunter. Analyses chimiques réalisées au Centre Armoricaïn d'Etude Structurale des Socles (Université de RENNES) par F. VIDAL, sauf en ce qui concerne FeO, dosé à l'ORSTOM-Nouméa par S. LECORVAISIER.

différente, le clinopyroxène étant dans la plupart des cas significativement plus abondant que l'orthopyroxène. Quant à l'olivine, contrairement aux autres phénocristaux, elle est généralement mieux représentée dans les enclaves doléritiques que dans les laves. De plus, d'une île à l'autre, certaines variations observées sur les laves-hôtes se retrouvent clairement au niveau des enclaves doléritiques ; le cas le plus frappant concerne les phénocristaux d'olivine, moins abondants à Matthew qu'à Hunter, tant dans les laves que dans les enclaves. Du point de vue chimique, l'acidité des enclaves est en général plus faible que celle des laves ; en outre, les enclaves doléritiques de Hunter-Nord sont nettement plus magnésiennes que celle de Matthew, ce qui traduit bien les variations de teneurs en olivine citées précédemment.

En conclusion, les enclaves à texture doléritique de Matthew et Hunter-Nord semblent correspondre à du matériel volcanique ancien, arraché par les venues andésitiques lors de leur montée vers la surface ; la composition de ce matériel enclavé, très proche de celle des laves-hôtes quoique légèrement plus basique, sa texture à la cristallinité toujours mieux exprimée, indice d'une cristallisation relativement tranquille, sa fréquence, enfin, tant dans les laves de Matthew que dans celles de Hunter-Nord, incitent à y voir des venues andésitiques précoces, qui pourraient constituer en partie le cône immergé de ces deux volcans. On remarquera que les teneurs relativement basses en phénocristaux de plagioclase de ces venues précoces semblent d'ailleurs confirmer la relation "âge/teneur en plagioclase" mise en évidence au niveau des laves émergées.

Les enclaves à texture grenue

- Les cumulats plagioclasiques

Ce type d'enclaves, bien représenté sur la coulée nord de Hunter, se caractérise par l'enchevêtrement de grandes lattes de plagioclases et de pyroxènes (Pl. 6, photo 1). Les premiers (3 à 4 mm maximum), maclés, plus ou moins zonés, sont parsemés d'inclusions vitreuses rosées, qui se disposent parallèlement aux plans de clivages ; en outre, leurs extrémités présentent très souvent des indentations et des dilacérations. Ces phénomènes, qui témoignent probablement d'un début de fusion, sont en général très accentués au contact - toujours franc - de la lave-hôte. Les clinopyroxènes et orthopyroxènes ont des dimensions sensiblement identiques (prismes de 1.4 à 2.2 mm de longueur maximum) ; ils présentent parfois les groupements parallèles déjà cités au sujet des laves et des enclaves doléritiques. Ces pyroxènes, relativement fracturés (au contraire des plagioclases) paraissent souvent profondément transformés ; il n'est pas rare, en effet, d'observer deux individus d'orientation optique différente, morcelés en nombreuses petites unités jointives à contours arrondis, imbriquées les unes dans les autres. Enfin quelques agrégats d'orthopyroxènes et de magnétite vermiculaire correspondent vraisemblablement à de l'olivine presque complètement résorbée. A côté de ces phases cristallines bien exprimées, il convient de signaler, dans ces enclaves grenues, la présence constante d'un matériel interstitiel peu abondant et irrégulièrement disposé, constitué d'un verre rosé, riche en microlites de plagioclase trempés et en vésicules où cristallise fréquemment de la tridymite.

Au point de vue composition modale (Tableau III-4), on soulignera l'importance volumétrique des feldspaths par rapport aux autres constituants, et les proportions sensiblement égales d'ortho et de clinopyroxènes, au contraire des enclaves à texture doléritique ; cette richesse en plagioclase, cependant, ne se reflète que faiblement au niveau des teneurs en Al_2O_3 .

Il est difficile, avec les données encore limitées dont nous disposons, de présenter une interprétation génétique de ces enclaves ; il nous manque en particulier des déterminations minéralogiques précises des différentes phases cristallines, ainsi que des analyses du matériel interstitiel (travaux en cours). On sait toutefois que les volcanites des séries calco-alcalines d'arcs et de marges actives sont connues pour la fréquence de leurs enclaves, xénolites et cumulats (BAKER, 1978). L'arc des Petites Antilles, en particulier, a donné lieu à des études approfondies de ces éjecta (WAGER, 1962 ; BAKER, 1968 ; LEWIS, 1973). En ce qui concerne Matthew et Hunter, il semble qu'un phénomène de cumulation dans une chambre magmatique, proche de celui invoqué par LEWIS (1973) au sujet des blocs éjectés de la Soufrière de Saint-Vincent, puisse être à l'origine de ces enclaves. Il s'agirait, dans ce cas, de cumulats plagioclasiques, le matériel interstitiel plus ou moins vitreux représentant la phase intercumulus ; le fait que celui-ci soit vésiculaire, voire scoriacé, implique d'ailleurs une baisse brutale de pression et de température, qui ne correspond guère à la montée relativement lente des laves peu fluides qui ont transporté ces enclaves. Il est donc probable que ces dernières ont subi une histoire complexe, avant d'être englobées par le matériau andésitique.

