

V 006

ALBUM PHOTOGRAPHIQUE DE COULEES META-ULTRAMAFIQUES SOUS-MARINES ARCHEENNES DANS LE SILLON DE LA MOTTE-VASSAN

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 



**MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES**

**DIRECTION GÉNÉRALE
DES MINES**

GÎTES MINÉRAUX

**ALBUM PHOTOGRAPHIQUE DE COULÉES
MÉTA-ULTRAMAFIQUES SOUS-MARINES
ARCHÉENNES DANS LE SILLON
DE LA MOTTE-VASSAN**

**PHOTOGRAPHIC ALBUM OF SUBMARINE
ARCHEAN META-ULTRAMAFIC FLOWS
IN THE LA MOTTE-VASSAN BELT**

1978

L. IMREH

AVERTISSEMENT

L'équipe de numérisation tient à informer le lecteur qu'il y a des erreurs dans la pagination. Le document est donc complet. Les pages blanches ont été enlevées.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES

ALBUM PHOTOGRAPHIQUE DES COULEES META-ULTRAMAFIQUES SOUS-MARINES
ARCHEENNES DANS LE SILLON DE LA MOTTE-VASSAN

PHOTOGRAPHIC ALBUM OF SUBMARINE ARCHEAN META-ULTRAMAFIC
FLOWS IN THE LA MOTTE-VASSAN BELT

L. Imreh
1978

TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

	Page
AVANT-PROPOS / <i>FOREWORD</i>	1
Objectifs / <i>Objectives</i>	3
Plan de présentation / <i>Presentation scheme</i>	6
Remerciements / <i>Acknowledgments</i>	8
RAPPEL GEOLOGIQUE / <i>GEOLOGICAL SUMMARY</i>	9
Cadre général / <i>General setting</i>	9
Cadre régional / <i>Regional setting</i>	11
Evolution précinématique du sillon de La Motte-Vassan / <i>Pre-cinematic evolution of the La Motte-Vassan belt</i>	14
Aperçu pétrochimique / <i>Petrochemical notes</i>	15
Aspects pétrographiques / <i>Petrographic aspect</i>	25
MORPHO-FACIOLOGIE / <i>MORPHO-FACIOLOGY</i>	27
Description des principaux types de coulée / <i>Description of principal types of flow</i>	27
Coulées massives / <i>Massive flows</i>	28
Coulées à deux zones / <i>Bi-zonal flows</i>	29
Coulées en mégacoussins / <i>Large pillow flows</i>	30
Bordures brécholdes / <i>Brecciated rims</i>	31
Bordures minces / <i>Thin rims</i>	32
Coulées à coussins métapicritiques / <i>Flows with metapicritic pillows</i> ...	33
Coulées à coussins craquelés / <i>Fractured pillow flows</i>	34
Planches photographiques / <i>Photographic plates</i>	35
Séquence inférieure du groupe de La Motte-Vassan / <i>Lower sequence of the La Motte-Vassan Group</i>	38-47
Séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan / <i>Middle sequence of the La Motte-Vassan Group</i>	48-81
Séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan / <i>Upper sequence of the La Motte-Vassan Group</i>	82-95
Groupe de Jacola / <i>Jacola Group</i>	96-103
Groupe de Pontiac / <i>Pontiac Group</i>	104-119
CONCLUSION / <i>CONCLUSION</i>	120
BIBLIOGRAPHIE / <i>BIBLIOGRAPHY</i>	122
ANNEXE - Analyses chimiques / <i>APPENDIX - Chemical analyses</i>	129

FIGURES / FIGURES

	Page
1 - Localisation de la région étudiée et géologie régionale / <i>Location of the study area and regional geology</i>	4
2 - Synthèse géologique du sillon de La Motte-Vassan et de son avant-pays / <i>Geological synthesis of the La Motte-Vassan belt and its foreland</i>	13
3 - Coupes lithostratigraphiques virtuelles redressées du sillon de La Motte-Vassan / <i>Diagrammatical lithostratigraphic sections of the La Motte-Vassan belt</i>	17
4 - Localisation des coupes de la figure 3 / <i>Location of sections of Figure 3</i>	18
5 - Diagramme $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ de Kuno des metabasaltes du sillon de La Motte-Vassan / <i>Kuno's $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ diagram of metabasalts in the La Motte-Vassan belt</i>	20
6 - Diagramme AMF des métavolcanites non ultramafiques / <i>AMF diagram of non ultramafic metavolcanites</i>	20
7 - Diagramme ternaire $Al_2O_3/(FeO+Fe_2O_3)/MgO$ des métavolcanites / <i>Ternary diagram $Al_2O_3/(FeO+Fe_2O_3)/MgO$ of the metavolcanites</i>	22
8 - Diagramme ternaire $Al_2O_3/CaO/MgO$ des métavolcanites / <i>Ternary diagram $Al_2O_3/CaO/MgO$ of the metavolcanites</i>	23

TABLEAU / TABLE

1 - Lithostratigraphie synoptique du sillon de La Motte-Vassan et de son avant-pays / <i>Synoptic lithostratigraphy of the La Motte-Vassan belt and its foreland</i>	16
--	----

AVANT-PROPOS / FOREWORD

Les géologues italiens ont été les premiers à reconnaître l'existence de coulées ultramafiques. Aujourd'hui, après un siècle, on redécouvre, dans les Boucliers de l'Australie, de l'Afrique du Sud et du Canada, que la plupart des amas ultramafiques qu'on tenait pour intrusifs sont formés de laves. Au Québec, les travaux de L. Imreh dans la région de La Motte-Vassan, au nord-ouest de Val-d'Or, travaux commencés en 1972, ont révélé un exemple spectaculaire d'épanchements ultramafiques. Les polarités, qu'on a pu obtenir à la faveur de cette nouvelle interprétation, ont permis de définir un anticlinal majeur et de proposer une nouvelle stratigraphie conforme à l'évolution du sillon.

Après 5 ans de travaux, l'auteur, par souci didactique, a voulu faire profiter de son expérience de terrain les géologues appelés à étudier des formations semblables. Les photos, qu'il présente ici, ont donc pour but

Italian geologists were the first to discover the existence of ultramafic flows. After one century, most of the ultramafic units which were described as intrusive, in the Australian, South African and Canadian Shields, are now reclassified as flows. In Québec, L. Imreh's work, initiated in 1972, showed that the La Motte-Vassan area, northwest of Val-d'Or, is a spectacular example of ultramafic flows. Due to the determination of flow tops made possible by the new interpretation, a major anticline was outlined, and a new stratigraphy was proposed, consistent with the evolution of the belt.

After 5 years of work, with a didactic purpose in mind, the author endeavoured to make geologists, eventually liable to study similar formations, benefit from his field experience. Photos in this album are presented to

Translated from the French

de familiariser les géologues avec, en particulier, les éléments qui servent à différencier les coulées et à en déterminer la polarité.

Jean Dugas

familiarize geologists in particular with the elements used to differentiate the flows and determine their top.

Jean Dugas

OBJECTIFS

Il serait opportun, avant d'aborder les objectifs de cet album, de préciser que la composition chimique des coulées ultramafiques varie entre celle d'une dunite et celle d'une picrite. La plupart des coulées sont comprises dans le champ des péridotites. Leur ensemble forme, avec les termes basaltiques, une suite complète "komatiitique" dont la caractéristique est l'enrichissement progressif en magnésie. Le préfixe "méta" s'impose en raison de la remobilisation causée principalement par l'autopneumatolyse, l'autohydratation et l'hydratation pénécontemporaines à la mise en place et aux agents remobilisateurs ultérieurs (métamorphisme polyphasé). La distinction entre ultramafites et ultrabasites est celle précisée par J.P. Wyllie (1967)*.

Le présent album, qui expose les traits morpho-faciologiques des coulées méta-ultramafiques sous-marines archéennes de l'Abitibi-Est méridional (figure 1), a plusieurs objectifs:

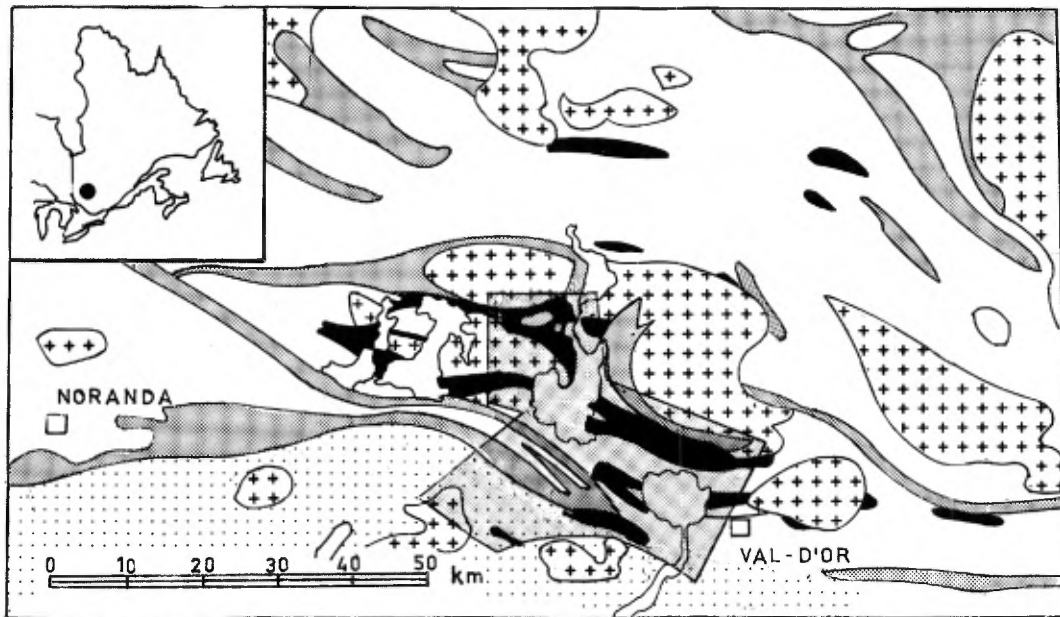
- Il vise à démontrer l'importance de la séparation cartographique entre les divers types morpho-faciologiques dont nous ne présentons que les variétés fondamentales.

OBJECTIVES

Before dealing with the objectives of this album, it would be advisable to note that the ultramafic flows vary in composition from a dunite to a picrite. Most flows are in the range of peridotites. Together with the basaltic units, they form a comprehensive "komatiitic" sequence, the characteristic of which is a progressive enrichment in magnesia. The prefix "meta" should be used on account of the remobilization due mainly to autopneumatolysis, autohydratation, and hydratation penecontemporaneous with the emplacement, and late remobilizing agents (polyphase metamorphism). We use the distinction between ultramafites and ultrabasites as described by J.P. Wyllie (1967)*.

This album, which shows the morpho-faciologic aspects of Archean, submarine, meta-ultramafic flows of southern Abitibi-East, has several objectives:

- It aims to show the importance of differentiating mapping units of the various morpho-faciological types, only the fundamental varieties of which are presented.



PROTEROZOÏQUE / PROTEROZOIC

Dykes de diabase — non représentés sur la figure

Diabase dykes — not shown on Figure

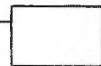
ARCHEEN / ARCHEAN

Intrusions acides indifférenciées



Undifferentiated acid intrusions

Formations métavolcaniques surtout basaltiques



Mainly basaltic metavolcanic units

Formations méta-ultramafiques indifférenciées, surtout épanchements serpentinitiques (*sensu lato*)



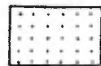
Undifferentiated meta-ultramafic units, mainly meta-ultramafic flows (*sensu lato*)

Formations métasédimentaires indifférenciées



Undifferentiated metasedimentary units

Formations métasédimentaires du Pontiac



Pontiac metasedimentary units

FIGURE 1 - Localisation et cadre géologique de la région étudiée.
Location and general geology of the area under study.

* D'après la carte du Québec de A.F. Laurin (1969), modifiée et simplifiée

- Il a également pour but de faire voir la fréquence et la distribution des divers types morpho-faciologiques au cours de l'évolution d'un sillon archéen typique.
- Il suggère l'implication géologique de l'évolution du volcanisme déjà soulignée ailleurs (IMREH, 1974, 1975, 1976) et dont l'universalité fut soulignée par ANHAEUSER (1976, p. 29).
- It also aims to visualize the frequency and distribution of the various morpho-faciological types during the evolution of a typical Archean belt.
- It suggests the economic mineral implication of the volcanism evolution, already noted (IMREH, 1974, 1975, 1976) and universally recognized by ANHAEUSER (1976, p. 29).

* Nous adoptons le concept de P.J. Wyllie (1967, p. 2) qui peut se rendre ainsi: *Les termes ultramafique et mafique tendent à être employés dans un sens chimique comme dans leur signification minéralogique définie. C'est dommage. Les magmas basiques et ultrabasiques peuvent, en se solidifiant, donner des roches mafiques et ultramafiques; les termes de magmas mafiques et ultramafiques sont toutefois employés à tort, à moins d'une redéfinition qui embrasserait la chimie comme la minéralogie.*

* We use here the concept put forward by P.J. Wyllie (1967, p. 2): *There is a tendency for the terms ultramafic and mafic to be used in a chemical sense as well as in their defined mineralogical sense. This is unfortunate. Basic and ultrabasic magmas may crystallize to yield mafic and ultramafic rocks, but it is incorrect to refer to mafic and ultramafic magmas, unless these terms are redefined to embrace chemistry as well as mineralogy.*

PLAN DE PRESENTATION

Nous consacrons d'abord un chapitre au rappel de la géologie des entités du sillon de La Motte-Vassan et de son avant-pays (voir p. 16) et un autre aux principaux types de coulées ultramafiques qu'on y rencontre, ce qui permettra de saisir les relations causales de celles-ci avec leurs positions lithostratigraphiques. Les implications théoriques, dont plusieurs n'affectent en rien la réalité de terrain, sont laissées à l'écart. En effet, la notion même de roches effusives ultramafiques est depuis si peu de temps acceptée qu'il est prématuré d'élaborer sur la nomenclature et la classification, encore en voie de développement*.

Suivra ensuite la morpho-faciologie proprement dite. Celle-ci est illustrée par les coulées ultramafiques rencontrées dans les groupes de La Motte-Vassan, de Jacola et de Pontiac. Elle n'est pas fournie pour

* A cet égard, il est significatif de se rappeler les divergences de nomenclature, de classification et d'interprétation de genèse des familles des roches ignées même si celles-ci sont étudiées depuis quasiment la naissance de la pétrologie. Voir à ce propos Streckeisen (1967), Amstutz (1968), Rittman (1963).

PRESENTATION SCHEME

First, a chapter will be devoted to sum up the geology of the various units of the La Motte-Vassan belt and of its foreland, whereas another chapter will deal with the main types of ultramafic flows. This will help to grasp the causal relationships between these units and their lithostratigraphic positions. The theoretical implications, several of which do not affect in any way the field evidence, are set aside. Indeed, the very notion of ultramafic effusive rocks has been accepted for such a short time that it is premature to elaborate on their nomenclature and classification, which are still being worked out*.

The morpho-faciology proper, which follows, illustrates the ultramafic flows observed in the La Motte-Vassan, the Jacola and the Pontiac Groups. It is not illustrated for the flows of

* In that respect, it is appropriate to bear in mind the divergence in the nomenclature, classification and interpretation of the genesis of the various families of igneous rocks, even though these rocks have been studied almost since the onset of petrology. On this subject, see Streckeisen (1967), Amstutz (1968), and Rittman (1963).

les coulées du groupe de Dubuisson vu la ressemblance de celles-ci aux coulées du groupe de La Motte-Vassan. Le groupement des photos a été effectué en fonction des positions lithostratigraphiques respectives, ce qui permet de se représenter, sur le champ, la distribution des divers types morpho-faciologiques selon l'évolution du sillon.

A travers les photos, le lecteur peut entrevoir la grande variété des caractères morpho-faciologiques rencontrés sur le terrain. Il reste cependant à souligner que les variations résultent, dans leur majorité, de la combinaison de quelques types morpho-faciologiques fondamentaux. Le triage des photos a été effectué dans cette optique.

On voudra bien noter que, en raison de la nature essentiellement visuelle du message didactique, nous avons comprimé le texte au strict minimum aussi bien dans la section géologique que dans la section des illustrations, quitte à compenser cette brièveté par une bibliographie choisie en fin du volume.

the Dubuisson Group, however, due to the similarity of these flows with those of the La Motte-Vassan Group. The photos are arranged according to the lithostratigraphic order in the sequence. This enables one to visualize at once the distribution of the various morpho-faciologic types in relation to the evolution of the belt.

These photos illustrate the great variety of morpho-faciological features observed in the field. It must be emphasized, however, that these variations result, in most cases, from the combination of a few fundamental morpho-faciological types. Selection of photos was done with this in mind.

In view of the essentially visual nature of the didactic message, it should be noted that the text was kept to a strict minimum in both the geological section and the illustrated section. This briefness will be compensated for by a selected bibliography at the end of the study.

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable d'exprimer nos premiers remerciements à Monsieur François Dompierre, directeur du service des Gîtes minéraux, qui a encouragé la réalisation de ce travail et au Dr. Jean Dugas, pour son précieux concours à divers paliers.

Nous tenons également à remercier tous ceux dont l'oeuvre directe ou indirecte a permis de mener ce travail à bien: nos anciens et actuels assistants - Mlle A. Leclerc et MM. M. Cormier, C. Mongeau, P. Lacoste et G. Riverin, géologues - ainsi que M. R. Dumont, informaticien, Mme A. Béland, secrétaire, et le personnel de la Documentation photographique du Ministère des Communications.

ACKNOWLEDGMENTS

The writer wishes to express his gratitude to Mr. François Dompierre, Director of the Mineral Deposits Service, who encouraged the realization of this project and to Dr. Jean Dugas, for his precious collaboration.

I also wish to thank all those whose direct or indirect contribution rendered this study possible, namely assistants-- Miss. A. Leclerc and Messrs M. Cormier, C. Mongeau, P. Lacoste and G. Riverin, geologists, Mr. R. Dumont, computer analysts: Mrs. A. Béland, typist, and the personnel of the Photographic Documentation, Department of Communications.

RAPPEL GEOLOGIQUE/GEOLOGICAL SUMMARY

Nous ne résumons, dans ce chapitre, que les seuls traits géologiques indispensables à la compréhension de l'incidence de la position lithostratigraphique sur la répartition spatio-temporelle des divers types de coulées ultramafiques. Ce rappel sommaire ne concerne donc essentiellement que la période pré-orogénique du sillon de La Motte-Vassan.

CADRE GENERAL

La géologie de la province de Supérieur est, dans son ensemble, particulièrement marquée par une activité volcanique initiale répartie en de nombreux sillons d'orientation générale est-ouest. L'individualisation et le développement précinématique de ces sillons, légèrement convergents ou divergents, caractérise le début du cycle orogénique kénoréen. Les sillons volcaniques proprement dits sont séparés entre eux par les produits de la sédimentation clastique (turbidites) avec lesquels ils constituent les parties complémentaires d'un même tout. L'analogie ou, la similitude des divers paramètres caractérisant l'évolution précinématique de chaque sillon n'implique cependant pas nécessairement la notion du synchronisme des sillons.

In this chapter, only the geological features which are essential to the understanding of the incidence of the lithostratigraphic position on the spatio-temporal distribution of the various types of ultramafic flows will be summarized. Thus, this summary concerns only the pre-orogenic period of the La Motte-Vassan belt.

GENERAL SETTING

On the whole, the geology of the Superior Province is particularly characterized by an initial volcanic activity distributed in several east-west striking belts. The onset of the Kenoran orogenic cycle is characterized by the individualization and the pre-kinematic development of these slightly convergent or divergent belts. The volcanic belts proper are separated by the products of clastic sedimentation (turbidites) with which they constitute the complementary parts of a whole assemblage. The analogy or the similarity of the various parameters characterizing the pre-kinematic evolution of each belt does not necessarily imply the notion of synchronism of the belts.

Les produits du volcanisme initial sous-marin, surtout confinés dans les sillons, ont généralement subi l'effet de deux types de métamorphisme dont les produits minéralogiques sont identiques. Le premier, pénécemporain à la mise en place, est dû à l'action conjuguée des agents mobilisateurs intra- et extra-magmatiques, parmi lesquels les plus importants sont l'eau juvénile et l'eau de mer. Le second, qui a consisté en un métamorphisme régional polyphasé, est relié directement à l'orogénèse s'installant dans les sillons, zones éminemment fragiles et amincies de l'écorce (Mattauer, 1973; Anheusser *et al.*, 1969).

Dans les sillons archéens constituant le siège privilégié des deux métamorphismes mentionnés ci-dessus, les roches affectées par ceux-ci doivent comporter le préfixe "méta", sans restriction relative à la cause souvent multiple des métamorphismes. Ce préfixe n'est cependant pas recommandé dans le cas des serpentinites, roches composées essentiellement d'un minéral réputé typiquement secondaire. Il faut noter ici que le préfixe "méta", tel que défini par Miyashiro (1968) et repris dans le *Glossary of Geology* (1973), a un sens extrêmement large lorsqu'on considère les produits du volcanisme initial en général et ceux du volcanisme initial archéen en particulier.

The products of the initial submarine volcanism, which are always confined to the belts, have generally undergone the effects of two types of metamorphism showing identical mineralogical assemblages. The first, which is pencontemporaneous with the emplacement, is due to the combined action of the intra- and extra-magmatic mobilizing agents, the most important of which are juvenile water and sea water. The second, which consisted in a polyphase regional metamorphism, is directly linked with the orogeny that affected the belts, which were highly fragile and thin zones of the crust (Mattauer, 1973; Anheusser *et al.*, 1969).

In the Archean belts that constituted the privileged loci of the two metamorphisms mentioned above, the affected rocks must bear the prefix "meta", regardless of the causes, often multifarious, and responsible for these metamorphisms. However, this prefix is not recommended for serpentinites which are essentially composed of a single mineral, regarded as typically secondary. It should be noted here that the prefix "meta", as defined by Miyashiro (1968) and repeated in *Glossary of Geology* (1973), has a very wide meaning when one considers the products of the initial volcanism in general and those of the initial Archean volcanism in particular.

Pour compléter le cadre général, mentionnons que les intrusions syn-, tardi-, et postcinématiques kénoréennes ont disloqué, tronqué ou migmatitisé les structures réalisées au cours du paroxysme de l'orogénèse kénoréenne.

CADRE REGIONAL

La région étudiée (figure 2) est le tronçon médian du principal sillon archéen ultramafique de la partie sud de l'Abitibi oriental. Dans cet album, aussi bien que dans nos travaux antérieurs, nous l'appelons "sillon de La Motte-Vassan" du fait que nous l'avons défini dès 1972 dans les cantons de mêmes noms.

Le sillon de La Motte-Vassan constitue l'unité géologique fondamentale de la région. Plissé au cours de l'orogénèse kénoréenne en un anticlinal en éventail subvertical, son axe subhorizontal ondulant a subi une inflexion brusque (figure 2, partie NE du lac Malartic). Le flanc septentrional de cet anticlinal a été disloqué et fortement affecté par la mise en place des batholites de Preissac et de Lacorne. Il est ainsi moins propice aux investigations lithostratigraphiques que le flanc méridional où l'observation de l'évolution du sillon peut être poursuivie jusqu'à la phase du

To close this chapter, it should be mentioned that the syn-, tardi-, and post-kinematic Kenoran intrusions have dislocated, truncated or migmatized the structures formed during the climax of the Kenoran orogeny.

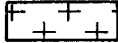





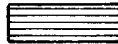



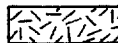
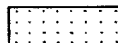



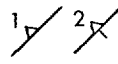
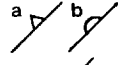

REGIONAL SETTING

The area under consideration (Figure 2) represents the middle section of the main ultramafic Archean belt of the southern portion of eastern Abitibi. In this study, as well as in the writer's previous publications, it is referred to as the "La Motte-Vassan belt", which was first defined in 1972 in those two townships.

