

## NORDSTRANDIT I GIBSIT (HIDRARGILIT) U TERRA ROSSI KARSTA DINARIDA

S 2 sl. i 3 tabele u tekstu i 2 table u prilogu

Autor je našao nordstrandit prvi put pored gibsita (hidrargilita) kao glavni mineralni sastojak terra rosse sa Vaganskog vrha u Velebitu. Smatra da takvu terra rossu zbog toga treba nazvati nordstranditskom, odnosno gibbitskom terra rossom, jer sadrži do 15% ovih minerala.

Na III Kongresu Jugoslavenskog društva za proučavanje zemljišta (Third congress of Yugoslave society of soil science), Zadar, 29. 5. — 7. 6. 1957. (M a r i ć, 1967), dao sam prve podatke o nordstranditu pored gibsita u terra rossi sa najviših vrhova Velebita, u jugozapadnom dijelu SR Hrvatske, na zakaršćenom jurskom vapnencu ili krečnjaku. Tom prilikom sam napomenuo da je »Gibbsite — Nordstrandite« našao u »Bijelom boksitu« ranije R. T e r t i a n (1966), u boksitskom području Vonji Do, u SR Crnoj Gori.

Istraživanja nordstrandita i gibsita u terra rossama sa Velebita nastavio sam, ali i poslao izdvojene uzorke Gy. B a r d o s s y-u u Budimpeštu, i to dvije frakcije specifične težine  $\leq 2,5$  na rendgendifraktometrijsku analizu zbog upoređenja i potvrde naših podataka. Kako ćemo kasnije vidjeti, naši i Gy. B a r d o s s y-a podaci se potpuno slažu. I ovdje izražavam Gy. B a r d o s s y-u zahvalnost na saradnji.

### Pojavljivanje nordstrandita, gibsita

Frakcije terra rosse I (T. r. 2), II (T. r. 4), II a (T. r. 4) i III (T. r. 9), dobro isprane destilovanom vodom nakon odvajanja u Thouletovoj otopini, sastoje od ooida i manje ili više nepravilnih agregata lističavih Al-trihidrata, nordstrandita i gibsita (tab. I, sl. 1). Ooidi i agregati su bijele i slabo ružičaste do crvene boje i lako se mrve, i pritom raspadaju u listiće i nakupine listića mikroskopskih veličina.

Pod mikroskopom vide se listićasti individui, rjeđe sa pukotinama kalavosti {001}, kao i rijetki sraslaci dvojci sa sraslačkim šavom, kao i agregati listića posve nepravilnih kontura. Sadrže dosta uklopaka poput praha (tab. I, sl. 2).

U ranije objavljenom radu (Marić, 1967) iznio sam podatke o indeksima loma i dvolomu gibsita i nordstrandita: »Indeksi loma su između 1,54 (za Nm, Np) i 1,565 ( $\pm 0,005$ ) za Ng. Ima listića sa Ng =

= 1,585 — 1,590 i Nm (Np) = 1,565 — 1,570. Svi imaju  $n < 1,600$ . Dvolom  $\approx 0,02\%$ .

Kasnije je uspješno izmjeriti i kut optičkih osi, koji je približno:  $2V = +10^\circ$  i  $+40^\circ$ .

Očigledno da listići sa većim indeksima loma pripadaju nordstranditu, a sa manjim indeksima loma gibsitu (hidrargilitu).

Kvantitativno mikroskopsko određivanje nordstrandita i gibsita nije uspješno zbog znatne razlike u veličini listića, kao i ooida i agregata listića.

Sada smo iz podataka kemijskih analiza izračunali samo normativni sastav najglavnijih mineralnih sastojaka. U daljim izolovanim frakcijama ćemo rendgendifraktometrijskom metodom Gy. Bardossya izvršiti i određivanje kvantitativnog modalnog sastava pomenutih frakcija.

### Kemijske analize

Četiri izolirana uzorka frakcije spec. tež.  $\leq 2,5$  iz terra rossa 2, 4 i 9, sa međusobnih udaljenosti 0 — 4 — 10 km, i sa najviših predjela jugozapadnog Velebita, podvrgnuta su kvantitativnoj kemijskoj analizi. Rezultati, vidi tabelu I.