- Les cumulats pyroxéniques

Un exemplaire de ces roches a été récolté sur chacune des îles. Il s'agit de grosses enclaves de forme ovoïde, de couleur gris verdâtre et d'aspect grenu, qui atteignent 30 cm environ de grand axe : on y observe à l'œil nu deux types de pyroxènes (l'un vert, l'autre brun). Au microscope, on peut y mettre en évidence du clinopyroxène (55 % en volume dans l'échantillon récolté à Hunter, Tableau III-4), de l'orthopyroxène (14 %), de l'olivine (6 %), quelques cristaux de plagioclase et de très rares opaques (liés aux pyroxènes), le tout disposé selon une texture grenue, non litée à l'échelle de l'échantillon (Pl. 6, photo 2). Le clinopyroxène (1 à 2 mm) est maclé, fréquemment zoné ; l'orthopyroxène (1 à 2 mm) se présente souvent en groupements parallèles avec le clinopyroxène. L'olivine (1.2 mm au maximum), incluant parfois quelques fins opaques, est très généralement corrodée, et plus ou moins résorbée avec formation d'hypersthène et d'un peu de magnétite vermiculaire ; elle apparaît souvent en inclusions dans l'orthopyroxène, plus rarement dans le clinopyroxène. Le plagioclase est peu abondant et se présente sous forme de cristaux massifs (2 mm au maximum) et maclés. On observe, entre ces cristaux de pyroxènes, d'olivine et de plagioclase, une phase intercumulus, peu abondante, et assez irrégulièrement répartie, constituée de baguettes squelettiques de plagioclase (0.5 mm en moyenne ; 2 mm exceptionnellement) à textures de trempe, baignant dans un matériel vitreux interstitiel.

Du point de vue chimique, on notera les valeurs élevées en MgO et CaO, ainsi que la faible teneur en Al_2O_3 de l'enclave pyroxénique échantillonnée à Hunter (Tableau III-4), qui traduisent bien la composition minéralogique de cette roche.

Ces enclaves correspondent donc à des cumulats formés essentiellement de minéraux denses (pyroxènes et olivine), et précoces, si l'on se réfère à l'ordre de cristallisation observé dans les laves.

- L'enclave de quartz

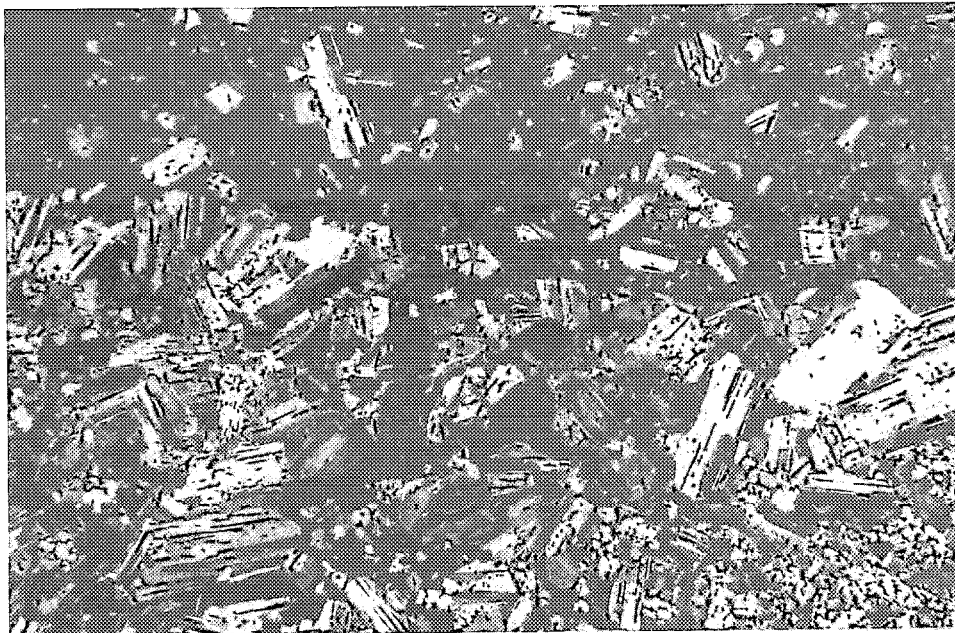
La description de cette enclave tout à fait exceptionnelle, récoltée sur la coulée nord de Hunter, sera paradoxalement très brève. Sur le terrain, elle apparaît sous forme d'un petit rectangle (5 x 1 cm) au contour extrêmement net, tranchant par sa couleur claire sur le fond plus sombre de l'andésite ; au microscope, on voit qu'elle est exclusivement constituée de quartz grenu, en cristaux xénomorphes (taille maximum : 1.2 mm), coalescents, et montrant une microfracturation très importante (Pl. 6, photo 3). L'origine et la signification de cette enclave demeurent énigmatiques. Elle peut provenir du socle, de nature inconnue, sur lequel s'est édifié Hunter ; mais il s'agit plus vraisemblablement d'un fragment arraché à un niveau quelconque du cône volcanique ; de la silice peut en effet se déposer lors de la concentration des substances volatiles, liées au stade final de la solidification d'un magma.

