

S. Kreutz et M. Jurek.

Cendres volcaniques tombées en Avril 1932 à Buenos Aires.

Pył wulkaniczny opadły w kwietniu 1932 w Buenos Aires.

Quelques semaines après l'éruption des volcans au centre du Chili en Avril 1932, M-lle Waszkiewicz nous offrit des spécimens de cendres volcaniques, recueillis à Buenos Aires. Ces matériaux nous intéressèrent d'autant plus que nous avions eu ¹⁾, en 1928, l'occasion d'étudier la poussière tombée en Pologne, reconnue comme sol pulvérisé, apporté par les vents du côté Sud-Est, de la bande limitrophe du „tscharnoziem“ et aussi du sol brun foncé.

La distance des volcans dont provient la poussière de Buenos Aires ne surpasse guère 1000 km. A une distance pareille, 700 à 1000 km vers l'Est, se trouvait la région, d'où le sol, pulvérisé par les vents, parvint à Cracovie, ce qui résulte des études météorologiques ²⁾ aussi bien que minéralogiques-géologiques. La possibilité de comparer deux poussières, chacune de provenance différente et de distances du même ordre, rend la comparaison encore plus intéressante.

M. M. Jurek s'est chargé de l'analyse chimique de la poussière et de la construction du diagramme fig 1, le second auteur s'occupa de la partie optique ainsi que de la rédaction du mémoire.

Les minéraux lourds furent séparés d'après la méthode de

¹⁾ S. Kreutz et M. Jurek: Sur la pluie de la poussière en Pologne en 1928. Annuaire 5-me de la Soc. géol. polonaise p. 317.

²⁾ E. Stenz: Ueber den grossen Staubfall 26—30 April, 1928, Lwów 1931.

S. Kreutz¹⁾ appliquée à l'occasion de l'examen de la poussière en 1928, permettant de séparer les menus fragments de minéraux selon leur poids spécifique.

Une petite quantité de la substance est pesée et placée dans une bassine de verre en y ajoutant du bromoforme, conformément dissous, puis on agite la croûte formée à la surface par les minéraux plus légers, à l'aide d'une baguette de verre, remuée verticalement. Afin de diminuer le poids spécifique du liquide, on y ajoute goutte à goutte du benzol jusqu'à ce que la masse principale de la substance se dépose au fond récipient. Le liquide est maintenant soumis, immobile, à une lente évaporation; ce qui réussit le mieux à la température de la chambre. A mesure que le benzol fuit s'élèvent en premier lieu les particules plus légères, tandis que les plus pesantes restent au fond, et comme le liquide est laissé immobile, on évite par là que le courant du liquide emporte les menus fragments. Puisque les minéraux lourds se déposent les premiers au fond du récipient, l'adhésion y est aussi en jeu. La croûte des minéraux plus légers se soutenant à la surface peut être écartée partiellement à l'aide de papier brouillard, partiellement par une pipette, ou tout simplement par un excès de liquide. En agissant de la sorte, on peut obtenir des matériaux absolument purs, composés uniquement de minéraux lourds.

Propriétés spécifiques des cendres de Buenos Aires.

Les matériaux examinés consistent en une poudre blanche très fine, dont les composés spécifiques ne peuvent être distingués à l'oeil nu. L'examen microscopique démontre que les matériaux contiennent des éléments de provenance volcanique et peuvent être considérés comme extraordinairement purs, dépourvus d'autres éléments qui auraient été mêlés sur place. Parmi plusieurs dizaines d'échantillons examinés au microscope, on a pu remarquer à peine un grain du quartz granitique avec des inclusions noires se distinguant par leur grande dimension (diamètre $1,2 \times 0,6$ mm).

Dimension des composés des cendres.

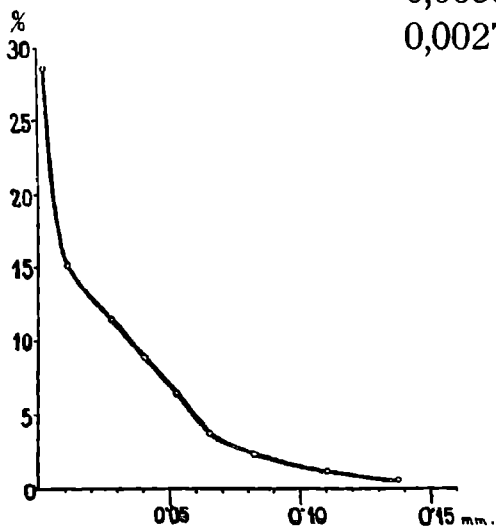
Le tableau suivant, basé sur des mesurages microscopiques, présente le pourcentage des grains de différentes dimensions dans la poussière. La surface mesurée comptait $4,4$ cm².

