

SUR LES
CONSTANTES OPTIQUES
DE QUELQUES MINÉRAUX
ET SUR LES VARIATIONS DE CES CONSTANTES
SUR LES DIVERS INDIVIDUS D'UNE MÊME ROCHE;

PAR

MM. L. DUPARC et F. PEARCE,

Avec la collaboration de M. T.-G. HORNUNG, pour les propriétés optiques
d'un certain nombre de hornblendes.

**Sur les constantes optiques de quelques minéraux,
et sur les variations de ces constantes
sur les divers individus d'une même roche ;**

Par MM. L. DUPARC et F. PEARCE,

Avec la collaboration de M. T.-G. HORNUNG, pour les propriétés
optiques d'un certain nombre de hornblendes.

Le présent travail a pour but de grouper un certain nombre de données optiques nouvelles relatives à divers minéraux, qui sont encore inédites, ou se trouvent dispersées dans quelques-unes de nos publications; puis de montrer, par de nombreux exemples, que lorsqu'il existe dans une roche un minéral appartenant à une série isomorphe, il y a rarement un type unique répondant à un mélange déterminé qui se rencontre exclusivement, mais au contraire toujours présence simultanée de plusieurs types, généralement très voisins et correspondant à des mélanges légèrement différents. Pour établir ce dernier fait, nous nous sommes attachés à multiplier le nombre des déterminations exactes des constantes optiques des minéraux rencontrés dans les roches dont nous avons fait l'étude, en opérant sur de nombreuses plaques minces provenant d'une même espèce pétrographique, et sur le plus grand nombre possible de sections du même minéral. Nous avons toujours contrôlé les méthodes expérimentales que nous avons utilisées, de façon à savoir exactement, lorsque les résultats obtenus différaient, ce qu'il fallait attribuer aux erreurs d'expérience ou aux différences réelles. Nos recherches ont porté sur les éléments ferro-magnésiens comme sur les feldspaths, et nous avons essayé d'établir les variations des propriétés optiques d'un même minéral non seulement dans une même roche, mais encore dans les différents termes d'une série pétrographique

D. et P.

x

consanguine. Les roches basiques du Koswinsky et du Tilat (Oural du Nord) que nous avons récemment décrites se prêtent particulièrement bien à une étude de ce genre; aussi la plupart des données optiques que nous publions dans ce travail se rapportent-elles aux minéraux des roches en question; pour les feldspaths, nous avons également mis à contribution l'excellent matériel qui a servi pour notre étude des roches des environs de Ménerville; pour la hornblende, nous avons utilisé des roches variées renfermant ce minéral.

ÉLÉMENTS FERRO-MAGNÉSIENS.

Nos études ont porté sur le pyroxène monoclinique, l'hypersthène, la hornblende et l'olivine; les constantes habituellement déterminées avec la plus grande exactitude sont les trois indices n_g , n_p , n_m et les trois biréfringences principales. Les indices ont été mesurés sur des sections parfaitement orientées au moyen du réfractomètre de Wallerant, ou sur des sections quelconques au moyen du réfractomètre de Pearce. Les trois biréfringences ont été calculées par les indices, ou mesurées au compensateur de Babinet; nous avons contrôlé à fois répétées les chiffres obtenus avec cet instrument, en déterminant les indices sur les sections mêmes qui avaient servi à mesurer les biréfringences, ce qui permettait d'obtenir directement celles-ci. Nous avons également cherché à établir la limite des erreurs expérimentales faites dans la détermination des indices principaux sur les sections minces, en répétant les mesures sur les mêmes sections et en opérant avec divers instruments. Ces vérifications préliminaires nous ont permis de nous convaincre que les différences que nous avons observées entre les valeurs des constantes optiques fournies par les multiples sections d'un minéral appartenant à une même roche sont en majorité bien réelles, et ne doivent pas être attribuées

aux erreurs d'expérience. Les valeurs de $2V$ ont été directement déterminées au goniomètre sur des sections bien repérées, ou obtenues par la méthode de Mallard, avec un réticule à fil mobile. Toutes les mesures sont faites par rapport à la raie D du sodium.

PYROXÈNES MONOCLINIQUES.

1. *Pyroxène de la koswite du Koswinsky et du Tilai* (1). — Cette roche, que nous avons trouvée développée au Koswinsky et au Tilai, est sans feldspath. Elle est formée en majorité de pyroxène idiomorphe, joint à peu d'olivine, de spinelle chromifère, de hornblende rare et de magnétite en plages allotriomorphes abondantes : $SiO^2 = 40,43$ pour 100 ; $Al^2O^3 = 5,15$ pour 100 ; $CaO + MgO = 32,29$ pour 100. Le pyroxène se présente en cristaux non terminés, peu allongés selon la zone du prisme, avec clivage $m = (110)$; il existe rarement des plans de séparation $h^1 = (100)$. Incolore, ou légèrement verdâtre en lames minces. Les constantes optiques sont :

TABLEAU DES INDICES ET DES BIREFRINGENCES DU PYROXÈNE DE LA KOSWITE DU KOSWINSKY.

Numéros des coupes.	Orientation de la section.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
8	Sn_m	1,7074	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6861 \\ 1,6861 \end{array} \right\}$	1,6800	0,0274	0,0213	0,0061
"	Sn_g	$\left\{ \begin{array}{l} 1,7077 \\ 1,7067 \end{array} \right\}$	1,6865	1,6796	0,0276	0,0207	0,0069
10	Sn_p	1,7087	1,6889	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6820 \\ 1,6830 \end{array} \right\}$	0,0262	0,0198	0,0064
2	Sn_m	1,7162	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6951 \\ 1,6949 \end{array} \right\}$	1,6896	0,0266	0,0212	0,0054
"	Sn_g	1,7165	1,6954	"	"	0,0211	"
3	Sn_m	1,7176	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6974 \\ 1,6975 \end{array} \right\}$	1,6923	0,0253	0,0202	0,0052

(1) L. DUPARC et F. PEARCE, *Oural du Nord*, t. I et II.

TABLEAU DE LA VALEUR DE L'ANGLE DES AXES OPTIQUES.

Numéros des coupes.	Méthode employée.	Valeur de $2V$	
		observée.	calculée.
8	Réticulaire.	$56^{\circ}19'$	$56^{\circ}28'$
10	id.	57°	59°
2	id.	$55^{\circ}52'$	$53^{\circ}30'$
3	"	"	$53^{\circ}22'$
31	Goniomètre.	59°	"

La bissectrice aiguë est positive; la dispersion est $\rho > \nu$,
et l'angle d'extinction sur $g^1 = (010)$ varie entre 39° et 43° .

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU PYROXÈNE DE LA KOSWITE
DU TILAI.

Numéros des coupes.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinction.	$2V$.	Remarques.
1132	0,027	0,022	"	37°	"	Mauvais clivages.
	"	0,022	"	"	"	"
	"	0,021	"	"	"	"
1066	0,027	0,022	"	39°	"	Mauvais clivages.
	0,028	0,022	"	43°	"	id.
1078	0,025	0,020	"	41°	"	id.
	0,025	0,020	"	38°	"	id.
	0,023	"	"	38°	"	id.
1071	0,028	0,021	0,006	"	"	"
	0,027	0,022	"	40°	"	Clivages meilleurs.
	0,027	"	"	41°	"	id.
1129	0,027	0,020	"	38°	"	Mauvais clivages.
	"	0,020	"	"	"	"
	"	0,020	"	"	"	"
1074	0,025	0,020	"	"	"	"
"	0,030	0,022	"	40°	"	Clivage meilleur.
	0,026	"	"	38°	"	Mauvais clivage.

TABLEAU DES INDICES DU PYROXÈNE DE LA KOSWITE DU TILAI.

Numéro de la coupe.	Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
1066	Sn_m	1,7135	1,6919	1,6866	0,0269	0,0217	0,052
"	"	"	1,6927	"	"	"	"

Ces chiffres montrent des variations faibles mais réelles dans les propriétés des pyroxènes. Les différences observées entre les valeurs extrêmes sont :

Pour le pyroxène de la koswite du Koswinsky :

$$n_g = 0,0089, \quad n_m = 0,0114, \quad n_p = 0,0127, \quad n_g - n_p = 0,0023, \\ n_g - n_m = 0,0015, \quad n_m - n_p = 0,0017;$$

pour celui de la koswite du Tilai :

$$n_g - n_p = 0,007, \quad n_g - n_m = 0,004, \quad n_m - n_p = 0,001.$$

Comme dans la koswite du Koswinsky les biréfringences sont calculées par les indices, tandis que dans celles du Tilai elles ont été mesurées directement; on voit le degré de confiance qu'on peut accorder aux mesures. Ainsi, dans le n° 1066, la biréfringence $n_g = n_p$ calculée par les indices est de 0,0269; celle mesurée directement sur la même section est de 0,0275.

2. *Pyroxène des pyroxénites du Tilai.* — Ces roches sont étroitement liées à la koswite et y passent latéralement. Elles renferment les mêmes minéraux; mais la magnétite, beaucoup plus rare, y est idiomorphe. On y trouve quelquefois un peu d'hypersthène et de hornblende.

Composition de la roche : $SiO_2 = 50,03$ pour 100, $Al_2O_3 = 1,68$ pour 100, $CaO + MgO = 41,70$ pour 100. Le pyroxène a des caractères identiques à celui de la koswite.

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU PYROXÈNE DE LA PYROXÉNITE DU TILAI.