CONCLUSION

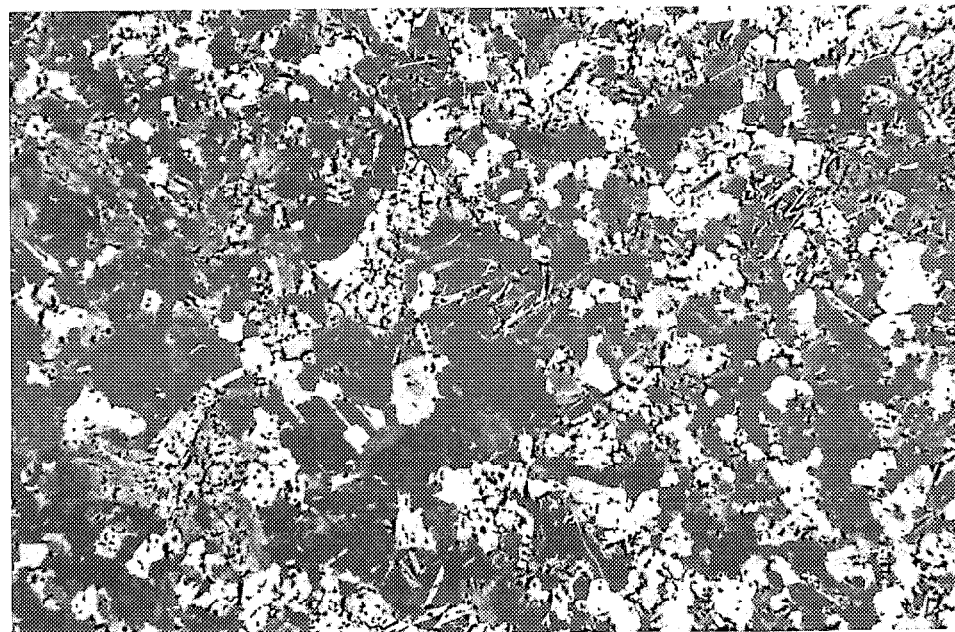
Cette étude préliminaire des caractères morphologiques, structuraux, pétrographiques et géochimiques des volcans Matthew et Hunter a permis de mettre en lumière certains points importants qui vont être brièvement rappelés ici.

Ces deux volcans actifs, distants de 70 km, sont situés sur une chaîne ouest-est affectée par d'importants accidents subméridiens.

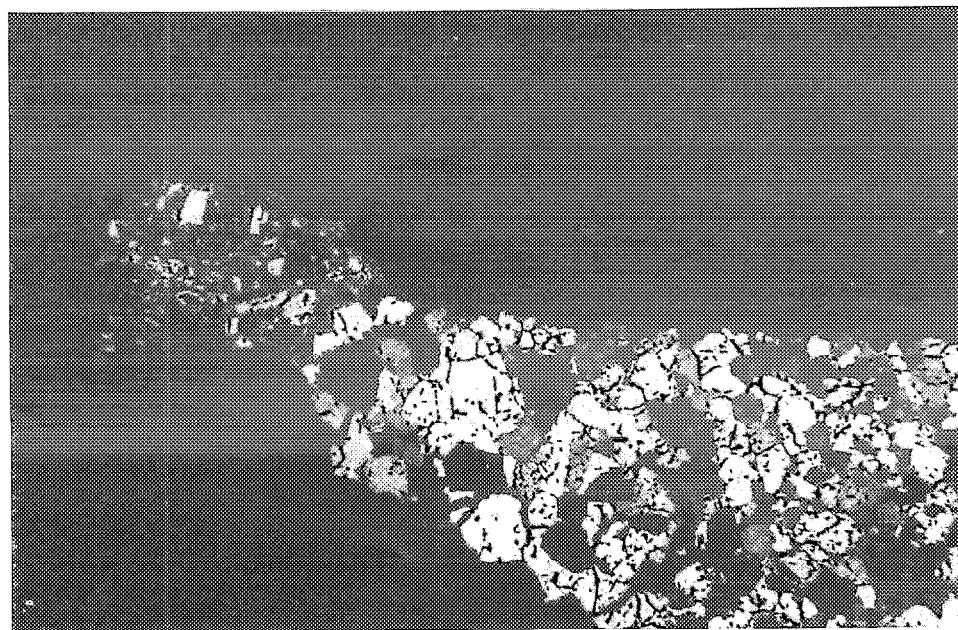
Planche 6 . Microphotographies de lames minces ; 1 : Andésite porphyrique à deux pyroxènes, incluant un cumulat plagioclasiq (Hunter, échantillon HR8B) ; 2 : Cumulat pyroxénique enclavé dans l'andésite de Hunter (échantillon HR4L) ; 3 : petit bloc de quartz grenu enclavé dans l'andésite de Hunter (échantillon HR5A) ; microphotographies A. POUTCHKOVSKY/M. MONZIER (clichés ORSTOM) ; grossissement de l'ordre de 10 fois ; nicols croisés.