¹⁾ Loco citato.

Diamètre	%
0,137 mm	0,34
0,11 „	1,12
0,0825 „	2,36
0,0686 „	4,06
0,055 „	7,00
0,041 „	9,36
0,0275 „	12,06
0,0137 „	15,56
0,0055 „	19,39
0,0027 „	28,75

La courbe 1 présente les susdits rapports.

Relativement à la poussière tombée en Pologne en 1928, nous trouvons ici une quantité bien plus remarquable de particules de poussière plus grandes, malgré que les dimensions des particules des cendres soient aussi fort petites, atteignant rarement $\frac{1}{10}$ mm de diamètre. Cette différence est visible dans le tableau de comparaison ci-dessous.



Le pourcentage des grains de différentes dimensions.

Pourcentage des grains

à diamètre:	0,005 mm	0,01 mm	0,05 mm	0,10 mm
Buenos Aires	28 „	15 „	7 „	1 „
Cracovie	50 „	12 „	—	—

Il résulte de cette confrontation et de la comparaison de la courbe 1 avec les courbes correspondantes, tracées pour la poussière de Cracovie 1, que les cendres de Buenos Aires contiennent bien plus fréquemment des débris plus grands que la poussière de Cracovie, quoique dans cette poussière aussi, à partir d'un certain nombre, le pourcentage des particules de la poussière augmente vivement à mesure de la diminution du diamètre des fragments.

Composition chimique des cendres.

L'analyse chimique présentée ci-dessous démontre la composition de la cendre examinée.

	I	II	Moyenne
SiO ₂	69,74%	69,82%	69,78%
Al ₂ O ₃	15,47	15,41	15,44
TiO ₂	0,47	0,46	0,46
Fe ₂ O ₃	0,76	0,74	0,75
FeO	1,59	(1,59)	1,59
P ₂ O ₅	0,06	(0,06)	0,06
CaO	2,12	2,13	2,12
MgO	0,62	0,58	0,60
K ₂ O	3,91	3,91	3,91
Na ₂ O	4,41	4,41	4,41
+ H ₂ O	0,86	0,91	0,88
— H ₂ O	0,16	0,14	0,16
	<hr/> 100,17%	100,16%	100,15%

Caractéristiques employées par Osann: A = 7,45, C = 2,54, F = 3,08, s = 74,88%, a = 17,5, c = 5,5, f = 7,0, n = 6,3, k = 1,45.

Caractéristiques employées par M. Niggli: si = 2,53, al = 43,18, c = 10,90, alk = 32,49, k = 0,36, mg = 0,32.

La suidite analyse nous donne les composés virtuels (standard minerals) qui suivent:

Orthose	22,04
Albite	37,75
Anorthite	9,88
Corindon	0,09
Hypersthène	2,18
Enstatite	1,98
Hématite	0,31
Ilménite	0,76
Apatite	0,07
Quartz	24,94
	<hr/> 100,00

Les caractéristiques d'Osann, présentées ci-dessus, se rapprochent des caractéristiques du granit à hypersthène, par ex. celui de Birkrem ou de Loon Lake¹⁾. Parmi les granits à oligoclase, on trouve des roches dont les symboles, calculés d'après la mé-

¹⁾ H. Rosenbusch: Elemente der Gesteinslehre, 1910, 240; 1923, 267.

thode de M. Niggli, sont proches des symboles représentant les cendres examinées. Nous y trouvons en particulier une apparentée à certains granits à oligoclase des Tatras, nommément au granit du Krywań¹⁾.

Dans les cas de l'andésite de Santorini, Indian Valley, la plupart des symboles de M. Niggli présente des valeurs à peu près pareilles :

si	al	fm	c	alk	k	mg	
255	40,50	21	12,50	26	.21	.27	andésite de Santorini ²⁾
253	43,28	13,15	11	32	.5	.32	cendres de Buenos Aires

Néanmoins, on aperçoit une différence remarquable de la valeur *fm* calculée pour les cendres en comparaison avec celle de l'andésite cité et voilà précisément le trait caractéristiques des matériaux examinés.

