

## SÉANCE MENSUELLE DU 18 JANVIER 1949.

*Présidence de M. M.-E. DENAEYER, président.*

Immédiatement après l'Assemblée générale ordinaire, la séance mensuelle de janvier est ouverte par le nouveau président. Sur sa proposition, sont admis en qualité de membres effectifs :

L'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE MILITAIRE, La Cambre, Bruxelles;  
présenté par MM. R. Cambier et A. Delmer.

M. LÉON DUBRUL, ingénieur A.I.Lg., chef de service aux  
Cristalleries du Val Saint-Lambert, 13, avenue de  
Macar, Val Saint-Lambert.

### **Dons et envois reçus :**

1° De la part des auteurs :

- 9842 ... Institut danois des Échanges Internationaux de publications scientifiques et littéraires. DANIA POLYGLOTTA. Répertoire bibliographique annuel des ouvrages, articles, résumés, etc., en langues étrangères parus en Danemark. Troisième année, 1947. Copenhague, 1948, 52 pages.
- 9843 ... Institut danois des Échanges Internationaux de publications scientifiques et littéraires. DANIA POLYGLOTTA. Répertoire bibliographique des ouvrages, études, articles, etc., en langues étrangères parus en Danemark de 1901 à 1944. II. Périodiques, études et articles. Copenhague, 1948, 523 pages.
- 9844 ... Mapa de la Republica de Colombia. Es copia del elaborado por la oficina de longitudes. Échelle : 1 : 2.000.000. Ministerio de Minas y Petroleos. Servicio tecnico. Bogota, 1948, 1 carte.
- 9845 *Brongersma-Sanders, M.* The importance of upwelling water to vertebrate paleontology and oil geology. Amsterdam, 1948, 112 pages et figures.
- 9846 *Polanski, A.* A new essay of Evaluation of the chemical composition of the Earth. Posnan, 1948, 15 pages.
- 9846bis *Ancion, G.* Étude géologique du Bassin houiller de Liège. La concession de Marihaye. Soc. Ét. Paléont. houillère. Bruxelles, 1948, pp. 102, 108.

## 2° Nouveaux périodiques :

9847 *Madrid*. Instituto de Investigaciones geológicas « Lucas Mallada ». Estudios geológicos, n<sup>os</sup> 1, 2, 3, 4, 6 et 7.

**Divers :**

Un pli cacheté, signé par MM. L. CAHEN, G. MORTELMANS et E. PICCIOTTO, a été déposé au Secrétariat le 11 janvier 1949.

**Communications des membres :**

J. DELECOURT. — *Étude équivalente des roches éruptives* (2<sup>e</sup> note). (Texte ci-après.)

P. LENK-CHEVITCH. — *Un granite post-Kundelungu au Kivu*. (Texte ci-après.)

P. LENCK-CHEVITCH. — *Une nouvelle formation sédimentaire horizontale au Ruanda*. (Texte ci-après.)

**Application de la notation équivalente  
à l'étude des analyses des roches éruptives (\*)**,

par JULES DELECOURT.

(Deuxième note.)

Dans ce travail, j'établirai les nombres anhydres des minéraux étalons de la norme C.I.P.W.

Je calculerai les nombres anhydres et hydrates de minéraux HOH.

Je proposerai une classification équivalente des plagioclases et des mélanges de trois feldspaths.

Je définirai la notion d'eau équivalente.

Je montrerai comment on peut évaluer équivalentement le poids des minéraux étalons contenus dans une roche dont ont possède l'analyse chimique.

Je démontrerai que les calculs normatifs diffèrent d'un auteur à l'autre et qu'il est devenu indispensable de rétablir des standards précis.

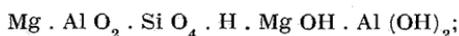
Enfin, j'esquisserai rapidement un mode de classement des fiches des roches feldspathiques.

---

(\*) Texte remis en séance. Il fait suite à celui de la première note de l'auteur. Voir, notamment pour les chapitres 1 à 13, ce qui a paru pages 305-325 de notre tome LVI (1947).

**14. Nombres anhydres et hydratés des minéraux.**

On prête à l'amésite, constituant hypothétique des chlorites, la composition suivante :



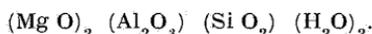
globalement, nous pouvons écrire



La somme des poids atomiques des constituants élémentaires est

$$S = 278.$$

En notation dualistique on a



L'unité pondérale que nous avons choisie dès le début de ce travail est 100.000 mgr. L'analyse du produit donnera de la sorte

Mg O ... ..	28.777 mgr
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	36.690 mgr
Si O <sub>2</sub> ... ..	21.583 mgr
H <sub>2</sub> O ... ..	12.950 mgr
	100.000 mgr

Cette analyse est applicable, suivant la répartition des H<sup>+</sup> et des OH<sup>-</sup>, à de nombreux hétéromorphes normaux ou anormaux : sels acides, basiques, neutres, anhydres, hydrates et à des mélanges de composés divers.

En hétéromorphisme normal, l'analyse équivalente sera

n Si O <sub>7</sub> = 3.597	n Mg = 1.439	Si E = 6 mgr
	n Al = 2.158	I sil = 100 %
		I i = 0 %
n A = 3.597	n B = 3.597	I fm = 40 %
n OH = 719	n H = 719	I a = 0 %
		I h = 16,66 %
N h = 4.316	N h = 4.316	

Nous dirons que n A = 3.597 est le *nombre anhydre* de l'amésite en hétéromorphisme normal et que N h = 4.316 est son *nombre hydraté* dans les mêmes conditions.

L'indice alcalin est nul, condition favorable pour la formation d'hétéromorphes anormaux.

Il se pourrait donc que l'amésite fût, dans certains cas, un alumino-silicate défini par :

$n \text{ Al}_2\text{O}_4 = 719,5$	$n \text{ Mg} = 1.439$	$\text{Si E} = 30 \text{ mgr}$
$n \text{ Si O}_3 = 719,5$		$\text{I sil} = 50 \%$
		$\text{I i} = 50 \%$
$n' \text{ A} = 1.439,0$	$n' \text{ B} = 1.439$	$\text{I fm} = 100 \%$
$n \text{ OH} = 719,0$	$n \text{ H} = 719$	$\text{I a} = 0 \%$
		$\text{I h} = 33,33 \%$
$N' \text{ h} = 2.158,0$	$N' \text{ h} = 2.158$	

Dans ce cas  $n' \text{ A} = 1.439$  et  $N' \text{ h} = 2.158$  sont respectivement les nombres anhydre et hydraté de l'amésite en hétéromorphisme anormal.

### 15. Nombres anhydres des minéraux étalons simples.

La norme américaine C.I.P.W. et ses différentes amodiations ont pour but l'estimation *pondérale* de minéraux étalons qu'une roche quelconque ou l'un de ses hétéromorphes normaux sont présumés contenir. L'eau étant négligée, *tous les minéraux étalons sont anhydres* et dépourvus d'hydrogène.

L'hétéromorphisme anormal ne se porte que sur les spinelles lorsque l'indice alcalin est suffisamment faible pour qu'elles puissent se former.

Pour tous les minéraux étalons, on a

$$N \text{ h} = n \text{ A.}$$

Le nombre anhydre est donc le seul qui nous intéresse.

Rien n'est plus aisé que de déterminer les  $n \text{ A}$  des différents minéraux étalons en opposant un radical acide à des métaux, c'est-à-dire en considérant ces minéraux normatiques comme des *sels neutres*. Bien entendu, *en présence d'alumine et de fer ferrique, la détermination du radical acide est purement conventionnelle*, puisque  $\text{Al}^{+3}$  et  $\text{Fe}^{+3}$  sont amphotères et acidifiables.

*Mais notre but est d'évaluer pondéralement les minéraux contenus dans une roche et non pas la position des atomes dans les molécules intégrantes de ces minéraux.*

Puisque nous réunirons le radical acide aux métaux pour établir le poids d'un minéral quelconque, nos estimations, pour *toutes conventionnelles qu'elles sont en ce qui concerne la structure*, nous donneront néanmoins des valeurs exactes des poids d'un étalon déterminé contenu dans la roche examinée.