1



2



3

Leur volume respectif comparable (de l'ordre d'une douzaine de km³), la nature presque identique des laves qui les constituent (andésites acides à deux pyroxènes), leur chimisme très voisin, sont autant d'observations qui suggèrent un âge, une genèse et une évolution magmatique très similaires.

Le caractère calco-alkalin des laves de ces deux volcans actifs s'accorde bien avec un volcanisme d'arc insulaire lié au fonctionnement d'une zone de subduction. Compte tenu des similitudes soulignées précédemment, il est probable que le plan de Benioff correspondant à cette zone de subduction se trouve sensiblement à la même profondeur à l'aplomb des deux volcans.

On remarquera enfin le caractère singulier de ces deux édifices par rapport à ceux de l'arc volcanique récent des Nouvelles-Hébrides ; ces derniers montrent en effet une nette prédominance des basaltes sur les laves intermédiaires (GORTON, 1974, 1977) ; de plus, la présence d'enclaves doléritiques et de cumulats n'a jamais - à notre connaissance - été signalée ailleurs dans cet arc avec une telle fréquence ; elle confère ainsi un intérêt tout particulier à l'étude pétrogénétique de Matthew et Hunter ; celle-ci, abordée sous l'angle de l'analyse minéralogique par microsonde et de la géochimie des éléments-traces (données en cours d'acquisition), devrait permettre - en quantifiant et modélisant les processus magmatiques - de mieux cerner la genèse de ces deux volcans.

Nous tenons à remercier C. LEFEVRE pour la lecture critique de cet article.

Manuscrit remis en février 1980

Manuscrit révisé en juillet 1980

ANNEXES

ANNEXE I :

(1) : Nous présentons ici les résultats obtenus à la suite d'une mission de terrain réalisée du 5 au 15 juin 1978 (avec l'aide du N.O. VAUBAN/ORSTOM-Nouméa ; Commandant P. FURIC), complétée par une reconnaissance photographique aérienne (6 juin 1979 : NEPTUNE P2H de l'Aéronavale, Tontouta ; Commandant THOINET DE LA TURMELIERE). A l'heure actuelle (Janvier 1980), nous ne disposons que des observations pétrographiques sur lames minces et des analyses chimiques d'éléments majeurs. Cette note, dont les conclusions seront reprises à la lumière des résultats des travaux en cours (étude minéralogique par microsonde, géochimie des éléments-traces, missions complémentaires d'échantillonnage à Matthew et Hunter), n'a donc qu'un caractère partiel.

(2) : La position exacte de ces îles n'est pas connue ; on trouvera ci-dessous un tableau donnant les différentes latitudes et longitudes proposées :

	MATTHEW	HUNTER
Admiralty Chart 2904	22° 20' 12" S 171° 18' 44" E	22° 24' 2" S 172° 3' 29" E
FISHER (1957) citant l'Admiralty Chart 2904	22° 20' 00" S 171° 19' 00" E	22° 24' 00" S 172° 3' 00" E
Carte marine n° 2032 (Version française de l'Admiralty Chart 2904)	22° 20' 12" S 171° 18' 44" E (Gr)	22° 24' 2" S 172° 5' 15" E (Gr)
Instructions nautiques (fascicule de correction, 1977)	22° 22' 55" 171° 21' E	-

ANNEXE II :

Echantillonnage du piton est (Matthew, édifice oriental)

Site MT1... Lave grise compacte contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; base de la coulée supérieure de la face nord (débit prismatique grossier subvertical).

