

## ولکانسیم آلکالن غنی از پتاسیم ساروی (آذربایجان، ایران)

دکتر حسین معین وزیری و دکتر ابراهیم امین سبحانی

گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم تهران

### چکیده

توده آتشفشانی ساروی واقع در ساحل شرقی دریاچه ارومیه که از لحاظ اختصاصات سنگ‌شناسی در ایران منحصر بفرد است شامل لوسیتیت، تقریباً و تراکیت بوده متعلق به ۷/۸ میلیون سال قبل می‌باشد. این سن نشان می‌دهد که فعالیت آتشفشانی ساروی احتمالاً در یک مرحله کششی بعد از فاز کوهزائی میوسن در آذربایجان بوقوع پیوسته است. ترکیب کانی‌شناسی و ترتیب تبلور درشت بلورها در لوسیتیت گواه بر این است که کلینوپیروکسن ولوسیت در شرایط خشک و در فشارهای بین ۱۴ تا ۲۰ کیلو بار و در حرارت‌های بین ۱۱۶۰ و ۱۳۱۰ درجه سانتی‌گراد تبلور شده‌اند. این مطالعه می‌رساند که ماگمای بدون آب آتشفشان ساروی در اعماق بیش از ۵۰ کیلومتر حاصل شده، پس از تبلور فنوکریستالها و تحمل مختصری تفریق، با سرعت و بدون توقف در مخازن سطحی، بیرون ریخته است.

## Le Volcanisme Alcalin Potassique de Saroy (Azarbaijan, Iran)

Dr. Hossein Moine Vaziri et Dr. Ebrahim Amine Sobhani

Département de la Géologie, Ecole normale supérieure de Teheran, Iran

### Résumé

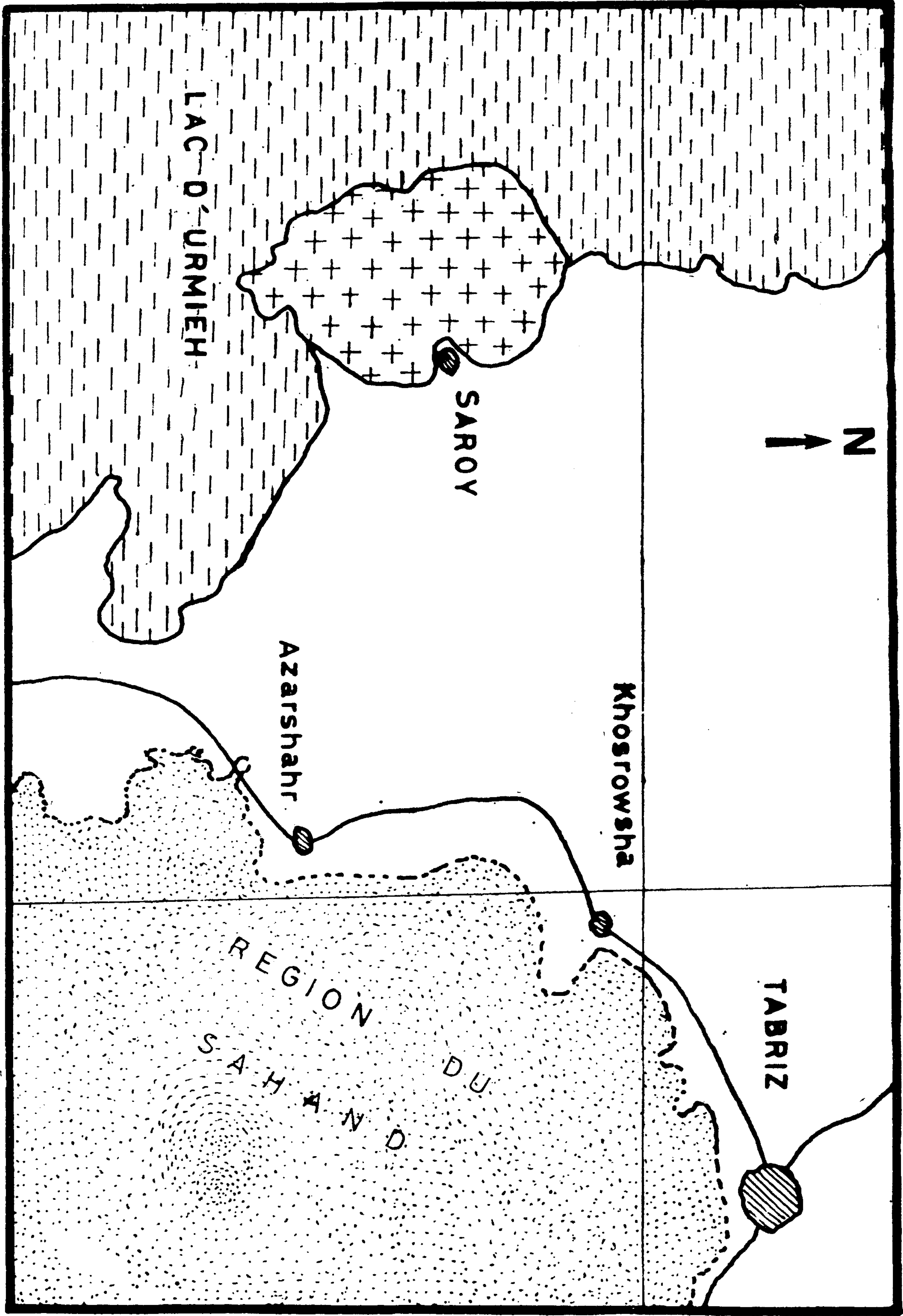
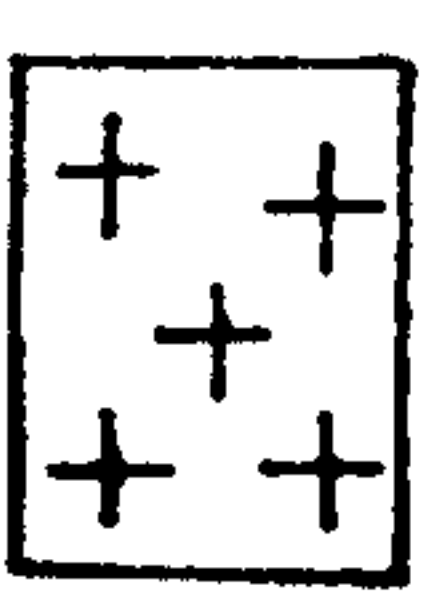
Le massif volcanique de Saroy, situé à l' Ouest du lac d' Urmieh, daté 7.8 M. a. correspond, probablement, à une phase de relaxation postorogénique en Azarbaijan. L' ordre de cristallisation des phénocristaux des leucitites témoigne des conditions physiques de cristallisation entre 14 et 20 kb et de température de 1160° à 1310° C. Cette étude implique une origine très profonde (> 50 km) pour le magma potassique de Saroy, qui, à la même profondeur, après la cristallisation des phénocristaux et une légère différenciation, atteint la surface sans s'arreter dans les reservoirs superficiels.

### Presentation

A 80 km, à l' Ouest - Sud Ouest - de Tabriz, sur la côte Est du lac d'Urmieh et près du village de Saroy (Fig. 1), se trouve un massif volcanique isolé dont les dimensions approximatives sont de 15 km

à 25 km. Il est constitué par des coulées et des projections à composition de leucitite, recoupées par des intrusions et des dyckes tephro-phonolitiques à trachytiques. L' âge absolu d' un échantillon de leucitite (M. O. 4), prélevé à la base des formations est de 7.8 M. A. (Moine Vaziri, 1985).