Numéros.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinction.	2V.	Observations.
1061	0,029	0,022	"	"	"	"
1070	0,027	0,022	"	41°	"	Clivage h^1 assez bon.
	0,025	0,021	"	41°30'	"	id.
1115	0,026	0,022	"	41°	"	Clivage h^1 .
	"	0,022	"	"	"	"
1072	0,028	"	0,006	41°30'	56°42'	Clivage h^1 .
1080	0,029	0,023	"	34°	"	Clivage m mauvais.
	"	0,021	"	"	"	"
1103	0,028	0,022	"	42°	56°56'	Clivage h^1 .
	0,028	"	"	42°	"	"
1101	0,028	0,022	"	"	"	"
	"	0,021	"	"	"	"
1057	0,028	0,022	"	40°	"	Clivage m mauvais.
	0,028	0,020	"	37°	"	id.
	0,026	0,019	"	39°	"	id.
1148	0,028	0,020	0,005	"	55°30'	"
	"	0,019	0,006	"	50°26'	"
1146	0,027	0,021	"	40°	"	Clivage m .
	0,026	0,019	"	"	"	"
	0,026	0,021	"	"	"	"
1067	0,028	0,021	"	40°	"	Clivage h^1 .
	"	0,019	"	"	"	"
	"	0,021	"	"	"	"
1059	0,027	0,020	"	"	"	Clivage m .
	0,027	0,021	"	"	"	"
	"	0,021	"	"	"	"
1060	0,026	0,019	"	"	"	"
	0,027	0,021	"	"	"	"
	0,026	"	"	39°	"	Clivage m mauvais.
1069	0,028	0,020	0,005	37°	"	"
	0,028	0,019	0,005	"	"	"
	0,024	0,018	0,005	41°	"	Clivage h^1 .

TABLEAU DES INDICES DU PYROXÈNE DE LA PYROXÉNITE DU TILAÏ.

Numéro de la plaque.	Orientation de la section.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
1148	Sng	1,7136	1,6926	1,6867	0,0267	0,0208	0,0059
"	"	1,7133	"	h	"	"	"

Les différences sont ici :

$$n_g - n_p = 0,005, \quad n_g - n_m = 0,003, \quad n_m - n_p = 0,001, \\ 2V = 54^{\circ} 16'.$$

Bien qu'en moyenne les pyroxénites soient sensiblement moins acides et moins riches en fer que la koswite, la gamme des pyroxènes y est la même, et les variations entre les divers individus très petites, mais réelles.

3. Pyroxène des tilaïtes du Tilaï et du Pharkowski-Oawal.

— Ces roches sont très mélanocrates; elles contiennent les mêmes éléments que les pyroxénites auxquelles elles passent également, mais elles renferment toujours des plagioclases en petite quantité. L'olivine y est assez abondante, la biotite et l'hypersthène rares au contraire. Le pyroxène a tous les caractères microscopiques et l'habitus de celui rencontré dans les pyroxénites et la koswite; certains cristaux qui se développent quasi porphyriquement parmi les autres éléments, renferment parfois de nombreuses inclusions opaques, ferrugineuses. Composition de la roche en pour 100 :

$$\text{SiO}_3 = 45,43, \quad \text{Al}_2\text{O}_3 = 9,44, \quad \text{CaO} + \text{MgO} = 31,18.$$

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU PYROXÈNE DE LA TILAÏTE.

Números.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinction.	2V.	Remarques.
1141	0,026	0,020	"	"	"	"
	0,027	0,019	"	41° 30'	"	Clivage h^1 net.
1133	0,024	0,020	"	42°	"	id.
	0,023	0,020	"	"	"	Section pas parfaite- ment centrée.

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU PYROXÈNE DE LA TILAÏTE (*suite*).

Numéros.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinction.	αV .	Remarques.
"	"	0,022	"	"	"	"
163 b	0,026	0,022	0,005	"	51° 18'	"
	0,025	0,022	"	41° 30'	"	Clivage h^1 net.
166 x	0,025	0,021	"	"	"	Mauvais clivage.
	0,025	0,021	"	"	"	id.
	0,027	0,021	"	41° 30'	"	Clivage h^1 .
	0,025	0,021	"	"	"	"
164 a	0,025	0,021	"	"	"	Mauvais clivage.
	0,025	0,021	"	"	"	id.
	0,025	"	"	"	"	id.
162	0,026	0,021	"	41°	"	Clivage h^1 .
	0,026	0,021	0,005	"	"	"
177	0,025	0,021	0,005	40°	51° 14'	Clivage h^1 .
	0,025	0,021	"	41°	"	id.
"	"	0,020	"	"	"	"
163 a	0,025	0,021	"	42°	"	Clivage h^1 .
	0,026	"	"	"	"	"
	0,025	"	"	40°	"	Clivage h^1 .
	0,025	"	"	42°	"	id.
167	0,025	0,021	"	"	"	Mauvais clivage.
	"	0,022	"	"	"	id.
"	"	0,021	"	"	"	id.
1143	0,027	0,021	"	43° 30'	"	Clivage h^1 .
1110	0,026	0,021	"	41°	"	id.
	0,027	0,021	"	41°	"	id.
1073	0,027	0,021	0,005	"	"	Mauvais clivage.
	"	"	0,004	"	"	"
1074 bis	0,025	0,022	"	"	"	Mauvais clivage.
	"	0,020	"	"	"	"
1055	0,024	0,021	"	44° 30'	"	Clivage h^1 .
	0,025	"	"	"	"	"
1152	0,028	0,020	"	40°	52° 20'	Clivage h^1 .
1075 bis	0,026	0,020	"	41°	"	"
1102	"	"	"	"	53° 12'	"
1151	0,026	"	"	45°	51° 56'	"
	0,027	0,021	"	"	"	"

TABLEAU DES INDICES PRINCIPAUX DU PYROXÈNE DE LA TILAÏTE.

Numéros des coupes.	Orientation de la section.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
		1144	$\left\{ \begin{array}{l} Sn_m \\ \\ Sn_m \end{array} \right\}$	1,7177	1,6973	1,6924	0,0253
"	"	1,6973		"	"	"	"
"	1,7178	1,6959		1,6890	0,0288	0,0228	0,006
"	"	1,6940		"	"	"	"
1143	$\left\{ \begin{array}{l} Sn_p \\ \\ Sn_m \end{array} \right\}$	1,7126	1,6914	1,6866	0,0254	0,0212	0,0042
"		"	"	1,6878	"	"	"
"		1,7120	1,6907	1,6863	0,0257	0,0209	0,0048
"		"	1,6916	"	"	"	"
1152	$\left\{ \begin{array}{l} Sn_m \\ \\ Sn_g \end{array} \right\}$	1,7156	1,6950	1,6903	0,0253	0,0202	0,0051
"		"	1,6953	"	"	"	"
"		1,7160	1,6944	1,6895	0,0256	0,0207	0,0056
"		1,7142	"	"	"	"	"

Ces deux Tableaux montrent des variations de l'ordre de celles déjà indiquées ; nous obtenons en effet les différences suivantes :

$$n_g = 0,0068, \quad n_m = 0,0066, \quad n_p = 0,0061,$$

$$n_g - n_p = 0,0035, \quad n_g - n_m = 0,0026, \quad n_m - n_p = 0,0018$$

(par les indices);

$$n_g - n_p = 0,0050, \quad n_g - n_m = 0,002, \quad n_m - n_p = 0,001$$

(par mesure directe).

Les mêmes tilaïtes sont développées dans le Pharkowsky-Ouwal et passent aux gabbros à olivine ; les propriétés optiques du pyroxène sont :

TABLEAU DES INDICES ET DES BIRÉFRINGENCES DU PYROXÈNE DE LA TILAÏTE
DU PHARKOWSKY-OUWAL.

Numéros des coupes.	Orientation de la section.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
		122	Sn_p	1,7204	1,7013	1,6956	0,0250

TABLEAU DES INDICES ET DES BIREFRINGENCES DU PYROXÈNE DE LA TILAITÉ
DU PHARKOWSKY-OUWAL (*suite*).

Numéros des coupes.	Orientation de la section.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
		"	"	"	"	"	"
		1,7188	"	1,6972	"	"	"
122	$Sn_g^{(1)}$	1,7190	1,6993	1,6961	0,0229	0,0197	0,0032
23	Sn_m	1,7204	1,7002	1,6948	0,0256	0,0202	0,0054

TABLEAU DES VALEURS DE L'ANGLE DES AXES OPTIQUES DU PYROXÈNE.

Numéros des coupes.	Méthode employées.	Angle 2V	
		mesuré.	calculé.
122	Réticule.	59.14	58.8
23	"	"	55

Les différences sont ici :

$$n_g = 0,0016, \quad n_m = 0,002, \quad n_p = 0,0013, \quad n_g - n_p = 0,0027, \\ n_g - n_m = 0,0011, \quad n_m - n_p = 0,0027.$$

4. *Pyroxène des norites du Tilaï*. — Ces roches sont méso-crates et renferment de l'apatite, du spinelle, de la magnétite, du pyroxène monoclinique abondant, de l'hypersthène plus rare, de l'olivine et de la hornblende point constantes, puis des plagioclases du groupe des labradors plus ou moins basiques. Le pyroxène monoclinique présente absolument les caractères qu'il a dans les roches précédentes; il est peut-être un peu plus allongé selon la zone du prisme, maclé selon $h^1 = (100)$ parfois avec l'hypersthène et dépourvu d'inclusions. Composition de la roche en pour 100 :

$$SiO_2 = 50,47, \quad Al_2O_3 = 19,23, \quad CaO + MgO = 16,55.$$

(¹) Les mesures sur cette section sont un peu moins bonnes que celles sur la section Sn_p ; elles ont été faites seulement dans le but de vérifier si la section Sn_g , qui a servi à mesurer 2V, appartient à la même variété de pyroxène.