The La Motte-Vassan belt is the fundamental geological unit of the area. Folded during the Kenoran orogeny into a subvertical fan anticline, its undulating subhorizontal axis has suffered a sharp inflexion (Figure 2, NE part of Malartic lake). The northern limb of this anticline was dislocated and strongly affected by the emplacement of the Preissac and Lacorne batholiths. It is thus less suited for lithostratigraphic investigations than the south limb, where the evolution of the belt can be observed up to the phase of detrital filling and where the clastic sediments (turbidites)

LEGENDE DE LA FIGURE 2

LEGEND FOR FIGURE 2

PRECAMBRIAN SUPERIEUR (PROTEROZOIQUE)		UPPER PRECAMBRIAN (PROTEROZOIC)
Dykes de diabase. (Non indiqués sur l'esquisse)		Diabase dikes. Unmarked on the sketch
PRECAMBRIEN INFÉRIEUR (ARCHEEN)		LOWER PRECAMBRIAN (ARCHEAN)
Formations tardi-et postcinématiques de l'orogénèse Kénoréenne. <i>Late- and post-kinematic formations of the Kenoran orogeny.</i>		
Intrusions granitoïdes indifférenciées.		Undifferentiated granite intrusions
Formations précinématiques de l'orogénèse Kénoréenne. <i>Pre-kinematic formations of the Kenoran orogeny.</i>		
GROUPE DE PONTIAC		PONTIAC GROUP
Métagrauwacke commune		Common metagraywacke
Métagrauwacke à staurotide		Staurolite metagraywacke
Métagrauwacke à biotite dominante		Biotite metagraywacke
Coulées méta-ultramafiques		Meta-ultramafic flows
Métabasaltes		Metabasalts
GROUPE D'HEVA		HEVA GROUP
Formations métavolcaniques surtout basiques sans récurrences ultramafiques.		Metavolcanic formations, mostly basic, without ultramafic recurrence.
GROUPE DE JACOLA		JACOLA GROUP
Séquences pulsatives complètes ou incomplètes composées de méta-ultramafites, metabasaltes, méta-agglomérats.		Complete or incomplete pulsating sequences composed of meta-ultramafites, metabasalts, meta-agglomerates.
GROUPE DE DUBUISSON		DUBUISSON GROUP
Epanchements metabasaltiques, rarement métapicritiques, récurrences méta-ultramafiques.		Metabasaltic flows, rarely meta-picritic, meta-ultramafic recurrences.
Méta-ultramafites		Meta-ultramafites
Brèches acides porphyriques (méta)		Porphyritic acid breccias (meta)
Métasédiments		Metasediments
GROUPE DE LA MOTTE-VASSAN		LA MOTTE-VASSAN GROUP
Epanchements essentiellement méta-ultramafiques		Flows, essentially meta-ultramafic
SIGNES CONVENTIONNELS		SYMBOLS
Axe d'anticlinal		Anticlinal axis
Axe de synclinal		Synclinal axis
Direction et sommet déterminés:		Known strikes and tops:
1) sommet normal, 2) sommet renversé,		1) normal top 2) overturned
a) coulées méta-ultramafiques b) autres roches,		a) meta-ultramafic flows b) other rocks
Directions et pendages déterminés		Known strikes and dips
N.B. pendages généralement supérieurs à 75°		N.B. Dips usually greater than 75°

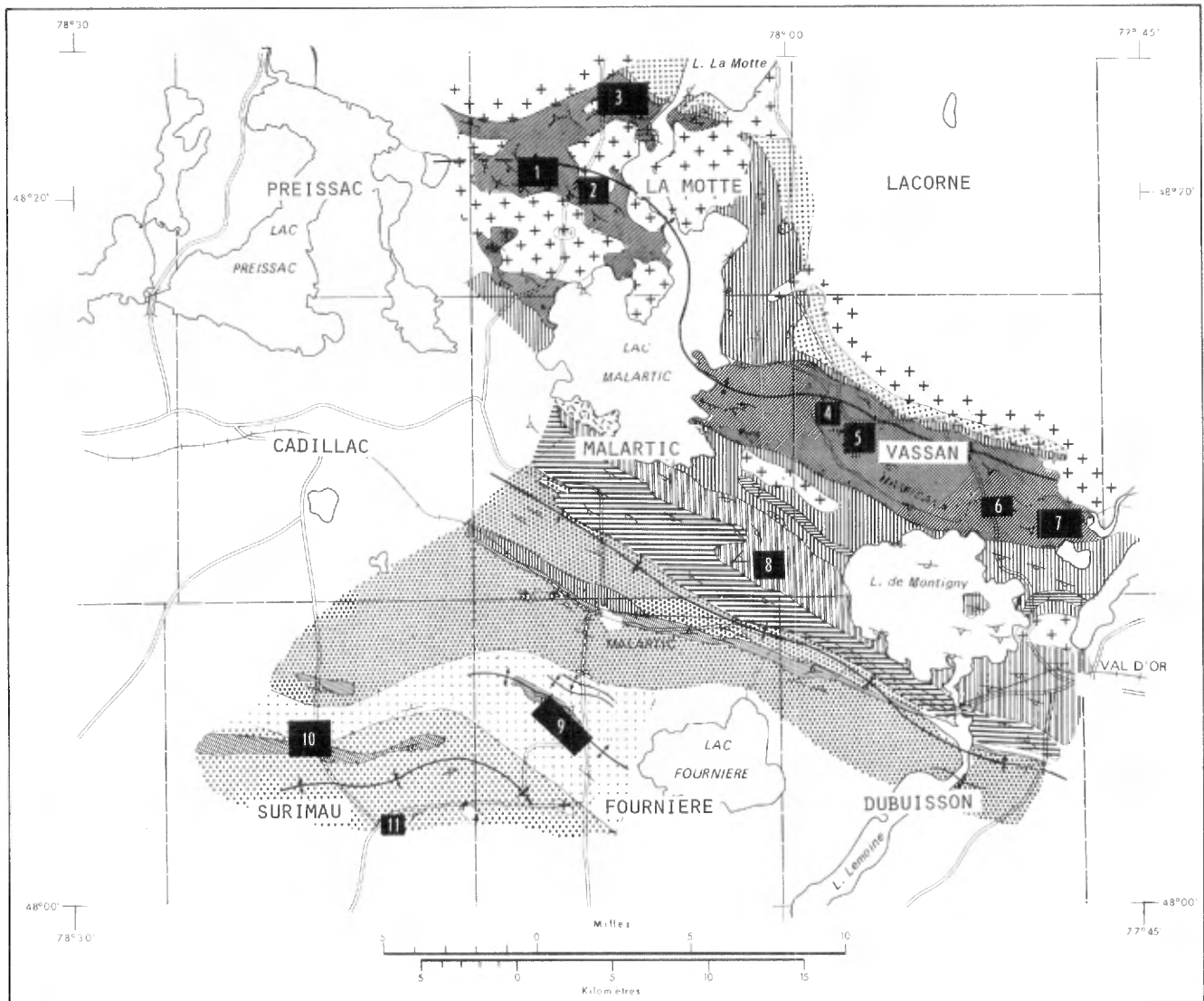


FIGURE 2 - Synthèse géologique du sillon de La Motte-Vassan et de son avant-pays/Geological synthesis of the La Motte-Vassan belt and its foreland.

Voir page 12 pour légende/See page 12 for legend.

Les blocs numérotés indiquent les secteurs où les photos des pages 39 à 119 ont été prises/The numbered blocks mark the location of photos of pages 39 to 119.

comblement détritique et où les sédiments clastiques (turbidites) du groupe de Pontiac constituent à la fois le toit et les faciès latéraux des termes volcaniques supérieurs. L'activité volcanique ultrabasique ne se limite pas au sillon proprement dit puisque des coulées méta-ultramafiques forment plusieurs intercalations dans le Pontiac. Ce fait souligne la nature complémentaire des régimes volcaniques et sédimentaires à l'intérieur d'une vaste entité géotectonique.

EVOLUTION PRECINEMATIQUE DU SILLON

L'évolution précinématique du sillon de La Motte-Vassan se confond avec l'évolution du volcanisme initial et avec les variations de volume des produits volcaniques et sédimentaires d'origine détritique (surtout grauwacke). Le groupement lithostratigraphique que nous avons établi découle directement des changements qualitatifs et quantitatifs observés. Il reflète ainsi les grandes entités naturelles du sillon et écarte toute interprétation arbitraire.

Nous avons retenu comme critères de groupement lithostratigraphique la prépondérance, la présence et l'absence de l'activité volcanique en général et, à l'intérieur de celle-ci, la prépondérance, la présence et l'absence de volcanisme ultrabasique en particulier. Nous

of the Pontiac Group constitute the hanging wall as well as the lateral facies of the upper volcanic units. The ultrabasic volcanic activity is not limited to the belt proper, since several meta-ultramafic flows are intercalated within the Pontiac. This emphasizes the complementary nature of the volcanic and sedimentary regimes within a large geotectonic entity.

PRE-KINEMATIC EVOLUTION OF THE BELT

The pre-kinematic evolution of the La Motte-Vassan belt is identical to that of the initial volcanism and to the variations in the volume of volcanic and sedimentary products of detrital origin (mostly graywacke). The lithostratigraphic grouping that was established is the direct result of the qualitative and quantitative changes observed. It thus reflects the large natural entities of the belt and excludes any arbitrary interpretation.

The criteria on which the lithostratigraphic grouping was done are the abundance, the presence and the absence of volcanic activity in general and, more specifically, the abundance, the presence and the absence of ultrabasic volcanism within the volcanic activity. Table 1

résumons au tableau 1 les groupes lithostratigraphiques du sillon et de son avant-pays ainsi que les principaux critères distinctifs.

Du fait qu'il repose sur les coupures majeures résultant de l'évolution du sillon, notre groupement lithostratigraphique diffère de celui de Gunning et Ambrose (1940), qui n'ont pas tenu compte de la présence du volcanisme ultramafique, celui-ci n'ayant été défini que plus tard. Ces auteurs ont donc considéré les produits du volcanisme ultramafique comme des roches intrusives postérieures à l'évolution précinématique du sillon.

Les coupes lithostratigraphiques virtuelles redressées (figures 3 et 4) donnent un aperçu clair de l'évolution du sillon. Afin de fixer les idées, nous y avons reporté les limites des groupes lithostratigraphiques de Gunning et Ambrose en usage auparavant.

APERCU PETROCHIMIQUE

Nous complétons l'image brossée ci-dessus par quelques brèves données pétrochimiques inédites. Si on utilise les grandes divisions de Kuno (1968) relatives aux lignées évolutives des roches basaltiques, il ressort du diagramme $Al_2O_3/(Na_2O_3 + K_2O)$ de la figure 5 que:

presents a summary of the lithostratigraphic groups of the belt and of its foreland, as well as their main characteristic features.

Owing to the fact it is based on the major breaks resulting from the evolution of the belt, our lithostratigraphic grouping differs from that of Gunning and Ambrose (1940), who did not take into consideration the presence of ultramafic volcanism which was recognized as such later. Thus, these authors regarded the products of the ultramafic volcanism as intrusive rocks post-dating the pre-kinematic evolution of the belt.

The diagrammatical lithostratigraphic sections (Figures 3 and 4) provide a clear picture of the evolution of the belt. For comparison purposes, the limits of Gunning's and Ambrose's lithostratigraphic groups, as used in the past, are also shown on these figures.

PETROCHEMICAL NOTES

The ideas developed above are completed here by a few short unpublished petrochemical data. If Kuno's (1968) broad divisions related to the evolution trends of the basaltic rocks are used, it follows, from the $Al_2O_3/(Na_2O_3 + K_2O)$ diagram of Figure 5, that:

TAB. 1 LITHOSTRATIGRAPHIE SYNOPTIQUE DU SILLON DE LA MOTTE-VASSAN ET DE SON AVANT-PAYS / SYNOPTIC LITHOSTRATIGRAPHY OF THE LA MOTTE-VASSAN BELT AND OF ITS FORELAND.

GROUPES GROUPS	FORMATIONS FORMATIONS	LITHOFACIES / LITHOFACIES		REGIME DOMINANT DOMINANT REGIME	
		Principaux / Main	subordonnés / subordinate		
PONTIAC	a ₁	métagrauwacke <i>metagraywacke</i>		SEDIMENTATION <i>SEDIMENTATION</i>	
	bb		métabasaltes coussinés <i>pillowed metabasalts</i>		
	b ₁		méta-ultramafites <i>meta-ultramafites</i>		
	bb		métabasaltes coussinés <i>pillowed metabasalts</i>		
	a ₂	métagrauwacke <i>metagraywacke</i>			
	b ₂		méta-ultramafites <i>meta-ultramafites</i>		
HEVA	e	métabasaltes coussinés <i>pillowed metabasalts</i>	métapyroclastites, métagrauwacke/ <i>metapyroclastites, metagraywacke</i>	Volcanisme basique, sans produits ultra-basiques / <i>Basic volcanism with no ultrabasic products</i>	VOLCANISME INITIAL / <i>INITIAL VOLCANISM</i>
	d	métatufs <i>metatuffs</i>			
	c	métabasaltes coussinés <i>pillowed metabasalts</i>	méta-agglomérats, métavolcanosédiments/ <i>meta-agglomerates, metavolcanosediments</i>		
	b	métabasaltes chertoux coussinés/ <i>pillowed cherty metabasalts</i>	métatuffites, métatufs <i>metatuffites, metatuffs</i>		
	a	métabasaltes massifs ou rarement coussinés <i>massive or locally pillowed metabasalts</i>	métatuffites, métatufs <i>metatuffites, metatuffs</i>		
JACOLA		séquences de serpentinites-métabasaltes-métaagglomérats métahyaloclastites complètes ou tronquées <i>complete or truncated serpentinite-metabasalt-metaagglomerate-metahyaloclastite sequences</i>		Volcanisme basique prépondérant <i>Predominantly basic volcanism</i>	
DUBUISSON	a'	métabasaltes coussinés <i>pillowed metabasalts</i>	métabasaltes picritiques, méta-ultramafites <i>picritic metabasalts, meta-ultramafites</i>		
	b	méta-ultramafites <i>meta-ultramafites</i>			
	a	métabasaltes coussinés <i>pillowed metabasalts</i>	métabasaltes picritiques, méta-ultramafites <i>picritic metabasalts, meta-ultramafites</i>		
LA MOTTE-VASSAN		méta-ultramafites <i>meta-ultramafites</i>	métasédiments clastiques matures, métabasaltes communs et picritiques, métatufs basaltiques/ <i>mature clastic metasediments, common and picritic metabasalts, basaltic metatuffs</i>	Volcanisme ultrabasique prépondérant/ <i>Predominantly ultrabasic volcanism</i>	

N.B. Le groupe de Pontiac constitue à la fois le toit et le faciès latéral du tiers supérieur de l'ensemble métavolcanique. Les méta-ultramafites sont d'affiliation picritique (s.l.)
The Pontiac Group constitutes the hanging wall as well as the lateral facies of the upper third of the metavolcanic assemblage. The meta-ultramafites are of picritic affiliation (s.l.)

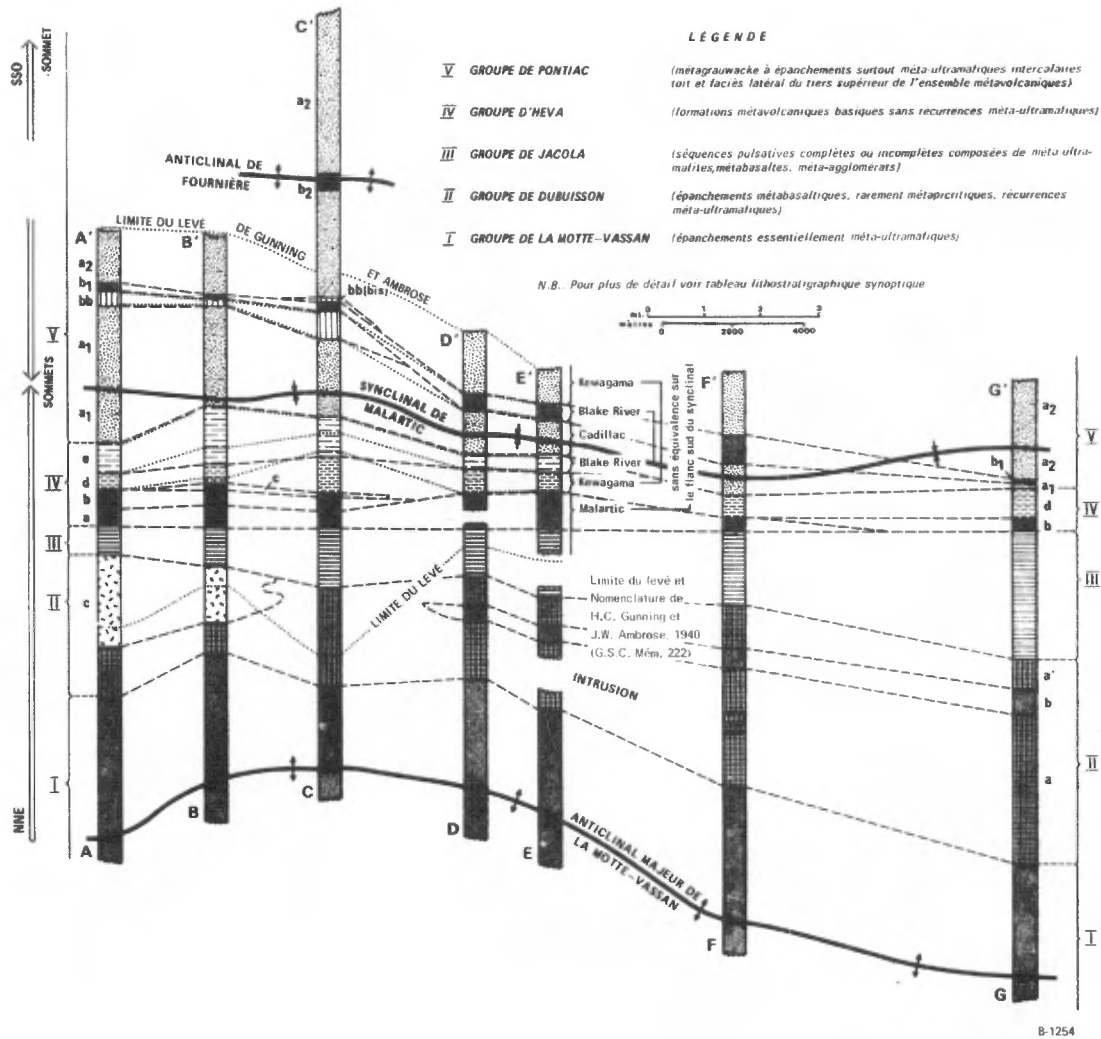


FIGURE 3 - Coupes lithostratigraphiques virtuelles redressées du sillon de La Motte-Vassan et de son avant-pays. Les ultramafites sont d'affiliation picritique. / Diagrammatic lithostratigraphic section of the La Motte-Vassan belt and of its foreland. The ultramafites are of picritic affiliation.

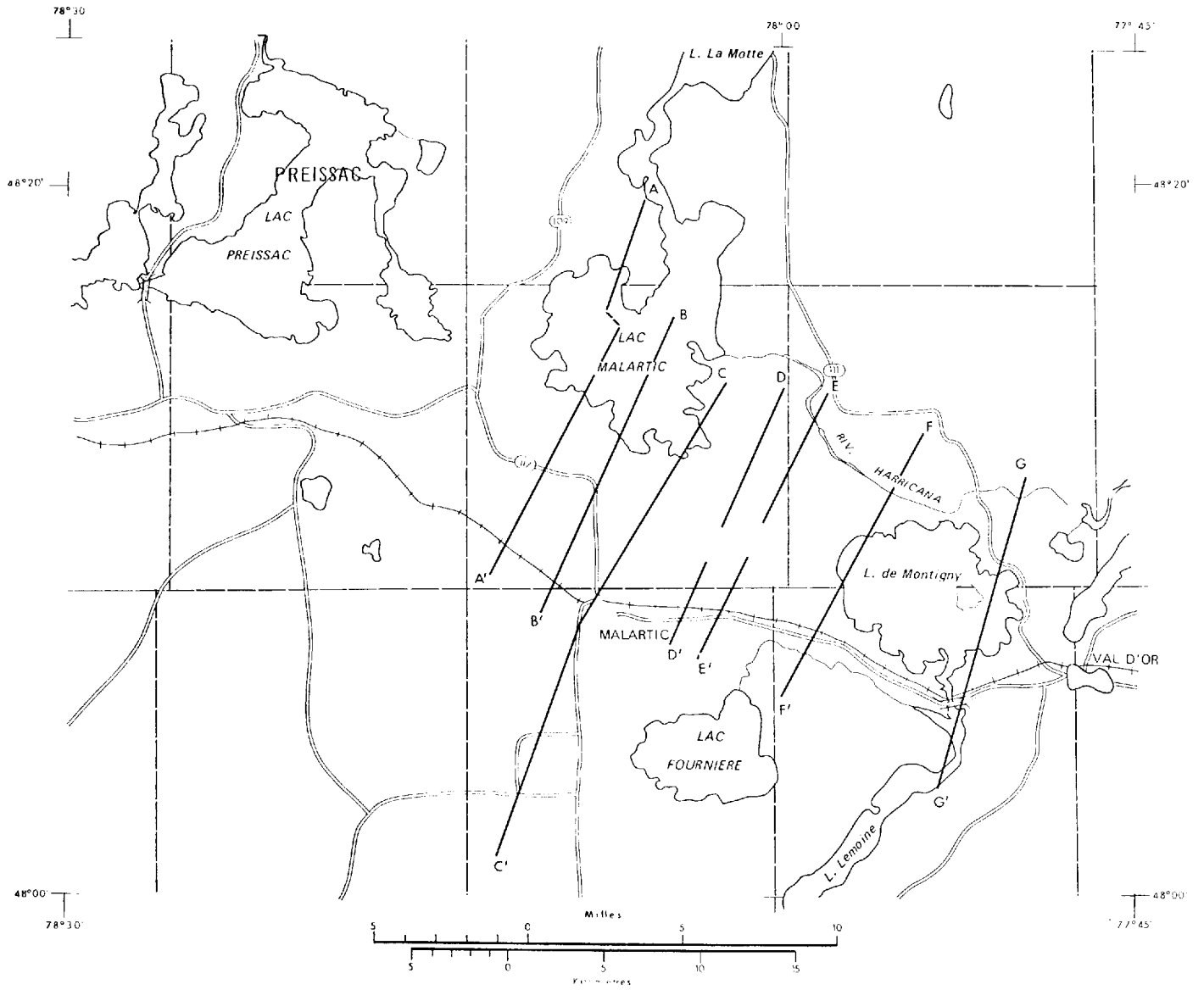


FIGURE 4 - Localisation des coupes lithostratigraphiques virtuelles redressées de la figure 3./Location of diagrammatical lithostratigraphic sections of Figure 3.

- Les projections des termes différenciés tombent à la fois dans les domaines respectivement tholéitique (*sensu lato*), "fortement alumineux" et alcalin; toutefois la majorité des échantillons sont tholéitiques (s.l.).

- Les metabasaltes du groupe de Jacola dans l'intervalle de 45.00 à 47.50% de SiO₂ sont remarquablement groupés dans le domaine "fortement alumineux", lui-même considéré comme sous-faciès du domaine tholéitique (Kuno, 1968); les metabasaltes du groupe de Dubuisson restent, sauf une exception, dans l'intervalle de 47.51 à 52.50% de SiO₂; seuls les metabasaltes des groupes de Jacola et d'Héva dépassent 52.50% de SiO₂.

- Les metabasaltes alcalins, compte tenu de leur contexte géologique, ne représentent que quelques épisodes isolés.

La lignée calco-alcaline (*sensu stricto*) dérive, selon Kuno (1968), de n'importe laquelle des trois séries mentionnées. Sa distinction de la série tholéitique s'effectue, après triage des échantillons pouvant représenter la lignée alcaline, sur le diagramme AMF de la figure 6. En examinant les points de projection, on constate que:

- Les séries respectivement tholéitiques (s.s.) et calco-alcalines (s.s.) sont toutes les deux peu évoluées.

- The projections of the differentiated members fall within both the "high alumina", alkaline and tholeiitic (*sensu lato*) domains, respectively; however, most of the samples are tholeiitic (s.l.).

- In the interval between 45.00% and 47.50% SiO₂, the metabasalts of the Jacola Group are remarkably grouped in the "high alumina" domain, which is itself considered a sub-facies of the tholeiitic domain (Kuno, 1968). With the exception of one sample, the metabasalts of the Dubuisson Group remain in the 47.51% to 52.50% SiO₂ interval; only the metabasalts from the Jacola and Héva Groups exceed 52.50% SiO₂.

- Taking into account their geological context, the alkaline metabasalts represent only a few isolated episodes.

According to Kuno (1968), the calc-alkaline trend (*sensu stricto*) is derived from any of the three series mentioned above. After a sorting of the samples which could represent the alkaline trend, the calc-alkaline trend can be distinguished from the tholeiitic series on the AMF diagram of Figure 6. Upon examination of the projection points, the following observations can be made:

- The tholeiitic (s.s.) and calc-alkaline series have undergone little evolution.

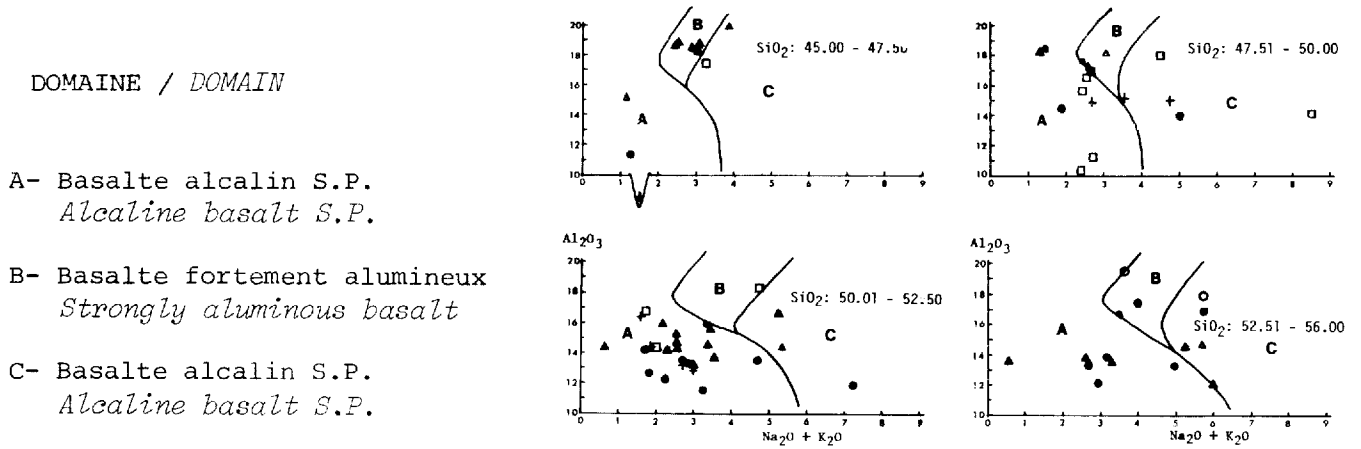


FIGURE 5 - Diagramme $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ de Kuno des metabasaltes du sillon de La Motte-Vassan / *Kuno's diagram - $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ - for the metabasalts of the La Motte-Vassan belt.*

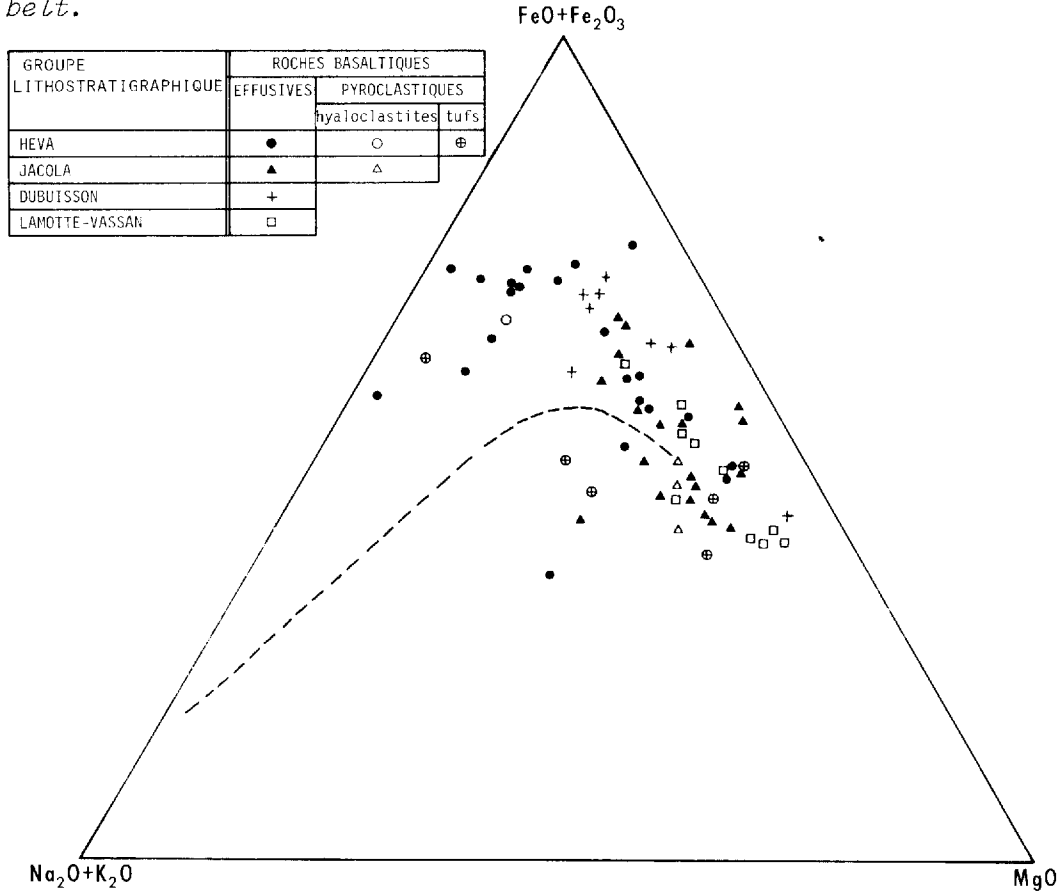


FIGURE 6 - Diagramme AMF des metabasaltes non ultramafiques du sillon de La Motte-Vassan en fonction de leur position lithostratigraphique / *AMF diagram for the non ultramafic metabasalts of the La Motte-Vassan belt in relation to their lithostratigraphic position.*

- Les roches les moins évoluées sont les metabasaltes du groupe de la Motte-Vassan et les plus évoluées sont les metabasaltes du groupe d'Héva, ce qui est conforme à l'évolution générale du magmatisme du sillon (cf. tableau 1).