FIG. 1 - Situation géologique du massif volcanique du Saroy



### Types des Roches

Nous avons analysé neuf échantillons de roches volcaniques sous - saturées de Saroy. Les résultats des analyses (Tableau 1) sont reportés dans les différents diagrammes de classification.

Dans le diagramme d'Irvine et Baragra (1971), les roches volcaniques de Saroy se situent dans le cadre des basaltes picritiques alcalins, des basaltes alcalins à olivine (basanites), des trachybasaltes à leucite et des tristanites (Fig. 2).

Dans le diagramme de peccerillo et Taylor (1976), ces roches se regroupent dans les champs des absarokites et des hoshonites (Fig. 3).

Dans le diagramme des alcalins en fonction de la silice (Fig. 4), les roches volcaniques de Saroy se situent dans les domaines des roches sous - saturées fortement alcalines (leucitite et basanite).

D'après la classification de Streckeisen (1967), les points représentatifs des roches volcaniques de Saroy se regroupent dans le cadre des phonolites téphritiques et des trachytes. (Fig. 5),

Quant à classification modale des roches magmatiques de Jung et Brousse, (1962), en raison de l'existence, dans ces roches, d'importants pourcentages (8 à 50%) d'une mésostase cryptocristalline (sauf dans le trachyte), il est impossible d'en déterminer, avec précision, l'indice de sous - saturation. Toutefois, en se basant sur les pourcentages exprimés des feldspathoïdes et sur l'indice de coloration, la classification modale situe la série sous - saturée de Saroy dans le champ des leucitites, des téphrites, des phololites et des trachytes (Tableau 2).

### Petrographie des roches sous - saturées de Saroy.

#### *Leucitites.*

Ces roches se trouvent souvent à la base du massif, mais elles sont aussi parfois interstratifiées ou en enclaves dans les formations pyroclastiques.

Ce sont des roches à structure porphyrique relativement résistantes à l'altération. Macroscopiquement, les baguettes de clinopyroxène (jusqu'à 8 mm) et les petits cristaux arrondis de leucite (jusqu'à 3 mm) se distinguent bien à l'oeil nu.

Au microscope, les phénocristaux de salite légèrement sodiques, de leucite, d'apatite et de magnetite flottent dans une pâte constituée de petits cristaux de leucites, de salite, plus rarement de biotite, des fins cristaux d'oxydes de fer et enfin, dans une mésostase cryptocristalline.

Dans les leucitites, l'ordre de cristallisation est le suivant; olivine - apatite - augite - leucite - minéraux opaques. (Fig. 6).

### Téphrites

Elles se caractérisent par la présence de phénocristaux de salite, de leucite et de magnetite dans une pâte constituée de microlites de feldspaths, de salite, d'apatite, de minéraux opaques, le tout dans une mésostase cryptocristalline. Les cristaux de leucite sont plus ou moins altérés ou transformés en sanidine. Dans l'échantillon (MO. 9) sont de rares cristaux d'amphibole et de biotite altérés en oxydes de fer et en calcite. Les géodes de l'échantillon (MO. 8) sont tapissées par des cristaux aciculaires de zéolite (phillipsite sodique).

#### *Trachytes*

Cette roche affleure à proximité du sommet du massif, au flanc ouest de la grande vallée qui descend vers le lac d'Urmieh. De teinte blanche et à texture porphyrique, les phénocristaux de biotite s'y distinguent bien à l'oeil nu.

La structure est porphyrique holocristalline. Les phénocristaux sont ceux de biotite d'amphibole et d'apatites. Les biotites ne sont pas altérées, mais l'amphibole est plus ou moins altérée en chlorite, calcite et oxydes de fers. La pâte, constituée par des microlites de sanidine, présente une structure fluidale

### Composition chimique des laves

Les analyses des roches volcaniques de Saroy confirment le caractère alcalin potassique de cette série (Tableau 1). Les teneurs en SiO<sub>2</sub> des laves varient de 43 à 55% et celles en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 10,7 à 15,4%. La somme des teneurs en alcalins est relativement élevée (6 à 10,4%), avec un rapport K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O toujours supérieur à l'unité (1,8 à 5,3). Les teneurs en TiO<sub>2</sub> (0,7 à 1,1%) sont faibles par rapport à celles des séries alcalines des rifts continentaux (Barberi et al, 1974), mais elles sont comparables à celles des laves alcalines potassiques des marges continentales (Lefevre et al, 1974). Les teneurs en Fe (5,4 à 10%), CaO (4,1 à 13%) et MgO (2,2 à 9,37%) varient dans une gamme très large, ce qui traduit une différenciation du magma primogénique par fractionnement des minéraux ferro-magnésiens. Cette conclusion s'accorde avec la suite minéralogique des facies (Fig. 6) observée au microscope.

### Evolution Magmatique

#### Diagramme des oxydes / SiO<sub>2</sub>

Pour mieux suivre les variations des oxydes en fonction de SiO<sub>2</sub>, nous avons traité les roches recalculées anhydres.

Sur ces diagrammes (Fig. 7), se distingue l'ensemble des roches basiques (SiO<sub>2</sub> < 51%) et un terme intermédiaire différencié (SiO<sub>2</sub> = 58%). Les variations de MgO, FeO et CaO, en fonction de SiO<sub>2</sub>, montrent que le fractionnement des olivines et des clinopyroxène a provoqué une légère différenciation au sein de l'ensemble basique jusqu'au terme bien différencié.

La richesse en SiO<sub>2</sub> de l'échantillon MO. 8 (diagramme d'alcalin silice) est due aux agrégats de zéolites (phillipsite) qui tapissent les vacuoles de cette roche.

### Mineralogie des roches volcaniques de Saroy

Les minéraux étudiés à la microsonde électronique sont des clinopyroxènes, de la leucite, des plagioclases et des magnetites. Les résultats des analyses sont consignés dans les tableaux 4 à 6.

#### Clinopyroxènes.

Les clinopyroxènes sont présents dans toutes les roches volcaniques de Saroy. Il s'agit de salite (Wo<sub>45</sub>, 5-47, 3, En<sub>39</sub>, 6-42, 7, Fs<sub>10</sub>, 9-13, 3) subcalcique et titanifère sous la forme de phénocristaux et de microcristaux (Tableau 3, Fig. 8). Les phénocristaux de salite contiennent des inclusions de verre et d'apatite.

#### Leucite.

La leucite se présente en phénocristaux et en microcristaux. Les phénocristaux de leucite présentent des déformations qui lui confèrent une apparente faible birefringence. Les macles sont caractéristiques. Les résultats des analyses d'une leucite sont consignés dans le tableau 4.

#### Plagioclase.

Ce minéral est présent dans la pâte d'une leucitite (M. O. 8) (3,5%) et d'une téphrite (M. O. 71) (21,7%). Il s'agit d'oligoclase - andésine (An<sub>18-37</sub> Ab<sub>72-58</sub> Or<sub>4,7-9,7</sub>), (Tableau 4).

#### Titano - magnetite.

La titanomagnetite est présente en phénocristaux et en microcristaux. Ce minéral montre une richesse relative en TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et MgO (Tableau 5).

TABLEAU 5 - Les résultats des analyses d'une magnetite (M. O. 8).

TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO
8,52	7,13	35,11	0,37	44,96	0,57	2,84
Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Cr	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg
1,83	2,40	9,84	0,08	8,48	0,14	1,21

Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total				
0,06	—	99,60				
Na	K	Usp'	Usp'	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Total corrigé
0,03	—	19,07	27,15	45,96	35,44	100,66

### Origine du magma

Parmi les hypothèses déjà proposées, nous reprendrons celles qui sont relatives aux magmas sous-saturés potassiques, même si, jusqu'à présent, le processus de la genèse de tels magmas n'a pas été totalement élucidé.