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU PYROXÈNE DES NORITES DU TILAI.

Numéros des coupes.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinction.	$2V$.	Observations.
1098	0,028	0,022	0,006	45°	"	Mauvais clivage.
	0,027	0,022	"	36°	"	Clivages h^1 nets.
	0,026	0,021	"	"	"	"
	0,025	0,021	0,004	"	"	"
	0,022	0,019	0,003	"	"	"
1074	0,022	"	0,005	"	"	"
	0,020	"	0,002	"	"	"
	0,022	"	0,005	"	"	"
1034	0,022	"	0,003	"	"	"
	0,027	0,021	"	37°	"	"
1113	0,026	0,021	0,005	"	"	"
	"	0,020	0,005	"	"	"
	"	0,021	0,005	"	"	"
1136	0,026	"	"	34°	"	Clivage h^1 .
	0,025	"	"	46°	"	id.
	0,026	"	"	41	"	Clivage très net. Bonne mesure.
1124	0,025	0,021	"	"	"	"
	"	0,021	"	"	"	"
1084	0,027	0,022	"	46°	"	Mauvais clivages.
	0,025	"	"	43°	"	Clivage h^1 net.
	0,023	"	"	44°	"	id.
	0,024	0,021	"	43°	"	id.
1104	0,029	"	"	45°	"	id.
	0,027	"	"	45°	"	id.
	0,027	"	"	45°	"	id.

TABLEAU DES INDICES DU PYROXÈNE DES NORITES DU TILAI.

Numéro de la coupe.	Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
		1124	Su_p	1,7198	1,6991	1,6929	0,0269

Les différences entre les valeurs extrêmes sont ici :

$$n_g - n_p = 0,009, \quad n_g - n_m = 0,003, \quad n_m - n_p = 0,004.$$

5. *Pyroxène des gabbros ouralitisés du Tiläï (Cérébriansky).*

— Ces belles roches renferment de l'apatite, de la magnétite, des spinelles, du pyroxène monoclinique, de la hornblende et des feldspaths de la série des labradors basiques. Le pyroxène, toujours informe et faiblement allongé selon la zone du prisme, présente les caractères habituels. La composition de la roche est en pour 100 :

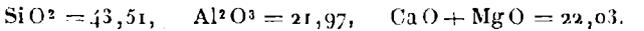


TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU PYROXÈNE DU GABBRO OURALITISÉ DU CÉRÉBRIANSKY.

Numéros.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinction.	Remarques.
1090	0,027	0,020	"	"	"
1090 <i>bis</i>	0,0248	0,023	"	"	"
1065	0,0251	0,0196	0,004	39°	Bons clivages.
1105	0,0255	0,021	"	42°	id.
	0,0216	0,017	"	44°	id.
1105 <i>bis</i>	0,0247	0,0196	0,005	38°	id.
1121	"	0,020	0,0047	"	"
1023	"	0,021	"	"	"
1095	0,025	"	0,006(?)	38° 30'	Bons clivages.
1102	0,026	"	"	42°	"
1077	0,025	"	"	39°	"
	0,025	0,021	"	"	"
	0,025	0,022	"	39°	"
	0,0257	"	0,004	"	"
1134	0,026	0,022	"	39°	"
	0,026	0,022	"	"	"
1134 <i>bis</i>	"	0,022	"	"	"
	"	0,022	"	"	"

TABLEAU DES INDICES DU PYROXÈNE.

Numéros des coupes.	Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_n - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
		1105	Sn_p	1,7184	1,6992	1,6925	0,0257
1102	Sn_g	1,7153	1,6931	1,6930	"	"	"
		1,7145	"	1,6887	0,0263	0,0218	0,0044

Les différences entre les chiffres extrêmes sont ici :

$$n_g - n_p = 0,0054, \quad n_g - n_m = 0,006, \quad n_m - n_p = 0,02.$$

6. *Pyroxène des berbachites du Tilaï.* — Ces roches mélanocrates, finement grenues, généralement aphyriques, sont filoniennes. Elles renferment de la magnétite, du pyroxène monoclinique, de l'hypersthène, puis plus rarement de l'olivine, de la biotite et de la hornblende; enfin, des feldspaths du groupe des labradors. Le pyroxène se rencontre en petits grains idiomorphes légèrement verdâtres, avec clivages $m = 110$. La composition de la roche est en pour 100 :

$$\text{Si O}^2 = 46,25, \quad \text{Al}^2 \text{O}^3 = 11,66, \quad \text{Ca O} + \text{Mg O} = 25,54.$$

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU PYROXÈNE DE LA BERBACHITE DU TILAÏ.

Numéros des coupes.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinction.	Observations.
1145	0,021	0,015	0,004	36°(?)	Mauvais clivages.
	0,022	0,016	0,003	"	id.
	0,024	0,018	0,003	"	id.
	"	0,018	0,004	"	id.
	"	0,018	"	"	id.
165 b	0,026	0,020	"	40°	Clivages h^1 assez bons.
	0,025	0,019	"	42°	"
	"	0,021	"	"	"

HYPERSTHÈNE.

1. *Hypersthène de la norite du Cérébriansky.* — Ce minéral est assez fréquent dans les roches du massif du Koswinsky-Tilaï, mais il ne se présente, en sections assez grandes pour se prêter à une étude détaillée des propriétés optiques, que dans la norite du Cérébriansky. Ses cristaux ont le même habitus que les pyroxènes, mais sont plus allongés, et toujours sans profils géométriques; les inclusions lamellaires sont

rare; les clivages (110), toujours nets; les cassures sont fréquentes et irrégulières. Il est souvent maclé avec le pyroxène monoclinique. L'allongement des cristaux est toujours positif, la bissectrice aiguë négative. Le polychroïsme se fait ainsi :

n_g = vert très pâle,
 n_m = brun rosé couleur chair,
 n_p = verdâtre.

Les constantes optiques du minéral sont consignées dans le Tableau suivant :

TABEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE L'HYPERSTHÈNE DE LA NORITE DU CÉRÉBRIANSKY.

Numéros. des coupes.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	$2V$.	Remarques.
1036	{ 0,016 0,0165	"	"	"	"
1104	{ 0,016 0,015	"	"	"	} Inclusions lamellaires.
1084	0,015	"	"	"	
1067 bis	0,015	"	0,013	"	"
1124	"	"	0,013	"	"
1098	{ 0,017 0,017	0,002	0,012	"	"
	"	"	0,012	"	"
1054	0,017	"	"	"	Type à olivine abondante.
1118	0,018	"	"	"	"
1082	{ 0,017 0,017 0,017	"	0,012	61°	"
	"	"	"	"	"
	"	"	"	"	"

TABEAU DES INDICES DE L'HYPERSTHÈNE.

Número de la coupe.	Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
1124	Sn _m	1,7129	{ 1,7100 1,7098 }	1,6979	0,015	0,003	0,012

Les différences entre les valeurs extrêmes sont :

$$n_g - n_p = 0,003, \quad n_g - n_m = 0,001, \quad n_m - n_p = 0,001.$$

Ces propriétés diffèrent quelque peu de celles des hypersthènes connus actuellement, qui sont :

Pour l'hypersthène du labrador, d'après MM. Michel Lévy et Lacroix :

$$n_g = 1,705, \quad n_m = 1,702, \quad n_p = 1,692, \\ n_g - n_p = 0,013, \quad n_g - n_m = 0,003, \quad n_m - n_p = 0,010;$$

pour l'hypersthène de Saint-Paul, d'après J.-E. Wolff :

$$n_g = 1,727, \quad n_p = 1,7158, \quad n_g - n_p = 0,0112.$$

OLIVINE.

1. *Olivine de la dunite massive du Koswinsky.* — La roche est exclusivement formée d'olivine, avec des octaédres de fer chromé. Sa composition est en pour 100 :

$$\text{SiO}_2 = 40,38, \quad \text{Al}_2\text{O}_3(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 1,64, \quad \text{MgO} = 46,16.$$

L'olivine se présente en grains craquelés, ayant un clivage $g^1 = (010)$ difficile. Elle est parfaitement incolore. Signe optique positif; dispersion : $\rho < \nu$.

TABLEAU DES INDICES ET DES BIRÉFRINGENCES DE L'OLIVINE DE LA DUNITE MASSIVE DU KOSWINSKI.

Numéro de la coupe.	Orientation des sections.	Indices et biréfringences					
		n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$
1030	S_{nm}	1,6896	$\left. \begin{array}{l} 1,6707 \\ 1,6708 \end{array} \right\}$	1,6543	0,0353	0,0188	0,0165

TABLEAU DE LA VALEUR DE L'ANGLE DES AXES OPTIQUES DE L'OLIVINE.

Numéro de la coupe.	Méthode employée.	Angle $2V$	
		mesuré.	calculé.
1030	Goniomètre.	83°	86°

2. *Olivine de la dunité sidéronitique filonienne du Koswinsky.* — Cette roche est formée essentiellement par des grains d'olivine moulée par des plages de magnétite. Elle renferme très peu de pyroxène et parfois un ou deux grains de hornblende. L'olivine présente des caractères absolument analogues à ceux du même minéral de la dunité massive. La composition chimique pour 100 de la roche est :

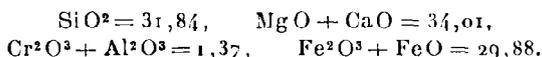
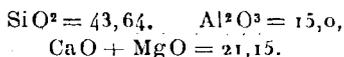


TABLEAU DES INDICES ET BIRÉFRINGENCES DE L'OLIVINE DE LA DUNITÉ SIDÉRONITIQUE.