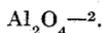
Parmi les minéraux étalons figurent le quartz et le rutile.

Il est impossible d'y séparer un radical acide et un métal. L'hématite se trouve dans le même cas. C'est l'oxygène qui balance alors les équivalents des métaux ou ceux des métalloïdes. Pareils oxydes et anhydrides seront premièrement écartés du calcul équivalentaire, qui envisage seulement les sels. Puis ils seront repris séparément. Ceci nous amène à poser pour le quartz, le corindon, le rutile et les oxydes libres

$$n A = 0.$$

Le nombre de leurs équivalents acides est nul.

Dans le calcul de la norme, les minéraux en hétéromorphisme anormal sont les spinelles. Leur radical acide est



Ceci étant, nous donnons au tableau VIII :

1. la formule admise par chacun des minéraux étalons. Les métaux supposés basiques sont séparés par un point du radical acide accepté;
2. le poids moléculaire admis pour le minéral : pm;
3. le nombre anhydre n A obtenu par le calcul en partant de la formule;
4. la silice équivalentaire Si E en mgr par milliéquivalent.

TABLEAU VIII.

**Nombres anhydres et silice équivalentaire  
des minéraux étalons simples.**

A. — MINÉRAUX SALICS OU COUPHOLITES.

Q, Z, C, F et L.

	p.m.	n A	Si E
Quartz (Q) Si O <sub>2</sub> . . . . .	60	0	
Orthose (Or) K Al . Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . . . .	278	1.439	45
Albite (Ab) Na Al . Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . . . .	262	1.527	45
Leucite (Lc) K Al . Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . . . .	218	1.835	30
Zircon (Z) Zr . Si O <sub>4</sub> . . . . .	183	2.185	15
Nosean (No) Na <sub>5</sub> Al <sub>3</sub> . Si <sub>3</sub> O <sub>12</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	568	2.465	15
Kaliophilite (Kp) K Al . Si O <sub>4</sub> . . . . .	158	2.532	15
Sodalite (So) Na <sub>4</sub> Al <sub>3</sub> . Si <sub>3</sub> O <sub>12</sub> Cl . . . . .	485	2.680	15
Nepheline (Ne) Na Al . Si O <sub>4</sub> . . . . .	142	2.817	15
Anorthite (An) Ca Al <sub>2</sub> . Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> . . . . .	278	2.878	15
Corindon (C) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	102	0	0 : 0

## Minéraux férïcs ou barylites (P. O. M. A.).

	p.m.	n A	Si E
B. — PYROXÈNES (P).			
Fe <sup>''</sup> . Si O <sub>3</sub> . . . . .	132	1.515	30
Wollastonite (Wo) Ca . Si O <sub>3</sub> . . . . .	116	1.724	30
Acmite (Ac) Na Fe <sup>'''</sup> . Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . . . .	231	1.731	30
Jadéïte Na Al . Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> . . . . .	204	1.961	30
Enstatite Mg . Si O <sub>3</sub> . . . . .	100	2.000	30
C. — ORTHOSILICATES (O).			
Fayalite Fe <sup>''</sup> <sub>2</sub> . Si O <sub>4</sub> . . . . .	204	1.961	15
Ca <sub>2</sub> . Si O <sub>4</sub> . . . . .	172	2.326	15
Forstérite Mg <sub>2</sub> . Si O <sub>4</sub> . . . . .	140	2.857	15
D. — MINÉRAIS ET APATITE (M.A.).			
Pyrite (Pr) Fe <sup>iv</sup> . S <sub>2</sub> . . . . .	120	3.333	0
Fluorine (Fr) Ca . F <sub>2</sub> . . . . .	78	2.654	0
Calcite (Cc) Ca . CO <sub>3</sub> . . . . .	100	2.000	0
Apatite (Ap) Ca <sub>3</sub> . P <sub>2</sub> O <sub>8</sub> . . . . .	310	1.935	0
Ca . Cl <sub>2</sub> . . . . .	111	1.801	0
Perowskite (Pf) Ca . Ti O <sub>3</sub> . . . . .	136	1.471	0
Ilménite (Il) Fe <sup>''</sup> . Ti O <sub>3</sub> . . . . .	152	1.315	0
Titanite (Tn) Ca . Si Ti O <sub>5</sub> . . . . .	196	1.020	30
Chromite (Cm) Fe <sup>''</sup> . Cr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	224	893	0
Magnétite (Mt) Fe <sup>''</sup> . Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	232	862	0
Hématite (Hm) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	160	0	0 : 0
Rutile (Ru) Ti O <sub>2</sub> . . . . .	80	0	0 : 0
E. — MINÉRAIS D'HÉTÉROMORPHISME ANORMAL.			
Spinelite Mg . Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	142	1.408	0
Hercynite Fe <sup>''</sup> . Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	174	1.150	0

## 16. Nombres anhydres des minéraux étalons complexes.

Dans le tableau VIII ne figurent pas les minéraux normaux suivants :

Diopside (Di) Ca . Si O <sub>3</sub> (Mg, Fe) . Si O <sub>3</sub>	Si E = 30
Hypersthène (Hy) (Mg, Fe <sup>''</sup> ) . Si O <sub>3</sub>	S. E = 30
Olivine (Ol) (Mg, Fe <sup>''</sup> ) <sub>2</sub> . Si O <sub>4</sub>	Si E = 15

Il est en effet évident que les nombres anhydres de ces minéraux varient suivant le rapport des équivalents n Fe<sup>''</sup> aux équivalents n Mg.

On peut néanmoins établir les inégalités suivantes :

Diopside . . . . .	1.613 ≤ n A ≤ 1.852
Hypersthène . . . . .	1.515 ≤ n A ≤ 2.000
Olivine . . . . .	1.961 ≤ n A ≤ 2.857

La norme C.I.P.W. ne considère que des feldspaths idéalement purs : orthose, albite, anorthite.

Comme tout classement de roches éruptives se base largement sur la composition de mélanges de feldspaths et sur celle des plagioclases, il semble intéressant d'évaluer les nombres anhydres et la silice équivalente des différents mélanges de feldspaths.

Ceux des anorthoses s'établissent facilement par l'inégalité :

$$\begin{aligned} \text{Anorthoses} \quad \dots \dots \quad 1.439 \leq n A \leq 1.527 \\ \text{Si E} = 45 \text{ mgr.} \end{aligned}$$

**17. Nombres anhydres et silice équivalente des plagioclases.**

On peut établir facilement que si un plagioclase contient p millimoles d'albite et q millimoles d'anorthite, le nombre anhydre n A et la silice équivalente sont donnés par

$$n A = \frac{100.000 \times (4 p + 8 q)}{262 p + 278 q} \quad \text{et (II)}$$

$$\text{Si E} = (45 p + 30 q) : (p + 2 q) \quad \text{(III)}$$

Le tableau IX donne :

1. le n A de plagioclases considérés comme les limites entre deux appellations successives;
2. leur silice équivalente;
3. le rapport des équivalents n Ca aux équivalents n Na;
4. le pourcentage des *molécules* d'anorthite par rapport au nombre total de molécules du plagioclase exprimé par M %;
5. le pourcentage *pondéral* d'anorthite dans le poids total du plagioclase An %.

TABLEAU IX.

**Classification des plagioclases.**

	n A	Si E	n Ca : n Na	M %	An %
Plagioclases dits acides :					
Albite ... ..	1.527	45,00	0,00	0,00	0,00
Ab <sub>6</sub> An <sub>1</sub> . . . . .	1.730	37,50	0,33	14,29	15,03
Ab <sub>2</sub> An <sub>1</sub> . . . . .	1.995	30,00	1,00	33,33	34,66
					Andésines

## Plagioclases dits basiques :

$Ab_1An_1$ . . . . .	2.222	25,00	2,00	50,00	51,48
					Labradors
$Ab_1An_2$ . . . . .	2.445	21,00	4,00	66,67	67,97
					Bytownites
$Ab_1An_7$ . . . . .	2.718	17,00	14,00	87,50	88,13
					Anorthites
Anorthite ... ..	2.878	15,00		100,00	100,00

Les limites  $Ab_2An_1$ ,  $Ab_1An_1$ ,  $Ab_1An_2$  sont généralement admises. La limite  $Ab_6An_1$  est empruntée à Clarke et  $Ab_1An_7$  à Tschermak.