- La "tendance Fenner" (lignée tholéitique) prédomine nettement, les termes les plus évolués se trouvant dans le groupe d'Héva. Les metabasaltes du groupe de Dubuisson accusent, sans exception, un enrichissement marqué en fer tandis que ceux du groupe de Jacola suivent d'une manière moins nette aussi bien la "tendance Fenner" que la "tendance Bowen".

- Les faciès métapyroclastiques sont répartis, en fonction de leur position lithostratigraphique, dans les deux domaines.

Le pouvoir de résolution des diagrammes précédents étant inopérant dans le domaine des ultramafites, nous utilisons les diagrammes ternaires $Al_2O_3/(FeO+Fe_2O_3)/MgO$ et $Al_2O_3/CaO/MgO$ des figures 7 et 8. En examinant les points de projection de ces diagrammes, on constate d'abord l'existence du même style de distribution des points de projection que sur les diagrammes de Naldrett et Arndt (1975) et Besson (1976) traitant des régions minières nickélifères de l'Australie occidentale et du NE de l'Ontario.

- The basaltic rocks which are nearest to the potential magma are those of the La Motte-Vassan Group while the most differentiated are the metabasalts of the Héva Group; this is consistent with the general magmatic evolution of the belt (c.f. Table 1).

- The "Fenner trend" (tholeiitic trend) clearly predominates, the most differentiated members occurring in the Héva Group. The metabasalts from the Dubuisson Group show, without exception, a marked enrichment in iron, whereas those of the Jacola Group follow, but to a lesser extent, both the "Fenner trend" and the "Bowen trend".

- Based on their lithostratigraphic position, the metapyroclastic facies are distributed in both domains.

In the ultramafic domain the preceding diagrams have no resolution power; ternary diagrams $Al_2O_3/(FeO+Fe_2O_3)/MgO$ and $Al_2O_3/CaO/MgO$ of Figures 7 and 8 will be used. The examination of the projection points of these diagrams brings out the existence of the same style of projection point distribution as on Naldrett's and Arndt's (1975) and Besson's (1976) diagrams, which deal respectively with the nickel mining districts of Western Australia and NE Ontario.

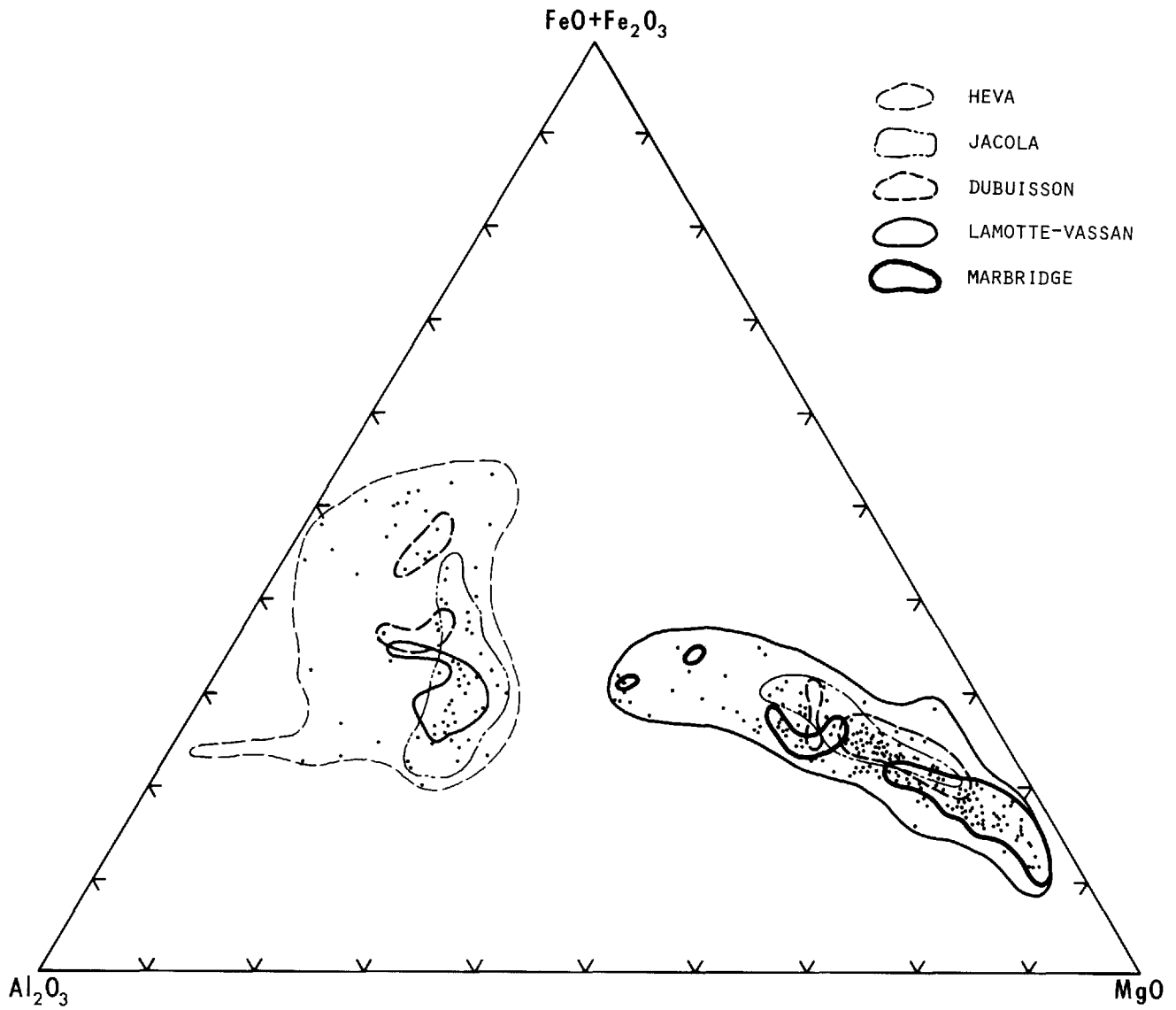


FIGURE 7 - Diagramme ternaire $Al_2O_3 / (FeO+Fe_2O_3) / MgO$ des métavolcanites du sillon de La Motte-Vassan / Ternary diagram $Al_2O_3 / (FeO+Fe_2O_3) / MgO$ for the metavolcanites of the La Motte-Vassan belt.

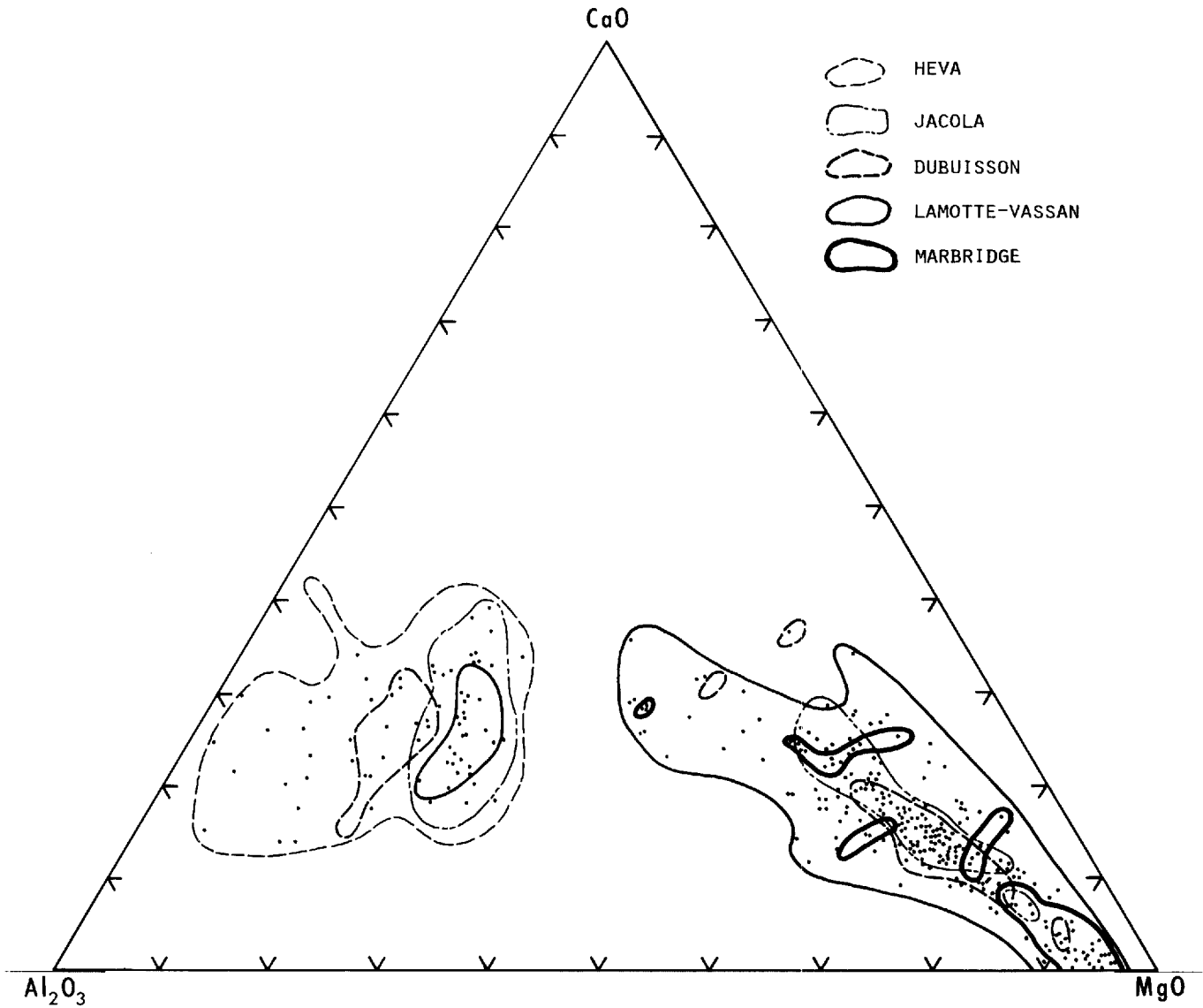


FIGURE 8 - Diagramme ternaire Al₂O₃ / CaO / MgO des métavolcanites du sillon de La Motte-Vassan / Ternary diagram Al₂O₃ / CaO / MgO for the metavolcanites of the La Motte-Vassan belt.

Que les premiers utilisent le terme plus restrictif de komatiite et que le second emploie, pour la même série, la définition de lignée picritique tholéitique n'empêche que leurs conclusions, tant sur le plan pétrochimique que sur le plan de comparaison mondiale, soient semblables, sinon identiques. Quoiqu'il en soit, le fait demeure que nous sommes en présence d'une lignée évolutive particulière caractérisant à la fois les coulées ultramafiques des sillons archéens du bloc Yilgarn en Australie, de l'Abitibi ontarien et de l'Abitibi québécois.

Quant au sillon de La Motte-Vassan, nous pouvons interpréter son évolution pétrochimique à partir de la colonne lithostratigraphique et des projections pétrochimiques des diagrammes ternaires des figures 7 et 8. Sur ces deux diagrammes, la tendance de dispersion des points de projection est identique, à savoir:

. Les roches méta-ultramafiques forment un nuage ramassé le long d'un axe légèrement incurvé dont l'extrémité la plus ultramafique, située le plus près du pôle magnésien des figures 7 et 8, correspond aux termes méta-ultramafiques les

The fact that the former authors use the more restrictive term komatiite whereas Besson uses, for the same series, the definition of the picritic tholeiite trend does not preclude their conclusions from being similar or even identical, both in the levels of petrochemistry and global comparison. In any event, the fact remains that we are dealing with a particular evolution trend which characterizes the ultramafic flows of the Archean belts of the Yilgarn block in Australia, of northeastern Ontario and of the Québec Abitibi.

As for the La Motte-Vassan belt, its petrochemical evolution may be interpreted from the lithostratigraphic column and from the petrochemical projections of the ternary diagrams of Figures 7 and 8. On these two diagrams the dispersion trend of the projection points is identical:

. The meta-ultramafic rocks form a cloud gathered along a slightly curved axis of which the most ultramafic extremity (close to the magnesian pole on Figures 7 and 8) corresponds to the meta-ultramafic members that are richest in MgO,

plus riches en MgO du secteur de l'ancienne mine nickélicifère Marbridge à la base de la colonne lithostratigraphique connue.

. Le nuage des produits plus évolués, surtout metabasaltiques, est caractérisé par une dispersion marquée.

. Il existe, entre les produits plus et moins évolués, un hiatus d'autant plus marqué que l'on monte dans la colonne lithostratigraphique; cette discontinuité est l'un des traits les plus caractéristiques de ce type de volcanisme initial.

Les dispersions des points et le centre de gravité du nuage de chaque groupe lithostratigraphique (figures 7 et 8) sont spécifiques et restent fonction de la position lithostratigraphique.

ASPECT PETROGRAPHIQUE

La paragenèse minéralogique des méta-ultramafites est très monotone. Selon la composition chimique, c'est soit la serpentine (antigorite, plus rarement lizardite), soit la trémolite qui sont les minéraux constituants. La chlorite est toujours présente en quantité variable. Son importance est à peu près inversement proportionnelle à celle de la serpentine. Les carbonates sont souvent présents en faible quantité. Avec l'augmentation du degré du métamorphisme

in the area of the former Marbridge nickel mine at the base of the known lithostratigraphic column.

. The cluster of more developed, mostly metabasaltic products is characterized by a marked dispersion.

Between the more and the less developed members, there is an increasingly marked hiatus as we go up in the lithostratigraphic column; this gap is one of the most characteristic features of this type of initial volcanism.

The dispersion of points and the center of gravity of the cluster for each lithostratigraphic group (Figures 7 and 8) are specific and remain a function of the lithostratigraphic position.

PETROGRAPHIC ASPECT

The mineralogical assemblage of the meta-ultramafites is very monotonous. According to their chemical composition, these rocks are formed of either serpentine (antigorite, more rarely lizardite) or tremolite. Chlorite is always present in various proportions. Its importance is about inversely proportional to that of serpentine. Small quantities of carbonates are often present. With the increase of the grade of metamorphism (medium grade metamorphic staurolite-garnet zone =

(zone du métamorphisme moyen à staurotide et à grenat = faciès d'amphibolite), la serpentine disparaît et cède la place à l'assemblage trémolite-chlorite. Le talc, présent surtout dans les cisaillements, est parmi les minéraux accessoires. L'olivine n'est conservé qu'exceptionnellement et en faible quantité. Parmi les minéraux opaques, c'est la magnétite d'exsudation qui domine — et de loin — lorsque la roche est assez riche en serpentine. Il reste à mentionner la présence de faibles quantités de pentlandite, de pyrrhotine, de pyrite et de chromite ainsi que de traces de chalcopryrite.

Les principales analogies entre l'évolution des divers sillons précambriens à activité volcanique mafique-ultramafique à travers le monde* sont les suivantes:

- le cadre géotectonique général;
- l'évolution du volcanisme initial allant de prépondérance des termes ultramafiques vers celle des termes mafiques;
- la nature séquentielle pulsative du volcanisme initial;
- le caractère pétrochimique

* Voir en particulier les travaux d'Anhaeusser, de Viljoen et Viljoen et de Mattauer (cf. bibliographie).

amphibolite facies), serpentine disappears and is replaced by the tremolite-chlorite assemblage. Talc, which occurs mostly in the shear zones, is among the accessory minerals. Olivine is seen only exceptionally and in very small quantities. Secondary magnetite is by far the most abundant opaque mineral wherever the rock is rich enough in serpentine. There are also small quantities of pentlandite, pyrrhotite, pyrite and chromite, as well as traces of chalcopryrite.

The main analogies in the evolution of the various Precambrian belts containing mafic-ultramafic volcanic rocks across the world*, are as follows:

- the general geotectonic setting;
- the evolution of the initial volcanism ranging from predominant ultramafic members to predominant mafic members;
- the pulsative sequential nature of the initial volcanism;
- the peculiar petrochemical character

* The reader is referred to works by Anhaeusser, Viljoen and Viljoen, and Mattauer (cf. bibliography).

particulier de l'ensemble des séquences d'affiliation picritique (s.l.) typique et habituelle*

- la présence du métamorphisme polyphasé inséparable de l'évolution des sillons et de leur cadre régional.

of the sequences, as a whole, of typical and usual picritic affiliation* (s.l.).

- the presence of polyphase metamorphism inseparable from the evolution of the belts and from their regional setting.

MORPHO-FACIOLOGIE / MORPHOFACIOLOGY

Au cours de notre cartographie régionale à l'échelle de 1/15 840, nous avons distingué une quinzaine de types de coulées ultramafiques, allant des serpentinites quasiment pures jusqu'aux metabasalts picritiques. Cette distinction a porté fruit puisque la répartition spatio-temporelle des divers types et la relation de ces derniers avec le chimisme du magma nourricier sont loin d'être des phénomènes aléatoires.

DESCRIPTION DES PRINCIPAUX TYPES

Comme il n'est pas question de donner une description élaborée de chaque type de coulée dans le cadre de cet album, nous nous en tiendrons à une présentation très succincte des principaux types dans les groupes de La Motte-Vassan, Dubuisson, Jacola et Pontiac.

In the course of our regional mapping at the scale of 1/15 840, some fifteen types of ultramafic flows were identified, ranging from almost pure serpentinites to picritic metabasalts. This distribution bore fruit, since the spatio-temporal distribution of the various types of flows and their relationship with the chemistry of the parental magma are far from being fortuitous phenomena.

DESCRIPTION OF THE MAIN TYPES

As we have no intention of giving an elaborate description of each type of flow in the scope of this album, we will not go beyond a very brief presentation of the main types within the La Motte-Vassan, the Dubuisson, the Jacola and the Pontiac Groups.

* Suite aux travaux de Viljoen et Viljoen (1969), l'attribution de l'appellation "suite komatiitique" ou de "komatiites" est d'usage.

* Following work by Viljoen and Viljoen (1969), the use of the terms "komatiitic suite" and "komatiites" is justified.

COULEES MASSIVES

Ces coulées se limitent surtout à la base de la série lithostratigraphique et en partie au groupe de Dubuisson. Elles constituent les termes les plus riches en magnésie (serpentinite s.s.) et forment généralement la base des séquences locales. Leur continuité locale dépasse de loin celle des autres types. Peu ou pas photogéniques, les seules représentations photographiques que nous en avons effectuées sont des gros plans d'une coulée avec structures en cumulat (photo 1), d'une coulée pseudo-polygonale (photo 2) et d'une coulée à fentes de retrait (photo 5).

On note la présence d'un faciès massif rubané, particulièrement dans les mégaséquences moyenne et supérieure du groupe de La Motte-Vassan et dans le groupe de Dubuisson. Ce faciès se rapproche de la zone massive dans les coulées à deux zones décrites ci-dessous.

Dans le groupe de Pontiac, les coulées massives sont caractérisées par l'empilement d'unités mal individualisées, parfois à poches ou pochettes de spinifex près de la surface figée. L'irrégularité de cette surface rappelle, à un degré plus atténué, celle des

MASSIVE FLOWS

These flows are restricted mostly to the base of the lithostratigraphic series and in part to the Dubuisson Group. They account for the most magnesian members (serpentinites s.s.) and usually make up the base of the local sequences. Their local continuity exceeds by far that of the other types. Because these flows are not photogenic, the only photographs available are close-ups of a flow with cumulate textures (photo 1), of a flow with pseudo-polygonal structure (photo 2) and of a flow with cooling cracks (photo 5).

A banded facies was noted, particularly in the middle and upper megasequences of the La Motte-Vassan Group and in the Dubuisson Group. This facies resembles the massive zone in the bi-zonal flows described below.

In the Pontiac Group, the massive flows are characterized by the accumulation of ill-defined units containing local pockets of spinifex texture near the chilled surface. The irregularity of this surface is similar, but to a lesser extent, to that of the thick, large pillow flows (see

coulées épaisses en mégacoussins (voir photo 15). La mise en évidence du mode de formation effusive de ce type est particulièrement laborieuse et n'est point facilitée par l'abondance de plus en plus prononcée d'intrusions granitoides, à proximité desquelles se trouvent souvent des porphyroblastes (photo 41) d'olivine altérée en magnétite et en serpentine.

COULEES A DEUX ZONES

La description détaillée de ce type de coulée a été donnée par Pyke *et al.* (1973). La cristallisation, sous la protection de la surface figée, s'y réalise en deux temps et produit une zone massive et une zone à spinifex. La zone massive a cristallisé en premier. La composition moyenne de ces coulées est toujours plus pauvre en MgO et plus riche en SiO₂ que celle des coulées massives de la même séquence locale. Lorsqu'on considère séparément les deux zones d'une même coulée on constate que la zone massive est toujours plus près du pôle magnésien que la zone à spinifex. On est donc en présence de deux compositions, qui, bien que différentes l'une de l'autre, n'en demeurent pas moins complémentaires à l'intérieur d'une même coulée (Imreh, 1975a; analyses en annexe).

photo 15). The evidence for the effusive mode of formation of this type is particularly difficult to get and is by no means facilitated by the ever increasing abundance of granitoid intrusions next to which are often found olivine porphyroblasts (photo 41) altered to magnetite and serpentine.

BI-ZONAL FLOWS

A detailed description of this type of flow was given by Pyke *et al.* (1973). Under the protection of a chilled flow top, crystallization took place during two phases and produced a massive zone and a spinifex zone. The massive zone was the first to crystallize. The average composition of these flows is always poorer in MgO and richer in SiO₂ than that of the massive flows from the same local sequence. When the two zones of a given flow are considered separately, the massive zone always turns out to be closer to the magnesian pole than the spinifex zone. Therefore, there are two compositions which, though different from one another, still remain complementary within a given flow (Imreh, 1975a; analyses in appendix).

Ces coulées sont surtout répandues dans la partie inférieure de la mégaséquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan (photos 6 à 9). Dans la mégaséquence inférieure, leur rôle est plus subordonné (photos 3 et 4). Associées aux coulées massives ultramafiques dans le groupe de Dubuisson, les coulées à deux zones manquent complètement dans le groupe de Jacola et ne réapparaissent (photos 38 et 39) qu'au sein des horizons volcaniques ultramafiques intercalaires du groupe de Pontiac, constitué essentiellement de roches métasédimentaires clastiques (photo 34). Il y a toutefois lieu de noter que la teneur en MgO est généralement plus basse dans le groupe de Pontiac que dans les groupes de La Motte-Vassan et de Dubuisson.

COULEES EN MEGACOUSSINS

Ce type de coulées est de loin le plus répandu dans l'ensemble de la région étudiée. L'aspect morpho-faciologique des coussins est fonction de la position lithostratigraphique. Les sous-types sont nombreux mais nous nous bornerons à la seule présentation des types à coussins à bordure bréchofide figée bien développée et à mince bordure figée.

These flows are particularly widespread in the lower part of the middle megasequence of the La Motte-Vassan Group (photos 6 to 9). Their role is of secondary importance in the lower megasequence (photos 3 and 4). While they are associated with the massive ultramafic flows in the Dubuisson Group, the bi-zonal flows are totally absent in the Jacola Group and reoccur only within the intercalated ultramafic volcanic horizons of the Pontiac Group (photos 38 and 39), which consists essentially of metasedimentary clastic rocks (photo 34). It should be noted however that the MgO content is generally lower in the Pontiac Group than in the La Motte-Vassan and the Dubuisson Groups.