Composition minéralogique des cendres.

Les cendres examinées au microscope se trouvent être composée principalement de débris du verre volcanique. Les observations microscopiques ont donné le résultat suivant:

1. 94,5% de vol. du verre volcanique
 3,5% " " des feldspaths
 2,0% " " des minéraux, pour la plupart noirs
 (déterm. de S. K.).
2. 93,4% de vol. du verre volcanique
 2,4% " " des feldspaths
 4,2% " " des minéraux noirs (déterm. de M. J.)

1) Le verre volcanique se présente au microscope sous l'aspect de débris le plus souvent incolores, rarement plus ou moins „enfumés“. Sous le rapport optique, il réagit de façon absolument isotrope. Vu le développement des grains, nous distinguons ici les types suivants: α) fragments de verre volcanique homogène à coupe conchoïde et à contours souvent aigus sur les bords, ce qui provient du jaillissement en éclats pendant l'explosion volcanique. C'est le type dominant obsidiennique (voir A. Lacroix³⁾;

¹⁾ Analyse de M. M. Jurek.

²⁾ P. Niggli: Mineral- und Gesteinsprovinzen 1923, p. 120.

³⁾ A. Lacroix: La Montagne Pelée. Paris 1904, p. 509.

la cristallisation s'effectuait subitement, mais tranquillement, dans des conditions uniformes; les inclusions gazeuses n'y apparaissent que rarement. β) Type fibreux, ponceux. La pâte verreuse s'étend en lignes droites, mais parfois fortement arquées, parallèles entre eux pour la plupart, ce qui se laisse voir distinctement, à cause des nombreuses inclusions gazeuses. Le magma semifluide était ici en jeu, tandis que la température variable provoquait une solidification locale. Il semble que cette pâte vitreuse se soit formée à proximité des parois de la fente. γ) Le type du verre volcanique le plus rare, c'est le verre à aspect globuleux. La pâte verreuse paraît formée de globules; les bulles de gaz s'amassent dans le magma refroidi, se solidifiant tranquillement, sans subir la déformation.

La formation des grandes masses de lave poreuse (la lave Aa) peut s'expliquer par un subit abaissement de la température du magma ayant pour cause la rapide expansion des gaz. D'un autre côté, il est connu que les réactions qui effectuent l'oxydation peuvent amener un rehaussement de la température du magma. Ainsi on est tenté à admettre que le type globuleux se soit formé dans des parties de la lave se trouvant à une plus grande profondeur, la lave à type ponceux serait plus près de la surface, probablement à proximité des parois du cratère. Le type de lave verreuse pure, dépourvue d'inclusions, appartiendrait aux parties les plus profondes et intermédiaires de la fente du volcan.

Tandis que les fragments de verre volcanique du type *a*) sont le plus fréquemment incolores, les débris du verre *b*) et *c*) sont parfois plus ou moins colorés, à teintes jaunes d'intensité variable, contenant des inclusions noires.

Les indices de réfraction de la plupart des débris incolores ont été trouvés moindres que les précédents, $n = 1,490$ jusqu'à $1,495$. Selon le tableau de Wülfing et de M. Mügge¹⁾ cette valeur correspond à l'indice de réfraction de l'obsydienne du rhyolite ou du perlite. D'après M. M. Stark²⁾ l'indice de réfraction du verre volcanique de Guanaco, Chili, possède une valeur proche de $1,495$. En nous basant sur le tableau dressé par l'auteur mentionné ci-dessus, nous y trouvons que le verre examiné possède environ 72% SiO_2 . L'indice de réfraction $1,495$ correspondrait à 73% SiO_2 .

¹⁾ Wülfing-Mügge: Mikroskopische Physiographie 1927.

²⁾ M. Stark: Zusammensetzung des Brechungsexponenten natürlicher Gläser mit ihrem Chemismus. Tscherm. Min.-petr. Mitt. 1904, 533.

Le type *b*) apparait en bien plus petit nombre que le type *a*), le type *c*) est rare.

Outre les fragments isolés de verre homogène, nous apercevons ici également des débris du verre qui englobent des minéraux lourds, appartenant en plus grande partie au groupe du pyroxéne et à la magnétite.

2) Les feldspaths apparaissent en fragments irréguliers, souvent aplatis parallèlement à une des surfaces de clivage.

Sur les coupes perpendiculaires à $\perp \alpha$ on trouve — 17° ou $16\frac{1}{2}^\circ$ — ce qui est conforme à l'angle α typique à 32% — 33% *an*.