Si  $n$  Ca et  $n$  Na d'un feldspath sont connus, leur rapport donnera immédiatement le nom du *plagioclase moyen* grâce au tableau IX.

**18. Composés des trois feldspaths.**

Supposons qu'un feldspath contenant de l'orthose, de l'albite et de l'anorthite ait été analysé et qu'on ait trouvé par le calcul équivalentaire :  $n$  K = a,  $n$  Na = b et  $n$  Ca = c.

A chaque  $n$  K équivaut un poids 278 mgr d'orthose. A chaque  $n$  Na correspond un poids 262 mgr d'albite.

Mais comme la formule de l'anorthite est  $CaAl_2 \cdot Si_2O_8$ , il faut  $n$  Ca = 2 pour former une millimolécule anorthite pesant 278.

Le poids total du feldspath sera donc

$$278 a + 262 b + 139 c.$$

Si nous connaissons  $n$  K,  $n$  Na et  $n$  Ca d'un mélange des trois feldspaths, nous pourrons donc écrire :

$$\text{Orthose en mgr : plagioclase en mgr} = \frac{278 n K}{262 n Na + 139 n Ca}$$

ou

$$\text{Or : Pl} = 278 n K : (262 n Na + 139 n Ca). \quad (\text{IV})$$

Avec une approximation généralement suffisante et en vue d'abrégier le calcul, on peut écrire, si on le préfère,

$$\text{Or : Pl} = n K : (n Na + 0,5 n Ca). \quad (\text{V})$$

Si le rapport Or : Pl est voisin de l'unité, le mélange de feldspaths sera *monzonitique*.

Si l'orthose domine nettement, il sera *orthosique* ou plus simplement *potassique*.

Enfin, si les plagioclases dominent nettement, il sera *plagioclasique*.

On peut de la sorte diviser les feldspaths en trois *classes* par les valeurs Or : Pl :

Classe <i>a</i> ou potassique . . . . .	1,667 < Or : Pl
Classe <i>b</i> ou monzonitique . . . . .	0,600 < Or : Pl < 1,667
Classe <i>c</i> ou plagioclasique . . . . .	0,000 < Or : Pl < 0,600

Cette classification ne préjuge nullement des valeurs  $n\text{Ca}$  et  $n\text{Na}$  du plagioclase.

Si  $n\text{Ca} = 0$ , ce qui sera le cas pour les roches de la série lithologique C, on aura

$$\text{Or : Pl} = n\text{K} : n\text{Na}. \quad (\text{VI})$$

Ce rapport sera dans ce cas égal à celui qui détermine le paramètre américain  $s$  par le quotient des nombres de millimoles  $\text{K}_2\text{O}$  et  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Le paramètre  $r$  est déduit du rapport moléculaire

$$(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) : \text{Ca O}.$$

En milliéquivalents on a

$$(n\text{K} + n\text{Na}) : n\text{Ca}. \quad (\text{VII})$$

Lorsque le paramètre américain  $r$  est I on doit avoir

$$(n\text{K} + n\text{Na}) : n\text{Ca} > 7.$$

La limite

$$(n\text{K} + n\text{Na}) : n\text{Ca} = 7 \quad (\text{VIII})$$

sépare les mélanges de feldspaths en deux rangs :

<i>rang</i> $\alpha$ ou alcalin . . . . .	$(n\text{K} + n\text{Na}) : n\text{Ca} > 7;$
<i>rang</i> $\beta$ ou calco-alcalin . . . . .	$(n\text{K} + n\text{Na}) : n\text{Ca} < 7.$

Sur la limite VIII, suivant que  $n\text{K} = 0$  ou  $n\text{Na} = 0$ , on trouvera les valeurs limites du pourcentage d'anorthite dans le mélange. On trouve :

$$6,67 \leq \text{An} \% \leq 7,04.$$

Approximativement, les mélanges de feldspaths de *rang*  $\alpha$  contiennent moins de 7 % d'anorthite; ceux de *rang*  $\beta$  peuvent en contenir de 7 à 100 %.

### 19. Classification des mélanges de feldspaths.

Le nombre anhydre d'un composé des trois feldspaths sera évidemment compris entre le  $n A$  de l'orthose et le  $n A$  de l'anorthite. D'où

$$1.439 \leq n A \text{ feldspath} \leq 2.878.$$

La silice équivalente sera donnée par

$$15 \text{ mgr} \leq \text{Si E} \leq 45 \text{ mgr}.$$

Les bulletins d'analyses de feldspaths en mélange se classeraient donc dans les tiroirs 4 et 5.

On distinguerait trois *classes* : potassique, monzonitique et plagioclasique, séparées chacune en deux *rangs* : alcalin ou calco-alcalin.

On identifierait le plagioclase moyen par le rapport  $n \text{ Ca} : n \text{ Na}$  et, grâce au tableau IX, on pourrait lui donner son nom. D'où le tableau X donnant la classification des mélanges ternaires des feldspaths idéaux de la norme.

TABLEAU X. — Classification des mélanges ternaires de feldspaths.

Classe <i>a</i> ou potassique (Or : Pl) > 1,667		Classe <i>b</i> ou monzonitique 1,667 > (Or : Pl) > 0,600		Classe <i>c</i> ou plagioclasique 0,600 > (Or : Pl)	
Rang $\alpha$	Rang $\beta$	Rang $\alpha$	Rang $\beta$	Rang $\alpha$	Rang $\beta$
R > 7	R < 7	R > 7	R < 7	R > 7	R < 7

avec

$$R = (n K + n Na) : n Ca.$$

### 20. Nombres anhydres et hydratés de silicates HOH.

Les bonnes analyses de roches éruptives donnent séparément  $H_2O^-$  et  $H_2O^+$ .

$H_2O^-$  n'est en somme qu'une représentation pondérale de l'eau de mouillage et sa valeur ne nous intéresse guère.

Mais  $H_2O^+$  nous donnera les équivalents  $n OH$  et  $n H$  des sels basiques ou acides, et celle des  $n OH + n H$ , de l'eau zéolitique et de l'eau d'hydratation.

Il semble donc intéressant d'évaluer les nombres anhydres et hydratés de minéraux théoriques à  $H_2O^+$ .

Nous les appellerons *des minéraux HOH*. Les calculs nous donnent :

TABLEAU XI.  
Minéraux HOH.

	%	Si E	n A	Nh
<i>Amphiboles.</i>				
Riebeckite $\text{Na}_2\text{Fe}''\text{Fe}'''\text{H}_2\text{Si}_8\text{O}_{24}$ ...	936	34,29	1.495	1.852
Trémolite $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{H}_2\text{Si}_8\text{O}_{24}$ ...	810	34,29	1.728	1.602
<i>Micas.</i>				
$\text{KFe}''\text{AlH}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ...	512	18,00	1.953	2.148
Phlogopite $\text{KMg}_3\text{AlH}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ...	416	18,00	2.404	2.644
Muscovite $\text{KAl}_3\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ...	398	18,00	2.513	2.764
Paragonite $\text{NaAl}_3\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ...	382	18,00	2.617	2.879
<i>Analcime</i> $\text{NaAlH}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ ...	220	30,00	1.818	2.273
<i>Minéraux d'altération.</i>				
Amésite $\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{H}_4\text{SiO}_9$ ...	278	6,00	3.597	4.316
Talc $\text{Mg}_3\text{H}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ ...	378	40,00	1.587	1.852
Serpentine $\text{Mg}_3\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$ ...	276	20,00	2.174	2.899
Kaolinite $\text{Al}_2\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$ ...	258	20,00	2.326	3.101

**21. L'eau équivalentaire.**

La millimole non polymérisée d'amésite contient deux millimoles  $\text{H}_2\text{O}$  répartissables, soit en n OH soit en n H, pour former des sels basiques ou acides, soit en  $\text{H}_2\text{O}$  d'hydratation. Dans notre notation (14) le minéral contient par millimole les équivalents électro-positifs suivants :

$$n \text{ Mg} = 4 \quad \text{et} \quad n \text{ Al} = 6.$$

Au total la millimole contient  $6 + 4 = 10$  milliéquivalents positifs balancés par  $n \text{ Si O}_7 = 10$ .