Site MT2... Lave rougeâtre : épaisse passée de lave en blocs, sous la coulée supérieure de la face nord (blocs anguleux décimétriques à métriques).

Site MT3... Lave grise compacte contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; grande paroi de la face ouest (pas de débit prismatique, mais de grandes cassures conchoïdales et craquelures).

Site MT4... Lave compacte de teinte foncée, relativement vitreuse, contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; blocs métriques éboulés au pied de la face ouest.

Site MT5... Lave compacte vitreuse noire, sans enclaves apparentes ; dykes nord-sud subverticaux, de 20 à 40 cm de puissance, présentant un débit prismatique subhorizontal ; face ouest, à l'aplomb des vestiges de l'ancien cratère.

Site MT6... Lave compacte gris-clair, contenant de nombreuses enclaves centimétriques à décimétriques ; face ouest, éboulis sous l'exutoire de l'ancien cratère.

Site MT7... Lave compacte grise avec enclaves centimétriques à décimétriques ; grands dykes nord-sud subverticaux, épais de plusieurs mètres, constituant la paroi surplombant l'épaule de la face ouest.

Site MT8... Fraction fine cimentant une brèche chaotique, à éléments de lave rougeâtre de taille variable, parfois métrique ; passée bréchique dans la partie supérieure de l'épaule de la face ouest.

Site MT9... Lave compacte grise contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; dykes nord-sud subverticaux, puissants de 0,20 à 1,80 m, avec bordures figées nettement vitreuses, présentant une microprismation subhorizontale. Partie médiane de l'épaule de la face ouest.

Site MT10... Lave compacte grise contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; coulée basale de l'épaule de la face ouest (débit prismatique assez net, subvertical).

Site MT11... Lave compacte grise contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; coulée basale de la face nord (débit prismatique assez net, subvertical).

ANNEXE III :

Echantillonnage des barres rocheuses bordant l'isthme (Matthew, édifice oriental)

Site MT12... Lave très légèrement vésiculaire, grise, contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; versant est, en pente douce, de la barre rocheuse nord.

Site MT13... Lave très légèrement vésiculaire, grise, contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; versant ouest, abrupt, de la barre rocheuse nord (débit prismatique subvertical).

Site MT14... Lave très légèrement vésiculaire, grise, contenant des enclaves centimétriques à décimétriques ; versant ouest, abrupt, de la barre rocheuse sud (débit prismatique subvertical).

ANNEXE IV :*Echantillonnage de l'édifice occidental de Matthew.*

Site MT15... Dépôts fumerolliens (gypse, oxydes de fer...) et lave gris-beige ; fumerolle à vapeur d'eau dominante, jaillissant sous un bloc métrique de lave situé sur la lèvre du cratère central.

Site MT16... Coupe de 4 m de hauteur, allant de la lave interne légèrement vésiculaire, gris-rougeâtre, à enclaves centimétriques, à la lave externe, scoriacée, rougeâtre, présentant parfois de petits cristaux d'oligiste ; partie superficielle, décapée par la mer, de la coulée nord-ouest (on observe un débit de la lave en couches décimétriques parallèles à la surface supérieure de la coulée, ainsi qu'un litage centimétrique, perpendiculaire au flux, et probablement dû à une émission pulsée du magma).

Site MT17... Lave scoriacée jaunâtre : partie superficielle de la coulée nord-ouest.

Site MT18... Lave grise légèrement vésiculaire provenant d'un bloc métrique anguleux à patine gris-blanchâtre ; lèvre du cratère central.

Site MT19... Soufre et lave altérée à la bouche de solfatares très actives (jets bruyants) ; tranchée ouest-est.

Site MT20... Lave grise légèrement vésiculaire ; paroi verticale de la tranchée ouest-est, au fond du cratère ouvert dans les blocs éboulés.

Site MT21... Dépôts fumerolliens bigarrés (gypse, oxydes de fer...) sous un bloc métrique de lave (pas de dégagement gazeux notable) ; tranchée ouest-est, au fond du cratère ouvert dans les blocs éboulés.

Site MT22... Dépôt d'une fumerolle peu active (gypse, soufre...) située sous un bloc métrique de lave ; tranchée nord-ouest/sud-est, dans la descente vers l'isthme.

Site MT23... Lave gris-rougeâtre légèrement vésiculaire ; paroi basale, à patine brunâtre, du piton sud (prismation subverticale grossière).

Site MT24... Lave grise légèrement vésiculaire, contenant d'assez nombreuses enclaves centimétriques ; parois verticales surplombant le puits au fond de la tranchée radiale.

Site MT25... Lave grise, légèrement vésiculaire, contenant quelques enclaves centimétriques, recouverte par de la lave scoriacée rougeâtre (faciès identiques à ceux observés au site MT16) ; lave altérée, verdâtre, le long de certaines fissures (action de fumerolles actuellement inactives) ; escarpement dû à l'érosion marine, à la base du cône, près de l'anse nord.