L'indice de réfraction est 1,55 (4) environ.

Dans un seul cas, le feldspath s'est trouvé être un labrador à 50% *an*. Probablement, c'était le noyau d'un cristal plus grand à structure zonée.

Les dimensions des cristaux ne surpassent pas en général, $0,05 \times 0,04$ mm environ; elles montrent parfois des traces de surfaces planes *M* et *P*, néanmoins, elles sont tout à fait irrégulièrement limitées, quelquefois même fort allongées dans la direction perpendiculaire de à l'une traces de clivage. Dans un cas, un des individus maclés présente des inclusions gazeuses disposées parallèlement aux traces des plans du macle. C'est un phénomène intéressant, puisqu'il indique que la formation et l'accroissement de ces minéraux a été contemporain aux développement des gazes.

3) Parmi les minéraux plus rares, le plus frappant c'est l'amphibole (hornblende), à cause de sa teinte verdâtre et jaunâtre dans les plaques minces ou dans les menus débris. Il apparait quelquefois dans les plaques détachées parallèlement aux plans du prisme, et, alors, on peut distinguer ses propriétés, puisque la bissectrice $\alpha \gamma$ est visible, ainsi qu'une des axes optiques.

On observe surtout les contours des plans de cristaux ou des traces irrégulières. L'angle des axes opt. est grand, $2V\alpha$ environ 80° , l'angle d'extinction $z : \gamma$ — petit: 10° sur $\{010\}$ — varie de 0° jusqu'à plusieurs degrés sur les plans de clivage.

Pléochroïsme fort remarquable: $\parallel z$ brunâtre, $\perp z$ jaune clair.

Les amphiboles atteignent parfois un diamètre de plus de $\frac{1}{10}$ mm, néanmoins elles ne s'allongent que dans une direction.

4) Le second minéral lourd qui domine dans la concentration obtenue par la séparation dans un liquid lourd à poids spécifique élevé, c'est le pyroxéne monoclinique dont les débris minces

à teinte vert clair correspondent à un pyroxène monoclinique particulièrement à l'augite-diopside.

Propriétés optiques: $z : \gamma = 45^\circ$, $2V \gamma = 50^\circ$ (approx.)

$$n_{\gamma'} = 1,692$$

$$n_{\alpha'} = 1,670$$

Des macles $\parallel \{100\}$ parfois polysynthétiques, apparaissent souvent.

Le pyroxène contient de nombreuses inclusions étrangères, en premier lieu la magnétite.

Les cristaux de pyroxène ont des dimensions moindres que ceux de l'amphibole. Tandis que les débris de l'amphibole ont encore retenu leur faces idiomorphes, les pyroxènes ont une forme généralement plus ou moins arrondie et d'ordinaire conservent encore des traces de la pâte vitreuse à leur surface, ou même elles y sont encore englobés.

La phot. 4 montre non seulement la forme du pyroxène arrondie, mais aussi la pâte vitreuse pénétrant dans la roche. Le pyroxène a donc subi à un haut degré la resorption par le magma, peut-être dans une zone supérieure à température plus élevée.

Outre le diopside apparaît aussi le pyroxène orthorhombique dans des formes à contours rectangulaires, striés vu les fissures de clivage, à faible pléochroïsme. Les cristaux s'éteignent parallèlement aux fissures de clivage et aux traces d'une des faces du cristal. Angle des axes opt. $2V \alpha = 70-80^\circ$, $n > 1,65$. Il s'agit ici de l'hypersthène-enstatite.

5) Dans le verre bulleux on observe des nombreuses micro-lithes de la forme observé par F. Kreutz¹⁾ dans les laves du Vesuv 1881 et 1883. Enfin nous avons observé un minéral verdâtre orthorhombique (olivine?) à haute réfringence à forme d'olivine et à grands indices de réfraction, ainsi que des traces de clivage.

6) Outre les minéraux mentionnés, il se trouve parfois des débris de minéraux impossibles à définir.

Minéraux ne pouvant être déterminés:

1) Minéral à grande facilité de clivage, de couleur verdâtre, ayant l'indice de réfraction inférieur à 1,65, biaxe, l'angle des axes optiques assez considérable.