A chaque équivalent + balancé par un équivalent — correspondent donc

$$2 \text{ millimoles } \text{H}_2\text{O} : 10$$

ou

$$(36 : 10) \text{ mgr} = 3,6 \text{ mgr.}$$

L'eau équivalentaire de l'amésite vaut  $\text{H}_2\text{O E} = 3,6 \text{ mgr.}$

L'eau équivalentaire d'un silicate HOH est ainsi définie par

$$\text{H}_2\text{O E} = \frac{\text{H}_2\text{O} + \text{ en mgr}}{\text{Somme de } n+}$$

Le calcul donne théoriquement :

TABLEAU XII.

	I h	H <sub>2</sub> O E
Amphiboles . . . . .	6,66 %	1,28
Micas . . . . .	9,09 %	1,80
Analcime . . . . .	20,00 %	4,50
Talc . . . . .	14,29 %	3,00
Amésite . . . . .	16,67 %	3,60
Serpentine . . . . .	25,00 %	6,00
Kaolinite . . . . .	25,00 %	6,00

Si l'on connaissait des minéraux idéalement purs, on pourrait dès lors déterminer le nombre des équivalents acides d'un minéral HOH en divisant H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> de son analyse par H<sub>2</sub>OE du minéral.

Dans la pratique la méthode est applicable avec des résultats satisfaisants :

1. à l'évaluation des équivalents  $n \text{Si}_3\text{O}_{11}$  des micas blancs dans les roches de la série lithologique A;

2. à celle des équivalents  $n \text{Si O}_3$  de l'analcime des roches à analcime;

3. à celle des équivalents  $n \text{Si}_2\text{O}_7$  de la serpentine et de la kaolinite des roches mélanocrates altérées.

Mais les micas noirs et les amphiboles alumineuses n'ont pas livré leur secret. Les valeurs réelles de H<sub>2</sub>OE sont beaucoup plus faibles que celles du tableau IX. Cela tient probablement :

1. à la substitution d'équivalents F à une partie des équivalents OH;

2. à la présence, dans ces minéraux HOH, de composants anhydres tels que le silicate hypothétique de Tschermak.

## 22. Estimation pondérale des minéraux étalons.

Examinons une analyse très simple et tirons-en les valeurs équivalentaires d'après la méthode habituelle.

TABLEAU XIII.

Si O <sub>2</sub>	70.560		n Sil = 1.380		I sil = 100 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.360	17		n Al = 1.080	I i = 0 %
K <sub>2</sub> O	4.700	47		n K = 100	I fm = 0 %
Na <sub>2</sub> O	2.480	31		n Na = 80	I a = 13,04 %
Ca O	3.360	28		n Ca = 120	Si E = 51,13 mgr
<hr/>					
	99.460		n A = 1.380	n B = 1.380	
H <sub>2</sub> O	540	18	n OH = 30	n' H = 30	
<hr/>					
	100.000		N h = 1.410	N h = 1.410	I h = 2,13 %

On a n Al .. ... .. = 1.080  
 et 3 (n K + n Na + n Ca) ... .. = 900;

d'où (n Al)' du corindon normatique

$$(n Al)' \dots \dots \dots = 180.$$

La roche appartient donc à la *série lithologique A* et à la zone 3, puisque

$$45 \text{ mgr} < Si E < 60 \text{ mgr}.$$

Appliquons la norme à la lettre. Nous trouvons :

Orthose ... ..	100 × 278	27.800 mgr
Albite ... ..	80 × 262	20.960 mgr
Anorthite ... ..	120 × 139	16.680 mgr
Corindon ... ..	180 × 17	3.060 mgr

On détermine le poids du quartz de la façon suivante :

Si O <sub>2</sub> de Or et Ab (100 + 80) × 4 × 45 ... ..	32.400 mgr
Si O <sub>2</sub> de An 120 × 4 × 15 ... ..	7.200 mgr
<hr/>	
Silice combiné ... ..	39.600 mgr
Silice libre : quartz normatique ... ..	30.960 mgr
<hr/>	
Si O <sub>2</sub> Total de l'analyse.	70.560 mgr

On a

$$Or : Pl = 27.800 : 37.640 = 0,732.$$

La classe est donc *monzonitique* ou *b*.

On a

$$\frac{n Na + n K}{n Ca} = \frac{180}{120} = 1,5.$$

Le rang est donc  $\beta$ .

Le plagioclase moyen est donné par  $n \text{ Ca} : n \text{ Na} = 1,5$ .

Le tableau IX nous donne : *andésine*.

Nous écrirons donc :

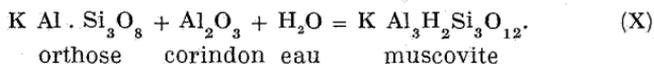
Série A, zone 3, classe b, rang  $\beta$ , andésine, quartz 30.960.

Le nom anglais de la roche, si elle était phanéritique, serait *quartz monzonite*. Le nom français d'un de ses hétéromorphes normaux serait : *granite monzonitique*.

### 23. Évaluation pondérale de la muscovite.

La norme n'évalue pas le poids des minéraux HOH. Mais les Américains considèrent la muscovite comme un mélange isomorphe d'orthose et de corindon (1).

On peut contester la possibilité de la relation qui suit, mais elle explique bien le jeu des valences :



Six équivalents Al du corindon s'allient à une mole d'orthose pour former une mole de muscovite.

En divisant donc  $(n \text{ Al})'$  du corindon normatique par 6, on obtient le nombre de millimoles d'orthose normatique qui reviennent à la muscovite. Or nous avons

$$(n \text{ Al})' = 180.$$

Le nombre 180 : 6 ou 30 nous donne le nombre des millimoles de muscovite. Comme chacune d'elles contient un seul milliéquivalent K, nous obtenons  $(n \text{ K})'$  de la muscovite = 30.

Comme muscovite —  $\text{aq} = \text{K Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{11}$ , on trouve

$$n \text{ Si}_3\text{O}_{11} = 30 \times 10 = 300,$$

puisque la millimole contient  $n \text{ K} = 1$  et  $n \text{ Al} = 9$ , soit en tout 10 milliéquivalents positifs.

Nous pouvons d'ailleurs calculer  $n \text{ Si}_3\text{O}_{11}$  par l'eau  $\text{H}_2\text{O}^+$ . Nous savons en effet (21) que  $\text{H}_2\text{OE}$  des micas vaut 1,8 mgr par équivalent +. D'où

$$n \text{ Si}_3\text{O}_{11} = 540 : 1,8 = 300.$$

L'emploi des deux méthodes permet donc une vérification.

(1) F. W. CLARKE : « Muscovite, for instance, in computing the mineral composition of a rock, is conventionally regarded as if it were a mixture of orthoclase and corundum ».

Pondéralement, nous obtenons :

Orthose (100 — 30) × 278	...	19.460 mgr
Albite	...	20.960 mgr
Anorthite	...	16.680 mgr
Muscovite 30 × 398	...	11.940 mgr
Quartz	...	30.960 mgr
		100.000 mgr

L'évaluation de la muscovite dans *l'esprit* de la norme ne modifie donc pas le poids du quartz normatique. Nous devons nous y attendre, puisque la relation X se réalise sans apport ou sans abandon de silice libre.

Mais le rapport Or : Pl devient

$$19.460 : (20.960 + 16.680) \quad \text{ou} \quad \text{Or} : \text{Pl} = 0,531.$$

Il n'est plus monzonitique, mais bien plagioclasique. Nous aurions cette fois

A, 3, c,  $\beta$ , andésine.

*On peut donc se demander s'il conviendra par la suite de calculer la norme à la lettre ou dans son esprit.*

L'exemple que nous avons choisi est artificiel. Il apparaît clairement en effet que nous avons établi l'analyse par le mélange des constituants idéaux.