ANNEXE V :*Echantillonnage de l'extrémité septentrionale de Hunter.*

Site HR1... Lave grise très similaire à celles observées à Matthew ; falaise grise (diaclasage nord-sud subvertical intense) bordant la rive droite du grand couloir, au-dessus de la coulée nord.

Site HR2... Lave épigénisée en silice, à la bouche d'une petite fumerolle exhalant de la vapeur d'eau ; sommet de la coulée nord.

Site HR3... Soufre provenant d'une solfatare active, située dans l'encaissant de la coulée nord, à proximité du contact avec la partie supérieure de cette dernière ; la solfatare est établie sur des diaclases nord-sud subverticales, et les dépôts de soufre couvrent environ 50 m².

Site HR4... Lave grise pratiquement identique à celles reconnues à Matthew, contenant de nombreuses enclaves de forme, couleur, aspect très variables, dont la taille oscille entre 3 et 30 cm (moyenne 10 cm) ; partie inférieure de la coulée nord (la lave présente un modelé caractéristique d'un début d'érosion par les embruns et la mer : nombreuses vasques, plus ou moins profondes, séparées par des arêtes arrondies).

Site HR5... Lave de type habituel, contenant quelques enclaves (et en particulier une petite enclave de 5 x 1 cm constituée exclusivement de quartz) ; toit de la coulée nord (on observe comme à Matthew - site MT16 - un litage centimétrique à décimétrique, perpendiculaire au flux de la coulée et caractérisé par des alternances rougeâtres et noirâtres).

Site HR6... Lave grise, très tenace, plus sombre et moins riche en phénocristaux et enclaves que celles appartenant à la coulée nord ; paroi bordant la rive gauche du grand couloir (prismation subverticale). Au pied de la paroi, 2 m au-dessus du niveau de la mer, un replat rocheux semble témoigner d'une surrection de cette partie de l'île.

Site HR7... Gypse plus ou moins bien cristallisé et produits ferrugineux, cimentant une brèche d'éboulis à éléments métriques de lave ; une circulation d'eau minéralisée, encore active actuellement, en provenance de la partie supérieure de la coulée nord, est à l'origine des dépôts cimentant la brèche.

Site HR8... Lave grise présentant les mêmes caractéristiques que celle du site HR4 ; on note de nombreuses enclaves, de 5 à 20 cm, de forme, couleur, et aspect très variables ; partie inférieure de la coulée nord (le modelé dû aux embruns et à l'érosion marine est identique à celui observé en HR4).

ANNEXE VI :

Compositions modales (vol. % phénocristaux) et densités apparentes des andésites de
Matthew et Hunter