Rittmann (1933) suggère la migration sélective de certains des éléments d'un magma initial sous-saturé sodique. Selon cette hypothèse, le Na est enlevé par les fluides volatiles et, en contrepartie, le magma résiduel s'enrichit en K. Ce phénomène a été mis en évidence en Toscane par Innocenti (1967), à Oldoinyo Lengai en Tanzanie par Dawson et al. (1968) et à Fitzroy en Australie par Prider (1960).

Sahama et Meyer (1958) proposent l'hypothèse d'une accumulation de leucites à la partie sommitale du réservoir magmatique. Les tufs riches en leucites du centre de l'Italie (Villa Senni et Rochamonfina) est un des exemples les plus célèbres de cette hypothèse. Sahama (1962) a également observé au Nyiragongo (Kivu) le phénomène de désilicification. Les scories de ce volcan contiennent des phénocristaux de kalsilite, alors que, les pores de la roche sont tapissés par des cristaux de quartz.

Holmes (1950) propose une contamination du magma carbonatitique par la croûte granitique en Toro Ankole (Uganda).

Mittempergher (1965a) attribue l'origine des roches sous-saturées potassiques d'Umbris (Italie)

à l'assimilation du calcaire par un magma riche en potassium. Mais cette hypothèse ne peut pas être retenue pour les volcanismes sous-saturés potassiques en milieu continental sans socle calcaire comme celui de Toro - Ankole.

Le processus de l'assimilation du calcaire ne peut pas être accepté, car le Damavand qui repose sur un substratum calcaire, le magma shoshonitique ne montre pas d'enrichissement potassique.

Le système Leucite - SiO<sub>2</sub> (Schaire et al., 1955) montre que la cristallisation incongruente de feldspath potassique dans un magma riche en eau et à basse pression (< 2,5 Kb) peut donner naissance à deux phases différentes, l'une potassique sous-saturée (Leucitite) et l'autre, intermédiaire (Trachyte) ou acide (Rhyolite). Mais la rareté ou l'absence des minéraux hydroxylés dans les leucitites de Saroy (sauf quelques produits d'altération), raconte d'une cristallisation en milieu sec. Dans ce cas et en se basant sur les travaux expérimentaux de Thompson (1977), l'ordre de cristallisation des phénocristaux des leucitites de Saroy témoigne d'une condition physique de cristallisation pour les phénocristaux entre 14 et 20 Kb et des températures de 1160° à 1310° C (fig. 9).

Cela suggère une origine très profonde (> 50km) pour le magma potassique de Saroy.

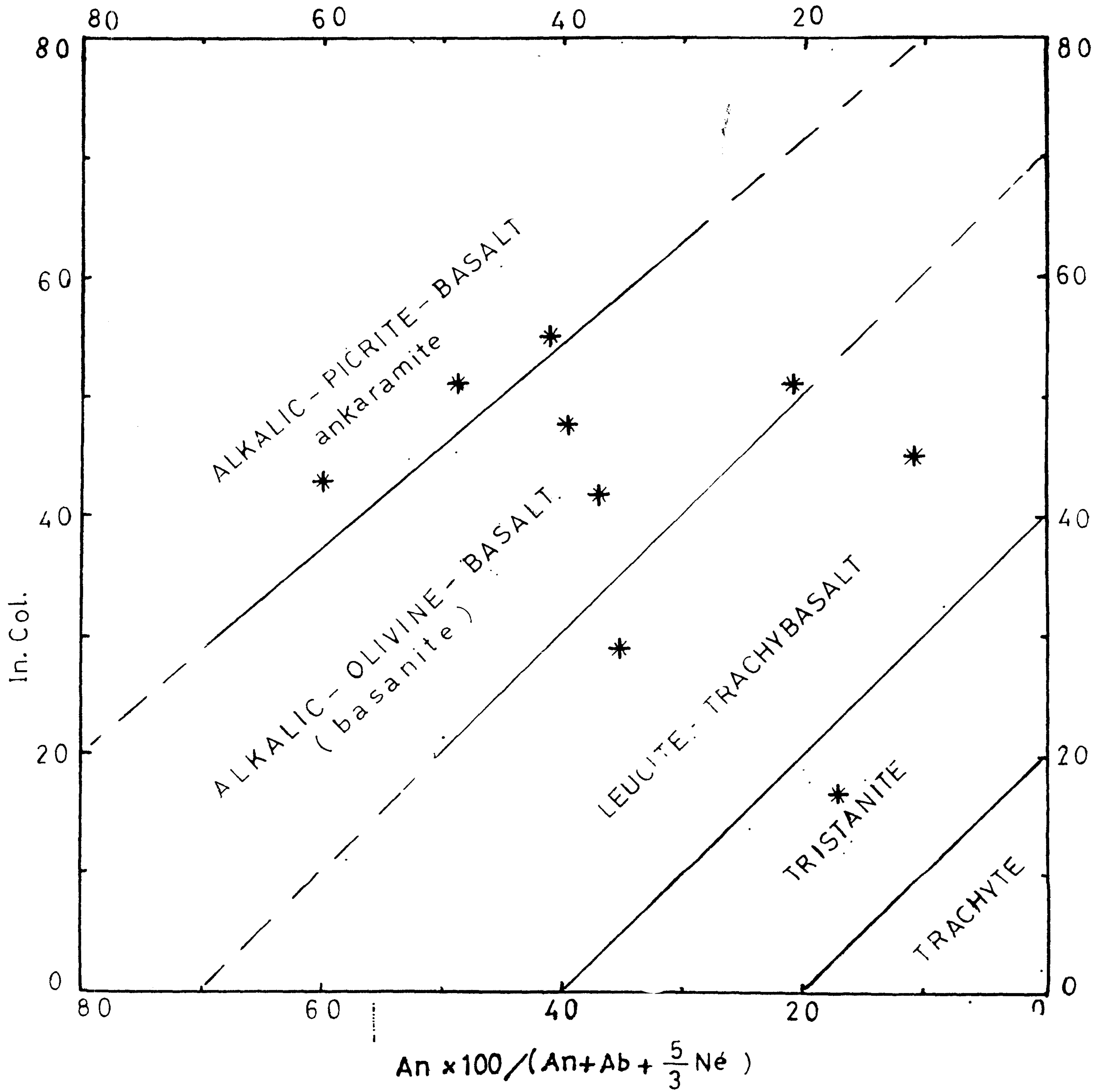
Les analyses chimiques montrent qu'une coulée du massif volcanique de Saroy (M 0.8) a une composition proche de celle des absarokites (Tableau 1, Fig. 3). Cette similitude donne l'impression d'une affinité entre le magma sous-saturé potassique associé aux séries calco-alcalines des zones orogéniques, et les magmas shoshonitiques de la même région. Dans ce cas, le concept d'une migration de certains éléments (Na, par exemple) d'un magma absarokitique ne doit pas être sous-estimé.

TABLEAU 1 - Analyses chimiques des roches volcaniques de Saroy  
(Analysées à Orsay, R. DURET, 1984).