Nous allons montrer comment s'établissent les calculs lorsque la roche est réelle.

#### 24. La syénite sodique de Douglas Island.

Donnons une transcription équivalente à une des admirables analyses de Hillebrand. La roche étudiée est une « *soda syenite* » de Douglas Island (Alaska) <sup>(2)</sup>.

Elle contient, suivant G. F. Becker : en ordre principal de l'albite ainsi que du quartz secondaire, de la calcite et de la pyrite.

L'analyse équivalente nous montre

$$3 (n K + n Na) < n Al.$$

La roche appartient donc aux séries A, AB ou B.

---

(2) F. W. CLARKE, *The data of geochemistry*, fourth edition, 1920. Le renvoi au travail de Clarke est donné par C. 435 E, dans lequel 435 est la page et E la lettre désignant l'analyse.

Mais suivant les attributions réelles ou conventionnelles que nous ferons des  $n$  Ca au groupe des minerais et de l'apatite, nous devons classer le bulletin dans les colonnes A ou B du fichier.

La roche est ainsi de tendance magnésienne, quoique la valeur de  $n$  Mg soit infime :  $n$  Mg = 3.

Le bulletin d'analyse entrera donc dans le tiroir AB. 4 du *fichier général d'entrée*.

Nous allons nous efforcer de supprimer les séries AB et BC, de telle sorte que les *fichiers secondaires* ne comportent plus que trois séries A, B et C, après qu'on ait pris en considération l'élimination des minéraux du groupe des minerais et de l'apatite.

TABLEAU XIV.

## Syénite sodique de Douglas Island.

C. 435 E.

Si O <sub>2</sub>	63.010			$n$ Sil	= 1.429		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.470	17				$n$ Al	= 1.086
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60		80	$n$ Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	= 1		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	320	36				$n$ Fe"	= 9
Mg O	60	20				$n$ Mg	= 3
Ca O	2.660	28				$n$ Ca	= 95
Na <sub>2</sub> O	10.010	31				$n$ Na	= 323
K <sub>2</sub> O	390	47				$n$ K	= 8
Ti O <sub>2</sub>	130		40	$n$ Ti O <sub>3</sub>	= 3		
CO <sub>2</sub>	2.010		22	$n$ CO <sub>3</sub>	= 91		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	60		23,7	$n$ PO <sub>4</sub>	= 2		
Mn <sub>5</sub> O	60	35,5				$n$ Mn	= 2
Ba O	20	77				$n$ Ba	= tr.
Sr O	10	52				$n$ Sr	= tr.
Fe S <sub>2</sub>	2.100	30	30	$n$ S"	= 70	$n$ Fe <sup>v</sup>	= 70
	99.370			$n$ A	= 1.596	$n$ B	= 1.596
H <sub>2</sub> O—	50	18	18	$n$ OH—	= 3	$n$ H—	= 3
H <sub>2</sub> O+	270	18	18	$n$ OH+	= 15	$n$ H+	= 15
	99.690			$N$ H	= 1.614	$N$ h	= 1.614

Si E = 44,09 par milliéquivalent.

I sil = 89,54 %

I i = 10,46 %

I fm = 5,26 %

I a = 20,74 %

I h = 1,12 %

Série A.B.

**25. Éliminations des équivalents mineurs et estimation des minéraux du groupe des minerais et de l'apatite.**

La norme nous commande d'ajouter de petites quantités de n Ba et de n Sr à n Ca. Il n'en est pas ici question, puisque n Ba et n Sr n'atteignent pas le quorum que nous nous sommes fixé, soit un milliéquivalent.

Comme la roche n'est pas hypersodique, les commandements de Lacroix nous donneront équivalentairement :

1. joindre de petites quantités de n Mn à n Fe'';
2. joindre n Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> = 1 à n Fe'' pour magnétite;
3. joindre n Ti O<sub>3</sub> = 3 à n Fe'' pour ilménite;
4. joindre n CO<sub>3</sub> = 91 à n Ca = 91 pour calcite;
5. joindre n PO<sub>4</sub> = 2 à n Ca = 2 pour apatite.

Nous laisserons subsister n S = 70 et n Fe<sup>IV</sup> pour pyrite, quoique cette interprétation nous amène *dans les calculs* à créer un fer tétravalent.

Il reste alors par différence les silicates et éventuellement le quartz, le tout représenté par

n Sil = 1.429	n Al = 1.086
	n Fe'' = 7
	n Mg = 3
	n Ca = 2
	n Na = 323
	n K = 8
	1.429

Nous trouvons

$$3 n K + 3 n Na + 3 n Ca < n Al.$$

L'évaluation normatique des minéraux MA a donc eu pour résultat de placer la fiche de la roche parmi celles de la série A. *Nous éliminons ainsi la série AB des fichiers secondaires.*

Un calcul analogue nous permettrait d'éliminer la série B C. Nous y reviendrons.

**26. Évaluation équivalentaire des minéraux étalons.**

On a

n Al	... ..	=	1.086
3 (n K + n Na + n Ca)	feldspathisables	=	3 (8 + 323 + 2) = 999
			87
reste pour le corindon normatique (n Al)'	... ..	=	87

Le nombre des milliéquivalents des minéraux normatiques s'établit comme suit :

TABLEAU XV.

Quartz	...	...	0		0
Orthose provisoire	...	$n \text{ Si}_3\text{O}_8 =$	32	$n \text{ K} =$	8
				$n \text{ Al} =$	24
Albite provisoire	...	$n \text{ Si}_3\text{O}_8 =$	1.292	$n \text{ Na} =$	323
				$n \text{ Al} =$	969
Anorthite définitive	...	$n \text{ Si O}_4 =$	8	$n \text{ Ca} =$	2
				$n \text{ Al} =$	6
Corindon	...	$n \text{ O} =$	87	$(n \text{ Al}) =$	87
Hypersthène provisoire	...	$n \text{ Si O}_3 =$	10	$n \text{ Fe}'' =$	7
				$n \text{ Mg} =$	3
Ilménite	...	$n \text{ Ti O}_3 =$	3	$n \text{ Fe}'' =$	3
Magnétite	...	$n \text{ Fe}_2\text{O}_4 =$	1	$n \text{ Fe}'' =$	1
Calcite	...	$n \text{ CO}_3 =$	91	$n \text{ Ca} =$	91
Apatite	...	$n \text{ PO}_4 =$	2	$n \text{ Ca} =$	2
Pyrite	...	$n \text{ S} =$	70	$n \text{ FeIV} =$	70
		$n \text{ A} =$	1.596	$n \text{ B} =$	1.596

Le calcul du quartz s'établit ainsi :

à $n \text{ Si}_3\text{O}_8 = 32 + 1.292 = 1.324$	$\text{Si O}_2 : 45 \times 1.324 =$	59.580 mgr
a $n \text{ Si O}_3 = 10$	$\text{Si O}_2 : 30 \times 10 =$	300 mgr
à $n \text{ Si O}_4 = 8$	$\text{Si O}_2 : 15 \times 8 =$	120 mgr

Silice combinée	...	60.000 mgr
Quartz par différence	...	3.010 mgr

Total  $\text{Si O}_2$  de l'analyse. 63.010 mgr

La valeur du quartz étant positive, l'orthose provisoire, l'albite provisoire et l'hypersthène provisoire deviennent *définitifs*. Normatiquement la roche ne peut contenir ni feldspathoïdes, ni olivine.

## 27. Estimation pondérale des minerais normatiques.

A un milliéquivalent Ca de l'anorthite correspond 139 mgr d'anorthite dont le poids moléculaire est 278. Il y a en effet  $n \text{ Ca} = 2$  par millimole d'anorthite. Le poids de tout minéral normatique peut donc s'évaluer au moyen de multiplicateurs.

TABLEAU XVI.