2) Minéral incolore dans des plaques minces, opt. biaxe né-

¹⁾ F. Kreutz: Über Vesuvlaven von 1881 und 1883, p. 147, Fig. 13-16, Tscherm. Min. und. petrogr. Mitt. 1885.

gative, ayant petit angle des axes $2V = 40-50^\circ$ (apprécié). L'indice de réfraction élevé $n = 1,7$.

Les prismes de zircon aussi bien que celles de l'apatite sont souvent bien développées à une de ses extrémités, et arrondies à l'autre.

7) De plus, les menus minéraux-accessoires lourdes se rencontrent assez fréquemment; avant tout apparaît l'apatite en forme de beaux petits cristaux allongés parallèlement à l'axe z , terminé quelquefois par les parois de la pyramide $\{1011\}$ et par une seconde pyramide. Un de ces cristaux représente phot. 7 et l'on y voit un petit canal allongé, rempli de gaz. Le fait que la cristallisation de ce minéral s'effectuant en même temps que le développement des gaz, démontre que les gaz se formaient comparative-ment tôt. Cela fait supposer que la cristallisation ait commencé au moment de l'affaiblissement de la pression causé par l'explosion.

8) Outre les minéraux cités, nous trouvons des minerais de fer, un fragment comparativement grand de rutile ($0,103 \times 0,013$ mm de diamètre) et quelques menus cristaux de zircone, fort bien développés. Nous n'avons point remarqué la biotite, par contre nous aperçumes un menu cristal de mica incolore.

Resumé et conclusions.

En résumant les résultats de notre examen des cendres tombées à Buenos Aires, nous en constatons les propriétés suivantes: La composition des cendres examinés est proche de celle d'un certain type de granits à oligoclase (particulièrement du granit de Krywań). Considérant la composition minéralogique des cendres, où un verre volcanique acide joue le rôle dominant, mais où se trouve aussi une suite caractéristique de minéraux ferro-magnésiens, on est tenté à admettre que la composition chimique de la roche primaire, réduite en poussière (cendres) pendant l'explosion, a subi un certain changement au cours du transport.

La composition minérale de la cendre démontre que pendant la cristallisation du magma, dont la cendre provienne, se formerent probablement des roches à type des dacites, proches à des andesites acides¹⁾, à amphibole et augite, assez répandu

¹⁾ Voir H. Backlund, *Magma. Activity and Mountain folding in the Andes of South Mendoza*. Geol. Mag. vol. 63, n. 274, 1926.

parmi les volcans de l'Amérique du Sud, ou bien des roches apparentées plus ou moins vitreuses. Un triage des matériaux portés par les vents selon leur poids spécifique des composés et de leur dimension a eu place. Au cours du transport, la quantité des composés lourds surtout celle des pyroxènes et de la magnétite, à diminué relativement.

Ces faits ont été constatés par M. Lacroix¹⁾ en rapport avec les produits de l'éruption de la Montagne Pelée. Il semble que le même fait ait eu lieu aussi pendant l'éruption du Krakatau (1883), ce qui indiquerait le tableau suivant (d'après les analyses présentées dans la publication de M. F. Wolff: *Der Vulkanismus*, par. I. 1923, p. 212).

Cendres de Krakatau		SiO ₂	Fe ₂ O ₃ +FeO	FeO	Fe ₂ O ₃
Krakatau	(An. 10.)	65,02	7,24	2,84	4,47
	(An. 11.)	66,26	4,74	1,36	3,38
	(An. 12.)	60,13	5,98	1,68	4,30
Batavia	(An. 14.)	63,30	5,82	?	?
(150 km dist. de Krakatau)					
Navire Barbarossa	(An. 13.)	68,60	3,94	3,66	0,28
(1440 km dist. de Krakatau)					

Comme il résulte de la petite quantité de Fe₂O₃, démontrée par la dernière analyse (13), la magnétite a été presque entièrement éliminée des cendres. Le changement du contenu du fer causé probablement par la chute des composés lourds, provoque le changement de la composition chimique des cendres.

Un point reste encore à examiner, notamment pourquoi le pourcentage des minéraux lourds est-il plus grand au pourcentage de ces minéraux dans la poussière de provenance sédimentaire 1928, apportée par les vents. Selon toute probabilité deux facteurs ont agi ici. Le premier c'est la dimension primaire bien plus petite des matériaux portés par les vents, matériaux constitués par des produits minimes, provenant d'altération des feldspaths etc. Le second facteur qu'on pouvait envisager, c'est la force puissante de l'éruption volcanique au Chili qui chassa avec violence les matériaux de l'explosion à des hauteurs; les matériaux emportés par le vent ont été soumis à un transport plus proche de la terre.