Numéro de la coupe.	Orientation de la section.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
20...	S n_g	$\left\{ \begin{array}{l} 1,7089 \\ 1,7090 \end{array} \right\}$	1,6899	1,6720	0,0369	0,0190	0,0179
			$2V = 83^\circ$.				

HORNBLENDE.

1. *Hornblende du gabbro ouralitisé du Katéchersky.* — Ces gabbros renferment de l'apatite, du zircon et de la magnétite, puis du pyroxène rare, de la hornblende verte abondante et des plagioclases plus ou moins altérés. La roche renferme, en pour 100 :



La hornblende se présente en cristaux variables comme dimensions, aux formes généralement raccourcies, avec clivages $m = (110)$, et macles selon $h^1 = (100)$ plutôt rares. Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative. Le polychroïsme se fait comme suit :

- n_g = vert d'herbe légèrement jaunâtre,
- n_m = vert plus pâle,
- n_p = jaunâtre presque incolore.

TABLEAU DES INDICES ET BIREFRINGENCES DE LA HORNBLENDE DU GABBRO OURALITISÉ DU KATCHEBSKY (1).

Numéros des coupes.	Orientation des sections.	Indices et birefringences					
		n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$
1050 bis..	Sn_m	1,6790	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6707 \\ 1,6711 \end{array} \right.$	1,6655	0,0235	0,0081	0,0154
1051.....	Sn_p	1,6845	1,6768	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6612 \\ 1,6611 \end{array} \right.$	0,0233	0,0077	0,0156
1049.....	Sn_p	1,6887	1,6805	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6660 \\ 1,6647 \end{array} \right.$	0,0234	0,0082	0,0152

TABLEAU DE L'ANGLE DES AXES OPTIQUES DE LA HORNBLENDE.

Numéros des coupes.	Méthode employée.	Valeur de $2V$	
		mesurée.	calculée.
1050 bis.....	Réticule.	70°	72°
1051.....	"	"	70°
1049.....	"	"	72°

Les différences entre les valeurs extrêmes sont :

$$n_g = 0,0097, \quad n_m = 0,0098, \quad n_p = 0,0049,$$

$$n_g - n_p = 0,0002, \quad n_g - n_m = 0,0005, \quad n_m - n_p = 0,0004.$$

2. *Hornblende du gabbro ouralitisé du Cérébriansky (Tilaï).* — La hornblende de ces gabbros se rencontre en grands cristaux trapus, légèrement allongés suivant la zone prismatique positive. Ils ne présentent pas de profils géométriques, ont les clivages $m = (010)$ nets; les macles selon $h^1 = (100)$ sont rares. Le plan des axes optiques est parallèle

(1) Pour la composition chimique des différentes hornblendes dont les propriétés optiques sont données dans les pages qui suivent, consulter : L. DUPARC et T.-G. HORNUNG, *Sur les propriétés chimiques et optiques des hornblendes communes* (*Archives de Genève*, t. XXIII, mai 1906); puis T.-G. HORNUNG, *Les hornblendes communes*, Thèse, Genève, 1907.

à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative, l'angle d'extinction de n_g sur $g^1 = (010)$ oscille entre 15° et 18° .

Polychroïsme intense avec

n_g = vert foncé,
 n_m = verdâtre,
 n_p = brun jaunâtre plus pâle.

TABLEAU DES BIRÉFRINGENCES ET DES EXTINCTIONS DE LA HORNBLÉNDE
 DU GABBRO OURALITISÉ DU CÉRÉBRIANSKY.

Numéros des coupes.	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	Extinctions.	Remarques.
1090.....	0,0215	"	"	"	"
1090 bis..	0,0216	"	0,0134	16°	"
1088.....	0,0218	"	"	15°	"
1088 bis..	0,0222	"	"	14° 30'	"
1083.....	0,0209	"	"	"	"
1117.....	0,0203	"	"	18°	"
1117 bis..	0,022	"	"	16°	"
1083.....	{ 0,022	0,0092	"	"	"
	{ 0,022	"	"	16°	"
1085.....	"	"	0,0133	"	"
1093.....	{ 0,024	"	"	"	"
	{ 0,024	"	0,0134	17°	"
1104.....	{ 0,0211	"	"	17°	"
	{ 0,0213	"	"	"	"
1077.....	"	0,0084	"	18°	"
1134.....	0,020	"	"	16°	"

TABLEAU DES INDICES ET DES BIRÉFRINGENCES DE LA HORNBLÉNDE.

Numéros des coupes.	Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	calculé.	$2V$
1120..	Sn_p	1,6854	1,6758	{ 1,6648 } { 1,6639 }	0,0211	0,0096	0,0115	85°	
1107..	Sn_m	1,6827	{ 1,6743 } { 1,6740 }	1,6614	0,0213	0,0086	0,0127	"	

Les différences sont ici :

$$n_g = 0,0027, \quad n_m = 0,0018, \quad n_p = 0,0034, \\ n_g - n_p = 0,0002, \quad n_g - n_m = 0,0010, \quad n_m - n_p = 0,0012$$

par les indices,

$$n_g - n_p = 0,004, \quad n_g - n_m = 0,0008, \quad n_m - n_p = 0,00011$$

au compensateur.

3. *Hornblende de la diorite filonienne du Koswinsky.* — Cette roche, qui traverse la koswite, renferme de la magnétite, de la hornblende et des plagioclases. La hornblende est en cristaux faiblement allongés selon la zone du prisme avec formes $m = (110)$ et $g^1 = (010)$ reconnaissables. Macles selon $h^1 = (100)$ simples ou multiples. Sur $g^1 = (010)$ l'extinction de n_g se fait à $17^{\circ}5'$, bissectrice aiguë $= n_p$. Polychroïsme :

n_g = brun verdâtre foncé,
 n_m = brunâtre,
 n_p = jaunâtre très pâle.

TABEAU DES INDICES, DES BIREFRINGENCES ET DE L'ANGLE $2V$ DE LA HORNBLENDE DE LA DIORITE DU KOSWINSKY.

Numéros de la coupe.	Orient-ation de la section.	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	$2V$	
								Calculé.	Observé.
14.	Sn_p	1,6806	1,6701	$\left. \begin{array}{l} 1,6593 \\ 1,6590 \end{array} \right\}$	0,0115	0,0105	0,0110	89°	90°

4. *Hornblende de la pegmatite du Kanjakowsky (Tiläi).* — Ces roches, en gros filons dans les pyroxénites, sont formées par de l'apatite rare, de la hornblende abondante et de grande taille, et des feldspaths basiques. Les cristaux de hornblende sont informes, peu allongés selon la zone du prisme, et mesurent quelques centimètres. Clivages $(110) = m$ nets; macles $h^1 = (100)$ rares, plan des axes parallèle à

$g^1 = (010)$, bissectrice aiguë négative; extinction sur $g^1 = (010)$, 18° .

Polychroïsme :

$n_g =$ brun foncé,
 $n_m =$ brunâtre,
 $n_p =$ brunâtre très pâle.

TABLEAU DES CONSTANTES OPTIQUES DE LA HORNBLÈNDE DE LA PEGMATITE DU KANJAKOWSKY.

Numéro de la coupe.	Orientation de la section.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	$2V$.
1093..	Sn_g	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6816 \\ 1,6819 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,6709 \\ 1,6709 \end{array} \right\}$	1,6580	0,0237	0,0108	0,0129	85°

5. *Hornblende de la syénite de la Koschütz (Saxe)*. — Roche mélanocrate très riche en sphène et magnétite; avec hornblende abondante, peu de plagioclases, beaucoup d'orthose, puis quartz restreint et local. Les cristaux sont assez allongés suivant la zone du prisme; l'allongement est positif. Plan des axes parallèles à $g^1 = (010)$, extinction de n_g à 14° . Bissectrice aiguë négative.

Polychroïsme :

$n_g =$ vert foncé,
 $n_m =$ vert brunâtre,
 $n_p =$ jaune brunâtre.

PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE LA HORNBLÈNDE DE LA SYÉNITE DE KOSCHÜTZ.

Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	$2V$.
Quelconque...	1,6734	1,6671	1,6569	0,0165	0,0063	0,0102	69°
"	1,6723	1,6675	"	"	0,0048	"	"
"	1,6733	1,6668	"	"	0,0065	"	"
"	1,6744	"	"	"	"	"	*
Sn_m	1,6736	1,6657	1,6578	0,0158	0,0079	0,0079	"
"	1,6726	1,6677	"	"	0,0049	"	"

Les différences extrêmes sont ici :

$$n_g = 0,0021, \quad n_m = 0,0009, \quad n_p = 0,0001, \\ n_g - n_p = 0,0007, \quad n_g - n_m = 0,0031, \quad n_m - n_p = 0,0023.$$

6. *Hornblende de la syénite de Plauen (Saxe)*. — Roche mélanocrate renfermant du sphène, de l'orthose et un peu de quartz. Les cristaux de hornblende sont allongés selon $m = (110)$, avec allongement positif. Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$; la bissectrice aiguë est négative. L'extinction sur $g^1 = (010)$ comporte 19° .

Polychroïsme :

$$n_g = \text{vert foncé,} \\ n_m = \text{vert brunâtre,} \\ n_p = \text{jaune brunâtre très pâle.}$$

TABEAU DES CONSTANTES OPTIQUES DE LA HORNBLLENDE DE LA SYÉNITE DE PLAUCN.