Quartz d'après le calcul de l'art. 26.	3.010	3.010 mgr
Orthose n K × 278 ou 8 × 278 ... ..	2.224	
Albite n Na × 262 ou 323 × 262 ... ..	84.626	88.607 mgr
Anorthite n Ca × 139 ou 2 × 139 ... ..	278	
Corindon (n Al)' × 17 ou 87 × 17 . ...	1.479	
Hypersthène n Fe" × 66 ou 7 × 66 ...	} 612	612 mgr
n Mg × 50 ou 3 × 50 ... ..		
Magnétite n Fe" × 116 ou 1 × 116 ...	116	
Ilménite n Fe" × 76 ou 3 × 76 ... ..	228	
Calcite n Ca × 50 ou 91 × 50 ... ..	4.550	7.097 mgr
Apatite n Ca × 51,7 ou 2 × 51,7 ... ..	103	
Pyrite n S × 30 ou 70 × 30 ... ..	2.100	
Eau + et — ... ..	320	320 mgr
	<hr/>	
	99.646	99.646 mgr
Déficit.	44	44 mgr
	<hr/>	
Total de l'analyse.	99.690	99.690 mgr

Le déficit de 44 mgr provient :

1. de ce que nous avons négligé n Ba et n Sr, qui n'atteignent pas l'unité, même en forçant;
2. de ce que nous évaluons en nombres entiers de milliéquivalents;
3. de ce que nous forçons n Al au plus proche multiple de 3 pour la facilité des calculs qui suivront.

### 23. Estimation du poids des micas blancs.

Nous avons vu (23) qu'on peut évaluer de deux façons les n Si<sub>3</sub>O<sub>11</sub> des micas blancs — aq.

En divisant (n Al)' du corindon par 6, nous obtenons le nombre de n K + n Na à soustraire de l'orthose et de l'albite; d'où

$$(n K + n Na) \text{ des micas} = 87 : 6 \text{ ou } 14,5.$$

Comme K Al<sub>3</sub> et Na Al<sub>3</sub> de ces minéraux représentent 10 valences balancées par n Si<sub>3</sub>O<sub>11</sub> = 10, nous trouvons

$$n \text{ Si}_3\text{O}_{11} = 10 \times 14,5 = 145.$$

La seconde méthode est basée sur la valeur de l'eau équivalente (21) des micas blancs. On aurait

$$\begin{aligned} n \text{ Si}_3\text{O}_{11} &= (\text{H}_2\text{O}+) : 1,8 \\ n \text{ Si}_3\text{O}_{11} &= 270 : 1,8 \\ n \text{ Si}_3\text{O}_{11} &= 150. \end{aligned}$$

Ces deux chiffres sont concordants. Ils nous montreraient, s'il en était besoin, avec quelle minutie Hillebrand établissait ses analyses. La différence  $n \text{ Si}_3\text{O}_{11} = 5$  est peut-être imputable à des remplacements isomorphiques de  $n \text{ Mg}$  et  $n \text{ Fe}''$  dans ces micas blancs toujours impurs. Auquel cas il n'y aurait que peut ou point d'hypersthène dans la roche.

Pour éviter les expressions fractionnaires ou les restes négatifs nous choisirons

$$n \text{ K} + n \text{ Na} = 14,$$

ce qui nous donne

$$n \text{ Si}_3\text{O}_{11} = 140,$$

avec un reste positif.

$n \text{ O} = 3$  et  $n \text{ Al} = 3$  pour le *corindon inexprimé*.

Nous ne disposons que de  $n \text{ K} = 8$  pour former les micas blancs.

Nous emprunterons pour cette raison  $n \text{ Na} = 6$  à l'albite pour constituer de la paragonite. Dès lors le tableau XVII nous donnera le poids des minéraux normatiques y compris les micas blancs.

TABLEAU XVII.

Quartz comme précédemment ...	3.010	3.010 mgr
<i>Orthose</i> ... ..	0	
<i>Albite</i> $317 \times 262$ ... ..	83.054	
Anorthite . ... ..	278	
Reste corindonique $3 \times 17$ ... ..	51	88.607 mgr
<i>Muscovite</i> — $aq \ 8 \times 380$ ... ..	3.040	
<i>Paragonite</i> — $aq \ 6 \times 364$ ... ..	2.184	
Hypersthène .. ..	612	612 mgr
Magnétite .. ..	116	
Ilménite .. ..	228	
Calcite .. ..	4.550	
Apatite .. ..	103	7.097 mgr
Pyrite . ... ..	2.100	
Eau des micas $(8 + 6) \times 18$ ... ..	252	
Reste $\text{H}_2\text{O}+$ ... ..	18	320 mgr
$\text{H}_2\text{O}-$ . ... ..	50	
	99.646	99.646 mgr
Déficit ... ..	44	44 mgr
Total de l'analyse.	99.690	99.690 mgr

### 29. Comparaison des résultats obtenus avec ceux transcrits dans « The Data of Geochemistry ».

Le travail de Clarke, auquel nous sommes si souvent rapporté, pourrait s'appeler *le bréviaire du géochimiste*.

Il paraît intéressant de mettre en regard les résultats de Clarke et les nôtres se rapportant à la même analyse, celle de la syénite sodique de Douglas Island. D'où le tableau XVIII, dans lequel :

1. Le n° 1 est le résultat du calcul pondéral des minerais étalons suivant la norme. Les minéraux M.A (minerais et apatite) ont été évalués suivant les amodiations de Lacroix.

2. Le n° 2 évalue en outre, mais dans les mêmes conditions, la part des micas blancs.

3. Le n°3 est la transcription originale du bréviaire du géochimiste.

Pour la facilité des comparaisons, toutes les évaluations pondérales sont faites en milligrammes pour un poids de roche d'environ 100.000 mgr ou, plus exactement, pour le total de l'analyse. Dans le cas présent ce total est 99.690 mgr. Nous jugeons inutile de réduire à 100.000, ce qui compliquerait singulièrement le calcul.

### 30. Commentaires en sens divers.

Le moins qu'on puisse dire en comparant les interprétations n° 1 et n° 3 est qu'elles donnent des représentations normatives fort différentes des résultats d'une même analyse.

Le n° 1, dont le calcul a été longuement détaillé, évalue un poids de corindon virtuel de 1.479 mgr, ce qui dirige la fiche de la roche dans un tiroir A après calcul des M.A. La roche est légèrement quartzifère, ce qui est conforme à la description pétrographique, à cela près qu'il devient inutile de considérer le quartz comme secondaire. Le déficit du bilan est de 44 mgr seulement. Nous savons de quoi il résulte (26).

Le n° 3, transcrit d'après Clarke, montre tout d'abord un certain relâchement dans le calcul du poids des minerais et de l'apatite. Mais ce qui est beaucoup plus grave, il admet 1.200 mgr de diopside et 3.100 mgr de wollastonite. De ce fait, la roche appartiendrait à la série B. Non seulement il n'y a

TABLEAU XVIII.

## Syénite sodique de Douglas Island.

Quartz	...	...	...	3.010	3.010	0
Orthose	..	..	..	2.224	0	2.200
Albite	...	...	...	84.626	83.054	83.300
Anorthite	...	...	...	278	278	4.400
Néphéline	...	...	...	0	0	600
Corindon	..	..	..	1.479	(reste) 51	0
Muscovite	...	...	...	0	3.040	0
Paragonite	...	...	...	0	2.184	0
<hr/>						
Diopside	..	..	..	0	0	1.200
Hypersthène	..	..	..	612	612	0
Wollastonite	..	..	..	0	0	3.100
<hr/>						
Magnétite	...	...	...	116	116	0
Ilménite	..	..	..	228	228	300
Calcite	...	...	...	4.550	4.550	0
Apatite	...	...	...	103	103	0
Pyrite	...	...	...	2.100	2.100	2.100
<hr/>						
H <sub>2</sub> O des micas	...	...	...	0	252	0
H <sub>2</sub> O+ sans justification	..	..	..	270	18	270
H <sub>2</sub> O—	...	...	...	50	50	50
<hr/>						
				99.646	99.646	97.520
Déficit	...	...	...	44	44	2.170
<hr/>						
Total de l'analyse.				99.690	99.690	99.690

plus de quartz, mais les feldspathoïdes apparaissent, en l'occurrence, par 600 mgr de néphéline. Le déficit atteint 2.170 mgr, soit 49 fois celui qui résulte de nos calculs. La roche passe à la série B.