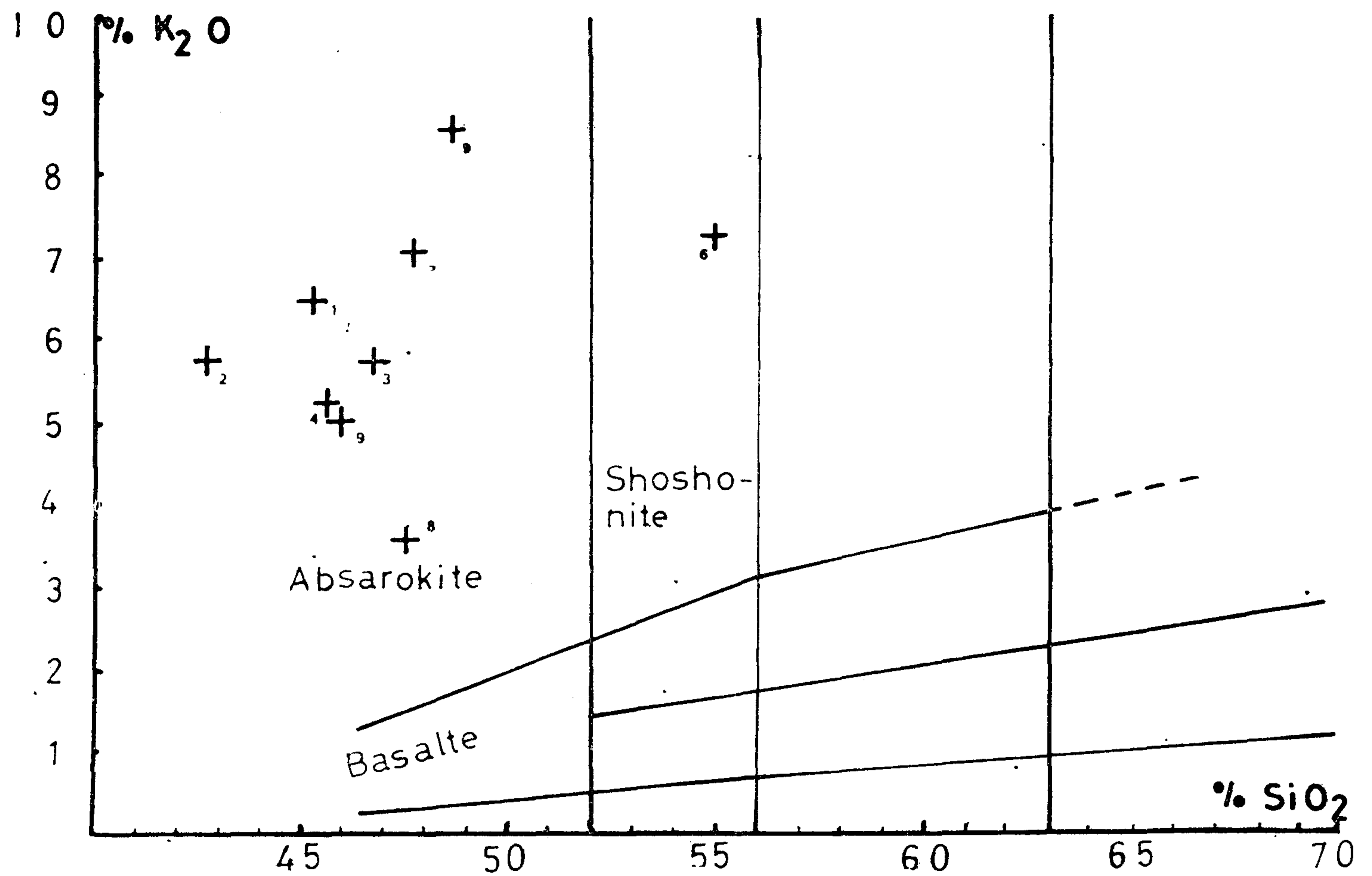
Oxydes	MD.2	MD.1	MD.4	MD.5	MD.3	MD.8	MD.7	MD.9	MD.6
SiO <sub>2</sub>	42.80	45.33	45.70	45.98	46.75	47.73	47.85	48.67	54.94
TiO <sub>2</sub>	0.90	1.11	0.98	0.95	0.97	1.09	1.07	1.09	0.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.67	11.54	11.23	10.60	12.36	13.20	12.96	13.08	15.38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.37	6.08	5.01	4.44	5.36	5.17	4.46	6.94	3.06
FeO	2.13	3.91	3.74	4.06	3.57	2.93	4.16	1.59	0.36
MnO	0.23	0.32	0.23	0.23	0.25	0.21	0.25	0.21	0.19
MgO	8.89	6.99	9.24	9.37	6.55	7.02	7.47	3.26	2.25
CaO	11.17	11.33	11.43	13.53	10.11	11.74	9.87	7.46	4.17
Na <sub>2</sub> O	1.06	1.30	2.33	1.45	3.09	2.55	1.60	1.87	3.27
K <sub>2</sub> O	5.67	6.41	5.26	4.99	5.68	3.43	7.05	8.51	7.19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.61	1.81	1.79	1.64	1.44	1.36	1.55	1.35	0.78
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	5.84	3.23	3.73	3.41	3.19	3.80	2.23	4.54	5.40
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1.95	0.53	0.46	0.34	0.43	0.46	0.27	0.36	0.33
CO <sub>2</sub>									
P.F.									
TOTAL	99.34	99.89	101.18	100.99	99.75	100.69	100.79	100.93	100.01

Norme C.I.P.W.

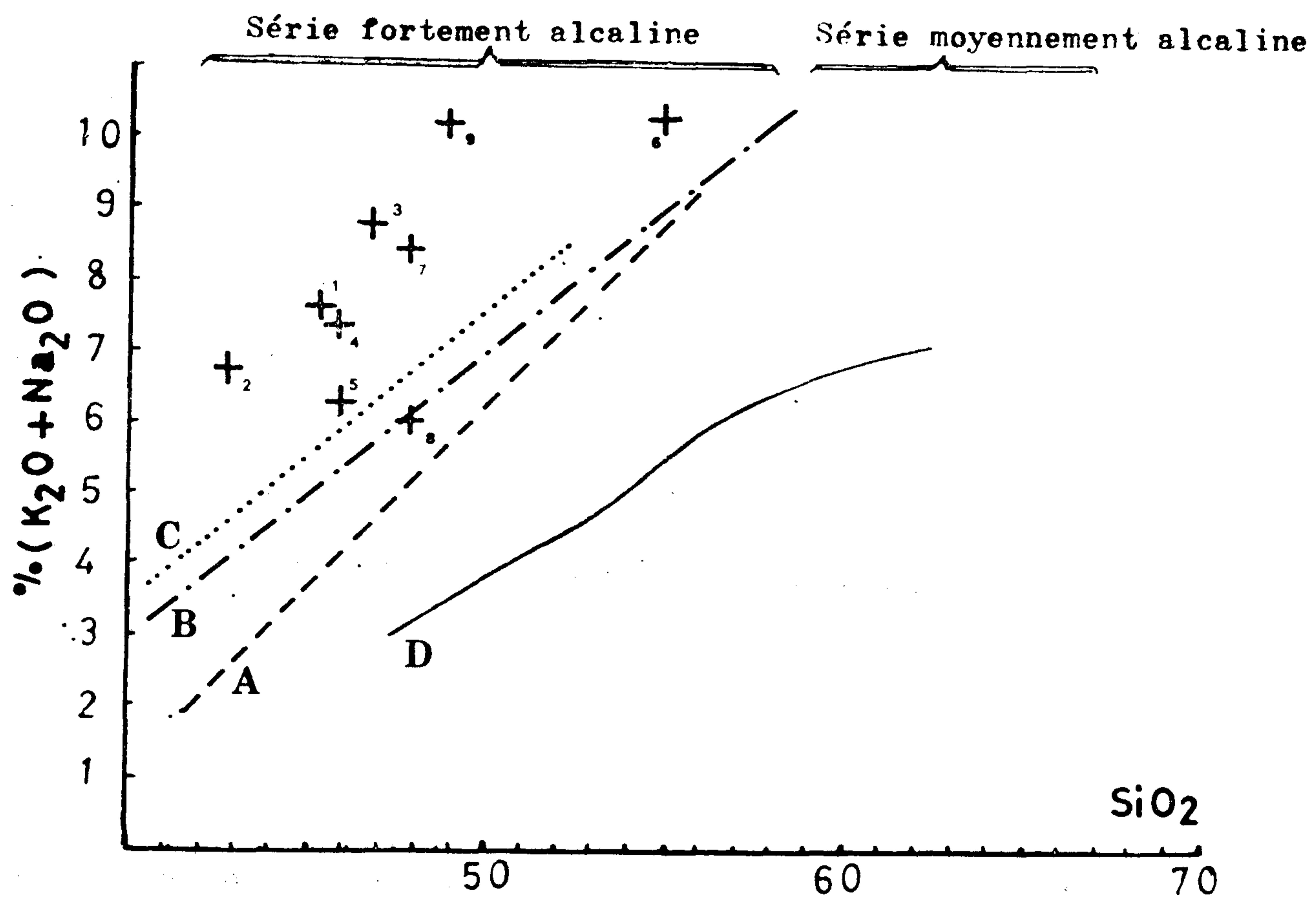
Q										
Or	21.76	28.65	35.99	17.93	34.91	21.02	34.06	52.36	45.06	
ab					0.90	15.60		0.24	29.33	
an	8.32	7.00	4.94	7.90	3.21	14.98	7.49	7.94	6.43	
ne	5.31	6.20	11.01	6.83	14.24	3.67	7.46	8.79		
le	11.63	3.43	4.75	9.72			6.53			
co										
ac										
di	wo	17.00	16.36	17.32	20.92	16.36	15.12	13.37	3.94	4.22
	en	14.70	13.59	14.24	16.65	13.51	13.06	10.43	7.73	3.21
	fs		0.72	0.95	1.89	0.82		1.49		0.58
en									2.52	
fs									0.46	
fo	6.64	3.16	6.64	5.15	2.42	3.55	5.95	0.31	0.15	
fa		0.18	0.49	0.64	0.16		0.94		0.05	
mt	5.34	9.17	7.49	6.62	8.08	7.23	6.58	2.76	4.71	
he	3.28					0.38		5.32		
il	1.95	2.19	1.92	1.86	1.92	2.15	2.07	2.16	1.39	
ap	4.17	4.46	4.38	4.00	3.55	3.34	3.74	3.33	1.96	
cc										
S.I.	37.48	29.65	36.51	38.69	27.33	33.76	39.44	15.03	12.49	
D.I.	38.69	45.27	41.74	34.48	50.05	40.28	48.04	61.39	74.39	