Orientation des sections..	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	αV calculé.
Quelconque...	1,6778	1,6726	1,6573	0,0205	0,0052	0,0153	61°
"	1,6778	1,6723	1,6569	0,0209	0,0055	0,0154	
"	"	"	1,6571	"	"		
"			1,6578	"	"		

Les différences sont ici très faibles et quasi insignifiantes.

7. *Hornblende du granit du Julier (Alpes Grisonnes)*. — Granit à grain moyen, mésocrate, renfermant de l'apatite, de la biotite brune, de la hornblende, des feldspaths kaolinisés, du quartz peu abondant et de l'épidote. La hornblende n'est point très allongée suivant les arêtes du prisme; on y reconnaît parfois les formes $m = (110)$, $h^1 = (100)$ et $g^1 = (010)$. Quelques macles suivant $h^1 = (100)$. Le plan des axes op-

liques est parallèle à g^1 , la bissectrice aiguë est négative. Sur $g^1 = (100)$, n_g s'éteint à 16° . Polychroïsme :

$n_g =$ vert foncé, $n_m =$ vert brunâtre, $n_p =$ brun très pâle.

TABLEAU DES CONSTANTES OPTIQUES DE LA HORNBLENDE
DU GRANIT DU JULIER.

Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	$2V$.
Quelconque...	1,6738	1,6656	1,6556	0,0179	0,008	0,0099	83°
	$n_g - n_p$ au compensateur = 0,0175.						

8. *Hornblende de la syénite néphélinique de Ditrö.* — La roche est leucocrate ou mésocrate, largement cristallisée. Elle renferme de l'apatite abondante, du sphène, de la hornblende verte, un peu de biotite, des plagioclases acides, de l'orthose, puis de la néphéline. On y trouve aussi de l'épidote et un peu de magnétite. Les cristaux sont allongés selon le prisme. Plan des axes parallèle à $g^1 = (010)$; l'extinction est de 13° , l'allongement positif. La bissectrice aiguë est négative, l'angle des axes est très petit, ce qui, joint à l'énorme absorption du minéral, rend la mesure de n_m impossible. En lumière convergente le minéral paraît uniaxe et la croix noire n'éprouve pas de dislocation appréciable par rotation de la platine du microscope. Polychroïsme :

$n_g =$ vert bleuâtre très foncé,
 $n_m =$ verdâtre,
 $n_p =$ jaunâtre pâle.

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE LA HORNBLENDE
DE LA SYÉNITE DE DITRÖ.

Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
Quelconque...	1,7146	"	1,6962	0,0177	"	"
"	1,7147	"	1,6970	"	"	"
"	"	"	1,6974	"	"	"

9. *Hornblende de la diorite de Teufelsberg.* — Roche mésocrate, avec de l'apatite abondante, de la magnétite, de la biotite brune, de la hornblende verte, des plagioclases et un peu de quartz. La hornblende se présente en cristaux allongés, avec clivages $m = (110)$. Allongement positif. Sur $g^1 = (010)$, n_g s'éteint à 20° . Plan des axes parallèle à $g^1 = (010)$, bissectrice aiguë négative. Polychroïsme :

n_g = vert bleuâtre très foncé,
 n_m = vert brunâtre,
 n_p = jaune pâle presque incolore.

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE LA HORNBLÉNDE
 DE LA DIORITE DE TEUFELSBERG.

Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	ΔV . Calculé.
Quelconque.	1,6824	1,6746	1,6609	0,0215	0,0078	0,0137	73°
"	1,6826	1,6752	1,6597	0,0229	0,0074	0,0155	"
"	"	1,6739	1,6605	"	"	0,0134	"
"	"	1,6747	1,6608	"	"	0,0139	"
"	"	1,6745	1,6605	"	"	0,0140	"

Les différences extrêmes sont :

$$n_g = 0,0002, \quad n_m = 0,0014, \quad n_p = 0,0011,$$

$$n_g - n_p = 0,0014, \quad n_g - n_m = 0,0014, \quad n_m - n_p = 0,0018.$$

10. *Hornblende de l'amphibolite de l'île Coll (Hébrides).*
 — L'échantillon a été récolté à un mille au sud de Bally Haugh. La roche est de couleur foncée, largement cristallisée et paraît, à l'œil nu, exclusivement formée d'amphibole d'assez grande taille. Celle-ci se présente en prismes courts, aux contours géométriques, avec un léger allongement prismatique et des clivages $m = (110)$ marqués. Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative, la dispersion se fait avec $\rho > \epsilon$, l'extinction sur $g^1 = (010) = 16^\circ 26'$. Polychroïsme :

n_g = vert bleuâtre, n_m = vert, n_p = jaunâtre pâle.

Le polychroïsme varie d'intensité dans les différentes sections. Les constantes optiques de cette hornblende ont été déterminées avec le plus grand soin, en opérant sur des sections différemment orientées, au moyen du réfractomètre de Pearce, et en répétant un grand nombre de fois les mesures sur chaque section. Toutes les sections et indices proviennent de coupes taillées dans deux mêmes fragments.

TABLEAU DES CONSTANTES OPTIQUES DE L'AMPHIBOLE
DE L'AMPHIBOLITE DE L'ÎLE COLL.

Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.	2 V.	2 VNa.
							Calculé.	Mesuré.
Quelconque.	1,6531	1,6429	1,6294	0,0237	0,0102	0,0135	82°	"
"	1,6528	1,6433	1,6277	0,0246	0,0100	0,0145	79°	"
"	1,6675	1,6599	1,6457	0,0218	0,0076	0,0142	66°	"
"	1,6676	1,6601	1,6460	0,0215*	0,0074*	0,0141	66°	"
"	1,6731	1,6656	1,6495	0,0236	0,0075	0,0161	68°40'	70°
"	1,6823	1,6759	1,6596	0,0227	0,0064*	0,0163	64°	63°
"	"	"	1,6527	"	"	"	"	"
"	"	"	1,6332	"	"	"	"	"

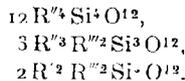
Les mesures astériquées ont été répétées au compensateur et ont donné : 0,0230 au lieu de 0,0215, 0,0062 au lieu de 0,0074 et 0,0062 au lieu de 0,0064.

Les différences extrêmes entre les valeurs observées sont :

$$n_g = 0,0295, \quad n_m = 0,0330, \quad n_p = 0,0319,$$

$$n_g - n_p = 0,0031, \quad n_g - n_m = 0,0038, \quad n_m - n_p = 0,0028.$$

L'amphibole a été extraite et purifiée par les liqueurs lourdes; la densité du produit obtenu était $D = 3,098$; sa formule, déduite de la composition chimique indiquée par l'analyse qui suit, est :



ANALYSE DE L'AMPHIBOLE DE L'ILE COLL.

	Résultats trouvés.	Calculés sur la formule.
SiO ²	51,50	51,98
TiO ²	0,23	0,23
Al ² O ³	2,88	2,86
Cr ² O ³	0,14	0,14
Fe ² O ³	6,25	6,19
FeO.....	5,39	5,57
MnO.....	0,05	0,05
CaO.....	13,26	13,70
MgO.....	16,95	17,52
Na ² O.....	1,61	1,47
K ² O.....	0,32	0,24
	<u>98,58</u>	<u>99,99</u>

11., *Hornblende de l'amphibolite de Chester (Mass.)*. — La roche présente une grande analogie avec la précédente. La hornblende est de couleur foncée, bien cristallisée, sans formes géométriques. Plan des axes parallèle à $g^1 = (010)$, bissectrice aiguë négative, dispersion $\rho > v$. Extinction de n_g sur $g^1 = (010) = 14^\circ 40'$. Polychroïsme :

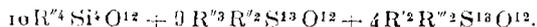
n_g = bleu verdâtre, n_m = vert, n_p = jaune pâle.

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE L'AMPHIBOLE
DE L'AMPHIBOLITE DE CHESTER.

Orientation des sections.	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
Quelconque. . .	1,6798	1,6729	1,6598	0,0200	0,0069	0,0131

Au compensateur, 0,0201 au lieu de 0,0200 et 0,0069 au lieu de 0,0069.

La séparation par les liqueurs lourdes a donné un produit de densité $D = 3,216$. La formule, tirée de l'analyse qui suit, répond à :



	Résultats trouvés.	Calculés sur la formule.
SiO ²	42,74	42,46
TiO ²	1,08	1,06
Al ² O ³	5,48	5,60
Fe ² O ³	11,92	12,26
FeO.....	11,46	11,49
MnO.....	0,06	0,06
CaO.....	12,72	12,78
MgO.....	11,60	11,65
Na ² O.....	2,25	2,11
K ² O.....	0,56	0,53
	<hr/>	<hr/>
	99,69	100,00

*Résultats généraux relatifs aux minéraux
ferro-magnésiens.*

Il se dégage de l'exposé que nous venons de faire un certain nombre de points qui paraissent intéressants pour la connaissance des propriétés optiques des éléments ferro-magnésiens des roches, et que nous allons résumer aussi brièvement que possible.

En premier lieu, dans une même roche, il paraît exister généralement plusieurs types minéraux différents répondant à des mélanges variables des divers termes d'une même série isomorphe. Ces termes sont, dans la plupart des cas, assez rapprochés, et ne peuvent être mis en évidence que par des déterminations de constantes optiques faites avec une grande exactitude; dans d'autres, ils sont assez éloignés, et, si l'on prend en considération que les constantes optiques de deux termes extrêmes d'une même série ne sont parfois point très différents, il en résulte forcément que la composition chimique d'un élément ferro-magnésien isolé d'une roche est une moyenne, mais ne représente pas du tout celle de tel ou tel cristal séparément.