Ech.	n	PATE	TP	FP	CPX	OPX	OPA	OLIV	FP TP	CPX TP	OPX TP	OPA TP	OLIV TP	d
<u>Matthew, édifice oriental : piton est</u>														
MT1A	3047	67.5	32.5	20.6	6.6	4.4	0.9	0.0	0.63	0.20	0.14	0.03	0.00	2.67
MT1C	3471	66.1	33.9	22.7	5.6	4.5	0.9	0.2	0.67	0.16	0.13	0.03	0.01	2.50
MT3	4103	67.1	32.9	24.1	4.7	3.3	0.8	0.0	0.73	0.14	0.10	0.03	0.00	2.74
MT4A	3405	63.9	36.1	24.8	5.8	4.2	1.3	tr	0.69	0.16	0.11	0.04	0.00	2.72
MT4B	3460	62.5	37.5	25.9	6.3	4.2	1.1	0.0	0.69	0.17	0.11	0.03	0.00	2.72
MT4C	3631	63.5	36.5	25.3	5.9	4.3	1.0	0.0	0.69	0.16	0.12	0.03	0.00	2.65
MT5	3801	67.9	32.1	23.0	4.4	3.7	1.0	0.0	0.71	0.14	0.12	0.03	0.00	2.70
MT6A	3387	62.9	37.1	26.7	6.2	3.2	1.0	0.0	0.72	0.17	0.08	0.03	0.00	nd
MT7A (1)	3420	69.1	30.9	20.6	5.1	4.3	0.9	0.0	0.67	0.16	0.14	0.03	0.00	nd
MT7B	3472	71.2	28.8	19.5	4.9	3.6	0.8	0.0	0.68	0.17	0.12	0.03	0.00	2.67
MT7C	3342	72.2	27.8	18.0	4.8	3.1	0.8	1.1	0.65	0.17	0.11	0.03	0.04	nd
MT9A	3311	65.4	34.6	21.9	6.2	4.8	0.7	1.0	0.63	0.18	0.14	0.02	0.03	nd
MT9B (1)	3422	68.4	31.6	15.3	9.1	4.2	1.2	1.8	0.48	0.29	0.13	0.04	0.06	nd
MT10 (1)	3072	64.2	35.8	22.4	6.9	4.5	0.8	1.2	0.63	0.19	0.13	0.02	0.03	2.68
MT11A	3284	67.2	32.8	21.3	6.3	3.9	1.0	0.3	0.65	0.19	0.12	0.03	0.01	nd
MT11C	3554	68.4	31.6	19.3	6.7	4.1	1.2	0.3	0.61	0.21	0.13	0.04	0.01	nd
<u>Matthew, édifice oriental : barres rocheuses bordant l'isthme</u>														
MT12	3604	63.7	36.3	27.0	4.9	3.2	0.7	0.5	0.74	0.14	0.09	0.02	0.01	nd
MT13A	3409	64.5	35.5	21.9	7.8	3.8	1.1	0.9	0.62	0.22	0.11	0.03	0.02	2.73
MT13B (1)	3471	63.0	37.0	25.4	6.1	4.4	0.7	0.4	0.69	0.16	0.12	0.02	0.01	2.65
MT14A	2996	63.4	36.6	25.6	6.5	3.3	0.5	0.7	0.70	0.18	0.09	0.01	0.02	nd
MT14B	3107	67.5	32.5	20.6	7.2	3.5	1.0	0.2	0.63	0.22	0.11	0.03	0.01	2.69
<u>Matthew, édifice occidentale</u>														
MT15C	3412	58.9	41.1	30.6	5.6	4.1	0.8	0.0	0.74	0.14	0.10	0.02	0.00	nd
MT16A	2958	58.4	41.6	31.2	5.6	3.6	1.1	0.1	0.75	0.13	0.09	0.03	0.00	nd
MT16B (1)	2539	62.3	37.7	29.2	3.6	3.7	1.1	0.1	0.77	0.10	0.10	0.03	0.00	2.45
MT16C	3105	60.9	39.1	28.5	5.9	3.8	0.8	0.1	0.73	0.15	0.10	0.02	0.00	nd
MT16D	3029	53.4	46.6	32.6	7.9	4.5	1.2	0.4	0.70	0.17	0.10	0.02	0.01	nd
MT16E	2940	60.6	39.4	28.3	6.0	4.0	1.1	tr	0.72	0.15	0.10	0.03	0.00	nd
MT17	2392	67.7	32.3	21.6	5.5	4.2	0.7	0.3	0.67	0.17	0.13	0.02	0.01	nd
MT20	3355	54.3	45.7	32.8	6.6	5.1	1.2	0.0	0.72	0.14	0.11	0.03	0.00	nd
MT20'	3184	57.0	43.0	30.0	6.3	5.2	1.5	0.0	0.70	0.15	0.12	0.03	0.00	nd
MT23A	3046	58.1	41.9	30.1	6.5	4.5	0.5	0.3	0.72	0.15	0.11	0.01	0.01	nd
MT23B	3227	62.7	37.3	22.4	9.7	4.1	1.0	0.1	0.60	0.26	0.11	0.03	0.00	nd
MT24A (1)	3540	59.8	40.2	28.7	6.3	4.0	0.8	0.4	0.71	0.16	0.10	0.02	0.01	2.65
MT24A (2)	3312	59.8	40.2	28.9	5.5	4.3	0.8	0.7	0.72	0.14	0.10	0.02	0.02	2.65
MT24B	2849	59.0	41.0	26.1	8.2	5.1	1.0	0.6	0.64	0.20	0.12	0.02	0.02	2.65
MT24C	3399	58.5	41.5	28.1	7.7	3.8	0.7	1.2	0.68	0.18	0.09	0.02	0.03	2.67
MT25A	2853	64.1	35.9	23.2	7.7	3.9	0.9	0.2	0.65	0.21	0.11	0.02	0.01	nd
<u>Hunter, extrémité septentrionale</u>														
HR1	3961	61.8	38.2	24.4	8.1	4.2	0.6	0.9	0.64	0.21	0.11	0.02	0.02	2.82
HR4A	3487	57.5	42.5	28.2	7.7	4.9	0.3	1.4	0.66	0.18	0.12	0.01	0.03	2.82
HR4B	4434	61.6	38.4	22.6	7.9	5.7	0.5	1.7	0.59	0.21	0.15	0.01	0.04	2.82
HR4C (1)	3668	60.3	39.7	23.3	6.5	5.5	0.5	3.9	0.59	0.16	0.14	0.01	0.10	2.82
HR6	4253	67.7	32.3	18.3	7.1	4.7	0.6	1.6	0.56	0.22	0.15	0.02	0.05	2.79
HR8A	3700	63.8	36.2	22.2	6.9	4.5	0.4	2.2	0.61	0.19	0.13	0.01	0.06	2.68
<p>n = nombre de points déterminés (maille carrée de 0.33 mm de côté)</p> <p>TP = total des phénocristaux - FP = feldspath plagioclase - CPX = clinopyroxène - OPX = orthopyroxène</p> <p>OPA = magnétite - OLIV = olivine (tr = traces)</p> <p>d = densité apparente (nd = non déterminée)</p>														