La première impression résultant de cette comparaison et de l'apparent massacre de l'admirable analyse d'Hillebrand est que la bonne foi traditionnelle de Clarke a été surprise. S'il en était ainsi, et le cas est loin d'être unique, le bréviaire du géochimiste contiendrait de bien étranges choses. On pourrait dès lors se demander avec une réelle inquiétude quelles horreurs on s'expose à exhumer de la littérature profane.

31. Le rôle des équivalents CO<sub>3</sub>.

En réalité, les deux estimations diffèrent surtout par l'attribution des milléquivalents CO<sub>3</sub>. Le huitième commandement

de Lacroix nous ordonne de joindre les millimoles  $\text{CO}_2$  à des millimoles  $\text{Ca O}$  pour calcite. Équivalentement, il convient donc de balancer les  $n \text{CO}_2$  par un nombre égal de  $n \text{Ca}$ . C'est ce que nous avons fait.

Les Américains sont beaucoup plus réticents. Ils disent bien en substance : si la roche contient de la calcite, unir  $\text{Ca O}$  à  $\text{CO}_2$  pour calcite. Mais ils ajoutent immédiatement : si la calcite réelle est primaire, la considérer comme fémique; si elle est secondaire, l'éliminer du calcul. Comme on a  $\text{Ca CO}_3 = \text{O}$  dans le calcul de Clarke, on peut d'abord croire que la calcite est supposée être secondaire.

Mais en y regardant de plus près, on constate, non pas que la calcite a été éliminée du calcul normatique, mais que ce sont uniquement les  $n \text{CO}_2$  qui ont été négligés. Les  $n \text{Ca}$  de la calcite sont restés, ce qui a eu pour résultat leur distribution normatique à l'anorthite, au diopside et à la wollastonite.

Le calcul est donc complètement faussé si l'on examine la roche dans l'état où elle se trouvait lors de son analyse.

Il l'est aussi si l'on espère représenter l'état de la roche *avant formation de calcite au détriment de l'anorthite et des pyroxènes calciques*, car cette altération a dû atteindre aussi l'orthose, l'albite et l'hypersthène.

Bref, dans la grande majorité des cas, il faut, pensons-nous, admettre l'amodiation de Lacroix, estimer pondéralement ou équivalentement la calcite et joindre son poids ou ses équivalents aux minéraux du groupe M.A.

Exception sera faite pour les roches à feldspathoïdes, où les  $\text{CO}_2$  pourront être joints à la cancrinite, si la calcite n'apparaît pas dans la description pétrographique.

### 32. Norme et normes.

Tout pétrographe adoptant soit la norme C.I.P.W., soit l'amodiation de Lacroix, soit encore des données personnelles, doit donner connaissance de ses méthodes d'évaluation.

Il n'existe plus, en effet, une norme unique; il en est de nombreuses. Les résultats obtenus par les différents procédés ne sont pas comparables. De plus, il faut reconnaître que les calculs ne sont pas souvent exécutés avec suffisamment de précision ou même d'exactitude.

Si l'on désire persévérer dans la méthode, il conviendra de porter à l'ordre du jour du plus prochain congrès de pétrographie les communications suivantes :

- 1° Création d'une Société protectrice des Minéraux;
- 2° Établissement d'une Ligue internationale pour la défense de la normalité.

C'est l'évaluation des impuretés et surtout celle des poids des minéraux du groupe des minerais et de l'apatite (M.A.) qui devraient être les plus surveillées. La règle à établir doit se baser sur l'énumération pétrographique des minéraux M.A. de la roche examinée. Il faudra renoncer à calculer en ilménite les minéraux titanés lorsque la description portera perowskite ou titanite. Les n Ca employés par ce calcul viendront diminuer le poids d'anorthite et augmenter celui du corindon virtuel. Bref, si l'on désire éliminer les séries AB et BC, il conviendra d'estimer les M.A. modalement et non normativement. Les calculs modaux sont d'ailleurs très simples lorsqu'on raisonne en équivalents.

Le cas de la syénite de Douglas Island est typique.

La norme donne, suivant Clarke,

B, c,  $\alpha$ , albite, néphéline 600.

Nos calculs déterminent, au contraire,

A, 4, c,  $\alpha$ , quartz 3.010.

### 33. Les fichiers accessoires.

Le fichier général d'entrée comprend six étages, correspondant aux six zones et cinq séries lithologiques : A, AB, B, BC, C.

Nous venons de voir que l'estimation des M.A. nous permet de supprimer les séries AB et BC.

De la sorte les fichiers accessoires ne comprendront plus que 3 séries lithologiques : A, B et C.

La série A est celle du corindon normatique.

La série B est celle des pyroxènes calciques, calco-magnésiens ou calco-ferro-magnésiens, mais les pyroxènes ferri-sodiques y font encore normativement défaut.

La série C est celle des roches exemptes d'anorthite. Les pyroxènes ferri-sodiques y sont symptomatiques.

Pour respecter les anciennes classifications, nous ferons un fichier pour le rang  $\alpha$ , soit pour les *roches alcalines*.

Nous en construirons un deuxième pour les roches de rang  $\beta$  ou *calco-alkalines*.

Les roches alcalines seront classées en trois séries A, B et C divisées chacune en trois classes a, b et c, comprenant chacune les cinq zones : 1, 2, 3, 4 et 5 et un grand tiroir 6.

Les roches calco-alkalines ne peuvent comprendre que les séries A et B, puisque la série C correspond à des roches normalement dépourvues d'anorthite.

TABLEAU XIX.

**Fichiers accessoires.**

I. — Roches alcalines (rang  $\alpha$ ).

Série A			Série B			Série C		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5
	6			6			6	

Classe *a* ou potassique.

Classe *b* ou mésosodique.

Classe *c* ou sodique.

II. — Roches calco-alkalines (rang  $\beta$ ).

Série A			Série B		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
	6			6	

Classe *a* ou potassique.

Classe *b* ou monzonitique.

Classe *c* ou plagioclasique.

Le tableau XIX nous donne les dispositions générales du fichier I ou des roches alcalines et du fichier II des roches calco-alkalines.

Le premier comprend 45 petits tiroirs pour les zones 1 à 5 et trois tiroirs 6 pour les rebuts.

Le deuxième ne possède que 30 petits tiroirs et deux grands.

Ceci nous fait au total :

75 petits tiroirs 1 à 5;

5 grands tiroirs 6.

Dans la pratique ces cinq derniers ne reçoivent qu'un faible pourcentage de bulletin. Il serait trop long, aujourd'hui, d'expliquer comment s'en opérera le triage.

\*  
\*\*

Le classement des fiches tombant dans les tiroirs 1, 2 et 3 des fichiers accessoires sera remarquablement facile. Toutes les roches qu'elles représentent sont en effet, sinon quartziques, tout au moins quartzifères. L'analyse de la syénite de Douglas Island nous montre les mêmes facilités pour certaines roches de la zone 4 qui peuvent encore être quartzifères.

Pour le triage des bulletins A, il conviendra de décider si l'estimation normatique doit se faire à la lettre ou s'il convient d'introduire les micas blancs dans les calculs.

Mais que ferons-nous :

1. des bulletins des roches feldspathoïdiques ou feldspathoïdifères ?

2. de ceux des roches mélanocrates et holomélanocrates qui normalement par leur n A élevé vont encombrer certains tiroirs 5 ?

Nous répondrons à ces questions plus tard. Auparavant, nous devons examiner équivalentement les minéraux les plus difficiles à déchiffrer : les micas noirs, les augites et les hornblendes.

Wasmès, le 30 décembre 1948.

## Un granite post-Kundelungu au Kivu (\*),

par P. LENK-CHEVITCH.