Examinons le *pyroxène monoclinique* ; nous pourrions tout d'abord grouper les indices obtenus dans un seul Tableau en les arrangeant par ordre de grandeurs croissantes.

En n'inscrivant que la moyenne des valeurs pour les indices obtenus deux fois, nous aurons le Tableau suivant :

	Numéros.	Orien- tation.	n_x .	n_m .	n_p .	Remarques.
I.	8	Sn_m	1,7074	1,6861	1,6800	Koswite du Koswinsky.
	8	Sn_g	1,7072	1,6865	1,6796	id.
	10	Sn_p	1,7087	1,6889	1,6825	id.
II.	1143	Sn_m	1,7120	1,6911	1,6863	Tilaïte du Tilaï.
	1143	Sn_p	1,7126	1,6914	1,6872	id.
III.	1066	Sn_m	1,7135	1,6923	1,6866	Koswite du Tilaï.
	1148	Sn_g	1,7134	1,6926	1,6867	Pyroxénite du Tilaï.
	1102	Sn_g	1,7149	1,6931	1,6887	Gabbro ouralitisé du Cérébriansky.
IV.	1152	Sn_g	1,7151	1,6944	1,6895	Tilaïte du Tilaï.
	1144	Sn_m	1,7178	1,6949	1,6890	id.
	1152	Sn_m	1,7156	1,6954	1,6903	id.
	2	Sn_m	1,7162	1,6950	1,6896	Koswite du Koswinsky.
	2	Sn_g	1,7165	1,6954	"	id.
V.	3	Sn_m	1,7176	1,6974	1,6923.	Koswite du Koswinsky.
	1144	Sn_m	1,7177	1,6973	1,6924	Tilaïte du Tilaï.
VI.	1105	Sn_m	1,7184	1,6992	1,6927	Gabbro ouralitisé du Tilaï.
	1124	Sn_p	1,7198	1,6991	1,6929	Norite du Tilaï.
	122	Sn_g	1,7189	1,6993	1,6961	Tilaïte du Pharkowsky-Ouwal.
VII.	122	Sn_p	1,7204	1,7013	1,6954	Tilaïte du Pharkowsky-Ouwal.
	23	Sn_m	1,7204	1,7002	1,6948	Tilaïte du Pharkowsky-Ouwal.

Abstraction faite des chiffres relevés sur les coupes n^{os} 10 et 1102, on peut constater que les indices de ce Tableau se répartissent dans 7 groupes nettement distincts les uns

des autres et constituant autant de types séparés. Des pyroxènes d'un même type ont souvent été rencontrés dans des roches différentes, et une même roche contient, comme on le voit, des pyroxènes de types très différents. En faisant les moyennes des valeurs obtenues pour les divers représentants d'un même type, nous obtenons les résultats suivants, pouvant caractériser ces divers types :

	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$
I.	1,7073	1,6863	1,6798	0,0275	0,0210	0,0065
II.	1,7124	1,6912	1,6867	0,0257	0,0212	0,0045
III.	1,7134	1,6924	1,6867	0,0267	0,0210	0,0057
IV.	1,7159	1,6950	1,6896	0,0253	0,0209	0,0054
V.	1,7176	1,6974	1,6924	0,0252	0,0202	0,0050
VI.	1,7190	1,6992	1,6928	0,0262	0,0198	0,0054
VII.	1,7204	1,7007	1,6951	0,0253	0,0197	0,0056

Prenons maintenant comme terme de comparaison les propriétés optiques de trois pyroxènes différents, à savoir : le diopside blanc de Nordmarken I, le diopside noir de la même localité II, puis l'augite de Renfrew III, dont les constantes ont été déterminées par le même auteur, M. E.-A. Wulffing, avec le plus grand soin pour la raie D. Celles-ci sont :

	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	α	2 V.
I.	1,700	1,6710	1,6780	0,0290	0,0220	0,007	39. 6'	58.43
II.	1,7029	1,6734	1,6804	0,0295	0,0225	0,007	39.35	58.57
III.	1,7227	1,6975	1,7039	0,0252	0,0188	0,0064	44.53	61.12

Les chiffres extrêmes donnés pour les pyroxènes des koswites et des pyroxénites du Koswinsky et du Tilai sont, en se basant sur la valeur de n_g :

n_g	n_p	n_m	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	α	2 V.
1,7074	1,6861	1,6800	0,0274	0,0213	0,0061	''	56° 19'
1,7176	1,6975	1,6923	0,0253	0,0202	0,0052	''	53° 22'

En prenant les chiffres extrêmes donnés par les mesures des biréfringences au compensateur, on trouve pour le maximum :

$$n_g - n_p = 0,030, \quad n_g - n_m = 0,022, \quad n_m - n_p = 0,0061;$$

pour le minimum :

$$n_g - n_p = 0,023, \quad n_g - n_m = 0,018, \quad n_g - n_p = 0,005.$$

Les différences observées ici sont *plus grandes* que celles trouvées entre les diopsides blanc et noir de Nordmarken; elles sont d'un autre ordre aussi, qui tient à la nature spéciale du pyroxène. Pour le pyroxène des tilaïtes, nous aurions des résultats analogues, comme le montrent les chiffres suivants :

n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$
1,7178	1,6949	1,6870	0,0288	0,0228	0,006
1,1720	1,6911	1,6863	0,0257	0,0209	0,0048

En consultant les Tableaux des propriétés optiques des pyroxènes des autres roches étudiées, on arriverait aux mêmes conclusions.

Pour l'hyperstène, les chiffres que nous avons établis sont moins complets, car nous ne possédons qu'une seule détermination d'indices; cependant les biréfringences des différentes sections examinées oscillent légèrement, et il est plus que probable que le phénomène reste le même.

Pour la hornblende, si nous nous adressons tout d'abord aux roches du Koswinsky-Tilaï, nous allons enregistrer des variations comparables à celles relevées à propos des pyroxènes, mais généralement plus faibles. Au Katéchersky et

au Cérébriansky notamment, nous observons les chiffres extrêmes que voici :

n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	} Katéchersky.
1,6790	1,6709	1,6555	0,0235	0,0081	0,0154	
1,6887	1,6805	1,6653	0,0234	0,0082	0,0152	
1,6854	1,6758	1,6643	0,0211	0,0095	0,0115	
1,6827	1,6724	1,6614	0,0213	0,0086	0,0127	

Pour les hornblendes des autres roches qui ont été examinées, les résultats ne sont pas assez complets pour pouvoir porter un jugement définitif; seule la hornblende de l'amphibolite de l'île Coll nous montre des variations énormes entre les divers individus d'une même roche, variation qu'on ne pourrait guère soupçonner sans la détermination des indices, le polychroïsme de tous les spécimens étant le même. Les différences extrêmes observées sont, en effet, en se basant sur la valeur de n_g :

n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	α	$2V$
1,6823	1,6759	1,6596	0,0227	0,0064	0,0163	"	64°
1,6528	1,6433	1,6277	0,0251	0,0100	0,0143	"	79°

Les extrêmes correspondent ici à des variétés très différentes d'amphibole, les indices variant à peu près de trois unités dans la seconde décimale; mais il est aisé de voir qu'il ne s'agit pas ici de deux types distincts et fondamentalement différents, mais de deux termes éloignés de la même série.

En second lieu, cette étude montre l'inégalité de la valeur des divers caractères optiques au point de vue du diagnostic. Les indices sont de beaucoup les constantes les plus sensibles; celles qui permettent le mieux de juger le caractère du minéral; or, c'est précisément les indices qu'on détermine le plus rarement dans les sections minces. Les biré-

fringences sont généralement moins sensibles que les indices aux variations de la composition, et comme, d'autre part, les méthodes qui permettent de les mesurer sont sujettes à des causes d'erreur plus grandes, il en résulte de petites variations dans ces constantes relevées sur différentes sections du même minéral, ce qui ne permet pas toujours de diagnostiquer la pluralité des types. Quant à la variation de l'angle d'extinction sur une face déterminée, elle peut être un excellent caractère dans les séries ou les termes extrêmes présentant de grosses différences entre ces angles; elle est toutefois d'un faible secours dans le cas contraire; il convient d'ailleurs de remarquer que la valeur de ce caractère est subordonnée à l'exactitude possible des mesures, qui; abstraction faite des méthodes expérimentales employées, dépend souvent de la netteté plus ou moins grande des clivages par rapport auxquels on mesure ces angles d'extinction. La mesure directe de l'angle des axes optiques sur les sections minces est d'une exactitude relative; cette constante est d'ailleurs assez sensible aux variations de composition, sa détermination s'impose dans tous les cas où elle sera possible. De toute façon notre étude montre l'intérêt qu'il y a à étendre la mesure des indices de réfraction au plus grand nombre possible de sections d'un même minéral dans une roche déterminée; cette mesure sera le meilleur moyen de mettre en évidence la généralité du phénomène que nous avons indiqué.

Le troisième point qu'il nous reste à signaler concerne les minéraux des séries consanguines (celle du Koswinsky-Tilai). Quelle que soit la basicité de la roche, et que celle-ci renferme ou non des feldspaths, on y rencontre certains pyroxènes identiques, avec une fréquence différente toutefois.