**FIG. 2** — Les roches volcaniques de Saroy dans le tableau de la classification d'IRVINE & BARAGAR, (1971).

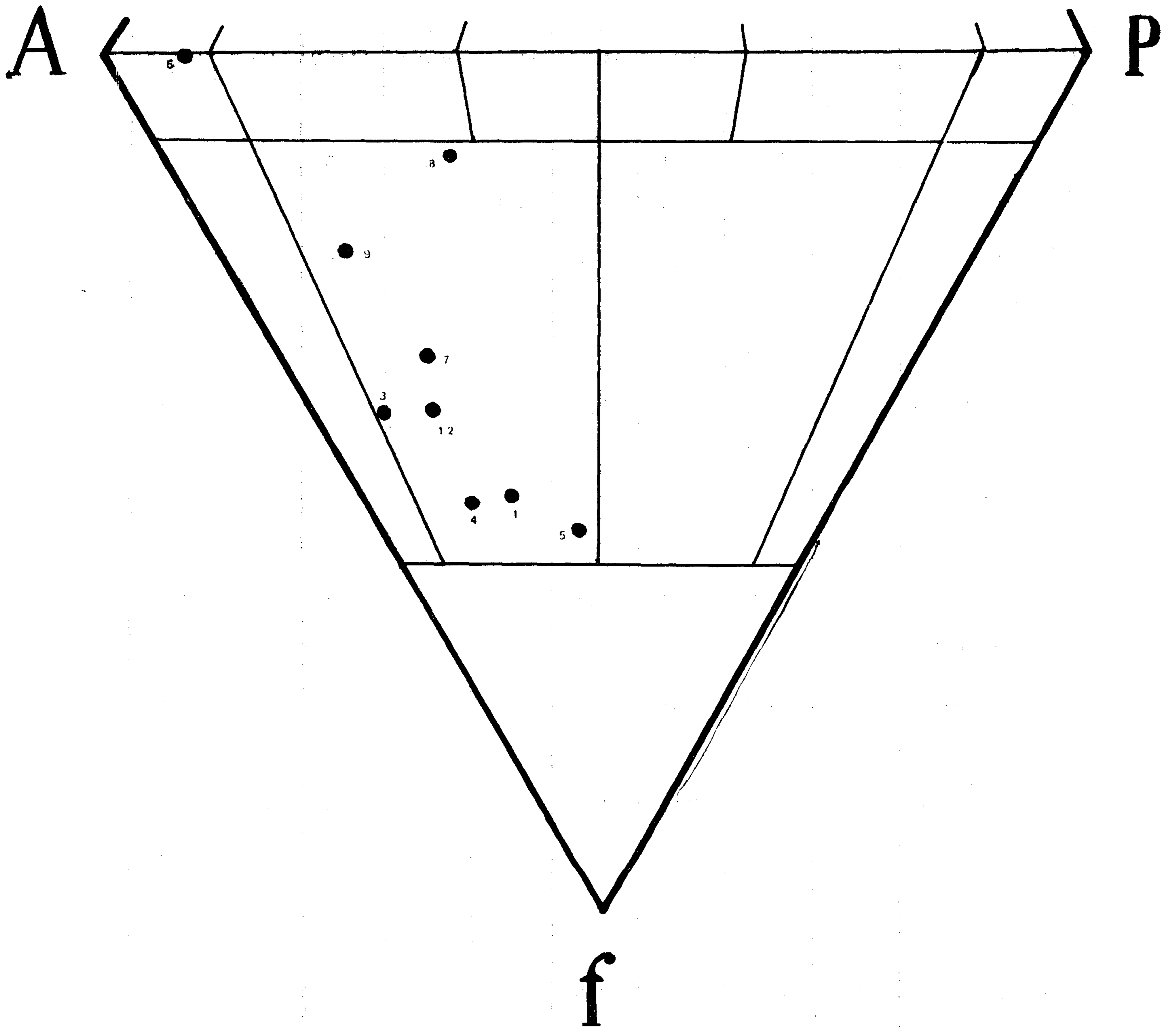


**FIG. 3** — Les roches volcaniques de Saroy dans le diagramme de PECCERILLO & TAYLOR, 1976).



**FIG. 4** — Diagramme Alc/SiO<sub>2</sub> (A d'après Strong, 1972; B d'après Brousse, 1974; C d'après Schwarzer et al, 1974; D d'après Kuno, 1968).