LARGE PILLOW FLOWS

This type of flow is by far the most widespread in the entire area under study. The morpho-faciological aspect of the pillows is related to their lithostratigraphic position. Sub-types are numerous but the presentation will be limited to the types of flows in which the pillows show a thin chilled margin and a well-developed, brecciated chilled margin.

COUSSINS A BORDURES BRECHOIDES
(photos 10 à 21)

Ces coussins se trouvent surtout dans la partie supérieure de la séquence moyenne. Bombés ou allongés, ils ont généralement de quelques mètres à quelques décamètres de longueur. Leur composition, contrairement aux coulées à deux zones où la composition de la zone massive diffère de celle de la zone à spinifex, démontre peu de variation à l'intérieur d'un même coussin. Le mécanisme de leur consolidation rappelle à la fois celui des coulées à deux zones et celui des coulées basaltiques. Des épisodes locaux à spinifex, sous forme de guirlandes ou de poches allongées, peuvent être présents (photos 13 et 14) mais le plus fréquemment ils sont absents (photo 18). Les coussins particulièrement puissants présentent une base massive (photos 15, 16 et 20).

L'ensemble des séquences locales de coulées en mégacoussins comprend également des coulées massives. Au milieu de la mégaséquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan, celles-ci sont particulièrement enchevêtrées avec les coulées en mégacoussins et à deux zones.

PILLOWS WITH BRECCIATED MARGINS
(photos 10 to 21)

These pillows occur mostly in the upper part of the middle sequence. Bulgy or elongated, they usually measure a few metres to a few decametres in length. Contrarily to the bi-zonal flows in which the composition of the massive zone differs from that of the spinifex zone, their composition shows little variation within a given pillow. The mechanism according to which they solidified is similar both to that of the bi-zonal flows and the basaltic flows. Local spinifex episodes, occurring as garlands or as elongated pockets, may be present (photos 13 and 14), though usually absent (photo 18). The very thick pillows show a massive base (photos 15, 16 and 20).

The local sequences of large pillow flows as a whole also include massive flows. In the center of the middle megasequence of the La Motte-Vassan Group, these are particularly intermingled with the large pillow flows and with the bi-zonal flows.

COUSSINS A BORDURES MINCES
(photos 23 à 26)

Répondus à partir de la mégaséquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan, ces coussins se retrouvent surtout dans les groupes de Jacola et de Pontiac où, cependant, ils sont généralement plus petits et moins bien formés que dans les niveaux lithostratigraphiques sous-jacents. La large bordure brécholde, si caractéristique de la mégaséquence moyenne, fait défaut dans ces deux niveaux lithostratigraphiques. Par contre, les coussins peuvent être entièrement brécholdes (photo 23) ou non (photo 26).

A l'intérieur du sillon, les coussins à bordure mince indiquent la proximité ou l'abondance des produits du volcanisme basique. Ainsi, dans le groupe de La Motte-Vassan, ils sont surmontés par des séquences pulsatives locales composées de coulées méta-ultramafiques - métapicritiques - metabasaltiques.

A l'intérieur du groupe de Pontiac les mégacoussins peuvent être de faibles dimensions, souvent mal individualisés (photo 35). Les uns sont bien formés et les autres difformes (photos 36, 37). Leur composition est

PILLOWS WITH THIN MARGINS
(photos 23 to 26)

These pillows are widespread from the upper megasequence of the La Motte-Vassan Group; they are found mostly in the Jacola and Pontiac Groups where, however, they are usually smaller and not as well formed as in the underlying lithostratigraphic levels. The wide brecciated margin, which characterizes the middle megasequence, is lacking in these two lithostratigraphic units. On the other hand, the pillows may be totally brecciated (photo 23) or not at all (photo 26).

Within the belt, the pillows with thin margins point out to the proximity or to the abundance of basic volcanic products. Thus, in the La Motte-Vassan Group, they are overlain by local pulsative sequences composed of meta-ultramafic, metapicritic and metabasaltic flows.

Within the Pontiac Group, the pillows may be small in size and often ill defined (photo 35). Some are well shaped, whereas others are shapeless (photos 36 and 37). Their composition straddles that of the metapicrites.

à cheval sur celle des métapicrites. En montant dans la série, les épanchements méta-ultramafiques du groupe de Pontiac peuvent contenir de puissantes coulées d'apparence massive à surface peu ou pas coussinée. La présence de quelques gros coussins "détachés" (photo 40) caractérise également ce type de coulée.

COULEES A COUSSINS METAPICRITIQUES

Ce type de coussins (photo 22) n'apparaît que dans les coulées dont la teneur en MgO se situe autour de 20% et qui constituent des termes de transition vers les metabasaltes riches en MgO. Les couleurs verdâtre et vert grisâtre de la surface altérée de ces coussins tranchent sur les couleurs chamois, beige, grisâtre et blanchâtre des coussins mentionnés ci-dessus, dont la teneur en MgO est plus élevée. Ce changement de couleur est le plus souvent accompagné d'un débit "en rognon" typique de ces coussins (photo 27).

Conformément à leur composition chimique, les coussins métapicritiques se cantonnent préférentiellement dans les séquences pulsatives locales, donc dans la mégaséquence terminale du groupe de La Motte-Vassan et dans le groupe de Jacola. D'une façon isolée,

Higher up in the sequence, the meta-ultramafic units of the Pontiac Group may contain massive-looking thick flows the surface of which shows little or no pillows. This type of flow is also characterized by the presence of a few large, "detached" pillows (photo 40).

FLAWS WITH METAPICRITIC PILLOWS

This type of pillows (photo 22) occurs only in flows of which the MgO content is about 20% and which are transitional towards the MgO-rich metabasalts. The greenish to greyish-green colours of these pillows on the weathered surface contrast with the buff, beige, greyish and whitish colours of the aforementioned pillows, of which the MgO content is higher. This variation in colour is accompanied as often as not by "kidney"-like structures typical of these pillows (photo 27).

In accordance with their chemical composition, the metapicritic pillows tend to occur in the local pulsative sequences, hence in the terminal megasequence of the La Motte-Vassan Group and in the Jacola Group. A few metapicritic horizons were exceptionally found in the lower portion

quelques niveaux métapicritiques font leur apparition dans la partie inférieure de la mégaséquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan.

COULEES A COUSSINS CRAQUELES

Ce type de coulée se rencontre surtout dans le groupe de Jacola. Il s'agit de minces coulées craquelées, bréchoides ou coussinées (photos 31 à 33) formant partout la base de séquences pulsatives locales complètes ou incomplètes. Leur surface figée irrégulière est généralement coussinée. A cause des poches et pochettes de spinifex éparses, ces coulées rappellent à certains égards les coulées massives rencontrées dans le groupe de Pontiac (p. 29). Par ailleurs, les fissures de retrait particulièrement voyantes à la base de certaines de ces coulées donnent à la roche une structure ressemblant aux mégacoussins à bordure bréchoides bien développée. De ce fait, on peut les considérer comme la combinaison des coulées massives et des coulées en mégacoussins. La puissance des séquences est de plusieurs dizaines ou, au maximum, de quelques centaines de mètres. De bas en haut, la succession théorique dans les séquences est la suivante:

of the middle megasequence of the La Motte-Vassan Group.

FRACTURED PILLOW FLOWS

This type of flows occurs mostly in the Jacola Group. It consists of thin, fractured, brecciated or pillowed flows (photos 31 to 33), forming everywhere the base of complete or incomplete, local pulsative sequences. Their irregular chilled flow top is usually pillowed. Due to the presence of scattered pockets of spinifex, these flows, in some respects, look similar to the massive flows of the Pontiac Group (p. 29). In other respects, the cooling cracks, which are particularly visible at the base of some of these flows, give to the rock a structure which resembles the large pillows with well-developed brecciated flow top. They may thereby be considered as the combination of the massive flows and large pillow flows. The thickness of the sequences varies from a few tens to a maximum of a few hundred metres. From bottom to top, the theoretical succession in the sequences is as follows:

- . coulées de méta-ultramafites et/ou de métapicrites;
- . metabasalte massif;
- . brèche de coulée metabasaltique sans coussin;
- . metabasalte coussiné, bréchoïde ou non, avec peu de hyaloclastite;
- . tuf aquagène metabasaltique (rare);
- . hyaloclastite metabasaltique.

En pratique la séquence théorique se réalise rarement, demeurant le plus souvent incomplète.

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Nous rappelons au lecteur que chaque photographie n'est qu'un échantillon représentatif d'une population statistique. Il en résulte que les photographies permettent l'extrapolation morpho-faciologique puisqu'il ne s'agit nulle part de cas isolés, exceptionnels ou limités à l'affleurement où les photos ont été prises.

La même remarque est valable également pour la tendance générale de la relation aspect morpho-faciologique-composition chimique et pour l'ordonnement lithostratigraphique des fréquences des divers types ou sous-types morpho-faciologiques.

- . meta-ultramafic and/or metapicritic flows;
- . massive metabasalts;
- . metabasaltic flow breccia devoid of pillows;
- . pillowed, brecciated or not brecciated metabasalt with little hyaloclastite;
- . metabasaltic aquagene tuff (rare);
- . metabasaltic hyaloclastite.

This idealized sequence rarely occurs in the field, for it is usually incomplete.

PHOTOGRAPHIC PLATES

The reader is reminded that each photograph is but a representative sample of a statistical population. It follows that these photographs allow a morpho-faciological extrapolation, for nowhere do they represent isolated or exceptional cases limited to the outcrop where the photos were taken.

The same remark holds true for the general tendency of the morpho-faciological aspect/chemical composition relationship and for the lithostratigraphic order of frequencies of the various morpho-faciological types and sub-types.

Il en résulte que les éléments d'information consignés dans les pages suivantes sont extrapolables par comparaison partout où le cadre géologique général le permet.

Sur le plan pratique, les informations sont réparties comme suit:

Sur la planche

- . Intitulé de la photo.
- . Indication du sommet des coulées lorsqu'il y a lieu.
- . Dans le cas d'affleurements comportant plus d'une photo (voir photo 3), schéma de position des photos.

Sur la page adjacente

- . Description morpho-faciologique avec les implications cartographiques, génétiques, pétrochimiques, etc., s'il y a lieu.
- . Localisation géographique et position lithostratigraphique du lieu de la prise de vue.
- . Renvoi, lorsqu'il y a lieu, à des analyses chimiques portées en annexe.

Deux photos de coulées de metabasalte (28 et 29) venant également du sillon visent à mettre davantage en relief les différences morpho-faciologiques

It follows that the elements of information considered in the following pages may be extrapolated by analogy wherever the general geological setting permits.

In practice, the information appears as follows:

On the plate

- . Title of the photo.
- . Top determination of the flow, if necessary.
- . In the case of exposures where more than one photo was taken (see photo 3), location sketch of the photos.

On the adjoining page

- . Morpho-faciological description with the cartographic, genetic and petrochemical implications, etc., if necessary.
- . Geographical location and lithostratigraphic position of the site where the photo was taken.
- . If needed, reference to chemical analyses in the appendix.

Two photos of metabasaltic flows (28 and 29) also from the belt aim to stress the morpho-faciological differences between the basaltic and the ultramafic

entre les coulées basaltiques et ultra- mafiques. flows.

Une photo de métasédiment clas- tique en zone métamorphique caractérisée par la présence de staurotide et de grenat est également incluse dans l'album afin que soit visualisé l'encaissant de la majorité des coulées du Pontiac.

A photo of clastic metasediments from a metamorphic zone characterized by the presence of staurolite and garnet is also included in the album so as to show the enclosing rock of most of the flows in the Pontiac Group.

PHOTO 1

Coulée massive montrant une structure en cumulat typique de la base de la colonne lithostratigraphique du sillon de La Motte-Vassan. Les phénocristaux allongés d'olivine, ainsi que la pâte interstitielle, sont entièrement serpentinisés. La magnétite d'exsudation est répartie aléatoirement dans la roche.

La majorité des coulées rencontrées dans la partie basale du groupe de La Motte-Vassan sont massives et constituent les horizons les plus favorables à la minéralisation nickélifère. Peu ou pas photogéniques, ces coulées sont d'une puissance dépassant souvent quelques dizaines de mètres. Elles représentent les coulées les plus riches en MgO du volcanisme du sillon de La Motte-Vassan, à tel point que leur composition avoisine celle de la serpentine.

Localisation géographique:

La Motte, rang V, lot 8; voir secteur 1 de la figure 2

Position lithostratigraphique:

Partie basale de la séquence inférieure du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 72-2273

Massive flow showing typical cumulate texture from the base of the lithostratigraphic column of the La Motte-Vassan belt. The elongated olivine crystals, as well as the interstitial matrix, are completely serpentinized. Secondary magnetite is distributed at random in the rock.

Most of the flows observed in the basal part of the La Motte-Vassan belt are massive and constitute the most favourable horizons for nickel mineralization. Not photogenic or not very photogenic, these flows often measure more than a few tens of metres in thickness. They represent the flows which are richest in MgO within the volcanism of the La Motte-Vassan belt, so much so that their composition is close to that of serpentine.

Geographic location:

La Motte, lot 8, range V; see area 1 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Basal portion of the lower sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 72-2273

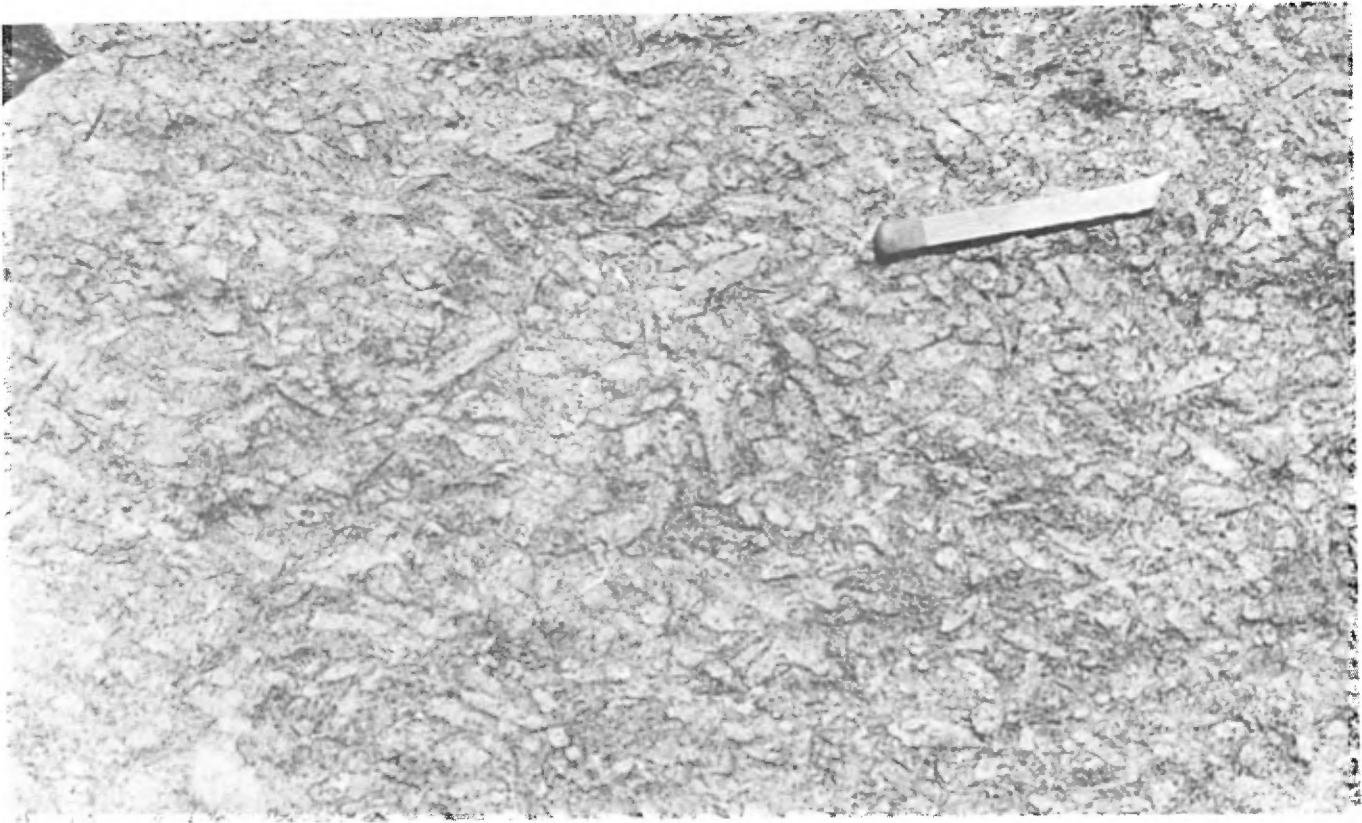


Photo 1

**COULÉE MASSIVE À CUMULATS D'OLIVINE SERPENTINISÉE
MASSIVE FLOW WITH SERPENTINIZED OLIVINE CUMULATES**

PHOTO 2

La structure pseudo-polygonale irrégulière observée dans cette photo constitue un cas particulier des coulées massives de la partie basale de la séquence inférieure du groupe de La Motte-Vassan. Entièrement serpentinisé, ce type de coulée est parmi les plus riches en MgO du volcanisme du sillon de La Motte-Vassan. La photo a été prise un peu au nord de l'ancien puits no 1 de la mine Marbridge.

La couleur de la surface fraîche de cette coulée, illustrée sur la photo 1, va de vert jaunâtre au gris pâle. La surface d'altération est d'une couleur chamois typique.

Localisation géographique:

La Motte, rang V, lot 8; voir secteur 1 de la figure 2

Position lithostratigraphique:

Partie basale de la séquence inférieure du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 72-2276

The irregular pseudo-polygonal structure observed in this photo represents an unusual example of the massive flows from the basal part of the lower sequence of the La Motte-Vassan Group. This type of flow is totally serpentitized and is among the richest in MgO within the volcanism of the La Motte-Vassan belt. This photo was taken just north of the old No. 1 shaft of the Marbridge mine.

On the fresh surface, the flow illustrated on photo 1 varies from yellowish green to light grey. Its weathered surface is typically buff coloured.

Geographic location:

La Motte, lot 8, range V; see area 1 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Basal part of the lower sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 72-2276.



Photo 2

**COULÉE MASSIVE À STRUCTURE PSEUDO-POLYGONALE
PSEUDOPOLYGONAL STRUCTURE IN A MASSIVE FLOW**

PHOTO 3

On observe sur la photo l'alternance rythmée des zones massives et à spinifex à l'intérieur d'une seule coulée. Ces zones sont l'équivalent des guirlandes et des poches à spinifex en d'autres types de coulées (photos 13 et 14). En dépit de l'étirement intense selon le plan axial, les textures massives et à spinifex sont restées reconnaissables. Il y a une différence chimique entre les deux zones.

L'affleurement représente la terminaison en périclinal d'un anticlinal local déversé reflétant fidèlement le style tectonique régional du secteur de la mine Marbridge.

Localisation géographique:

La Motte, rang V, lot 9; voir secteur 1 de la figure 2

Position lithostratigraphique:

Partie basale de la séquence inférieure du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 72-2269
72-2270

The rhythmic alternation of the massive zones with the spinifex zones are seen here in a single flow. These zones are the equivalent of the garlands and pockets of spinifex in the other types of flows (photos 13 and 14). In spite of the intense stretching along the axial plane, the massive and spinifex textures are still recognizable. There is a chemical difference between the two zones.

This outcrop represents the periclinal termination of a local overturned anticline which faithfully reflects the regional tectonic style of the Marbridge mine area.

Geographic location:

La Motte, lot 9, range V; see area 1 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Basal part of the lower sequence of the La Motte-Vassan Group

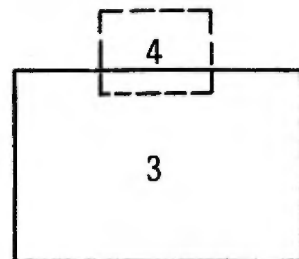
Analyses: Appendix, 72-2269
72-2270



sommet/top



Photo 3



COULÉE A DEUX ZONES
BI-ZONAL FLOW

PHOTO 4

Observons la nature "réfractaire" des coulées méta-ultramafiques aux forces tectoniques. La zone à spinifex de la coulée inférieure (partie gauche de la photo) est fortement schistifiée et étirée, mais les lames caractérisant la structure à spinifex restent reconnaissables. La surface figée de la coulée inférieure (mince zone blanchâtre) forme des microplis d'entraînement entre la zone à spinifex de la coulée inférieure et la zone massive de la coulée supérieure. A noter les fentes d'étirement particulièrement bien exprimées dans la zone massive. Cette photo illustre bien le fait que, même dans les aires fortement tectonisées, le mode de mise en place et la polarité restent définissables.

Localisation géographique:

La Motte, rang V, lot 9; voir secteur 1 de la figure 2

Position lithostratigraphique:

Partie basale de la séquence inférieure du groupe de La Motte-Vassan

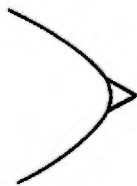
The "proof against" tectonic forces nature of the meta-ultramafic flows is illustrated here. The spinifex zone of this lower flow (left side of the photo) is strongly schistose and stretched, but the lamination that characterized this texture is still recognizable. The chilled margin of the lower flow (thin whitish zone) forms small drag folds between the spinifex zone of the lower flow and the massive zone of the upper flow. Tension cracks due to stretching are particularly well developed in the massive zone. This photo illustrates the fact that, even in highly tectonized areas, the mode of emplacement and the polarity of flows may still be determined.

Geographic location:

La Motte, lot 9, range V; see area 1 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Basal part of the lower sequence of the La Motte-Vassan Group.

 sommet/top



COULÉE À DEUX ZONES. VUE RAPPROCHÉE DE LA PHOTO 3.
BI-ZONAL FLOW. CLOSE-UP OF PHOTO 3.

Photo 4

PHOTO 5

Observons la morphologie des fentes de retrait d'une coulée massive dans une ambiance tectonique calme. Comme des coupures mal cicatrisées, les deux lèvres sont faiblement retroussées. Leur distinction des diaclases, des fractures ou des failles est sans équivoque. Voir à ce propos la petite faille dans la partie inférieure droite de la photo. Noter la différence de composition chimique entre la coulée massive de cette photo et celle des photos 1 et 2, de même qu'avec la zone massive de la photo 3 en raison de la position lithostratigraphique.

Localisation géographique:

La Motte, rang IV, lot 21; voir secteur 2 de la figure 2

Position lithostratigraphique:

Partie basale de la séquence inférieure du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 72-2125

The morphology of the cooling cracks of a massive flow in a calm tectonic environment can be observed here. As in the case of badly healed cuts, both sides of the cracks slightly turned up. Their distinction from joints, fractures or faults (see the small fault in the lower right side of the photo) is unmistakable. Note that, because of the lithostratigraphic position of the massive flow illustrated here, chemical composition of this flow differs from that of the flows shown on photos 1 and 2 and from that of the massive zone on photo 3.

Geographic location:

La Motte, lot 21, range V; area 2 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Basal part of the lower sequence of the La Motte-Vassan Group

Analysis: Appendix, 72-2125.



Photo 5

COULÉE MASSIVE À FENTES DE RETRAIT
MASSIVE FLOW WITH COOLING CRACKS

PHOTO 6

Image typique de coulée méta-ultramafique à deux zones: massive et à spinifex. Du coin gauche supérieur au coin droit inférieur de la photo, on observe la succession suivante:

- Zone massive à rubanement interne souligné par l'érosion.
- Zone à spinifex débutant avec de larges lamelles constituant des cônes ou des polyèdres, s'interpénétrant ou non, pointés vers le sommet de la coulée. En fonction de la proximité du sommet de l'épanchement, les lamelles deviennent de plus en plus courtes et leur orientation plus aléatoire.
- Mince croûte figée, soulignée par une fente érosionnelle, séparant cette coulée de la partie massive d'une autre coulée.

Localisation géographique:

La Motte, rang VI, lot 29; voir secteur 3 de la figure 3.

Position lithostratigraphique:

Section inférieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Typical example of a bi-zonal meta-ultramafic flow: massive and with spinifex. From the upper left corner to the lower right corner, the following sequence may be observed:

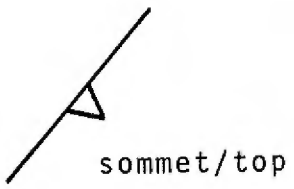
- Massive zone with internal banding emphasized by erosion.
- Spinifex zone starting with wide lamination forming locally interlocking cones or polyhedrons pointing towards to the top of the flow. The blades become smaller and smaller and more randomly oriented towards the top of the flow.
- Thin-chilled margin emphasized by an erosional fracture, separating this flow from the massive portion of another flow.

Geographic location:

La Motte, lot 29, range VI: see area 3 in Figure 3.

Lithostratigraphic position:

Lower section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.



COULÉE A DEUX ZONES
BI-ZONAL FLOW

Photo 6

PHOTO 7

Variante du même type de coulée que sur la photo précédente. A remarquer que le rubanement interne est plus prononcé vers la base de la zone massive (partie inférieure de la photo) de la coulée. Près de la limite des deux zones, on observe une microdiscordance angulaire entre le rubanement et la zone à spinifex. Dans la zone à spinifex les lamelles sont orientées plus aléatoirement que dans la coulée de la photo 6. A noter que la différence entre la composition chimique des deux zones est plus atténuée que dans le cas de la coulée de la photo 3.

Localisation géographique:

La Motte, rang VI, lot 30; voir secteur 3 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section inférieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan.

Analyses: Annexe, 72-2006
72-2007

Variety of the same type of flow as in previous illustration. Note that the internal layering is more pronounced towards the base of the massive zone (lower part of the photo) of the flow. Near the contact of the two zones, an angular micro-unconformity between the layering and the spinifex zone is observed. In the spinifex zone, the lamination is oriented more randomly than in the flow shown on photo 6. Note that the difference in the chemical composition of the two zones is less pronounced here than in the flow of photo 3.