Ainsi, par exemple, les types à biréfringence maxima au-

dessus de 0,027 se rencontrent aussi bien dans les norites que dans les gabbros ouralitisés, les tilaïtes, les pyroxénites et les koswites; mais, d'après nos mesures, leur proportion est la suivante :

Koswites.....	50 pour 100	(2)
Pyroxénites.....	69 »	(1)
Gabbros ouralitisés.....	7 »	(6)
Norites.....	26 »	(4)
Gabbros à olivine.....	31 »	(3)
Tilaïtes.....	20 »	(5)

Si l'on fait la moyenne des chiffres obtenus pour les trois biréfringences principales des pyroxènes, on arrive aux résultats suivants pour ces différentes catégories de roches :

	$n_z - n_p$	$n_x - n_m$	$n_m - n_p$
Pyroxénites.....	0,0217	0,0206	0,0054
Koswites.....	0,0266	0,0214	0,0060
Gabbros à olivine.....	0,0255	0,0200	?
Norites.....	0,0247	0,0208	0,0044
Tilaïtes.....	0,0256	0,0208	0,0049
Gabbros ouralitisés....	0,0251	0,0207	0,0045

Ces chiffres indiquent évidemment une différence dans la composition moyenne globale des pyroxènes dans les roches en question; mais, en les examinant de plus près, on peut aisément se convaincre qu'il n'y a pas passage d'une variété à une autre variété minéralogique, mais évolution dans un cadre déterminé. Les pyroxènes des roches du Koswinsky-Tilaï, en effet, sont d'un caractère un peu spécial, par les valeurs relatives de leurs trois indices et des trois biréfringences qui s'en déduisent; ils renferment toujours un peu d'alumine (2,5 pour 100 dans celui du Cérébriansky). Les variétés les plus biréfringentes ne correspondent pas à un

diopside pur; la valeur de $n_m - n_p$ est trop faible, et les indices généralement trop élevés. Les variétés les moins biréfringentes ne correspondent pas davantage à une augite, car, pour une valeur de $n_g - n_p = 0,025$, les biréfringences $n_g - n_m$ et $n_m - n_p$ ainsi que l'ensemble des autres caractères ne concordent pas avec ceux de ce dernier minéral.

Dans la série consanguine dont il a été question, le type du pyroxène se maintient donc d'un bout à l'autre de celle-ci, en subissant des variations qui résultent évidemment du caractère chimique du magma qui a donné naissance à la roche, mais qui cependant ne le font pas passer à un autre type minéralogique.

Groupe des feldspaths.

Il ne serait pas possible d'énumérer et de donner *in extenso* les innombrables déterminations exactes de sections feldspathiques que nous avons eu l'occasion de faire au cours de différents travaux. Depuis quelques années, nous avons en effet multiplié le nombre des sections étudiées, dans le but précisément de rechercher les variations que présentent les individus feldspathiques d'une seule et même roche. Comme il ne s'agit plus ici de constantes physiques (car ces déterminations ont été généralement faites sans le secours des indices), nous nous bornerons à énoncer les conclusions auxquelles nous sommes arrivés dans chaque cas, en renvoyant à nos Ouvrages pour tout ce qui concerne les chiffres destinés à les justifier.

ROCHES PORPHYRIQUES.

Il y a lieu de considérer dans celles-ci les phénocristaux et les microlithes séparément.

D. et P.

3

Phénocristaux. — Ceux-ci sont, dans la majorité des cas, zonés, et la diversité de la composition de leurs différentes zones a déjà été signalée par divers auteurs, parmi lesquels il convient d'indiquer MM. Michel Lévy, Becke et Fedorov. Nous-mêmes avons, en 1900, publié une étude pétrographique détaillée des roches éruptives des environs de Mènerville⁽¹⁾, dans laquelle nous avons eu l'occasion de déterminer exactement une foule de cristaux zonés rencontrés dans les roches les plus diverses (dacites, liparites, andésites, labradorites, microdiorites et microtonalites, adamellites, etc.); depuis lors, nous avons répété ces déterminations sur de nombreux phénocristaux de roches semblables provenant d'autres localités; nous sommes arrivés à des conclusions analogues que nous formulerons comme suit :

1. Les phénocristaux d'une même roche sont représentés par des types feldspathiques parfois fort différents. Ainsi, tandis que sur certains cristaux on trouve réunis dans les zones successives, tous les différents termes allant du labrador basique au labrador acide, dans la même préparation on rencontre d'autres cristaux où les zones comportent des variétés allant du labrador acide à l'andésine ou encore de l'andésine acide à l'anorthite presque pure.

2. Dans une même coupe, les cristaux d'égale développement et de mêmes dimensions sont loin d'être toujours comparables. Chez les uns, le centre est formé d'un feldspath plus basique que la bordure, chez les autres c'est précisément le contraire. En d'autres termes, les feldspaths zonés d'une même roche n'offrent pas, dans la succession de leurs

(¹) L. DUPARC et F. PEARCE, *Liste bibliographique.*

zones d'accroissement, des caractères analogues ; ces caractères sont souvent inversés d'une section à l'autre. Si l'on admet que les cristaux d'égal développement sont contemporains, il s'ensuit que des feldspaths de basicité différente, par suite des variations dans les mélanges isomorphes réalisés peuvent se ségréger au même instant au sein d'un même magma, et que le phénomène est susceptible de continuer pendant toute la période de croissance des phénomènes cristallins.

3. Il n'existe aucune règle générale dans la façon dont se succèdent les différentes zones d'un cristal. Il n'y a pas croissance ou décroissance continue de l'acidité du centre vers la périphérie, et, si le phénomène se rencontre dans certains cas, il ne constitue nullement une règle générale, bien au contraire. De plus, les variations de la composition des différentes zones d'un même feldspath sont tantôt comprises entre des termes rapprochés de la série, tels que $Ab^5 An^3$ et $Ab^1 An^4$, par exemple, tantôt par contre entre des termes très éloignés comme $Ab^3 An^1$ et An . Cependant les bandelettes qui appartiennent à ces termes les plus extrêmes sont rares.

4. Fréquemment on observe sur les cristaux zonés une couche concentrique dont la biréfringence, beaucoup plus forte que celle des autres, saute pour ainsi dire immédiatement à l'œil. Cette couche subdivise le cristal en deux parties, à savoir : un noyau central, zoné lui-même, et une enveloppe périphérique de constitution analogue ; elle est généralement unique, souvent irrégulière, discontinue, quasi squelettique, et presque toujours formée par de l'anorthite ou un feldspath voisin.

5. Il n'est pas rare de trouver sur un même cristal une

répétition alternante de deux types feldspathiques seulement. Ce cas se présente surtout sur les petits cristaux qui ne comportent que trois ou quatre zones. Le centre est souvent alors de composition identique à la bordure, et s'éteint en même temps; il est formé par le terme le plus basique des deux, ou, au contraire, par le plus acide. Tantôt la différence de basicité entre les deux séries de bandelettes est faible (Ab^5An^3 et Ab^1An^1 , par exemple), tantôt elle est assez forte (Ab^5An^3 et Ab^3An^2).

6. Chez les phénocristaux volumineux à zones multiples, on remarque que ce n'est généralement ni le centre ni la bordure qui forment les termes les plus basiques ou les plus acides de la série observée. Souvent il y a un saut très brusque dans l'acidité de deux couches voisines, d'autres fois il y a des gradations successives.

Ces conclusions montrent qu'il n'y a pas de classification pétrographique possible basée sur la nature des phénocristaux feldspathiques, puisqu'on ne saurait parler pour ceux-ci d'un type déterminé et invariable, chaque phénocristal n'étant, en général, pas comparable à son voisin. Seule une détermination quantitative pourrait conduire à un résultat. En isolant une quantité suffisante de phénocristaux et en faisant l'analyse de la poudre obtenue par leur broyage, on trouve en effet que, dans chaque type de roche, il y a pour les phénocristaux feldspathiques une composition chimique moyenne qui peut devenir caractéristique, mais qui n'est nullement l'expression de celle de tel ou tel cristal pris isolément. La pluralité des types est donc la règle chez les phénocristaux zonés, et les variations d'acidité que peuvent y présenter les différents termes de la série sont maxima.

Microolithes. — La détermination des microolithes est évi-

demment moins aisée que celle des phénocristaux; elle est cependant possible, dans la plupart des cas, avec exactitude. Nos recherches nous ont montré qu'on ne trouve, parmi les microlithes feldspathiques d'une roche, généralement qu'un seul type feldspathique; il y a donc homogénéité dans toute la deuxième consolidation. Quelquefois cependant, chez certains gros microlithes de dacites riches en quartz, on observe une fine bordure plus acide, mais le fait est rare. Cette uniformité des microlithes, qui contraste si complètement avec la variété des phénocristaux, est d'ailleurs conforme aux vues exprimées par M. Michel Lévy et montre qu'on est en droit, pour les roches à deux temps de consolidation, de se baser pour une classification sur le type feldspathique réalisé dans les microlithes.

ROCHES ABYSSALES.

Les feldspaths qu'on y rencontre sont homogènes ou parfois aussi zonés; les déterminations qui ont été faites s'appliquent également aux uns comme aux autres; nous passerons en revue les types réalisés dans différentes roches abyssales feldspathiques, en commençant par les plus basiques.

1. *Feldspaths des tilaïtes du Tilaï.* — Les plagioclases, non zonés, sont maclés selon l'albite, Karlsbad ou la péricline; ces macles existent souvent simultanément, la macle de la péricline est fréquente. Les déterminations nombreuses qui ont été faites montrent *un type prédominant*, qui est une anorthite à 85 pour 100 d'An, mais qui est toujours accompagnée de labradors plus ou moins basiques, compris entre An et Ab_3An_2 , qui paraît être la limite; ce dernier type lui-même est assez fréquent.