¹⁾ A. Lacroix: *La Montagne Pelée*. Paris 1904, p. 519, 521.

Cependant ce qui semble être la cause principale de différence dans le comportement de ces deux matériaux au point de vue de la sélection des minéraux ferrifères c'est le fait que dans les matériaux sédimentaires le fer se trouve sous forme hydraté, tandis que dans les matériaux magmatiques le fer est lié chimiquement sous forme des minéraux primaires tels que la magnétite, l'ilmenite et les silicates.

Une remarque encore: l'uniformité des composés constituants les cendres, indiquée avant peu par M. C. H. Edelman¹⁾, formante un contraste avec l'hétérogenité de la poussière sédimentaire, — a été dans le cas présent très évidente.

Streszczenie.

W pracy niniejszej podajemy wyniki badania pyłu wulkanicznego w Buenos Aires, pochodzącego z wybuchu wulkanów chilijskich w kwietniu 1932 r.²⁾. Ponieważ w r. 1928 mieliśmy sposobność opracowania pyłu opadłego w Krakowie w kwietniu 1928 r., który rozpozналиśmy, jako wiatrem uniesioną glebę z pasa granicznego czarnoziemiu i ziemi kasztanowej, pochodzącą z odległości tego samego rzędu, co pył obecnie nadesłany (mniejwięcej 750 do przeszło 1000 km), więc porównanie obu tych pyłów było dla nas rzeczą interesującą.

Analizą chemiczną pyłu i oznaczeniem procentów występowania ziarn różnej wielkości oraz konstrukcją diagramu (fig. 1) zajął się p. M. Jurek, część optyczna i redakcja przypadła drugiemu autorowi.

Minerały ciężkie wydzieliliśmy zapomocą sposobu, opracowanego przez S. Kreutza³⁾ przy sposobności badania pyłu z r. 1928, nadającego się do rozdzielania bardzo małych okruchów.

Pył przedstawia się jako biało-szarawy proszek bardzo drobnoziarnisty i okazał się bardzo czystym materiałem, złożonym z materiałów wulkanicznych.

Procentowy udział ziarn różnej wielkości przedstawia tablica I. str. 318 tekstu francuskiego. W porównaniu z pyłem opadłym w Polsce w r. 1928 znajdujemy tu znacznie większy procent cząsteczek większych, jakkolwiek wymiary cząstek pyłu wulkanicz-

¹⁾ Proc. Koninklijke Akad. van Wet. te Amsterdam N. 3, vol. 34, 1931.

²⁾ Materiał ten zawdzięczamy uprzejmości p. Waszkiewiczówny.

³⁾ Roczn. Polsk. Tow. Geol. 1928 r., str. 317.

nego są również bardzo małe i rzadko tylko osiągają $\frac{1}{10}$ mm w średnicy. Różnice obu pyłów pod względem wielkości ziarn przedstawia tabl. II. str. 318. W obu przypadkach procent cząstek pyłu o danym przekroju wzrasta bardzo szybko w miarę zmniejszania się średnicy okruchów począwszy od pewnej wartości tej średnicy.

Skład chemiczny pyłu oraz obliczone składniki teoretyczne (wirtualne = standardowe) podany jest na str. 319.

Liczby *O s a n n a* wyliczone na podstawie analizy zbliżają się do liczb charakteryzujących granity hiperstenowe np. z Birkrem lub Loon Lake ¹⁾. Podobne do obliczonych dla pyłu liczb charakterystycznych *N i g g l i*'ego wartości znajdujemy w przypadku niektórych granitów oligoklazowych tatrzańskich, np. granitu Krywańskiego.

W tablicach *N i g g l i*'ego znajdujemy wartości poniekąd zbliżone w przypadku andezytu z Santorini, Indian Valley ²⁾:

	si	al	fm	c	alk	k	mg	
255	40,5	21	12,5	26	.21	.27		Andezyt z Santorini
253	43,3	13,5	11	32,5	.32	.32		Pył wulk. z Buenos Aires.

Zwraca jednak uwagę mała zawartość *f m* w pyłe wulkanicznym w porównaniu z andezytem wspomnianym i to jest cechą charakterystyczną materiału badanego pod względem chemicznym. Wielkie jest natomiast podobieństwo składu chemicznego pyłu do dacytów pokrewnych kwaśnym andezytom.