Geographic location:

La Motte, lot 30, range VI; see area 3 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Lower section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analyses: Appendix, 72-2006
72-2007

sommet/top



COULÉE À DEUX ZONES. VARIANTE DE LA PHOTO 6.
BI-ZONAL FLOW. VARIATION OF PHOTO 6.

Photo 7

PHOTO 8

Sur les photos 6 et 7, la limite entre les zones massive et à spinifex est nette et tranchée; la photo 8 présente une variante morpho-faciologique, où la sous-zone supérieure de la zone massive est riche en cristaux squelettiques d'olivine entièrement serpentinisés. La limite entre les deux zones est floue et à surface irrégulière. L'orientation des cristaux squelettiques provoque une légère foliation. Les lamelles de la zone à spinifex ont le même caractère que celles de la photo 6.

Localisation géographique:

Vassan, rang VI, lot 7N; voir secteur 4 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section inférieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 73-4144

On photos 6 and 7, the contact between the massive and the spinifex zones is sharp and clear; photo 8 represents a morpho-faciological variety in which the upper sub-zone of the massive zone is rich in completely serpentinized, skeletal olivine crystals. The boundary between the two zones is blurred and irregular. The preferred orientation of the skeletal crystals causes a slight foliation. The blades in the spinifex zone are similar to that shown in photo 6.

Geographic location:

Vassan, lot 7N, range VI; see area 4 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Lower section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 73-4144.

sommet/top



Photo 8

COULÉE A DEUX ZONES. VARIANTE DE LA PHOTO 6.

BI-ZONAL FLOW. VARIATION OF PHOTO 6.

PHOTO 9

Dans ce gros plan de la photo précédente, la partie supérieure de la zone massive est particulièrement bien développée. L'orientation horizontale des cristaux squelettiques d'olivine serpentinisée devient de plus en plus prononcée en s'approchant de la limite — peu prononcée — de la zone à spinifex. Dans cette dernière, la structure diffère de celle visible sur les photos antérieures: des lamelles trapues constituent des entités côniques polygonales, le plus souvent triangulaires, sans inter-pénétration réciproque.

Localisation géographique:

La Motte, rang VI, lot 29; voir secteur 3 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section inférieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

In this close-up of the previous photo, the upper part of the massive zone is particularly well developed. The horizontal orientation of the serpentized skeletal olivine crystals becomes more and more prominent towards the ill-defined contact of the spinifex zone. In the latter zone, the texture is different from the one visible on the previous photos: stubby blades form polygonal and conical entities, more often than not triangular, and without reciprocal interpenetration.

Geographic location:

La Motte, lot 29, range VI; see area 3 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Lower section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

sommet/top

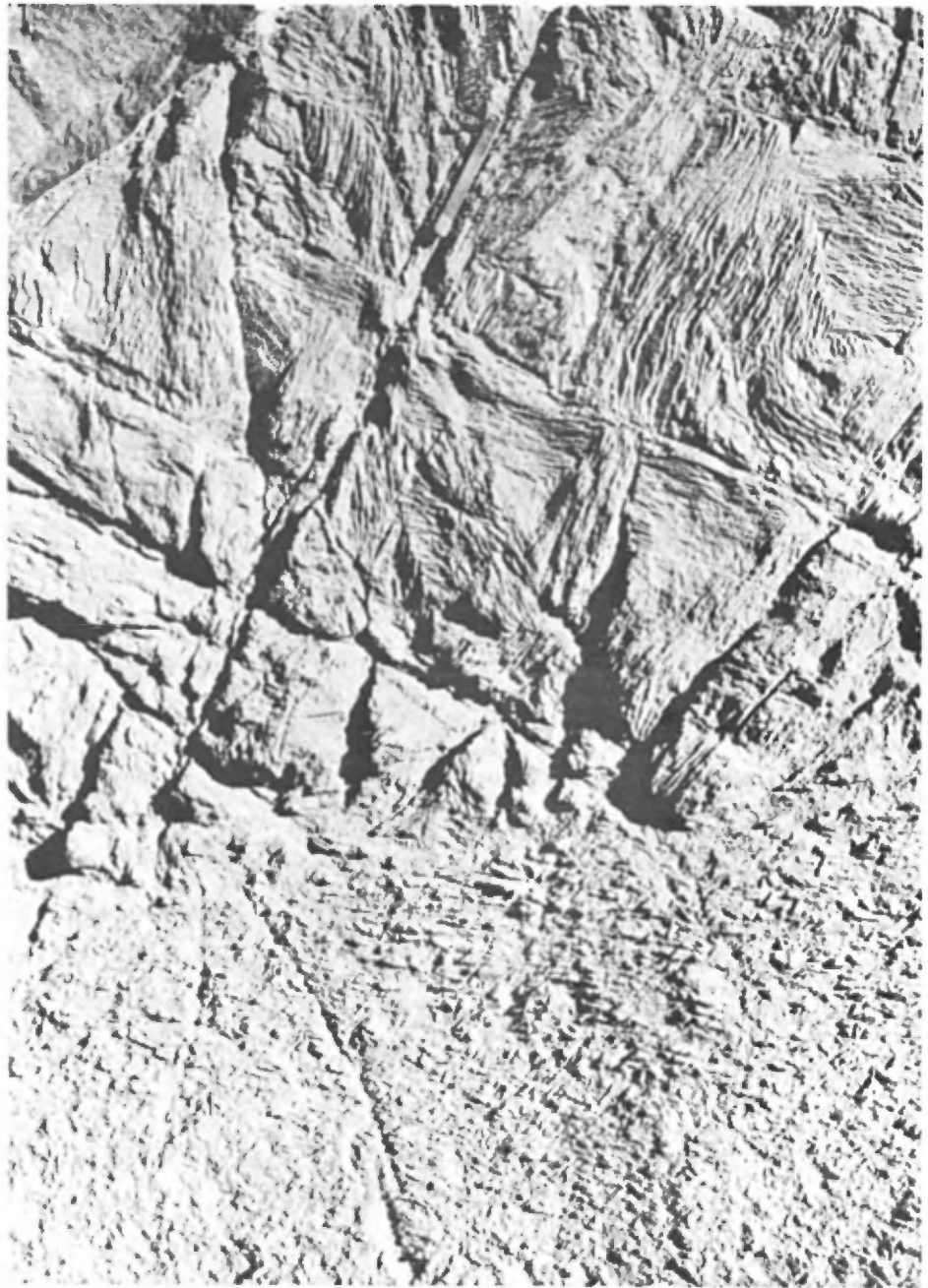


Photo 9

**COULÉE A DEUX ZONES. GROS PLAN DE LA PHOTO 8.
BI-ZONAL FLOW. CLOSE - UP OF PHOTO 8**

PHOTO 10

Coulée en mégacoussins. Cette photo montre un type à large bordure bréchoides figée. Remarquez le nombre et l'empilement des coussins dont la dimension varie en général entre 0.5 m et plusieurs mètres. On note une individualisation remarquable des coussins dont la forme reflète fidèlement les conditions de refroidissement rapide en milieu aqueux. Il est aisé de constater que la forme d'un coussin a été fonction de la surface consolidée, figée, des coulées sous-jacentes.

Le mécanisme de mise en place de ces coulées ultramafiques est identique à celui des coulées basaltiques à coussins (photos 28 et 29). La différence morpho-faciologique entre les deux est fonction des particularités pétrochimiques.

Localisation géographique:

Vassan, rang V, lot 12N; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Large pillow flow. This photo illustrates a type of pillow with a wide brecciated chilled margin. Note the number of pillows and the manner in which they are stacked; they vary from 0.5 m to several metres in diameter. The pillows are remarkably well individualized and their shape truly reflects the rapid cooling conditions in an aqueous media. The shape of a pillow can easily be observed to be related to the solidified and chilled surface of the underlying flows.

The mechanism of emplacement of these ultramafic flows is identical to that of the pillowed basaltic flows (photos 28 and 29). The morpho-faciological difference between both is related to their petrochemical characters.

Geographic location:

Vassan, lot 12N, range V; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

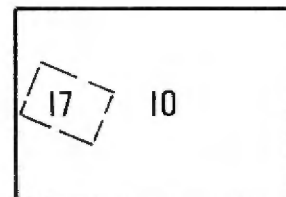
Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.



sommet/top



Photo 10



COULÉE EN MÉGACOUSSINS À BORDURE BRÉCHOIDE
LARGE PILLOW FLOW WITH BRECCIATED CHILLED MARGIN

PHOTO 11

Figés en mouvement comme des gouttelettes visqueuses dévalant la pente sous-marine, les mégacoussins sont partout asymétriques. La partie frontale des coussins, par la nature du mouvement, est plus volumineuse et plus bombée que la partie arrière (la queue de la coulée). La direction d'écoulement peut être déduite sans difficulté. Observer à cet effet le mégacoussin sous le marteau.

Localisation géographique:

Vassan, rang V, lot 12N; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Chilled in motion like visquous globules rolling down the sub-marine slope, the large pillows are all asymmetrical. Due to the nature of the movement, the frontal part of the pillows is larger and bulgier than their tail end. The flow direction can thus be determined quite easily, as shown by the large pillow below the hammer.

Geographic location:

Vassan, lot 12N, range V; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.



sommet/top



Photo 11

COULÉE EN MÉGACOUSSINS A BORDURE BRÉCHOIDE
LARGE PILLOW FLOW WITH BRECCIATED CHILLED MARGIN

PHOTO 12

Les photos 10 et 11 ont montré deux sous-types de mégacoussins à bordure bréchoïde figée, bien développée. D'abord, les mégacoussins sans aucune différenciation intérieure et ensuite ceux dont l'intérieur est différencié en deux zones séparées l'une de l'autre par un bourrelet caractéristique faisant saillie. La photo 12 est une autre vue du second sous-type. Le mégacoussin sous la boussole illustre particulièrement bien le phénomène de différenciation intérieure. Les photos 13 et 14 l'illustrent avec plus de détails.

Localisation géographique:

Vassan, rang V, lot 12N; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Photos 10 and 11 illustrate two sub-types of large pillows with a wide and well-developed, brecciated chilled margin. First, the large pillows with no internal differentiation, and then those the interior of which is differentiated into two zones separated from one another by a characteristic bulging roll which stands out. Photo 12 is another view of the second sub-type. The large pillow below the compass is a particularly good illustration of the phenomenon of internal differentiation. Photos 13 and 14 are more detailed illustrations of this phenomenon.

Geographic location:

Vassan, lot 12N, range V; see area 5 in Figure 2.

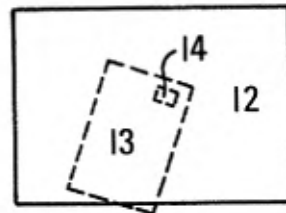
Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.



Photo 12

sommet/top



COULÉE EN MÉGACOUSSINS À BORDURE BRÉCHOÏDE
LARGE PILLOW FLOW WITH BRECCIATED CHILLED MARGIN

PHOTO 13

La zone massive basale du coussin au centre de la photo épouse fidèlement la surface des coussins sous-jacents. Les minces fissures de retrait partant de la base constituent un réseau polygonal local mal dessiné. Les fissures large ouvertes sillonnent surtout les parties moyenne et supérieure de la zone. Le bourrelet qui sépare cette zone de la partie bréchoidé fait saillie et est plus finement grenu que la zone elle-même. Lorsqu'il disparaît latéralement (photo 12), les poches et les pochettes à microspinifex, dont la présence caractérise la zone supérieure, disparaissent également.

Noter la différence pétrochimique entre la coulée de la photo 5 et la zone massive ci-illustrée; comparer aussi la morphologie des fissures de retrait.

Localisation géographique:

Vassan, rang V, lot 12N; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Analyses: Annexe, 73-2961
73-2402
73-2963

The basal massive zone of the pillow at the center of the photo truly follows the upper surface of the underlying pillows. The thin cooling cracks starting from the base form an ill-defined, local polygonal network. Wide-open fissures cross mostly the middle and upper parts of the zone. The bulge separating this zone from the brecciated part stands out and is finer grained than the zone itself. Wherever this bulge disappears laterally (photo 12), the microspinifex pockets, which characterize the upper zone, also disappear.

Note the petrochemical difference between the flow shown on photo 5 and the massive zone illustrated here; compare also the morphology of the cooling cracks.

Geographic location:

Vassan, lot 12N, range V; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 73-2961
73-2402
73-2963

sommet/top



Photo 13

DÉTAIL DE LA PHOTO 12. BOURRELET DE SÉPARATION DE COUSSIN DIFFÉRENCIÉ
CLOSE-UP VIEW OF PHOTO 12. SEPARATION BULGE OF A DIFFERENTIATED PILLOW

PHOTO 14

Les poches ou pochettes à microspinifex passent latéralement (coin droit supérieur de la photo) à une texture grenue sans spinifex. Les lamelles de microspinifex sont disposées aléatoirement. En comparant les analyses des deux zones (annexe, 73-2961 et 73-2402) et de la croûte figée (annexe, 73-2963) on constate la même différenciation pétrochimique que dans les coulées à deux zones (massive et à spinifex). On peut donc considérer ce sous-type comme la transition entre les deux principaux types de coulées: à deux zones, et à mégacoussins.

Localisation géographique:

Vassan, rang V, lot 12N; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

The microspinifex pockets grade laterally (upper right corner of the photo) into a granular texture without spinifex. The microspinifex blades are distributed at random. When comparing the analyses of both zones (appendix, 73-2961 and 73-2402) and of the chilled crust (appendix, 73-2963), one notices the same petrochemical differentiation as in the bi-zonal flows (massive and spinifex). Hence, this sub-type may be considered as transitional between the two main types of flows: bi-zonal, and with large pillows.

Geographic location:

Vassan, lot 12N, range V; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

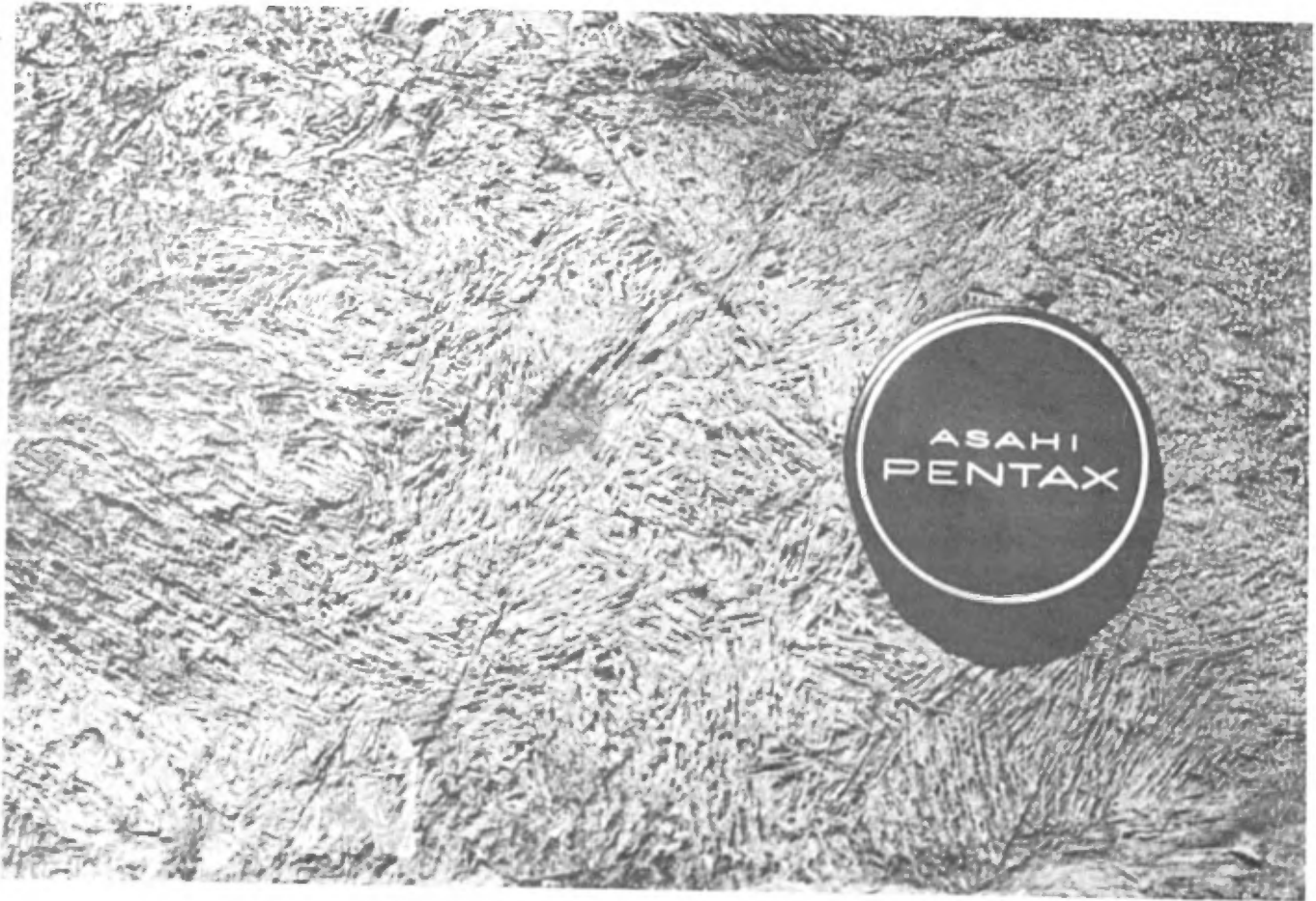


Photo 14

**DÉTAIL DE LA PHOTO 13. ÉPISODE À MICROSPINFEX
CLOSE-UP OF PHOTO 13. MICROSPINFEX EPISODE**

PHOTO 15

La photo représente la limite de deux mégacoussins particulièrement puissants. La croûte figée du coussin inférieur a failli se désintégrer en plusieurs coussins de petites dimensions. Celui-ci montre une certaine lamination sous la croûte figée. La base du coussin supérieur est caractérisée par de grandes fissures de retrait de dimension métrique. Il est à noter que les deux mégacoussins ne présentent aucun épisode à microspinifex. En examinant la série des photos 10 à 17, on constate que les croûtes figées ne cèdent nulle part au poids des coussins successivement empilés les uns sur les autres, comme en témoigne l'absence de pénétration dans les coussins sous-jacents.

Localisation géographique:

Vassan, rang V, lot 12N; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 73-2960

This photo represents the boundary between two large, uncommonly thick pillows. The chilled crust of the lower pillow came close to breaking down into several smaller pillows. This pillow exhibits some lamination under its chilled crust. The bottom of the upper pillow is characterized by large, metric size cooling cracks. It should be noted that none of the pillows shows microspinifex textures. The examination of photos 10 to 17 shows that the chilled crusts did not yield under the weight of the overlying pillows, as is indicated by the absence of penetration into the underlying pillows.

Geographic location:

Vassan, lot 12N, range V; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 73-2960



sommet/top



Photo 15

LIMITE DE DEUX MÉGACOUSSINS À BORDURE BRÉCHOÏDE FIGÉE BIEN DÉVELOPPÉE.
BOUNDARY BETWEEN TWO LARGE PILLOWS WITH WELL-DEVELOPED BRECCIATED CHILLED TOP

PHOTO 16

La puissante croûte bréchoïde figée de la coulée inférieure est, en réalité, décomposée en plusieurs petits coussins mal formés. En se basant sur le principe énoncé à la photo 11, la mise en évidence de ces petits coussins permet de définir, lorsque les conditions d'affleurement favorables sont réunies, la direction approximative de l'écoulement.

La base de la coulée supérieure ne présente que quelques minces fissures de retrait individualisées. Le système des fissures majeures débute à une trentaine de centimètres au-dessus de cette partie basale et forme un réseau irrégulier et quasi-continu qui meurt progressivement vers la base et le sommet de la coulée.

Localisation géographique:

Vassan, rang VI, lot 12S; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

The thick, brecciated, chilled margin of the lower flow is actually broken up into several small, ill-formed pillows. On the basis of the criterion set forth in the text accompanying photo 11, these small pillows indicate, where favourable outcropping conditions permit, the approximate flow direction.

There are but a few individual cooling cracks at the base of the upper flow. The system of major fissures starts some thirty centimetres above this basal part of the flow and forms an irregular and almost continuous network which disappears progressively downwards and upwards in the flow.

Geographic location:

Vassan, lot 12S, range VI; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.



sommet/top



Photo 16

LIMITE DE DEUX MÉGACOUSSINS À BORDURE BRÉCHOÏDE FIGÉE
BOUNDARY BETWEEN TWO LARGE PILLOWS WITH BRECCIATED CHILLED TOP

PHOTO 17

Coulée de même type que la photo précédente mais à coussins de plus faibles dimensions. Ces petits coussins ne présentent généralement ni bourrelet en saillie, ni pochette de microspinifex. Les fissures de retrait sont directement reliées à la surface de refroidissement.

Localisation géographique:

Vassan, rang VI, lot 12S; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Same type of flow as in the previous illustration, but with smaller pillows. These smaller pillows are usually devoid of projecting bulges and spinifex pockets. The cooling cracks are linked directly to the chilled flow top.

Geographic location:

Vassan, lot 12S, range VI; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.



sommet/top



Photo 17

COULÉE EN MÉGACOUSSINS. DÉTAIL DE LA PHOTO 10.

LARGE PILLOW FLOW. CLOSE-UP OF PHOTO 10.

PHOTO 18

La position respective des mégacoussins illustrés sur la photo donne les indications nécessaires pour reconstituer leur ordre de mise en place ainsi que le sens de l'écoulement sous-marin de la lave ultrabasique. Le premier coussin à se consolider se trouve dans la partie gauche de la photo; il est fortement bombé et repose sur la croûte plate figée d'un mégacoussin de quelques dizaines de mètres de longueur. Les trois autres mégacoussins, empilés les uns sur les autres, se sont butés contre lui, de droite à gauche, et moulés sur la partie frontale. Le coussin du dessus recouvre le mégacoussin bombé.

Il existe une légère différence entre la composition du centre et celle de la croûte figée du mégacoussin bombé.

Localisation géographique:

Vassan, rang VI, lot 12S; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Analyses: Annexe, 73-4152
73-4151

The respective positions of the large pillows illustrated on this photo provide the necessary information to reconstitute their sequence of emplacement as well as the sub-marine flow direction of the ultrabasic lava. The first pillow to solidify is located on the left side of the photo; it bulges out and rests on the flat chilled flow top of a large pillow measuring a few tens of metres in length. The other three large pillows, which are stacked up on one another, moved from right to left, came to rest against this huge pillow, and molded themselves on its frontal part. The uppermost pillow overlies the bulging pillow.

There is a slight difference between the composition of the centre and that of the chilled crust of the large, bulging pillow.

Geological location:

Vassan, lot 12S, range VI; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 73-4152
73-4151



sommet/top



Photo 18

COULEE EN MÉGACOUSSINS À BORDURE BRÉCHOÏDE FIGÉE
FLOW SHOWING LARGE PILLOWS WITH BRECCIATED CHILLED TOP

PHOTO 19

Ce mi-gros plan de la limite de deux mégacoussins montre clairement que la bordure figée peut être, dans un même niveau lithostratigraphique, moins bréchoidé qu'à l'accoutumée. Les fissures de retrait partant de la surface figée sont absentes ou peu exprimées, mais celles qui caractérisent la zone massive basale (voir coulée supérieure) sont bien développées. La limite des deux coulées est soulignée surtout par la surface basale, en relief positif, du coussin supérieur. On y observe une "queue" peu développée à l'extrémité droite de la photo.

Localisation géographique:

Vassan, rang V, lot 12N; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

This semi close-up of the boundary between two large pillows shows clearly that the chilled flow top may be, within a given lithostratigraphic horizon, less brecciated than usual. The cooling cracks starting from the chilled top are absent or poorly visible, but those characterizing the basal massive zone (see upper flow) are well developed. The contact of the two flows is particularly emphasized by the protruding lower surface of the overlying pillow. A poorly developed "tail" may be observed near the right margin of the photo.

Geographic location:

Vassan, lot 12N, range V; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

sommet/top
▲



Photo 19

MI-GROS PLAN DE LA LIMITE DE DEUX MEGACOUSSINS A BORDURE BRËCHOIDE FIGÉE
SEMI CLOSE-UP OF THE BOUNDARY BETWEEN TWO LARGE PILLOWS WITH BRECCIATED CHILLED TOP

PHOTO 20

Quoique située dans un horizon lithostratigraphique inférieur à celui de la photo précédente, cette coulée n'en est pas moins une variante morphofaciologique. La photo, prise à la limite de deux mégacoussins de quelques mètres de puissance sans différenciation intérieure aucune, montre, par rapport à la photo précédente, les différences suivantes:

. Bien que la surface figée soit bréchoïde, on discerne quand même des minicoussins mal individualisés, tout comme dans les coulées des photos 15 et 16.

. Les minces fissures de retrait à lèvres retroussées montant de la base de la coulée supérieure vers son intérieur sont bien exprimées bien qu'elles n'atteignent pas le niveau des fissures principales (voir photos 13, 15, 16).

. Les fissures de retrait pénétrant de la surface figée vers l'intérieur d'un coussin donné sont peu exprimées.

Localisation géographique:

Vassan, rang VI, lot 12S; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Though located within a lithostratigraphic horizon lower than the one illustrated on the previous photo, this flow is nevertheless a morphofaciological variety thereof. The photo, taken at the contact between two large pillows a few metres across and with no internal differentiation, exhibits the following differences when compared with the previous photo:

Though the chilled top is brecciated, ill-defined mini-pillows may still be recognized, as in the flows illustrated on photos 15 and 16.

The thin, curl-edged cooling cracks rising inwards from the base of the upper flow are well defined, though they do not reach the level of the main fractures (see photos 13, 15, 16).

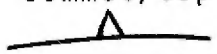
. The fissures of retreat running from the chilled top to the inside of a given pillow are not well defined.