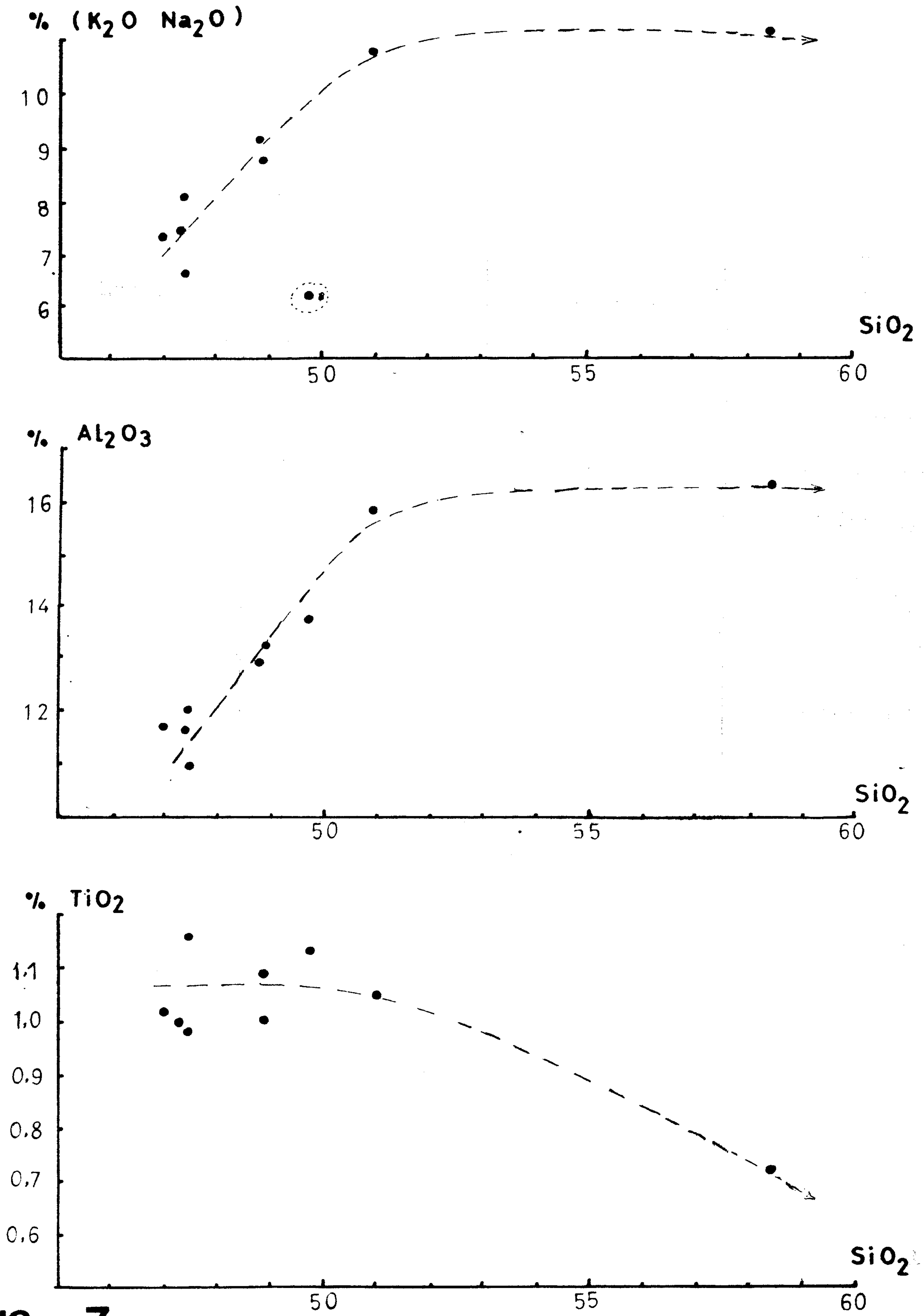
**FIG. 5** - Les roches volcaniques de Saroy dans le diagramme de Streckeisen (1967).

TABLEAU 2 - Les resultats des analyses modales des roches volcaniques de Saroy .

Minéraux exprimés	MO.1	MO.2	MO.3	MO.4	MO.5	MO.6	MO.7	MO.8	MO.9	
Phénocristaux	Olivine	—	4,6	1,7	2,7	2,2	0,3	2,8	4	0,6
	Clinopyroxène	17,1	20,5	20,4	6,6	22,8	—	13,2	28,4	13,5
	Leucite	4,1	3,6	11,8	15,7	—	—	21,0	13,3	3,5
	Biotite	—	—	—	—	—	4,8	—	—	—
La pâte	Clinopyroxène	23,5	15,0	0,5	36,3	15,0	—	25,6	10,7	4,2
	Leucite	25,8	10,9	5,5	21,5	—	—	9,7	—	—
	Plagioclase	—	—	6,4	—	—	—	3,5	21,7	1
	Felds. al	—	—	—	—	—	82,0	—	0,1	46,0
	Apatite	2,9	2,0	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,1
	Biot. ou chl.	3,2	—	0,4	—	9,1	—	—	2,7	0,1
	Minér. op.	8,9	4,9	2,7	4,5	5,2	2,0	9,5	7,1	9,0
	Verre	—	—	0,3	—	—	—	—	—	—
	Mésostase cryptocrist.	14,5	39,5	50,0	12,2	45,4	—	14,4	8,1	11,7
	Calcite	—	—	—	—	—	10,7	—	—	10,2
Zéolite	—	—	—	—	—	—	—	3,5	—	
In. Phéno.	21,2	28,7	33,9	24,0	24,0	5,1	37,0	45,7	17,6	
In. Col.	52,7	45,0	24,0	50,1	54,0	18,0	51,1	52,9	27,5	
In. Sat.	-100	-100	-73	-100	-100	0	-90	-38	-7	
In. Felds.	—	—	—	—	—	100	—	4	98	
NOMENCLATURE	Leucitite	Leucitite	Leucitite	Leucitite	Leucitite	Trachyte	Leucitite	Tephrite	Phonolite	

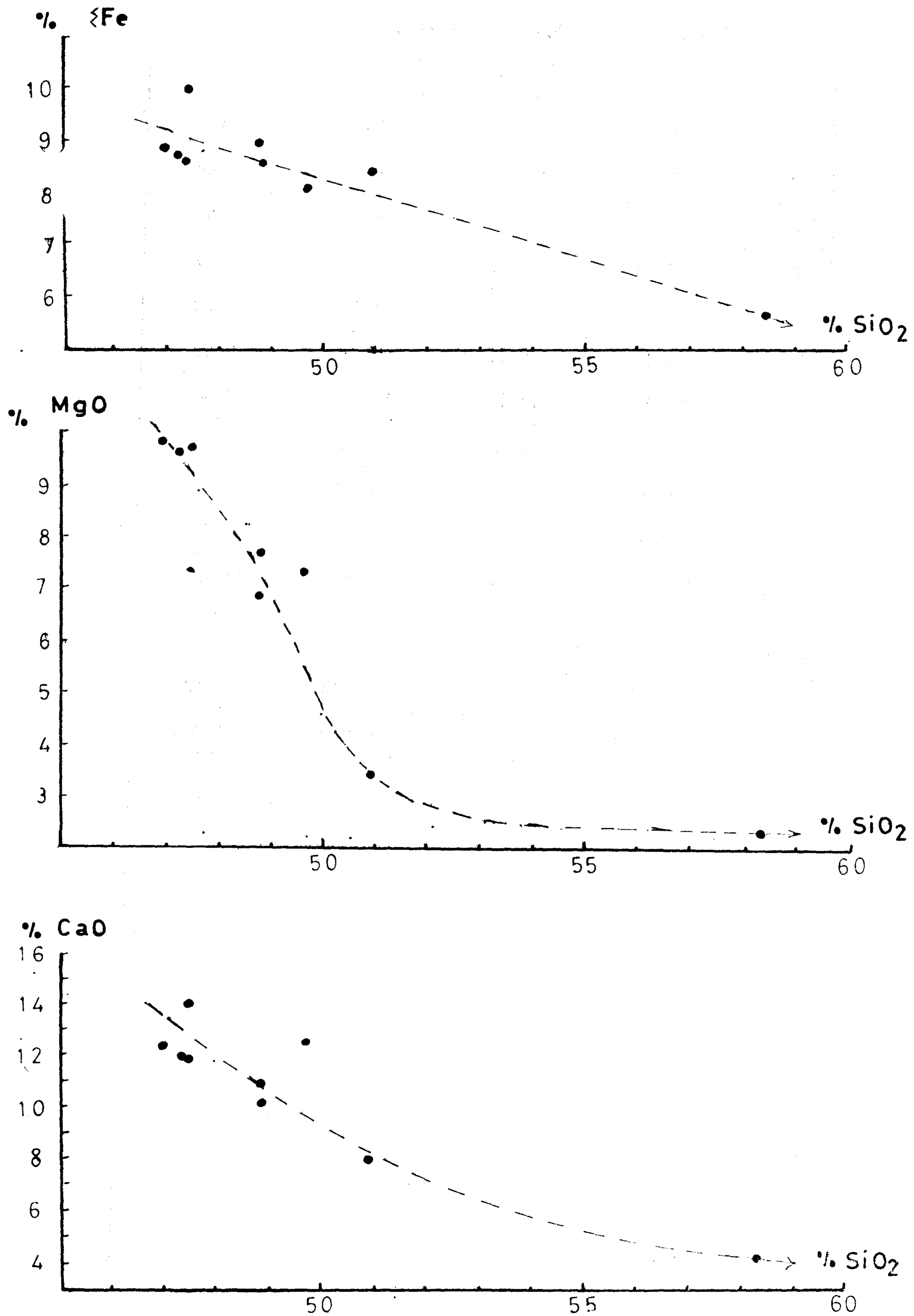
Minéraux exprimés	LEUCITITES	TEPHRITES	TRACHYTES
Olivine	—	—	
Clinopyroxènes	—		
Amphiboles			—
Biotite			—
Leucite	—	—	
Plagioclases		—	
Felds. alc.		—	
Minér. op.	—	—	—