D. et P.

3.

Sur les tilaïtes du Pharkowsky-Ouwal, dont la composition chimique est analogue à celle de la tilaïte du Tiläi, la série va jusqu'au labrador Ab_1An_1 qui est lui-même assez fréquent.

2. *Feldspaths des gabbros à olivine du Tiläi.* — Les types rencontrés sont analogues à ceux de la tilaïte; les roches ont d'ailleurs beaucoup d'analogie et passent les unes dans les autres. Le type prédominant est de l'anorthite, mais on trouve aussi tous les termes compris entre Ab_3An_1 et An.

3. *Feldspaths des gabbros ouralitisés du Cérébriansky (Tiläi).* — Ces roches présentent des variétés très leucocrates faisant « schlieren » dans la roche mélanocrate, qui forme le type habituel. Les feldspaths sont absolument identiques dans les deux variétés, c'est en majorité de l'anorthite; on trouve cependant des labradors, voire même le type Ab_1An_1 et de l'andésine à 40 pour 100 d'An, mais rarement cependant.

4. *Feldspaths des norites du Cérébriansky (Tiläi).* — Le feldspath le plus répandu est ici voisin du labrador Ab_1An_1 ; on a cependant plusieurs fois rencontré de l'andésine à 40 pour 100 d'An, puis en sens inverse de l'anorthite pure. Dans une même préparation, on trouve par exemple de l'andésine à 45 pour 100 d'An et du labrador-bytownite à 60 pour 100 d'An.

5. *Adamellite des environs de Ménerville.* — Cette roche granitoïde renferme de la magnétite, de l'apatite, du zircon, de la biotite, de la hornblende et des plagioclases presque toujours zonés. Les considérations développées à propos des phénocristaux s'appliquent également à ces feldspaths; mais,

vu la structure et le fait que les plagioclases sont souvent en contact avec les plages de quartz, on remarque fréquemment que la bordure est plus acide que le centre. Les zones s'échelonnent généralement de l'andésine-oligoclase au labrador Ab_1An_4 , qui est le plus répandu.

L'étude des feldspaths des roches abyssales montre également que, là où ces derniers ne sont pas zonés, il existe simultanément plusieurs types différents. Toutefois, on remarque qu'il y a généralement un type qui prédomine et qui est plus fréquent que les autres, puis aussi que les variations ne se produisent pas sur une échelle aussi étendue que pour les cristaux zonés, chez lesquels on peut rencontrer à la fois des termes voisins de l'anorthite et d'autres appartenant par exemple à la série des oligoclases acides. Les feldspaths qui se trouvent réunis dans la roche restent en effet généralement dans la même série, celle des labradors basiques, ou encore des labradors-andésines par exemple; nous n'avons jamais observé simultanément deux types d'acidité très différente se rencontrant avec une égale fréquence et accompagnés d'autres termes plus rares d'acidité intermédiaire.

ROCHES FILONIENNES.

1. *Berbachites du Tilai*. — Sur les sections étudiées on ne rencontre que Ab_3An_4 , qui paraît former ici un type unique.

2. *Diorites filoniennes du Pharkowsky-Ouwal*. — Elles se trouvent en filons dans les tilaïtes. Elles renferment du sphène, du zircon, de l'apatite, un peu de biotite, de la hornblende, des plagioclases et du quartz. Les cristaux sont fréquemment zonés; le centre descend rarement au-dessous de

Ab_5An_1 , la bordure est généralement comprise entre Ab et Ab_4An_1 .

3. *Diorites pegmatites à hornblende* (*Kanjakowsky, Poloudniéwaia*). — La roche est giganto-plasmatique. Les feldspaths sont zonés; le noyau interne est toujours basique et formé par de l'anorthite ou du labrador, la bordure est représentée par des termes acides appartenant à la série des andésines.

4. *Microgabbros du Pharkowsky-Ouwal*. — Cette roche est formée par des phénocristaux de pyroxène, d'olivine, de mica rouge et de magnétite, avec une pâte constituée par les mêmes éléments, mais avec des feldspaths idiomorphes en plus. On trouve exclusivement ici le type Ab_1An_1 , ce qui est curieux, vu la grande basicité de la roche; c'est encore une confirmation de l'unité du type feldspathique dans les produits de la deuxième consolidation.

5. *Granulites filoniennes à plagioclase*. — Ces roches, en filons minces dans la dunite du Koswinsky, renferment du zircon, de la biotite, des plagioclases; composition en pour 100 : $SiO_2 = 70,95$; $Al_2O_3 = 14,29$. La majorité des types feldspathiques rencontrés oscille entre Ab et Ab_4An_1 ; on trouve cependant de rares sections formées par de l'andésine Ab_3An_1 . Une section maclée selon l'albite et la péricline a donné un type correspondant à Ab_3An_4 .

6. *Plagiaplites filoniennes*. — Ces roches traversent la koswite. Elles sont formées par du quartz et des plagioclases en grains idiomorphes, avec accessoirement de la hornblende, du mica noir et du sphène. Composition en

pour 100 : $\text{SiO}_2 = 59,48$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 24,10$. Le terme le plus basique observé est le labrador Ab_1An_1 ; le plus fréquemment on rencontre de l'andésine à 40 pour 100 d'An, et sur la bordure de l'oligoclase-albite à 10 pour 100 d'anorthite, en contact avec le quartz.

Chez les roches filoniennes examinées, on observe en résumé ce qui suit : là où les éléments sont idiomorphes et d'une seule génération continue, il y a généralement des types variables, et le phénomène est analogue à celui qu'on constate chez les roches abyssales. Il en est de même aussi là où les feldspaths sont zonés, et, s'il existe du quartz libre avec lequel les feldspaths entrent en contact, la bordure est alors toujours sensiblement plus acide que le noyau ou les autres bandelettes concentriques. Là où, au contraire, il y a deux temps marqués et où la roche est porphyrique avec structure microgrenue, tous les feldspaths paraissent répondre à un même type.

Si maintenant nous comparons dans leur ensemble les résultats que fournissent les feldspaths et les minéraux ferromagnésiens, nous pourrions dire, sans être taxés d'exagération, qu'il y a identité au point de vue spécial que nous avons examiné dans ce travail. Les variations des types chez les pyroxènes ou amphiboles correspondent à celles que nous trouvons dans les plagioclases dans une seule et même roche; seulement, pour ces derniers minéraux, la constatation du phénomène est beaucoup plus aisée, grâce aux grandes variations que subissent les angles d'extinction dans la série, au système cristallin, et aux méthodes employées qui en découlent pour la détermination des types.

Si, pour les feldspaths, nous n'avions comme caractère principal de diagnostic que les biréfringences et les indices, nous n'aurions pas à enregistrer des variations autres que celles que nous avons constatées pour l'élément noir. Les

indices des principaux feldspaths sont en moyenne, d'après Wülfing :

	n_g .	n_m .	n_p .	$n_g - n_p$.	$n_g - n_m$.	$n_m - n_p$.
Série des albites	1,539	1,532	1,529	0,010	0,007	0,003
» oligoclases	1,547	1,544	1,540	0,007	0,003	0,004
» andésines	1,555	1,553	1,549	0,006	0,002	0,004
» labradors	1,563	1,558	1,555	0,008	0,005	0,003
» bytownites	1,569	1,564	1,561	0,008	0,005	0,003
» anorthites	1,588	1,584	1,575	0,013	0,005	0,008

Les biréfringences, comme on le voit, sont considérablement moins favorables que celles des pyroxènes pour diagnostiquer les variations. Lorsque les feldspaths ne sont pas zonés, nous avons vu que les différents termes rencontrés appartiennent d'habitude à des séries assez voisines (andésine et labrador ou encore labradors et anorthite, etc.); en consultant les chiffres, il est aisé de se convaincre que les variations des propriétés optiques qui en résultent sont de l'ordre de celles relevées par nous pour les pyroxènes, amphiboles, etc. Quant aux exagérations constatées sur les types réalisés dans les bandelettes de certains feldspaths zonés, où l'on rencontre à la fois de l'anorthite et des oligoclases acides par exemple, elles trouvent leurs correspondants dans les variations que nous avons relevées sur divers cristaux de l'amphibole de l'île de Coll, dans laquelle les indices varient de plusieurs unités dans la seconde décimale déjà.

Bibliographie consultée.

A. MICHEL-LÉVY, *Étude sur la détermination des feldspaths en coupes minces*, fascicule II. Paris, Baudry et C^{ie}, éditeurs.

F. BECKE, *Ueber Zonenstruktur bei Feldspathen* (Vortrag d'avril 1897, Lots XVII, n^o. 3, p. 58, Prague), et TSCHEKMAKS (*Petrographische Mittheilung*, 1893).

V. FEDOROV, *Zeitschrift für Krystallographie* (plusieurs articles).

L. DUPARC et F. PEARCE, *Note sur la composition des zones d'accroissement concentriques de certains plagioclases* (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, Genève, 1899).

L. DUPARC et F. PEARCE, *Les roches éruptives des environs de Ménerville : étude pétrographique* (*Mémoires de la Société de Physique*, Genève, 1900).

L. DUPARC et F. PEARCE, *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord*, Vol. I, 1902; Vol. II, 1905 (*Mémoires de la Société de Physique de Genève*).

L. DUPARC et T.-G. HORNUNG, *Sur les propriétés chimiques et optiques des hornblendes communes* (*Archives des Sciences physiques*, Genève, mai 1906).

T.-G. HORNUNG, *Les hornblendes communes*, Genève, 1907.

(Extrait du *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, 1908.)