Geographic location:

Vassan, lot 12S, range VI; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

sommet/top


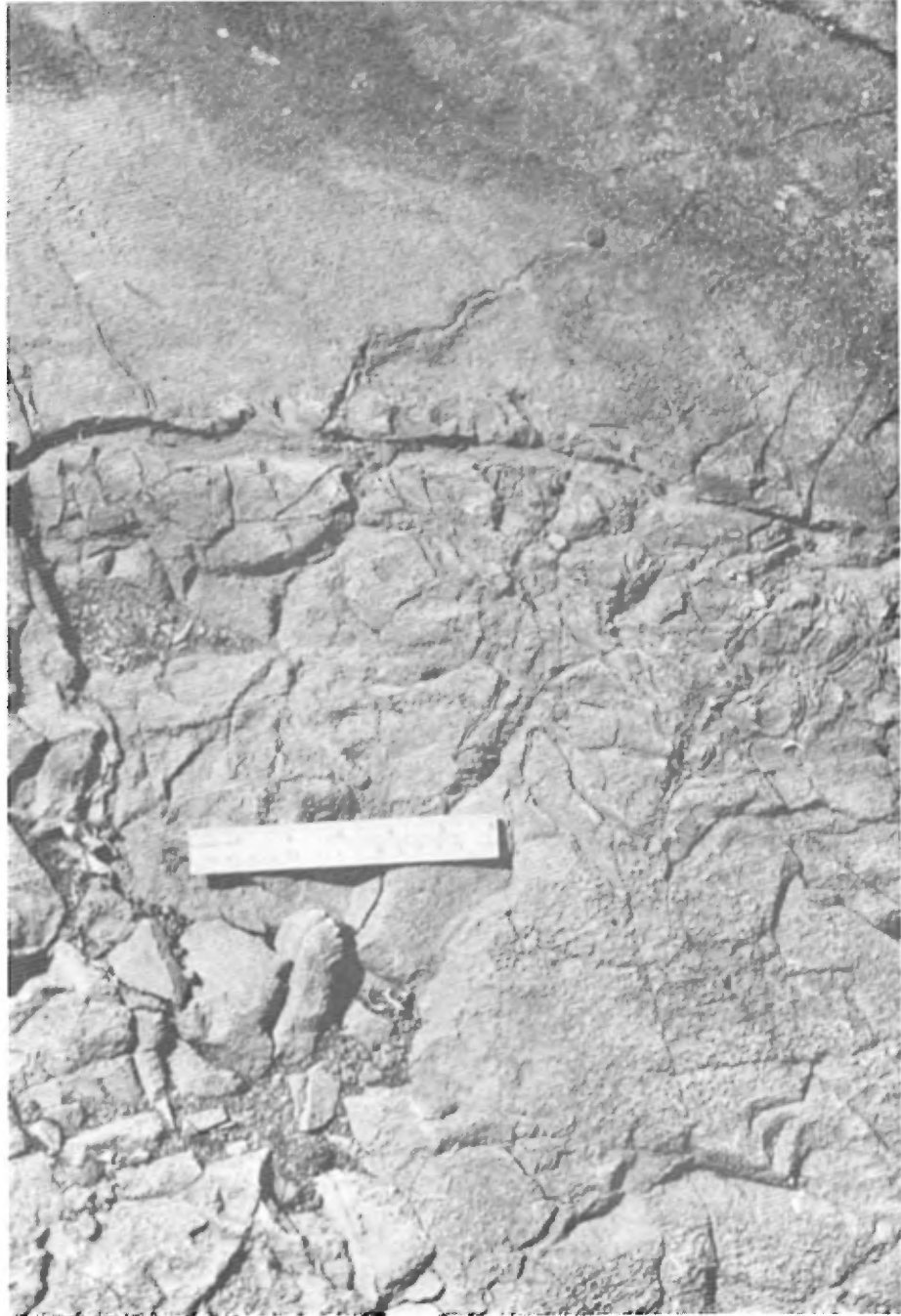


Photo 20

GROS PLAN DE MÉGACOUSSINS À BORDURE BRÉCHOÏDE FIGÉE
CLOSE-UP OF LARGE PILLOWS WITH BRECCIATED CHILLED TOP

PHOTO 21

Bordure figée fortement bréchofide d'un coussin (quart gauche de la photo) dont la partie massive, immédiatement au-dessous de la zone bréchofide, montre un réseau polygonal de fissures de retrait. Le coussin superposé, occupant le reste de la photo, est sillonné par un réseau de fissures de retrait. Ceci est une forte indication que l'eau de mer a dû pénétrer jusqu'à la base de la coulée au moment de la consolidation. Cette fragmentation permet de parler d'une véritable brèche de coulée méta-ultramafique.

Les deux coulées sont recoupées par une faille de faible rejet (environ 30 cm), bien visible sur la photo.

Localisation géographique:

Vassan, rang VI, lot 12S; voir secteur 5 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section supérieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Strongly brecciated, chilled top of a pillow (left quarter of the photo), the massive portion of which, immediately below the brecciated zone, shows a polygonal network of fissures of retreat. The overlying pillow, which occupies the rest of the photo, is crossed by a network of fissures of retreat. This is a strong indication that sea water must have penetrated right to the base of the flow at the time of consolidation. This fragmentation may be regarded as a true meta-ultramafic flow breccia.

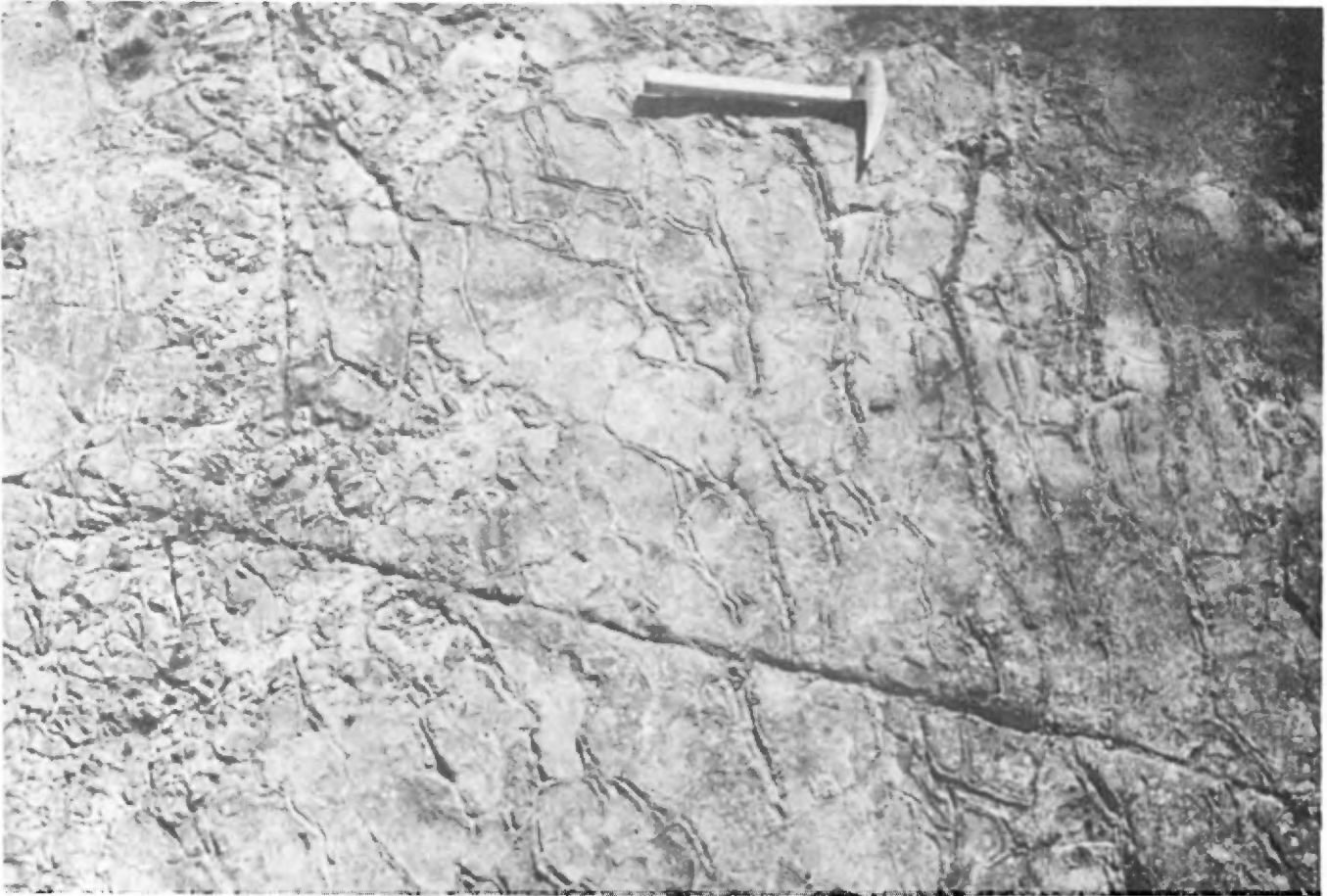
Both flows are cut by a fault (slight displacement of about 30 cm), which is clearly visible on the photo.

Geographic location:

Vassan, lot 12S, range VI; see area 5 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Upper section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.



} sommet/top

Photo 21

LIMITE DE DEUX MÉGACOUSSINS 'A BORDURE BRECHOIDE FIGÉE
CONTACT BETWEEN TWO LARGE PILLOWS WITH BRECCIATED CHILLED TOP

PHOTO 22

La coulée métapicritique de cette photo constitue un des rares épisodes relativement pauvres en MgO des séquences inférieures ou moyennes du groupe de La Motte-Vassan. Souvent mal individualisés, les petits coussins picritiques, figés en forme irrégulière ou en "rognons", comprennent des fissures de retrait caractéristiques, ouvertes mais très courtes. Remarquer la surface râpeuse de la roche. Les analyses des roches de la présente photo et de la photo 27 font ressortir la constance remarquable de la composition chimique de ce faciès indépendamment de sa position lithostratigraphique.

Localisation géographique:

La Motte, rang VI, lot 29; voir secteur 3 de la figure 2

Position lithostratigraphique:

Section inférieure de la séquence moyenne du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 72-1999

The metapicritic flow on this photo represents one of the few episodes relatively poor in MgO in the lower or middle sequences of the La Motte-Vassan Group. Though they are often ill-defined, the small picritic, irregular or "kidney"-shaped pillows show characteristic, open but very short cooling cracks. Note the rough surface of the rock. The analyses of the rocks illustrated on this photo and on photo 27 point out to the remarkably constant chemical composition of this facies, regardless of its lithostratigraphic position.

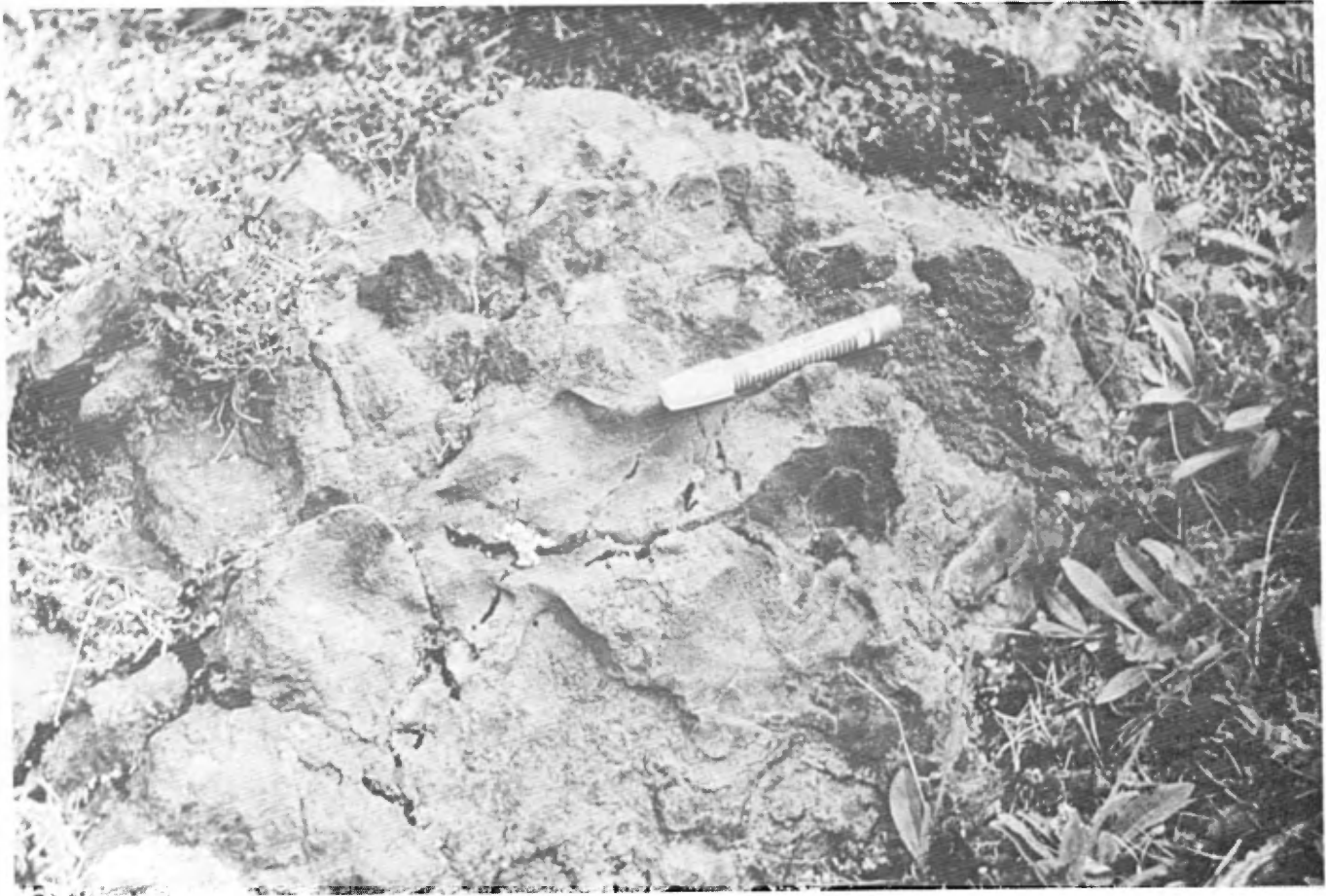
Geographic location:

La Motte, lot 29, range VI; see area 3 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Lower section of the middle sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 72-1999



sommet/top



Photo 22

COULÉE PICRITIQUE COUSSINÉE
PILLOWED PICRITIC FLOW

PHOTO 23

L'aspect morpho-faciologique en mégacoussins à bordure mince diffère radicalement de celui des coulées des séquences sous-jacentes passées en revue. Les coussins sont plus petits, mal exprimés et souvent empilés pêle-mêle. Cependant la convexité de la surface sommitale reste bien exprimée. Si la surface des coussins est peu bréchoïde, le corps même des coussins, tel qu'on peut le noter sur cette photo, est souvent bréchoïde, témoignant ainsi de l'action pénétrante de l'eau de mer au moment de leur consolidation. A cet égard, le mécanisme semble identique à celui de la coulée sur la photo 21.

Localisation géographique:

Vassan, rang IV, lot 41; voir secteur 6 de la figure 3.

Position lithostratigraphique:

Séquence supérieure du groupe de La Motte-vassan

Analyse: Annexe, 73-2178

The morpho-faciological development of this flow into large, thin-rimmed pillows differs markedly from that found in flows of the underlying sequences already reviewed. The pillows are smaller, ill formed and often disposed in a pell-mell arrangement. However, the convex shape of the top surface is still well defined. Though the surface of the pillows has suffered little brecciation, their internal portion, as observed on this photo, is often brecciated, which indicates the penetrating action of sea water during consolidation. In this respect, the mechanism seems to be identical to that which has affected the flow illustrated on photo 21.

Geographic location:

Vassan, lot 41, range IV; see area 6 in Figure 3.

Lithostratigraphic position:

Upper sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 72-2178

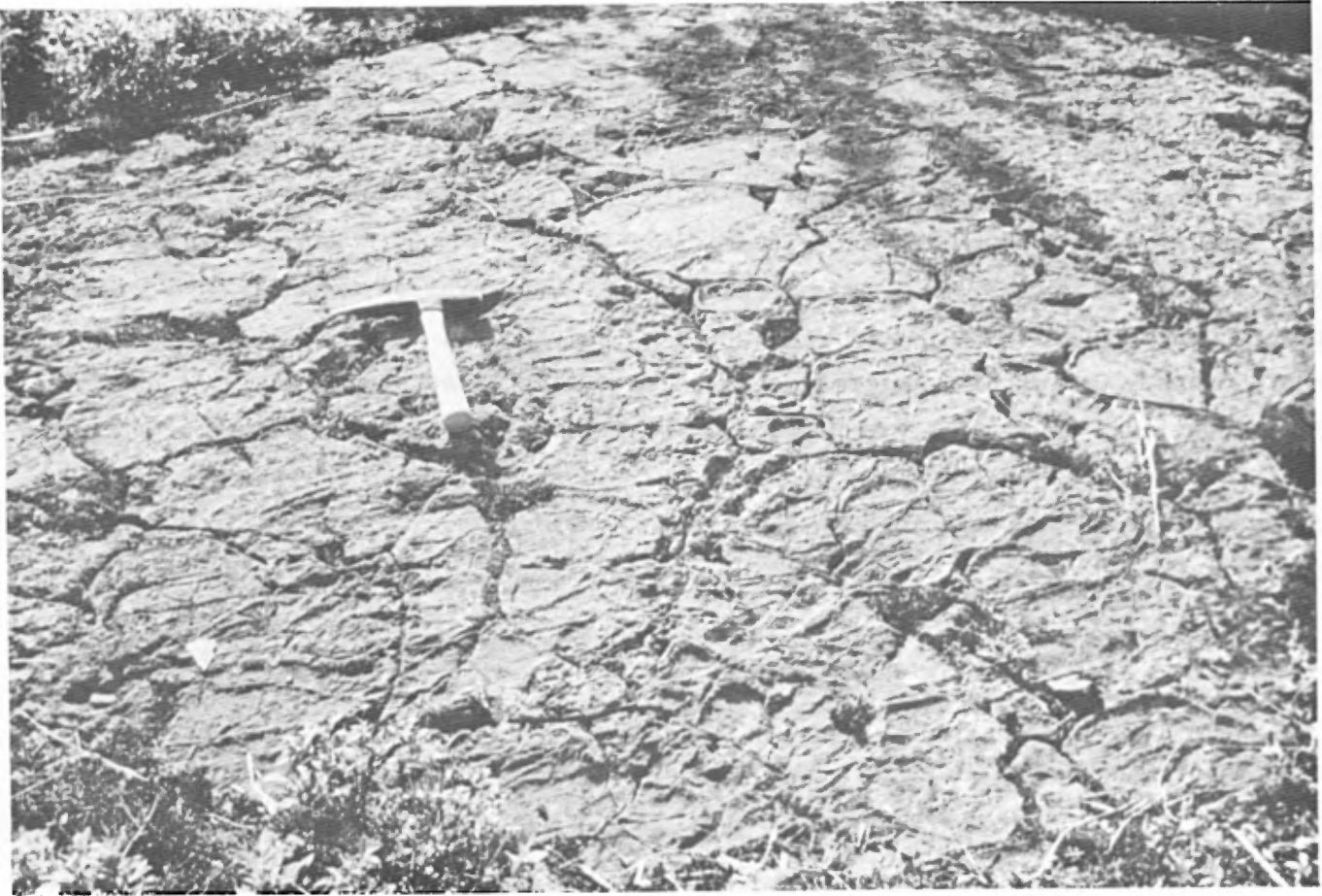


Photo 23

) sommet/top

COULÉE EN MÉGACOUSSINS 'A BORDURE MINCE
FLOW WITH LARGE, THIN-RIMMED PILLOWS

PHOTO 24

Lorsque les coussins méta-ultramafiques de la séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan ne sont pas bréchoides (photo 23), ils sont sillonnés de fentes de retrait pénétrant vers leur intérieur, à partir de la base comme de la surface sommitale. Ces coussins ont une couleur brun chamois bien exprimée.

Localisation géographique:

Vassan, rang IV, lot 41; voir secteur 6 de la figure 2.

Position stratigraphique:

Séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan

Wherever the meta-ultramafic pillows of the upper sequence of the La Motte-Vassan Group are not brecciated (photo 23), they are criss-crossed by cooling cracks penetrating inward from the bottom as well from the top surfaces. These pillows are typically buff-brown.

Geographic location:

Vassan, lot 41, range IV; see area 6 in Figure 2.

Stratigraphic position:

Upper sequence of the La Motte-Vassan Group.

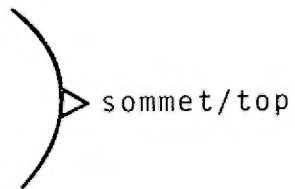


Photo 24

COULÉE EN MÉGACOUSSINS 'A BORDURE MINCE
FLOW WITH LARGE THIN-RIMMED PILLOWS

PHOTO 25

Là où les coussins sont de taille plus considérable que ceux présentés aux photos 23 et 24, la surface figée est réduite à sa plus simple expression. La zone bréchoides crustale fait défaut, sans que le coussin soit pour autant bréchoides. Le mécanisme de refroidissement et de consolidation paraît s'opérer d'une manière concentrique (voir gros plan sur la photo suivante).

Localisation géographique:

Vassan, rang IV, lot 41; voir secteur 6 de la figure 2.

Position stratigraphique:

Séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 73-2176

Where the pillows are larger than those illustrated in photos 23 and 24, the chilled top is reduced to a minimum. The brecciated zone of the crust is absent and yet the pillow itself is not brecciated. The cooling and consolidation mechanisms seem to have operated concentrically (see close-up on next photo).

Geographic location:

Vassan, lot 41, range IV; see area 6 in Figure 2.

Stratigraphic position:

Upper sequence of the La Motte-Vassan Group

Analysis: Appendix, 73-2176.

) sommet/top

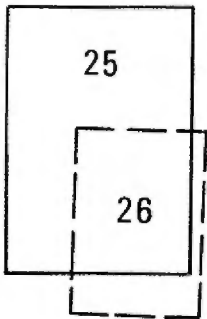


Photo 25

MÉGACOUSSINS 'A BORDURE MINCE
LARGE, THIN-RIMMED PILLOWS

PHOTO 26

Les fissures de retrait de la zone extérieure du coussin inférieur sont disposées radialement et relient la surface sommitale figée à une mince zone bréchoides intérieure concentrique. A l'intérieur de cette zone la disposition géométrique des fissures devient plus aléatoire (voir aussi photo 25). La base de ce genre de coulées est massive et ne comprend que peu de fissures, ainsi qu'en témoigne le coussin supérieur.

Localisation géographique:

Vassan, rang IV, lot 41; voir secteur 6 de la figure 2

Position stratigraphique:

Séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan

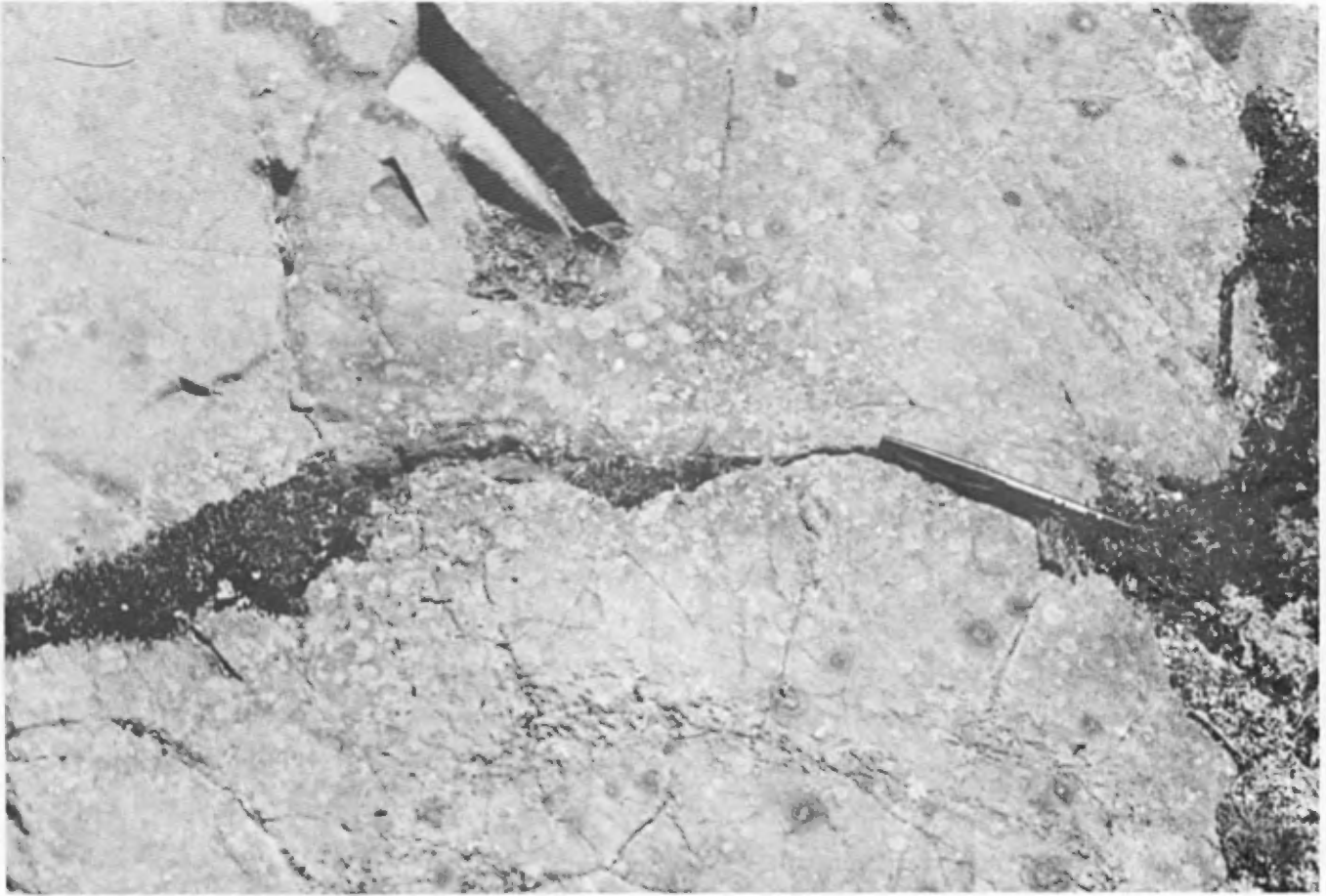
The cooling cracks of the outer rim of the lower pillow are disposed radially and join the top chilled surface to a thin concentric, inner brecciated zone. Within this zone, the geometric arrangement of the fissures becomes more at random (see also photo 25). The base of this type of flows is massive and contains only a few fissures, as exemplified by the upper pillow.