**Fig. 6** — Schema de la suite de cristallisation des différents termes.



**FIG. 7 A**

Les points représentatifs des roches volcaniques de Saroy dans les diagrammes de variation des oxides / SiO<sub>2</sub>.



**FIG. 7 B**

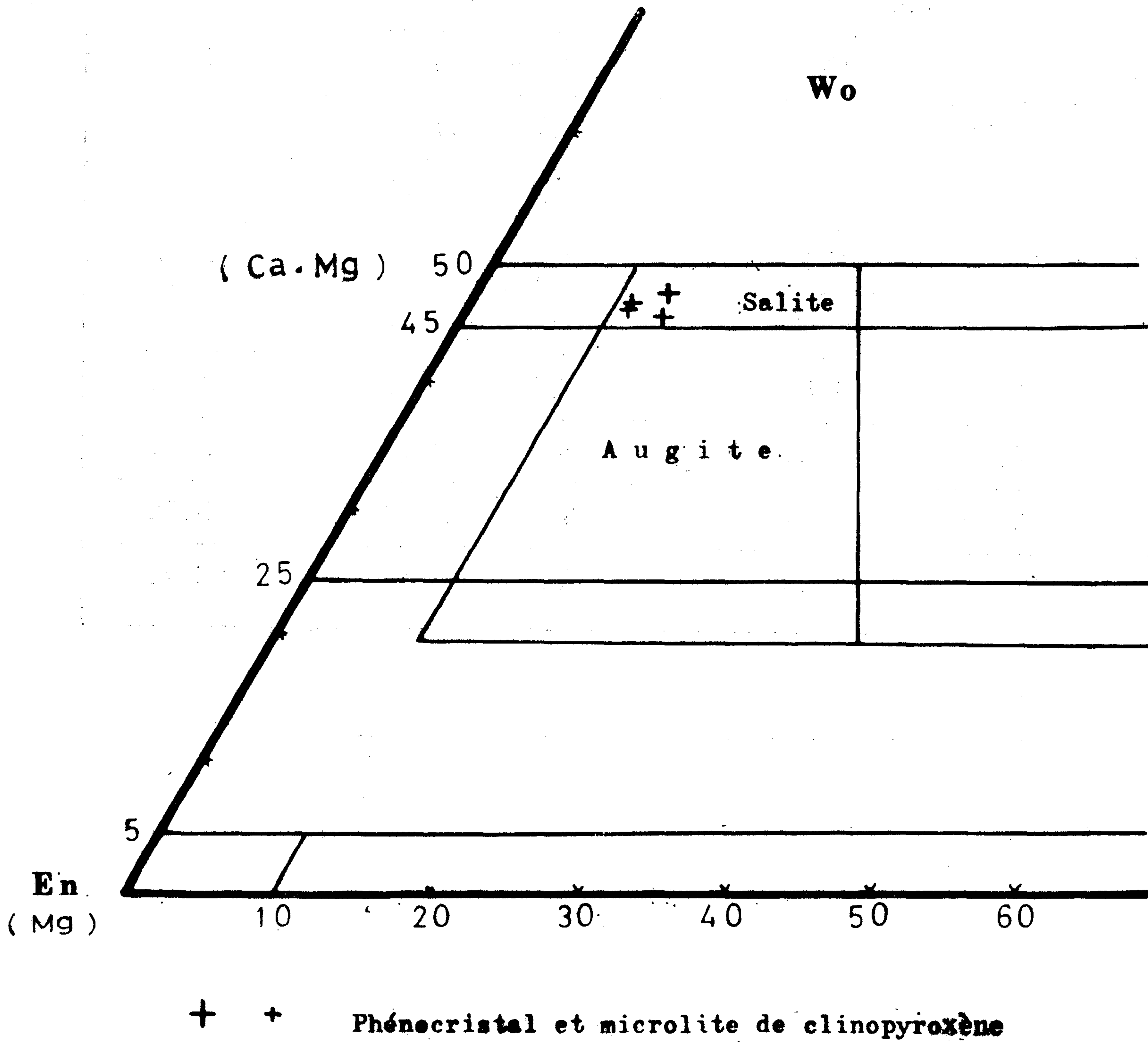
Les points représentatifs des roches volcaniques de Saroy dans les diagrammes de variation des oxides / SiO<sub>2</sub>.

TABLEAU 3 - Analyses chimiques à la microsonde électronique  
des clinopyroxènes de téphrite (M. O. 8)

M.O. 8				
	40	41	45	48
SiO <sub>2</sub>	50.50	50.71	49.75	47.98
TiO <sub>2</sub>	1.06	0.96	1.10	1.59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.12	3.93	4.83	6.17
FeO	6.69	6.61	7.93	7.80
MnO	0.08	0.12	0.28	0.07
MgO	14.69	14.71	14.20	13.48
CaO	22.51	22.22	21.87	22.37
Na <sub>2</sub> O	0.50	0.41	0.37	0.33
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07	—	—	0.05
Total	100.22	99.67	100.32	99.86

## Formules structurales

Si	1.869	1.883	1.848	1.795
Ti	0.029	0.026	0.030	0.045
Al <sub>4</sub>	0.102	0.091	0.122	0.160
Al <sub>6</sub>	0.077	0.081	0.089	0.112
Fe <sup>3+</sup>				
Fe <sup>2+</sup>	0.207	0.205	0.246	0.244
Mn	0.002	0.004	0.008	0.002
Mg	0.810	0.814	0.786	0.752
Ca	0.892	0.884	0.870	0.897
Na	0.036	0.029	0.026	0.024
Cr	0.002	—	—	0.001
En	42.36	42.68	41.12	39.67
Fs	10.96	10.97	13.35	13.00
Wo	46.68	46.35	45.55	47.33