Skład mineralny pyłu wulkanicznego.

Pod mikroskopem pył okazuje się złożonym w przeważnej części z okruchów szkliva pochodzenia wulkanicznego. Mikroskopowe oznaczenie stosunków objętościowych dało wyniki następujące:

1)	(S. K.)
94,5%	obj. szkliva
3,5%	„ skaleni
2,0%	„ reszta składników przeważnie ciemnych.

¹⁾ l. c. patrz str. 319.

²⁾ l. c. patrz str. 320.

2)

(M. J.)

93,4% obj. szkliva
2,4% „ skaleni
4,2% „ minerałów ciemnych.

Szklivo przedstawia się pod mikroskopem w formie bezbarwnych lub lekko zadymionych odłamków lub raczej odprysków, które dzielimy na trzy kategorie.

a) Jednorodne odłamy o przełamie muszlowym i ostrych częściowo zarysach krawędzi; jest to przeważający typ obsydjanowy (fig. 1 i 2 a). Wrostków gazowych tu niema. Magma krzepła spokojnie.

b) Typ włosisty, pumeksowy. Szklivo wyciągnięte jest wzdłuż prostych, a niekiedy silnie łukowato zgiętych linii, co zaznacza się ułożeniem inkluzyj gazowych. Magma była tu w ruchu, a krzepnięcie odbywało się niejednostajnie. Być może, że idzie tu o twór bliski ścian komina lub szczeliny (fig. 2 b).

c) Najrzadszym jest typ szkliva globulasty; szklivo zdaje się niekiedy jakby złożone z globulek. Kuleczki gazu skupiają się w magmie stygnącej spokojnie i nie ulegają deformacji w twór włosisty, conajwyżej wydłużają się nieco w jednym kierunku (por. fig.), przybierając gdzieś kształt owalu (fig. 3).

Tworzenie się lawy porowatej możemy sobie wyjaśnić przyjmując szybkie obniżanie się temperatury i szybkie krzepnięcie magmy wskutek gwałtownej ekspansji gazów. Oziębianiu się magmy przeciwdziałają jednakże pewne reakcje, które w wyższej, bliższej powierzchni zewnętrznej jej części zachodzą, a którym towarzyszy wydzielanie się ciepła (np. utlenianie się). Uwzględniając to można przypuścić, że szklivo pumeksowe powstaje w zewnętrznej, powierzchniowej części wznoszącej się magmy oraz w miejscach bliższych ścian komina (krateru), głębsze partje i bardziej wewnętrzne byłyby globulkowate. Typ szkliva czystego, pozbawionego inkluzyj pochodzi może z bardziej głębokich i wewnętrznych części przewodu wulkanicznego. Podczas gdy odłamy szkliva są w małych okruchach bezbarwne, szklivo globulaste i włosiste bywa miejscami niejednostajnie lekko żółto zabarwione. Typ ten jest w pyle badanym najrzadszy. Oprócz odłamków szkliva jednorodnego dostrzegamy też odłamy szkliva otulające minerały ciężkie jak np. piroksen i magnetyt.

Spółczynniki załamania szkliva są niskie, $n = 1,490$ do $1,495$,

co odpowiada współczynnikom załamania obsydjanu, ryolitu lub perlitu. Według tabeli M. Starka niski ten współczynnik załamania wskazuje zawartość krzemionki w szkliwie bardzo znaczną, bo około 72% SiO_2 . Zbliżoną wartość współczynnika załamania ($n = 1,495$) ma szkliwo z Guanaco w Chile.

W szkliwie typu *b* lub *c* zdarzają się często wrostki minerałów „ciężkich“ i ciemnych, stąd też ich silniejsze zabarwienie miejscowe.

Skalenie należą do andezynu o 32—33% an, a w jednym przypadku do labradoru o 50% an. Być może, że jest to jądro większego kryształu.

Z minerałów rzadszych występują: 1) Jednoskośny bazaltowy amfibol z wtrąconymi niekiedy lamelkami bliźniaczemi według $\{100\}$ i spękaniem $\{001\}$. W cienkich warstwach żółto-zielonawy i silnie pleochroityczny. Kąt $z:\gamma$ na $\{010\}$ około 11° , nieco zmienny, niekiedy mniejszy. Okruchy amfibolu bywają stosunkowo duże, zwykle znacznie większe od piroksenu.