Geographic location:

Vassan, lot 41, range IV; see area 6 in Figure 2.

Stratigraphical position:

Upper sequence of the La Motte-Vassan Group.



sommet/top

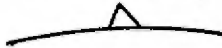


Photo 26

MÉGACOUSSINS À BORDURE MINCE. VUE RAPPROCHÉE DE LA PHOTO 25
LARGE, THIN-RIMMED PILLOWS. CLOSE-UP OF PHOTO 25

PHOTO 27

La section terminale du groupe de La Motte-Vassan annonce, avec l'accroissement des produits basaltiques et picritiques, un changement majeur dans le caractère du volcanisme initial du sillon. Les coulées métapicritiques font partie des pulsations locales du volcanisme et, de ce fait, leur présence est liée à celle des metabasaltes et à celle des méta-ultramafites plus riches en MgO. Leur distinction morpho-faciologique s'appuie sur la forme particulière des coussins en "rognons", laquelle ne se réalise que dans un intervalle pétrochimique restreint autour de 20% MgO.

Les coussins en "rognons" sont de petite taille et empilés pêle-mêle les uns sur les autres. Conformément à leur teneur en MgO, les chlorites deviennent prépondérantes, conférant aux affleurements une couleur verdâtre typique.

Localisation géographique:

Vassan, rang III, lot 59; voir secteur 7 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section terminale de la séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 73-1407

The terminal section of the La Motte-Vassan Group indicates, with the increase in the basaltic and picritic products, a major change in the nature of the initial volcanism of the belt. The metapicritic flows are a part of the local pulsations of the volcanism and their presence is thus related to that of the metabasalts and to that of the meta-ultramafites richer in MgO. Their morpho-faciological distinction is based on the particular shape of the "kidney"-like pillows, which only occurs in a limited petrochemical interval of about 20% MgO.

The "kidney"-shaped pillows are small in size and are stacked at random on one another. In accordance with their MgO content, chlorites become abundant, giving the exposures a typical greenish colour.

Geographic location:

Vassan, lot 59, range III; see area 7 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Terminal section of the upper sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 73-1407.

sommet/top



Photo 27

COULÉE PICRITIQUE COUSSINÉE
PILLOWED PICRITIC FLOW

PHOTO 28

Afin de faciliter la comparaison morpho-faciologique entre les coulées mafiques et ultramafiques, nous présentons, avec les photos 28 et 29, deux types de coulées metabasaltiques coussinées.

La photo 28 montre une coulée où les coussins plats et allongés dominent. Les minces fragments hyaloclastiques allongés soulignent l'aspect fluidal de la coulée. Remarquer l'absence de fissures de retrait et le dessin net et franc de la surface de refroidissement. L'interstice entre les coussins est en relief négatif.

Localisation géographique:

Vassan, rang III, lot 48; voir secteur 7 de la figure 2

Position lithostratigraphique:

Section terminale de la séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan

Analyse: Annexe, 73-1417

So as to facilitate the morpho-faciological comparison between the mafic and ultramafic flows, photos 28 and 29 illustrate two types of pillowed metabasaltic flows.

Photo 28 shows a flow in which flat and elongated pillows prevail. The thin elongated hyaloclastic fragments outline the fluidal nature of the flow. Note the absence of cooling cracks and the clear-cut outline of the cooling surface. The interstices between the pillows are recessed.

Geographic location:

Vassan, lot 48, range III; see area 7 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Terminal section of the upper sequence of the La Motte-Vassan Group.

Analysis: Appendix, 73-1417



sommet/top



Photo 28

COULÉE MÉTABASALTIQUE COUSSINÉE. COUSSINS ALLONGÉS
PILLOWED METABASALTIC FLOW. ELONGATED PILLOWS

PHOTO 29

Sur le plan morpho-faciologique, les photos 28 et 29 représentent deux extrêmes. Si la photo 28 illustre une coulée metabasaltique à coussins allongés, la photo 29 met en évidence une coulée à coussins en "boules de canon" de 0.3 à 1 m de diamètre, dont l'empilement est assez irrégulier. Plusieurs coussins ont deux ou même trois "queues" (voir le grand coussin en haut de la photo). Les fissures de retrait, bien que présentes, sont discrètes et leur continuation longitudinale est très limitée. L'interstice entre les surfaces figées est en relief négatif.

Localisation géographique:

Vassan, rang III, lot 45; voir secteur 7 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Section terminale de la séquence supérieure du groupe de La Motte-Vassan

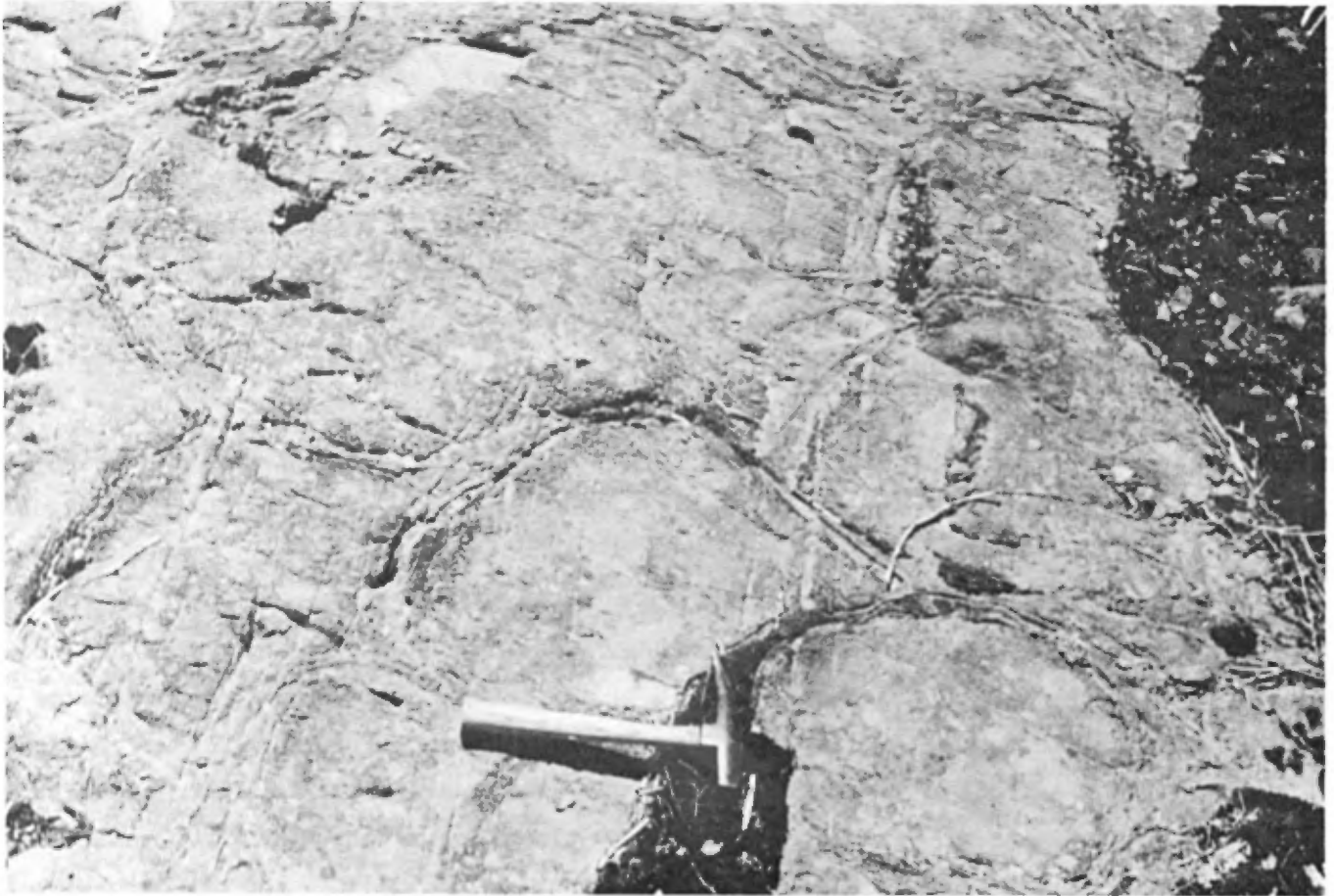
Morpho-faciologically, photos 28 and 29 represent two extremes. Photo 28 illustrates a metabasaltic flow with elongated pillows, whereas photo 29 shows a flow with rather irregularly stacked, "cannon ball" pillows, measuring from 0.3 to 1 m in diameter. Several pillows show two and even three "tails" (see the large pillow at top of photo). Though present, the fissures of retreat are discrete and their longitudinal extension is quite limited. The interstices between the chilled surfaces are recessed.

Geographic location:

Vassan, lot 45, range III; see area 7 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Terminal section of the upper sequence of the La Motte-Vassan Group.



sommet/top

Photo 29

**COULÉE MÉTABASALTIQUE COUSSINÉE. COUSSINS EN BOULES
PILLOWED METABASALTIC FLOW. BALL-SHAPED PILLOWS**

PHOTO 30

Les coulées du groupe de Jacola sont moins riches en MgO que celles des groupes sous-jacents (La Motte-Vassan et Dubuisson). La structure à spinifex s'y réalise sporadiquement; par contre, les épisodes de coulées picritiques sont fréquentes. Les petits coussins à contour franc de cette photo rappellent à tous les points de vue ceux des groupes sous-jacents. Il y a cependant une différence considérable: alors que les coulées picritiques de ces derniers sont bien coussinées, les coussins sont plutôt rares dans le groupe de Jacola. Les investigations lithostratigraphiques et structurales y sont, de ce fait, souvent malaisées.

Localisation géographique:

Malartic, rang II, lot 54; voir secteur 8 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Jacola

Analyse: Annexe, 75-2707

The flows of the Jacola Group are poorer in MgO than those of the underlying groups (La Motte-Vassan and Dubuisson). Spinifex textures are present only sporadically; on the other hand, the episodes of picritic flows are frequent. The small, sharply outlined pillows on this photo are similar in every respect to those of the underlying groups. There is however a marked difference: while the picritic flows of these latter groups are well pillowed, pillows are rather scarce in the Jacola Group. This often renders lithostratigraphic and structural investigations rather difficult.

Geographic location:

Malartic, lot 54, range II; see area 8 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Jacola Group

Analysis: Appendix, 75-2707



sommet/top



Photo 30

COULÉE PICRITIQUE
PICRITIC FLOW

PHOTO 31

Ce type de mégacoussin, lorsque présent dans le groupe de Jacola, constitue rarement la totalité des horizons locaux. Parmi les mégacoussins illustrés sur la présente photo, celui du centre est le plus considérable. La croûte figée, formant une mince lisière retroussée, n'est pratiquement pas bréchofide. La partie sommitale du mégacoussin au centre n'est que partiellement détachée du coussin superposé. Les rares fissures de retrait, qui accusent une tendance d'orientation radiale, sont plus nombreuses dans les petits coussins que dans les grands.

Localisation géographique:

Malartic, rang II, lot 55; voir secteur 8 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Jacola

Analyse: Annexe, 75-2703

Wherever present in the Jacola Group, this type of large pillows rarely forms the whole of the local horizons. Among the large pillows illustrated on this photo, the one at the center is the biggest. The chilled crust which forms a thin curled-up border is hardly brecciated. The top part of the large pillow at the center is only partially separated from the overlying pillow. The few cooling cracks, which tend to be radially oriented, are more numerous in the smaller pillows.

Geographic location:

Malartic, lot 55, range II; see area 8 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Jacola Group.

Analysis: Appendix, 75-2703

⌋ sommet/top



COULÉE A COUSSINS CRAQUELÉS
FLOW WITH CRACKED PILLOWS

Photo 31

PHOTO 32

Cette photo, prise sur le même horizon que celui de la photo précédente, illustre bien la tendance à la non-individualisation des coussins dans certaines coulées méta-ultramafiques. Leur aspect faciologique est fonction de leur empilement les uns sur les autres. Le mécanisme de ce type d'écoulement de lave se laisse bien étudier. La partie frontale du coussin à droite est fragmenté en "semi-coussins" tandis que son intérieur, quoique lui aussi fragmenté, forme une seule entité. A la base frontale du même coussin, on voit un semi-coussin entièrement détaché de la coulée. L'effet de refroidissement au contact de l'eau de mer est souligné par les fissures de retrait dans la partie frontale.

Localisation géographique:

Malartic, rang II, lot 55; voir secteur 8 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Jacola

This photo, taken along the same horizon as that shown on the previous photo, is a good illustration of the ill-defined nature of the pillows in some meta-ultramafic flows. Their faciological appearance is related to their stacking up one on top of the other. The mechanism which controlled this type of lava flow is easy to study. The front part of the pillow, on the right, is broken up into "semi-pillows", whereas its interior, although fragmented too, consists of a single entity. At the frontal base of the same pillow, a semi-pillow is completely detached from the flow. The cooling effect of sea water is suggested by the presence of cooling cracks in the frontal part of the pillow.

Geographic location:

Malartic, lot 55, range II; see area 8 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Jacola Group



} sommet/top

Photo 32

COULÉE A COUSSINS CRAQUELÉS
FLOW WITH CRACKED PILLOWS

PHOTO 33

Photo prise dans le voisinage des deux précédentes. Les coulées sont d'une continuité latérale de 10 à 25 m et d'une puissance dépassant quelques mètres. Leur surface bréchoïde comprend quelques petits coussins détachés ou semi-détachés de forme irrégulière. Les fissures de retrait à lèvres retroussées prennent naissance dans la zone bréchoïde et pénètrent profondément vers l'intérieur de la coulée. Il est donc normal d'attribuer leur présence à une action accrue de l'eau de mer.

Localisation géographique:

Malartic, rang II, lot 55; voir secteur 8 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Jacola

Analyse: Annexe, 75-2706

Photo taken near the previous two. The flows extend laterally for 10 to 25 m and exceed a few metres in thickness. Their brecciated surface includes a few small and irregular pillows, completely or partly detached from the others. The curl-edged fissures of retreat originate in the brecciated zone and penetrate deeply into the flow. Hence, it seems logical to associate their presence with the increasing action of sea water.

Geographic location:

Malartic, lot 55, range II; see area 8 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Jacola Group

Analysis: Appendix, 75-2706



sommet/top

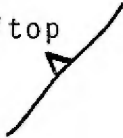


Photo 33

COULÉE À SURFACE BRÉCHOÏDE FIGÉE
FLOW WITH BRECCIATED CHILLED TOP

PHOTO 34

Le groupe de Pontiac forme l'avant-pays méridional du sillon méta-ultramafique de La Motte-Vassan. Il est constitué principalement de métagrauwackes comprenant plusieurs intercalations régionales de coulées méta-ultramafiques. Tandis que les roches du sillon méta-ultramafique de La Motte-Vassan sont dans la zone du métamorphisme faible (\approx faciès des schistes verts), les métagrauwackes passent vers le sud dans la zone du métamorphisme moyen (\approx faciès amphibolite), caractérisé par la présence de staurotide et d'almandin. Nous représentons sur cette photo le faciès métamorphique où les gros cristaux de staurotide dominant l'image.

Localisation géographique:

Fournière, rang VII, lot 20; voir secteur 9 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

The Pontiac Group makes up the southern foreland of the La Motte-Vassan meta-ultramafic belt. It consists mainly of metagraywackes, including several regional intercalations of meta-ultramafic flows. The rocks of the La Motte-Vassan meta-ultramafic belt belong to the low metamorphic grade (\approx greenschist facies), whereas the meta-graywackes change southward into the zone of medium grade metamorphism (\approx amphibolite facies) characterized by the presence of staurolite and almandine. The metamorphic facies in which large staurolite crystals predominate is illustrated on this photo.

Geographic location:

Fournière, lot 20, range VII; see area 9 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group



Photo 34

METAGRAUWACKE 'A STAURITIDE, AVEC UN PEU D'ALMANDIN
STAUROLITE METAGREYWACKE, WITH MINOR ALMANDINE

PHOTO 35

Tandis que les traits morpho-faciologiques des coulées mafiques et des roches sédimentaires sont partiellement ou totalement effacés dans la zone du métamorphisme moyen, ceux des coulées ultramafiques y restent conservés. Cette différence leur confère une valeur lithostratigraphique et structurale particulière. Les photos suivantes (35 à 41), prises dans les zones métamorphiques à staurotide et almandin, en donnent la démonstration. La présente photo montre une partie d'une coulée mal coussinée rappelant les traits morpho-faciologiques des coulées présentées aux photos 31 et 32.

Localisation géographique:

Fournière, rang VII, lot 20; voir secteur 9 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

Analyse: Annexe, 75-2043

The morpho-faciological features of the mafic flows and of the sedimentary rocks are partially or totally obliterated in the zone of intermediate metamorphism, whereas those of the ultramafic flows are preserved. This difference gives the ultramafic flows a characteristic lithostratigraphic and structural importance. The following photos (35 to 41) were taken in the staurolite-almandine metamorphic zones. Photo 35 shows part of a poorly-pillowed flow suggesting the morpho-faciological features of the flows illustrated on photos 31 and 32.

Geographic location:

Fournière, lot 20, range VII; see area 9 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group

Analysis: Appendix, 75-2043



sommet/top

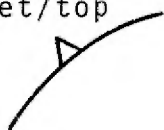


Photo 35

COULÉE FAIBLEMENT COUSSINÉE
POORLY PILLOWED FLOW

PHOTO 36

Les coulées méta-ultramafiques picritiques constituent, dans la majorité des cas, les termes les moins riches en MgO des horizons ultramafiques intercalaires du groupe de Pontiac. La forme, la grandeur et la couleur des coussins, mal formés et souvent en forme de "rognon", rappellent leurs équivalents à l'intérieur du sillon de La Motte-Vassan (photos 22 et 27). Il reste cependant à souligner l'extrême fragmentation des coussins et l'omniprésence des fissures de retrait courtes et ouvertes. En dépit des coussins mal formés, la détermination de la polarité ne présente aucune difficulté majeure. L'aimant est posé sur la "queue" d'un coussin fragmenté et bréchoïde.

Localisation géographique:

Fournière, rang VII, lot 17; voir secteur 9 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

Analyse: Annexe, 75-2044

The picritic meta-ultramafic flows represent, in most cases, the members showing the lowest MgO content of the ultramafic horizons intercalated in the Pontiac Group. The shape, size and colour of the ill-formed and often "kidney"-like pillows are comparable to their equivalents in the La Motte-Vassan belt (photos 22 and 27). However, it remains to stress the extreme fragmentation of the pillows and the omnipresence of the short and open cooling cracks. Though the pillows are not well formed, top determinations may be carried out without great difficulty. On this photo, the magnet rests on the "tail" of a fragmented and brecciated pillow.

Geographic location:

Fournière, lot 17, range VII; see area 9 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group

Analysis: Appendix, 75-2044



sommet/top

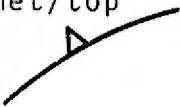


Photo 36

COULÉE PICRITIQUE COUSSINÉE
PILLOWED PICRITIC FLOW

PHOTO 37

La photo montre la limite entre trois mégacoussins superposés. On remarque que la zone bréchoidé directement au-dessus de la croûte figée du coussin inférieur est peu développée. Les fissures et fentes de retrait sont rares et peu exprimées. Les deux coussins supérieurs revêtent le même caractère morpho-faciologique dont nous avons déjà parlé à propos de la photo 32. Effectivement, la base du coussin central est décomposée près de son extrémité gauche en "mini-coussins" détachés (au-dessus de l'aimant). On aperçoit la base du troisième coussin dans le coin gauche supérieur de la photo.

Localisation géographique:

Fournière, rang VII, lot 14; voir secteur 9 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

Analyse: Annexe, 75-2049

This photo shows the contact between three large superposed pillows. Note that the brecciated zone directly above the chilled crust of the lower pillow is poorly developed. The fractures and fissures of retreat are scarce and not well developed. The two upper pillows possess the same morpho-faciological feature, already pointed out on photo 32. Actually, the base of the middle pillow is divided, near its left end, into separate "mini-pillows" (above the magnet). The base of the third pillow may be observed in the upper left corner of the photo.

Geographic location:

Fournière, lot 14, range VII; see area 9 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group

Analysis: Appendix, 75-2049

sommet/top



Photo 37

MÉGACOUSSINS DU GROUPE DE PONTIAC
LARGE PILLOWS FROM THE PONTIAC GROUP.

PHOTO 38

Cette photo et la suivante illustrent le fait que les structures relativement fragiles, comme celles à spinifex, résistent parfaitement bien au métamorphisme moyen à staurotide et almandin (\approx faciès amphibolite). La photo montre une partie d'une séquence de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur composée exclusivement de coulées à deux zones (massive et à spinifex). La puissance de la zone massive reste généralement inférieure ou tout au plus égale à celle de la zone à spinifex.

Localisation géographique:

Fournière, rang VII, lot 17; voir secteur 9 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

This photo and the next one illustrate the fact that the relatively brittle textures, such as the spinifex, resisted remarkably well to the medium grade metamorphism (staurolite-almandine \approx amphibolite facies). Photo 38 shows part of a sequence several hundred metres thick composed entirely of bi-zonal flows (massive and spinifex). The thickness of the massive zone is usually less than, or at the most equal to, that of the spinifex zone.

Geographic location:

Fournière, lot 17, range VII; see area 9 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group

—
∇
sommet/top



Photo 38

COULÉE A DEUX ZONES
BI-ZONAL FLOW

PHOTO 39

Ce gros plan près de la photo précédente montre une partie de deux coulées adjacentes. La coulée inférieure, dont on ne voit que le sommet figé, est exclusivement massive. Mince et se biseautant rapidement, elle demeure d'une puissance inférieure à celle des coulées à deux zones. La coulée supérieure rappelle tout particulièrement celle de la photo 8. Au sommet de la zone massive les cristaux d'olivine squelettiques serpentinisés occupent une bande considérable. Les fissures de retrait et d'étirement tectonique (voir aussi la photo précédente) sont, surtout dans la zone massive, particulièrement talquifiées et carbonatisées. Leur composition chimique, à part la teneur en carbonate, concorde avec celle des coulées de même morpho-faciologie.

Localisation géographique:

Fournière, rang VII, lot 17; voir secteur 9 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

Analyses: Annexe, 75-2047
75-2048

This close-up, taken near the previous photo, shows part of two adjoining flows. The lower flow, of which the chilled top only may be observed, is strictly massive. It is thin and tapers rapidly; its thickness does not exceed that of the bizonal flows. The upper flow is particularly similar to that of photo 8. Skeletal crystals of serpentinized olivine form an important layer at the top of the massive zone. Cooling and tension cracks (see also previous photo) are rather well coated with talc and carbonate, particularly in the massive zone. The chemical composition of these flows, apart from the carbonate content, agrees with that of flows of similar morpho-faciology.

Geographic location:

Fournière, lot 17, range VII; see area 9 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group

Analysis: Appendix, 75-2047
75-2048

sommet/top



Photo 39

GROS PLAN DE COULÉE À DEUX ZONES
CLOSE-UP OF A BI-ZONAL FLOW

PHOTO 40

Cette photo vient d'un horizon lithostratigraphique supérieur à ceux des photos précédentes. Soumis au métamorphisme moyen, les coussins qui caractérisent certains niveaux locaux atteignent les 7 à 8 m de puissance. Dans la présente photo, on voit que les surfaces irrégulières ont failli se désintégrer en plusieurs coussins semi-détachés de petite dimension (cf. photo 15). De fait, la désintégration s'est produite dans le cas du coussin sur la gauche de la photo. Entre ce coussin et celui qui le surmonte, se trouve un coussin bombé (sous le marteau) décomposé à sa base en quelques petits coussins semi-détachés.

Localisation géographique:

Surimau; voir secteur 10 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

Analyse: Annexe, 75-2642

This photo is from a lithostratigraphic horizon higher than those illustrated on the previous photos. The pillows which characterize some local horizons are up to 7 to 8 m thick; they have undergone intermediate metamorphism. Photo 40 shows that the irregular surfaces nearly broke down into several small and semi-detached pillows (cf. photo 15). In fact, the pillow to the left did break down, for there is, between this pillow and the overlying pillow, a bulgy pillow (beneath the hammer) which has broken down at its base into a few small and semi-detached pillows.

Geographic location:

Surimau; see area 10 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group

Analysis: Appendix, 75-2642



Photo 40

└─┬─┘
sommet/top

COULÉE EN MÉGACOUSSINS À BORDURE MINCE
FLOW WITH LARGE, THIN-RIMMED PILLOWS

PHOTO 41

Ce gros plan représente la structure porphyroblastique de coulées méta-ultramafiques à proximité d'intrusions acide syn- et post-cinématiques. Selon les indications de terrain, les intrusions sont responsables de cette structure. Les porphyroblastes sont constitués d'un noyau de serpentine entouré d'une lisière de magnétite. Leur présence est indépendante du type morpho-faciologique de coulée dans laquelle ils se développent. La masse de la roche est riche en trémolite et pauvre en serpentine. Dans ce type de roche les traits morpho-faciologiques primitifs sont souvent très difficilement reconnaissables.

Localisation géographique:

Surimau; voir secteur 11 de la figure 2.

Position lithostratigraphique:

Groupe de Pontiac

This close-up illustrates the porphyroblastic texture of meta-ultramafic flows near syn- and post-kinematic acid intrusions. Field evidence suggest that the intrusions are responsible for this texture. The porphyroblasts consist of a core of serpentine surrounded by a rim of magnetite. Their presence is independent from the morpho-faciological type of flow in which they are developed. The rock mass is rich in tremolite and poor in serpentine. In this rock type, the primary morpho-faciological features are often difficult to recognize.