**FIG. 8** - Situation des pyroxènes de Saroy dans le diagramme de classification de: Wo - En - Fs.

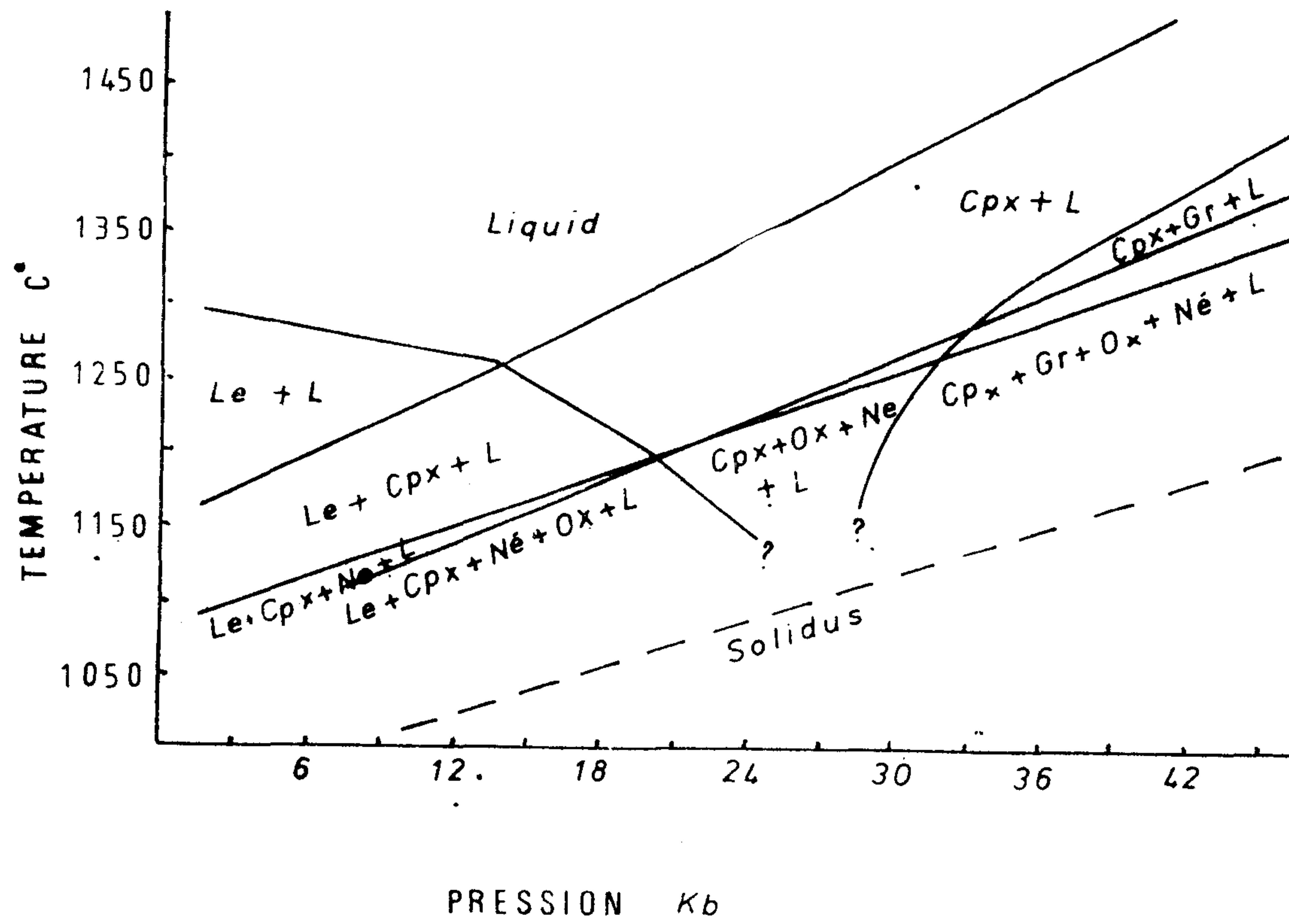
TABLEAU 4 - Analyses chimiques des plagioclases et des leucites de l'échantillon M.O.8

Echantillon M.O.8					
Plagioclase			Leucite		Verre
Oxydes	47	43	Oxydes	49	50
SiO <sub>2</sub>	56.01	61.42	SiO <sub>2</sub>	57.00	57.19
TiO <sub>2</sub>	0.05	0.19	TiO <sub>2</sub>	0.07	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.09	21.82	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.26	22.07
FeO	0.83	0.36	FeO	0.36	0.46
CaO	7.33	3.84	CaO	0.80	4.88
Na <sub>2</sub> O	6.29	8.51	Na <sub>2</sub> O	1.55	5.85
K <sub>2</sub> O	0.77	1.74	K <sub>2</sub> O	13.56	3.28
Total	96.42	98.05	Total	96.64	113.75

Formules structurales

Si	2.610	2.796	Si	2.052
Ti	0.002	0.006	Ti	0.002
Al	1.378	1.170	Al	0.987
Fe	0.032	0.013	Fe	0.011
Ca	0.366	0.187	Ca	0.050
Na	0.568	0.751	Na	0.108
K	0.046	0.101	K	0.622
Or	4.69	9.72		
Ab	57.98	72.26		
An	37.33	18.02		





**Fig. 9** – L'ordre de cristallisation d'une leucitite en milieu sec.  
( d'après Thompson, 1977).

**Bibliographie**

- Dawson, J. B., Bowden, P. and Clarke, G. C., (1968) - Activity of the carbonatite volcano Oldoinyo Lengai, 1966. *Geol. Rundschau*, **57**, 865 - 79.
- Holmes, A. (1950) - Petrogenesis of Katungite and its associates. *Am. Miner.*, **35**, 772 - 92.
- Innocenti, F. (1967) - Studio chimico - petrografico delle vulcaniti di Radicofani. *Rendiconti della Societa Mineralogica Italiana?* **23**, 99 - 128.
- Irvine, T. N. Baragar, W. R., (1971) - A guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian J. Earth Sci.*, **8**, 523 - 546.
- Jung, J., Brousse, R. (1962) - Les provinces volcaniques néogènes et quaternaires de la France. *B. S. C. G. F.*, n 267, **Vol. 58**.
- Kuno, H. (1968) - Differentiation of basaltic magma. In Hess H. H. et POLDERVAART, A., - edit., *Basalts*, **2**, 623 - 688. Interscience Publ. New York.
- Mittempergher, M. (1965. a) Vulcanismo e petrogenesi nella zona di San Venanzo (Umbria). *Atti. Soc. Toscana Sci. Nat., serie A*, **72**, 437 - 79.
- Moine Vaziri, H. (1985) - Volcanisme tertiaire et quaternaire en Iran. Thèse d'Etat, Orsay, 278 P.
- Peccerillo, A., and Taylor, S. R. (1976) - Geochemistry of Eocene Calc - alkaline Volcanic Rocks from Kastamonu Area, Northern Turkey. *Contr. Mineral. Petrol*, **68**, 63 - 81.
- Prider, R. T. (1960) - The leucite lamproites of the Fitzroy Basin, western Australia. *J. Geol. Soc. Australia*, **6**, 71 - 118.
- Rittmann, A. (1933) - Die geologisch bedingt Evolution und Differentiation des Somma - Vesuv Magmas. *Z. Vulkanol*, **15**, 8 - 94.
- Sahama, Th. G., (1962) - Petrology of Mt Nyiragongo. *Trans. Edinburgh Geol. Soc.*, **19**, 1 - 28.
- Sahama, Th. G., and Meyer, A. (1958) - Study of the volcano Nyiragongo, a progress report. Institut des parcs nationaux du Congo Belge, Exploration du parc national Albert, Missions d'études volcanologiques, Fasc. **2**, 1 - 85.
- Thompson, R. N. (1977) - Primary Basalts and Magma genesis, *Contr. Mineral. Petrolo.* **69**, 91 - 108.