ANNEXE VII :

Compositions chimiques (éléments majeurs) des andésites de Matthew
et Hunter

Ech.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ *	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	P.F.	TOTAL	FeO
<u>Matthew, édifice oriental : piton est</u>													
MT1C	60.50	16.55	6.45	0.10	3.54	7.42	3.88	0.99	0.44	0.18	0.00	100.05	3.80
MT3	61.03	16.66	6.28	0.11	3.36	7.19	3.88	1.00	0.43	0.18	0.00	100.12	3.50
MT5	61.00	16.20	6.36	0.10	3.46	7.08	4.60	0.96	0.43	0.17	0.30	100.66	3.50
MT7B	59.71	15.87	6.44	0.11	3.77	7.47	3.65	1.04	0.44	0.18	0.11	98.79	3.80
MT10	60.48	15.44	6.56	0.11	4.46	7.36	3.80	0.97	0.42	0.17	0.00	99.77	3.70
MT11A	60.62	16.03	6.25	0.10	4.27	7.27	3.95	1.02	0.42	0.17	0.14	100.24	3.50
<u>Matthew, édifice oriental : barres rocheuses bordant l'isthme</u>													
MT13A	59.97	16.20	6.55	0.11	4.18	7.55	3.77	0.97	0.42	0.18	0.08	99.98	3.10
MT14B	60.36	16.21	6.57	0.10	4.10	7.56	3.90	1.00	0.43	0.18	0.04	100.45	3.50
<u>Matthew, édifice occidental</u>													
MT16B	61.96	16.12	5.90	0.10	2.71	6.70	4.35	0.92	0.40	0.13	0.76	100.05	2.10
MT20	63.02	16.35	5.64	0.19	2.93	6.40	4.22	0.97	0.40	0.13	0.08	100.33	2.70
MT23B	60.84	16.25	6.02	0.10	3.66	7.24	4.15	0.82	0.39	0.13	0.25	99.85	3.10
MT24A	61.03	15.89	6.38	0.20	3.94	7.22	3.89	0.88	0.41	0.14	0.12	100.10	3.70
MT24B	61.12	15.96	6.19	0.10	3.68	7.04	3.92	0.86	0.40	0.12	0.10	99.49	3.60
MT24C	61.60	15.63	6.17	0.11	3.81	7.02	4.03	0.86	0.40	0.13	0.10	99.86	3.30
MT25A	61.15	16.00	6.30	0.10	3.64	7.10	3.90	0.85	0.41	0.13	0.10	99.68	3.70
<u>Hunter, extrémité septentrionale</u>													
HR1	61.24	15.38	5.85	0.10	4.02	6.70	3.70	0.97	0.36	0.13	0.08	98.53	4.40
HR4A	60.22	15.24	6.20	0.10	5.52	7.00	3.71	0.94	0.37	0.13	0.03	99.46	3.80
HR4B	60.46	15.83	6.27	0.10	5.44	7.12	3.59	0.96	0.36	0.13	0.00	100.26	4.00
HR4C	60.28	15.63	6.28	0.11	5.13	6.97	3.72	0.95	0.36	0.13	0.02	99.58	3.30
HR6	61.68	14.96	5.82	0.10	4.69	6.86	3.68	0.88	0.34	0.12	0.20	99.33	3.00
HR8A	60.42	15.68	6.22	0.10	5.39	7.02	3.79	0.94	0.36	0.14	0.34	100.40	3.30
<p>Fe₂O₃* = fer total sous forme de Fe₂O₃ FeO = FeO réel dosé sur une prise à part</p>													
<p>Les analyses ont été réalisées au Centre Armoricaïn d'Etude Structurale des Socles (Université de RENNES) par F. VIDAL. Na₂O et MgO ont été analysés par Absorption atomique après dissolution de 10 mg de roche dans HF-HClO₄. Les autres éléments (Al, Si, P, Ca, Ti, Mn, Fe, K) ont été dosés par Fluorescence X, sous forme de perles au tétraborate de Lithium dopé au Lanthane. Tout le fer est exprimé sous forme de Fe₂O₃. FeO a été dosé sur une prise à part à l'ORSTOM-Nouméa (analyste S. LECORVAISIER).</p>													