Geographic location:

Surimau; sea area 11 in Figure 2.

Lithostratigraphic position:

Pontiac Group

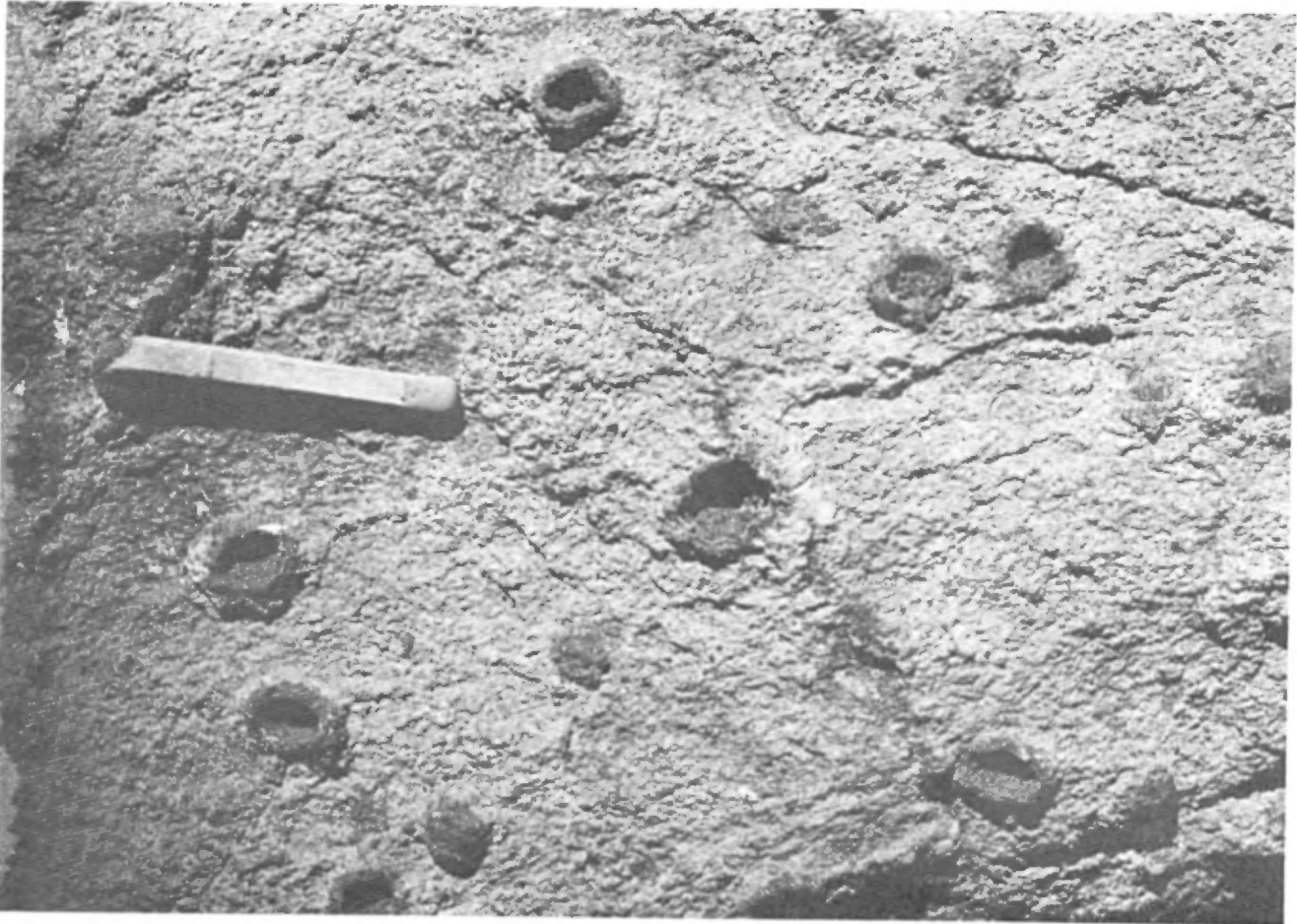


Photo 41

COULÉE MASSIVE 'A' PORPHYROBLASTES D'OLIVINE SERPENTINISÉE
MASSIVE FLOW WITH SERPENTINIZED OLIVINE PORPHYROBLASTS

CONCLUSION / CONCLUSION

En guise de conclusion, soulignons que la richesse d'information sur un phénomène naturel donné dépend, en particulier, de la bonne concordance entre l'échelle d'observation et l'échelle où les traits les plus spécifiques du lit phénomène s'expriment. Effectivement, c'est à cette échelle "sensible" que les analyses et les différences les plus marquées se situent.

Les photos que nous venons de présenter constituent l'indication visualisée de ce rapport. En effet, les traits morpho-faciologiques représentent la variable la plus directement observable des coulées ultramafiques dont la répartition spatio-temporelle est en interrelation avec l'évolution du sillon de La Motte-Vassan. La prépondérance, la présence ou l'absence de certains types morpho-faciologiques possèdent à la fois une implication lithostratigraphique certaine et une signification pétrochimique définie.

Comme nous l'avons vu, la paragenèse minéralogique des coulées méta-ultramafiques est à tel point monotone que même le changement du degré de métamorphisme ne l'affecte que légèrement. Les paramètres minéralogiques sont donc

As a conclusion it may be mentioned that the wealth of information on a given natural phenomenon depends particularly on the agreement between the scale at which the observations are carried out and the scale at which the most specific features of the phenomenon are expressed. Actually, it is at this "sensible" scale that the analyses and the more pronounced differences are found.

The previous photos represent the visual indication of the present study. Indeed, the morpho-faciological features represent the most readily observable variable of the ultramafic flows, the spatio-temporal distribution of which is related to the evolution of the La Motte-Vassan belt. The abundance, the presence or the absence of certain morpho-faciological types has both an unquestionable lithostratigraphic implication and a definite petrochemical significance.

As already mentioned, the mineralogical paragenesis of the meta-ultramafic flows is so monotonous that even a change in the degree of metamorphism only affects it slightly. Thus the mineralogical parameters are

d'une efficacité limitée pour l'étude spatio-temporelle des coulées. De plus, ils ne fournissent aucune preuve directe du mode de formation intrusif ou effusif des ultramafites.

Par ailleurs la classification chimique, qui ne peut s'effectuer que bien après la cartographie, n'obtient toute sa signification que lorsque les paramètres chimiques peuvent être reliés à des observations préalablement effectuées directement sur le terrain.

Le pouvoir discriminant de la morpho-faciologie des coulées ultramafiques est supérieur à celui des autres investigations puisque son échelle sensible est celle de la cartographie détaillée régionalisée. Il en résulte qu'elle fait partie intégrante des investigations de terrain dont elle constitue une des plus efficaces méthodes. De ce fait la richesse de l'information géologique s'accroît et ouvre la voie à la recherche minière raisonnée là où le facteur de contrôle principal est précisément de nature lithostratigraphique, à l'intérieur des sillons métavolcaniques archéens.

Nous souhaitons donc, avec Routhier (1969), que l'on prenne *conscience de l'absolue nécessité, dans tout*

only of limited use for the spatio-temporal study of the flows. Furthermore, they offer no direct proof of the intrusive or effusive nature of the ultramafites,

On the other hand, the chemical classification, which can only be done long after the mapping, has its full significance only when the chemical parameters can be linked with observations previously carried out in the field,

The discriminating power of the morpho-faciology of the ultramafic flows is greater than that of the other investigations since its sensible scale coincides with that of the detailed mapping carried out regionally. As a result, it is an integral part of the field investigations, of which it represents one of the most efficient methods. The wealth of geological information is thus increased and opens the way to reasoned mineral exploration wherever the main controlling factor is lithostratigraphic in nature, within the Archean metavolcanic belts.

We therefore hope, along with Routhier (1969, p. 58-59) that *one should be aware it is absolutely*

raisonnement géologique, de se fonder sur une carte correctement exécutée, qui est et sera toujours l'une des bases essentielles du métier. Base ardue mais sans laquelle les ordinateurs ne nous serviraient que bien peu! On a trop tendance à l'oublier aujourd'hui... et l'on voit déjà bien des pétrologues et des géochimistes traiter suivant les mêmes techniques "presse-boutons" des lots de roches appartenant à des populations différentes, qu'une cartographie leur aurait appris à distinguer.

imperative that every geological reasoning be based on a well-done map which is and will always be one of the basic tools of the trade. This a difficult task, but without this basis, computers would be of little use. We are nowadays too inclined to forget this principle... and many petrologists and geochemists are known to treat, with the same "push-button" technique, whole lots of rocks belonging to different populations that a mapping program would have enabled them to distinguish.

BIBLIOGRAPHIE/BIBLIOGRAPHY

L'astérisque à la suite d'un millésime de publication signale l'existence d'une traduction.

The asterisk following a publication date indicates of the existence of a translation.

AMSTUTZ G.C

- 1968 - *Spilites and Spilitic Rocks*. In *Basalts-The Poldervaart Treatise on rocks of Basaltic Composition* (H.H. Hess and A. Poldervaart, editors). Interscience Publishers, Volume 2, pages 737-753.

ANHAEUSSER, C.R.

- 1971 - *Cyclic Volcanicity and Sedimentation in the Evolutionary Development of Archean Greenstone Belts of Shield Areas*; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 57-70.
- 1971 - *The Barberton Mountain Land, South Africa - A guide to the understanding of the Archean Geology of Western Australia*; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 103-119.
- 1976 - *Archean Metallogeny in Southern Africa*; Economic Geology; Volume 71, pages 16-43.

ANHAEUSSER, C.R. - FRITZE, K. - FYFE, W.S. - GILL, R.C.O.

- 1975 - *Gold in "Primitive" Archean Volcanics*; Chemical Geology; 16 pages. 129-135.

ANHAEUSSER, C.R. - MASON, R. - VILHOEN, M.J.

- 1969 - *A reappraisal of some Aspects of Precambrian Shield Geology*; Bulletin of the Geological Society of America; Volume 80, No. 11, pages 2175-2200.

- BALLEY, E.B. - CALLIEN, W.J.
1953 - *Serpentine Lavas, the Ankara Melange and the Anatolian Thrust*;
Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 62, pages 403-442.
- BESSION, M.
1976 - *Le chimisme des roches ultrabasiques minéralisées en sulfures de nickel d'Australie occidentale*; Bureau de Recherches géologiques et minières de France; bulletin 2; 11. 2, pages 185-213.
- BESSION, M. - CAPITANT, B.
1976 - *Note sur le chimisme de roches ultramafiques minéralisées en sulfures de nickel dans l'Abitibi (Province Supérieure archéenne, Canada)*;
Bureau de Recherche géologique et minière de France; bulletin 2; 11, 4, pages 349-378.
- BEVERIDGE, W.I.B.
1957 - *The Art of Scientific Investigation*; W.W. Norton and Cie Ltd; revised edition, 178 pages.
- COLLERSON, K.D. - JESSEAU, C.W.
1976 - *Contrasting types of bladed olivine in ultramafic rocks from the Archean of Labrador*; Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 13, pages 442-450.
- KUNO, H.
1960 - *High-alumina Basalt*; Journal of Petrology; Volume 1, pages 121-145.
1968 - *Differentiation of basalt magmas. In Basalt - The Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition*; (H.H. Hess and A. Poldervaart, editors). Interscience Publications; Volume 2, pages 623-688.
- LUSK, J.
1976 - *A possible volcanic-exhalative origin for lenticular nickel sulfide deposits of volcanic association, with special reference to those in western Australia*; Journal canadien des Sciences de la Terre, volume 13, pages 451-458.
- MATTAUER, M.
1973 - *Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre*; Collection Méthodes, Editions Hermann, Paris, 493 pages.
- McCALL, G.J.H.
1971 - *The Nickel-Sulphide-Bearing Ultramafic Rocks and their Environnement in the Archaean of Western Australia*; 24th International Geological Congress, Section 1, pages 354-361.

McGALL, G.J.H. - LEISHMAN, J.

- 1971 - *Clues to the Origin of Archean Eugeosynclinal Peridotites and the Nature of Serpentinisation*; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 281-299.

FONTEILLES, M.

- 1967 - *Appréciation de l'intérêt métallogénique du volcanisme de Madagascar à partir de ses caractères pétrologiques*; Bureau de Recherches géologiques et minières de France; bulletin no 1, pages 121-154.

GRATEROL, M. - NALDRETT, A.J.

- 1971 - *Mineralogy of the Marbridge no 3 and 4 Nickel-Iron Sulfide Deposits*; Economic Geology; Volume 66, pages 886-990.

GUNNING, H.C. - AMBROSE, J.W.

- 1940* - *Région de Malartic, Québec*; Commission Géologique du Canada; Mémoire 222, 162 pages.

GUNNING H.C.

- 1937* - *Région de Cadillac, Québec*; Commission Géologique du Canada; Mémoire 206; 86 pages.

IMREH, L.

- 1973 - *Relations stratigraphiques entre le groupe de Pontiac et le sillon métavolcanique de Baby au Témiscamingue, Québec*; Journal canadien des Sciences de la Terre; volume 10, pages 1350-1353.
- 1974 - *Le sillon serpentinitique de La Motte, comté d'Abitibi-Est*; Ministère des Richesses naturelles du Québec; DP-215.
- 1974a - *Esquisse géologique du sillon serpentinitique archéen de La Motte-Vassan*; Ministère des Richesses naturelles du Québec; DP-232.
- 1974b - *L'utilisation des coulées ultrabasiques dans la recherche minière: esquisse structurale et lithostratigraphique de La Motte-Vassan*; Bulletin Volcanologique; tome 38-2, pages 291-314.
- 1975 - *Application des propriétés géologiques des coulées serpentinitiques à la recherche prévisionnelle des gisements de la géophase ultrabasique-ultramafique: étude du sillon de La Motte-Vassan*; Ministère des Richesses naturelles du Québec; DP-297.
- 1976a - *Nouvelle lithostratigraphie à l'ouest de Val-d'Or et son incidence géologique*; Ministère des Richesses naturelles du Québec; DFPV-349.

- 1976b - *Nouvelle lithostratigraphie à l'ouest de Val-d'Or-Annexe à la publication DPV-349; Ministère des Richesses naturelles du Québec; DPV-361.*
- ISSEL, A.
1879 - *Conclusion di uno studio sui terreni serpentinosi della Liguria orientale; Boll. Com. Geol. Ital., 10, pages 572-583.*
- ISSEL, A. - MAZZUOLI, L.
1881 - *Relazione degli studi fatti per un rilievo dell masse ofiolitiche nella riviera di Levante; Boll. R. Com. Geol. Ital., 12, pages 313-349.*
- LENNER, W.R.
1959* - *Rapport préliminaire sur la moitié ouest du canton de Lamotte; ministère des Richesses naturelles du Québec; rapport préliminaire 405, 11 pages.*
- MARTIN, B.
1971 - *Some comments on the Processes of Serpentinisation from Experimental and Other Work; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 301-310.*
- MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC
1967* - *Bibliographie annotée sur la minéralisation métallique dans les régions de Noranda, Matagami, Val-d'Or, Chibougamau; Etude Spéciale 2, 305 pages, 6 feuilles au 1: 253 440.*
- MIYASHIRO, A.
1968 - *Metamorphism of Mafic Rocks. In Basalts -- The Poldervaart Treatise on Rocks of Basaltic Composition; (H.H. Hess and A. Poldervaart, editors). Interscience Publishers; Volume 2, pages 799-834.*
- NALDRETT, A.J. - GASPARRINI, E.L.
1971 - *Archean Nickel Sulphide Deposits in Canada: their classification, geological setting and genesis with some suggestions as to exploration; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 201-226.*
- NALDRETT, A.J. - ARNDT, N.T.
1975 - *Association of nickel sulphides with rocks of volcanic origin suggests new exploration targets; The Northern Miner; March 6, 1975, pages 39-40.*
- 1976 - *Volcanogenic nickel deposits with some guides for exploration. Society of Mining Engineers AIME (American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers). Transactions; 260, No. 1, pages 12-15.*

NALDRETT, A.J. - CABRI, L.J.

- 1976 - *Ultramafic and Related Mafic Rocks: Their Classification and Genesis with Special Reference to the Concentration of Nickel Sulphides and Platinum-Group Elements*; Economic Geology; Volume No. 7, pages 1131-1158.

NESBITT, R.W.

- 1972 - *Skeletal crystal forms in the ultramafic rocks of the Yilgarn block, Western Australia; Evidence for an Archean ultramafic liquid*. Geological Society of Australia; Special Publication, No. 3, pages 331-346.

PANTANELLI, D.

- 1880 - *Fossili dei diaspri*; Boll. Com. Geol. Ital., 11; 125 pages.

PETRASCHEK, W.E. jr.

- 1961 - *Intrusiver and extrusiver Peridotit-magmatismus in alphinotypen Bereich*; Geologische Rundschau; 48, pages 205-217.

PYKE, D.R. - NALDRETT, A.J. - ECKSTRAND, O.R.

- 1973 - *Archean ultramafic flows in Munro Township, Ontario*; Bulletin of the Geological Society of America; 5, 84, pages 955-978.

PYKE, D.R.

- 1975 - *On the Relationship of Mineralization and ultramafic Volcanic Rocks in the Timmins Area*; Ontario Ministry of Natural Resources; Miscellaneous Paper 62, 23 pages.

ROUTHIER, P.

- 1969 - *Essai critique sur les méthodes de la géologie*; Masson et Cie, Paris; 185 pages.

RAGUIN, E.

- 1970 - *Péetrographie des roches plutoniques dans leur cadre géologique*; Masson et Cie, Paris; 239 pages.

RITTMANN, A.

- 1963 - *Les volcans et leur activité*; Masson et Cie, Paris; 458 pages.

STEFANI, de C.

- 1876 - *Le rocce serpentinosse della Garfagnana*; Boll. Com. Geol. Ital., 7, pages 16-31.

STRECKEISEN, A.L.

- 1967 - *Classification and nomenclature of igneous rocks*; Neues Jahrbuch fur Mineralogie; Abhandlungen, volume 107, No. 2, pages 144-214.

TRAVIS, G.A. - WOODALL, R. - BARTRAM, G.D.

- 1971 - *The geology of the Kalgoorlie Goldfield*; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 175-190.

VILJOEN, M.J. - VILJOEN, R.P.

- 1969 - *Evidence for the existence of a mobile extrusive peridotitic magma from the Komati Formation of the Onverwacht Group.* In *Upper Mantle Project*; Geological Society of South Africa; Special Publication No. 2, pages 87-112.
- 1969 - *The geology of geochemistry of the lower ultramafic unit of the Onverwacht Group, and a proposed new class of igneous rocks.* In *Upper Mantle Project*; Geological Society of South Africa; Special Publication No. 2, pages 87-112.

VILJOEN, R.P. - VILJOEN, M.J.

- 1969 - *The effects of metamorphism and serpentinitisation on the volcanic and associated rocks of the Barberton region.* In *Upper Mantle Projects*; Geological Society of South Africa; Special Publication No. 2, pages 29-53.
- 1969a - *The geological and geochemical Significance of the upper formation of the Onverwacht Group.* In *Upper Mantle Project*; Geological Society of South Africa; Special Publication No. 2, pages 113-151.
- 1969b - *The relationship between mafic and ultramafic magmas derived from the upper mantle and the ore deposits of the Barberton region.* In *Upper Mantle Project*; Geological Society of South Africa; Special Publication No. 2, pages 221-224.
- 1971 - *The Geological and Geochemical Evolution of the Onverwacht Volcanic Group of the Barberton Mountain Land.* South Africa; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 133-150.

VILJOEN, R.P. - SAAGER, R. - VILJOEN, M.J.

- 1970 - *Some Thoughts on the Origin and Processes Responsible for the Concentration of Gold in the Early Precambrian of Southern Africa*; *Mineralia Deposita*, 5, pages 164-180.

VILLAUME, J.F. - ROSE, A.W.

- 1977 - *The Geochemistry of some Archean Ultramafic Lavas*; *Chemical Geology*; 19, pages 43-60.

WILLIAMS, I.R.

- 1975 - *Western Shield, Yilgarn Block, Eastern Goldfields Province*; Geological Society of Australia; Memoir 2, pages 33-54.

WILLIAMS, D.A.C.

- 1971 - *Determination of Primary Mineralogy and Textures in Ultramafic Rocks from Mt. Monger, Western Australia*; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 259-268.

WILSON, H.D.B. *et al.*

- 1969 - *Geochemistry of Some Canadian Nickeliferous Ultrabasic Intrusions*; Economic Geology, Monograph 4, pages 294-309.

WINDLEY, B.F. - BRIDGEWATER, D.

- 1971 - *The Evolution of Archean Low and High-Grade Terrains*; Geological Society of Australia; Special Publication No. 3, pages 33-46.

WINKLER, G.F.

- 1976 - *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*; Springer-Verl, 4th edition. 334 pages.

WOODALL, R. - TRAVIS, G.A.

- 1969 - *Kambalda nickel deposits, Western Australia*; 9th Commonwealth Mining & Metallurgical Congress, London; Preprint Paper 26.

WYLLIE, P.J.

- 1967 - *Ultramafic and Related Rocks*; John Wiley and Sons Inc., New York; 464 pages.

ANNEXE

APPENDIX

Résultats d'analyse d'échantillons pris au même endroit que les photos 1, 2, 3, 5, 7, 8, 13, 15, 18, 22, 23, 27, 28, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40.

Analytical results of samples taken at the same location as photos 1, 2, 3, 5, 7, 8, 13, 18, 22, 23, 27, 28, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40.

NOTE: Les chiffres entre parenthèses à droite du numéro d'identification des photos signifient que l'échantillon a été prélevé dans:

NOTICE: Figures between brackets to the right of the photo numbers indicate that the sample was taken in:

- (0) - une coulée massive
- (1) - la zone massive d'une coulée à deux zones
- (2) - la zone à spinifex d'une coulée à deux zones
- (3) - la croûte figée d'un mégacoussin

- (0) - a massive flow
- (1) - the massive zone of a bi-zonal flow
- (2) - the spinifex zone of a bi-zonal flow
- (3) - the chilled crust of a large pillow

No d'analyse	72-2273	72-2276	72-2269	72-2270	72-2125	72-2006	72-2007	73-4144
No d'échant.	72-L1-070	72-L1-073	72-L1-065	72-L1-066	72-L1-015	72-L1-025	72-L1-026	73-L1-059
PHOTO	1 (0)	2 (0)	3 (1)	3 (2)	5 (1)	7 (1)	7 (2)	8 (1)
SiO ₂ %	38.57	38.45	39.27	42.93	39.96	40.40	41.53	39.01
Al ₂ O ₃	2.95	1.95	2.95	4.17	5.41	4.11	5.23	3.84
Fe ₂ O ₃	5.76	6.05	4.16	1.05	4.93	4.75	4.84	2.23
FeO	1.76	1.73	4.86	6.85	4.35	3.32	4.06	6.03
MgO	37.35	38.75	34.03	24.96	30.52	33.58	28.53	33.87
CaO	0.06	0.88	1.80	9.82	5.12	3.14	5.37	1.35
Na ₂ O	0.02	0.01	0.01	0.05	0.17	0.03	0.05	0.01
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01
TiO ₂	0.13	0.05	0.10	0.22	0.26	0.16	0.29	0.22
H ₂ O+	11.70	11.20	9.79	4.92	8.07	10.00	8.18	11.31
S	0.05	0.20	0.01	0.30	0.07	0.03	0.08	0.06
CO ₂	0.91	1.00	1.78	4.40	0.42	0.14	0.46	0.70
MnO	0.10	0.10	0.10	0.15	0.13	0.11	0.09	0.13
TOTAL	99.37	100.38	98.87	99.83	99.44	99.78	98.73	98.77
ppm								
Cu	4	8	4	124	6	6	90	26
Ni	2800	2620	1980	1160	1560	1980	1560	2020
Zn	40	42	54	66	83	136	262	44
V	45	18	70	120	93	78	115	78
Cr	1122	1008	1138	1736	1732	800	1072	944
Co	47	94	85	84	110	79	94	89

No d'analyse	73-2961	73-2962	73-2963	73-2960	73-4152	73-4151	73-2178	73-2176
No d'échant.	73-L1-095	73-L1-096	73-L1-097	73-L1-094	73-L1-081	73-L1-080	73-L1-026	73-L1-024
PHOTO	13 (1)	13 (2)	13 (3)	15 (1)	18 (1)	18 (3)	23 (1)	25 (1)
SiO ₂ %	42.15	41.42	43.45	43.69	43.18	43.99	41.42	39.93
N ₂ O ₃	7.48	7.66	7.41	6.23	6.17	5.89	6.32	6.26
Fe ₂ O ₃	3.36	3.60	5.25	4.20	4.61	5.45	4.96	4.13
FeO	6.43	7.59	6.56	6.50	5.44	5.44	5.69	6.01
MgO	25.02	22.89	22.16	24.59	26.02	24.21	24.79	26.27
CaO	4.82	7.76	6.70	4.98	5.05	6.26	7.64	6.29
Na ₂ O ₃	0.12	0.49	0.24	0.18	0.25	0.26	0.69	0.09
K ₂ O	0.11	0.12	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.02
TiO ₂	0.28	0.38	0.39	0.37	0.31	0.30	0.39	0.35
H ₂ O+	8.70	6.13	6.92	7.56	7.76	6.56	6.36	7.20
S	0.06	<0.01	0.01	0.06	0.02	0.02	0.03	0.03
CO ₂	1.31	0.59	0.12	0.72	0.04	0.03	0.04	2.35
MnO	0.11	0.14	0.12	0.11	0.16	0.15	0.10	0.11
TOTAL	99.95	98.73	99.36	99.23	99.05	98.60	98.48	99.04
ppm								
Cu	26	38	28	40	48	130	84	54
Ni	1580	930	1000	1380	1500	1150	1200	1200
Zn	64	84	68	80	64	56	64	72
V	120	180	170	140	130	130	150	160
Cr	1590	1980	2000	1760	1600	1300	1500	1300
CO	94	94	90	94	91	85	92	90