RÉSUMÉ. — *Il existe au Kivu une mise en place d'un granite d'âge post-Kundelungu. Il s'agit vraisemblablement d'une intrusion majeure, car des granites qui pourraient être du même âge ont été également signalés au Katanga.*

Il existe à 100 km au Nord-Ouest du lac Édouard un îlot de tillite qui a été décrit par M. Sluys (1). Cette formation glaciaire appartiendrait au Groupe de la Lindi. La corrélation n'est pas tout à fait certaine, car il s'agit d'un dépôt isolé, situé sur des formations appartenant au Système de l'Urundi et qui n'est pas directement relié aux formations de la Lindi se trouvant plus à l'Ouest. Macroscopiquement cette tillite ne se distingue pas du grand conglomérat du Kundelungu, argument qui à lui seul ne résout évidemment pas la question de la parenté stratigraphique.

Lors des recherches que nous avons faites pour une coupe de bois que nous avons entreprise près du km 72 de la route Butembo-Zacharia (Mukumu), nous avons pu localiser un pointement granitique entouré d'une importante auréole métamorphique. La zone métamorphique s'étend surtout à l'Ouest du village Zacharia.

La tillite au voisinage du granite s'est transformée en un véritable gneiss. On aurait pu douter de l'origine de cette roche si l'on n'avait pas trouvé en abondance dans sa masse des cailloux striés et si l'on n'avait pu suivre mètre par mètre la transformation de la tillite non métamorphique en une roche ressemblant à un gneiss ocellé.

Le granite est une alaskite de couleur rose extrêmement tenace, qui n'a subi aucune décomposition. Il est constitué principalement par de l'oligoclase et du quartz avec du mica très subordonné. Il a subi une mylonitisation, suivie par une recristallisation générale

---

(\*) Manuscrit remis le 12 février 1949.

(1) M. SLUYS, Les formations sédimentaires de l'Ituri. La tillite de la Haute Ibina (ou Biena) (*Bull. Soc. géol. Belgique*, t. LXVIII, pp. B 248-250).

Ce granite est tout à fait différent des granites anciens (pré-Kundelungu) de la région, qui sont généralement leucocrates, de couleur grise et profondément décomposés.

L'intrusion que nous venons de décrire semble ne pas être isolée au Congo belge. Il s'agit ici probablement d'une intrusion majeure, dont les pointements apparaissent non seulement au Kivu, mais également au Katanga et en Rhodésie du Nord (2).

L'existence du granite post-Kundelungu au Katanga a été signalée par E. Grosse (3) et I. de Magnée (4) à Kapulo. Ce dernier auteur signale qu'il est intrusif dans le Kundelungu supérieur. Les échantillons que nous avons eu l'occasion d'examiner montrent une similitude macro- et microscopique avec le granite du Kivu.

Une deuxième occurrence a été signalée par M. Lecomte. Cet auteur décrit notamment, sous le nom de granite de Kansangwe, un pointement de granite rose (5).

L. Cahen et G. Mortelmans (6) ont observé deux pointements d'alaskite analogue à celle de Kapulo sur la rivière Lufukwe, à l'Est du plateau du Kundelungu.

Enfin, M. Gysin (7) a décrit une tillite du Kundelungu métamorphisée. L'auteur attribue le métamorphisme à une diabase (?), mais celle-ci n'a pas été observée dans un rayon suffisamment rapproché.

(2) I. DE MAGNÉE, L'existence de grès glauconifère à la base du Kundelungu (*Ann. Soc. géol. Belgique*, t. LIX, fasc. 1, voir pl. II).

(3) E. GROSSE, Grundlinien der Geologie und Petrographie des Östlichen Katanga (*Neues Jahrbuch für Mineralogie*, Stuttgart, 1918, Beilage, Bd XLII, II. Heft, pp. 272-419).

(4) I. DE MAGNÉE, Alaskite mylonitisée de Kasokote (*Ann. Soc. géol. Belgique*, t. LIX, pp. C 69-74).

(5) M. LECOMTE, Le batholite de Mokambo (Katanga) (*Mém. Inst. géol. Louvain*, t. VII, 1933, p. 142).

(6) L. CAHEN et G. MORTELMANS, La géologie des degrés carrés Mokabe et Sampwe (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. L, 1940-1941, p. 30).

(7) M. GYSIN, Les tillites métamorphiques du Kundelungu de la Haute Lufira (*C. R. Soc. Phys. et Hist. naturelle de Genève*, vol. 51, n° 3, 1934, pp. 218-224).

## Une nouvelle formation sédimentaire, horizontale au Ruanda (\*),

par P. LENK-CHEVITCH.

RÉSUMÉ. — L'auteur signale la présence, au Ruanda, d'un lambeau de recouvrement d'âge indéterminé.

Nous avons localisé et signalé, en 1939, à la Société des Mines d'Étain du Ruanda-Urundi, une formation unique dans son genre, que nous n'avons plus rencontrée nulle part ailleurs au Ruanda.

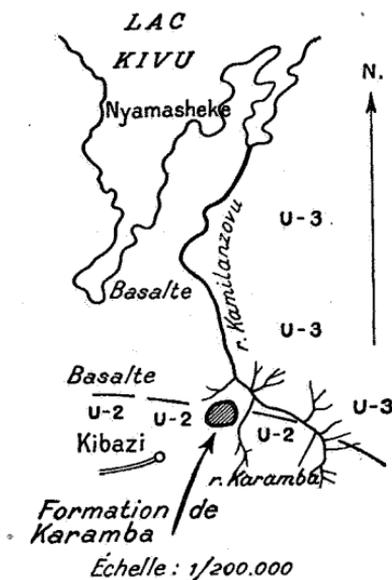


FIG. 1.

Cette formation horizontale débute par un conglomérat épais de 1 m environ, à éléments bien roulés, de dimensions moyennes (3 à 5 cm de diamètre), dispersés dans une pâte compacte gréso-argileuse très dure. Il est surmonté par des formations schisteuses durcies, de couleur brune. L'ensemble des couches est non métamorphisé. L'épaisseur totale du lambeau observé ne doit pas dépasser 20-30 m et ses dimensions en surface n'excèdent pas quelques centaines de mètres en diamètre. Il repose sur des schistes redressés du Système de l'Urundi (U-2).

(\*) Manuscrit remis le 12 février 1949.

Ce lambeau se trouve aux sources d'un affluent nord de la rivière Karamba, elle-même un affluent de la rivière Kamilanzovu (fig. 1). Il est situé à une altitude de 1.650 m et à 8 km au Sud du lac Kivu.

Pour pouvoir distinguer ces couches d'autres formations et dans l'impossibilité de les rattacher à des systèmes apparentés, qui n'existent pas dans la région, nous les avons provisoirement dénommées « formation de la Karamba ».

A notre avis, il s'agit ici de restes d'un Système qui a dû recouvrir le Ruanda et dont de rares lambeaux subsistent encore aux hautes altitudes.

En recherchant le Groupe auquel cette formation pourrait être rattachée nous pensons naturellement aux formations de Bunyoro <sup>(1)</sup> qui ont été découvertes par Wayland <sup>(2)</sup> et aux lambeaux résiduels conglomératiques horizontaux signalés aux environs de Walikale (monts Misuku, Tweli et Kisiba) par J. Henry <sup>(3)</sup> et dont la véritable nature a été expliquée par M. Sluys <sup>(4)</sup>. N. Boutakoff <sup>(5)</sup> a également découvert des formations horizontales au mont Irunga (altitude 1.460 m). D'après M. Sluys, l'âge de ces lambeaux résiduels ne peut encore être déterminé. N. Boutakoff les a provisoirement rattachés, en formulant des réserves, au Karroo Supérieur (Stormberg).

---

(1) K. A. DAVIES, The glacial series of Bunyoro N. Uganda (*XVII Intern. Geol. Congr.*, vol. 6, pp. 115-119).

(2) WAYLAND, Ann. Rept Geol. Survey Uganda, 1920, p. 23.

(3) J. HENRY, Études géologiques et recherches minières dans la contrée située entre Ponthierville et le lac Kivu (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, in-8°, Bruxelles, 1934, t. II, fasc. 3, pp. 24-25, pl. n° 3).

(4) Communication personnelle.

(5) N. BOUTAKOFF, Les formations glaciaires et postglaciaires fossilifères d'âge permo-carbonifère de la région de Walikale (Kivu) (*Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, 1948, pp. 100-103).

---

---