2) Piroksen w formie augitu dyopsydowego lub dyopsydu, często o formach zaokrąglonych wskutek silnej korozji. Uległ on rozpuszczaniu w magmie w strefie górnej. Na powierzchni kryształów zachowały się zwykle jeszcze resztki magmy, w której tkwił, w formie szczątków szkliwa lub też całej szklistej obwódki. Kąt $z:\gamma = 55^\circ$, $2V\gamma =$ około 50° . Zabarczenie i pleochroizm słabe. Częste są lamelki bliźniacze według $\{100\}$ i wrostki magnetytu.

Oprócz jednoskośnego piroksenu występuje też piroksen rombowy przynależny do hyperstenowego enstatytu.

W szkliwie typu *c*) tkwią liczne wrostki typu opisanego przez F. Kreutza z law Wezuwiusza o widełkowatych zakończeniach (oliwinu?).

Jeden z większych okruchów o wysokim współczynniku załamania przypomina oliwin. Oprócz wymienionych znajdujemy jeszcze apatyt w wydłużonych kryształkach (fig. 7), rudy żelaza, rutyl i nieliczne kryształki cyrkonu.

Uwzględniając powyżej podany skład chemiczny i mineralny pyłu wulkanicznego dochodzimy do wniosku, że magmą rozpyloną była magma typu pokrewnego kwaśnym andezytom dacytu rozpowszechniona w Andach, a mała ilość tlenków żelaza i manganu może być tłumaczona przez zjawiska występujące już w czasie powietrznego transportu, o ile nie była już poprzednio tak kwaśnym produktem dyferencjacji. Przypuszczamy więc, że wsku-

tek opadania cięższych składników (amfiboli, piroksenów, magnetytu) w czasie drogi skład chemiczny materiału uległ zmianie dając pył prawie biały.

Że selekcja taka zachodzi stwierdził A. Lacroix¹⁾ w czasie wybuchu Mt. Pelée, zdaje się to też wynikać z analiz pyłów wulkanów Krakatau, jak to przedstawia tabelka na str. 325.

Zasługuje na uwagę, że pył naniesiony do Polski w r. 1928 o wiele więcej zawierał żelaza. Sądzymy, że fakt ten można wytłomaczyć tem, że pył osadowego pochodzenia, będący rozpyloną glebą nie utracił swych cięższych składników dzięki już od początku niezmiernie małym wymiarom minerałów w nim zawartych.

Z drugiej strony, w przypadku pyłu amerykańskiego, pewną rolę mogła też odgrywać wielka siła wybuchu, która wyrzuciła cząstki minerałów do znaczniejszej wysokości.

Wiatrem rozpylona gleba odbywała drogę bardziej przyziemną.

Ważnym też powodem różnicy w zachowaniu się obu materiałów pod względem selekcji minerałów zawierających żelazo jest fakt, że w materiale osadowym żelazo znajduje się w przeważnej części w formie uwodnionej, podczas gdy w materiale magmowym było ono związane w formie minerałów pierwotnych, jak magnetyt, ilmenit i krzemiany.

Explication de planche (Objaśnienie tablicy)²⁾.

- | | | | |
|------|-------------------------------------|---|---------------|
| 1. | Les cendres tombées à Buenos Aires. | Gross. 50× (approx.). | |
| 2 a. | „ „ „ „ „ „ | Verre volc.; type α: verre obsidiennique (obsydjanowy). | } Gross. 145× |
| 2 b. | „ „ „ „ „ „ | Verre volc.; type β: verre ponceux (pumeksowy) | |
| 2 c. | „ „ „ „ „ „ | L'amphibole | |
| 2 d. | „ „ „ „ „ „ | La magnétite | |
| 3. | „ „ „ „ „ „ | Verre volc.; type γ: verre globuleux (bańczasty). Gross. 500× | |
| 4. | Minéraux lourds 4 a. | Pyroxène corrodé. Gross. 550× | |
| 5. | | Pyroxène. Nic. croisés. Gross. 420× | |
| 6. | | Pyroxène. Gross. 500× (environ). | |
| 7. | L'apatite | Gross. 290× | |
| 8. | | Feldspath maclé (Skaleń zblizniaczony). | |
| 9. | | Minéral lourd (Minerał ciężki) (olivine?). | |

¹⁾ A. Lacroix: La Montagne Pelée et ses éruptions, 1904.

²⁾ Les photographies ont été prises à l'aide d'un appareil dont l'achat fut subventionné par le Fond de la Culture Nationale.