TABELA I — TABLEAU I

I T. r. 2. (Struga, 1462 m)	II T. r. 4. (Vaganski vrh, 1758 m)	II a T. r. 4. (Vaganski vrh, 1758 m)	III T. r. 9. (Malovan, 1708 m)
SiO <sub>2</sub> 4,82%	4,20%	8,20%	9,38%
TiO <sub>2</sub> tr	0,53	0,13	tr
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60,63	59,46	57,22	57,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3,35	2,45	3,49	2,32
MnO tr	tr	tr	tr
MgO tr	0,45	0,96	0,02
CaO tr	tr	tr	tr
H <sub>2</sub> O <sup>-110°</sup> 0,10	—	0,51	0,12
H <sub>2</sub> O <sup>+110°</sup> 31,34	32,89	29,75	31,27
100,24	99,98	100,26	100,15
Mineralni norm-sastav:			
Kvarc 2,41	3,87%	.	4,59
Opal (SiO <sub>2</sub> · 2/3 H <sub>2</sub> O) —	—	.	5,69
TiO <sub>2</sub> —	0,53	.	—
Kaolinit 5,19	—	.	—
Getit 3,73	2,75	.	2,52
Klorit —	1,53	.	0,06
Nordstrandit,			
Gibsit 86,11	90,02	.	87,26
Bemit 2,66	1,22	.	—
100,10	99,92	.	100,12

Količine (norm-količine) nordstrandita i gipsita kreću se oko 90% od cjelokupnih frakcija.

**Rendgendifraktometrijske analize**

Ovom metodom utvrđeno je da pored nordstrandita i gipsita ima malo ilita, getita, kvarca, hematita te vrlo malo bemitita.

Upoređujući računom dobiven normativni mineralni sastav sa rendgendifraktometrijski utvrđenim mineralnim sastavom vidi se razlika samo u normativnom kloritu, opalu i kaolinitu, prema ilitu, koji je dokazan rendgendifraktometrijski.

Rendgen analize

Podaci difrakcije X-zraka u II T. r. 4 i II a. T. r. 4

TABELA II — TABLEAU II

Nordstrandit			Sintetski Nordstrandit	Nordstrandit i gipsit					
II. T. r. 4		II. T. r. 4			II a. T. r. 4				
L. Marić i E. Tkalčec <sup>1)</sup>		Gy. Bardossy		J. C. Hathaway <sup>3)</sup> S. O. Schlanger		D. Papée, R. Tertian, 4) R. Bias		L. Marić i E. Tkalčec <sup>2)</sup>	
d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
4,78	(100)	4,782	(100)	4,789	(100)	4,790	(100)	4,85	(100)
								4,37	(40)
								4,31	(20)
4,315	(40)	4,318	(40)	4,322	(12)	4,310	(40)		
4,21	(50)	4,207	(40)	4,207	(10)	4,205	(40)		
4,15	(40)	4,162	(40)	4,156	(7)	4,153	(40)		
3,88	(30)	3,883	(30)	3,887	(4)	3,880	(30)		
3,60	(30)	3,597	(30)	3,600	(4)	3,600	(30)		
3,42	(20)	3,432	(20)	3,429	(4)	3,432	(20)	3,35	(60)
								3,31	(10)
								3,18	
3,01	(20)	3,021	(20)	3,022	(2)	3,022	(20)		
2,848	(20)	2,848	(20)	2,850	(2)	2,845	(20)		
2,479	(30)	2,479	(30)	2,480	(3)	2,478	(30)		
2,453	(20)	2,454	(20)	2,450	(1)	2,451	(20)		
2,392	(70)	2,392	(70)	2,392	(9)	2,390	(20)		
2,261	(70)	2,261	(70)	2,263	(1,5)	2,261	(70)		
2,015	(50)	2,015	(50)	2,016	(8)	2,013	(90)		
1,899	(50)	1,898	(50)	1,9008	(8)	1,898	(50)	1,801	(10)
1,781	(40)	1,799	(40)	1,7807	(5)	1,777	(40)	1,750	(10)
1,652	(20)	1,652	(20)	1,6518	(1)	1,647	(20)		
1,594	(20)	1,593	(20)	1,5948	(2)	1,591	(20)		
1,576		1,572	(20)	1,5722	(1)				
1,549	(10)	1,547	(20)	1,5495	(1)	1,547	(20)		
1,513	(30)	1,511	(30)	1,5134	(4)	1,510	(30)		
1,477	(20)	1,476	(30)	1,4773	(3)	1,475	(30)		

- 1) II. T. r. 4 + Kvarc; Cu K $\alpha$  Ni;  $\frac{1}{4}^\circ$ /mm $\times$ 10 (40 mm/h). } Institut za kemiju silikata.  
 2) II a. T. r. 4 . . . . . Cu K $\alpha$  Ni;  $\frac{1}{4}^\circ$ /mm $\times$ 10 (40 mm/h). } Zagreb, E. Tkalčec.  
 3) lit. 3;  
 4) lit. 4;

Kako se vidi iz tabele II naši rezultati za uzorak II T. r. 4 i rezultati Gy. Bardossya su potpuno jednaki.

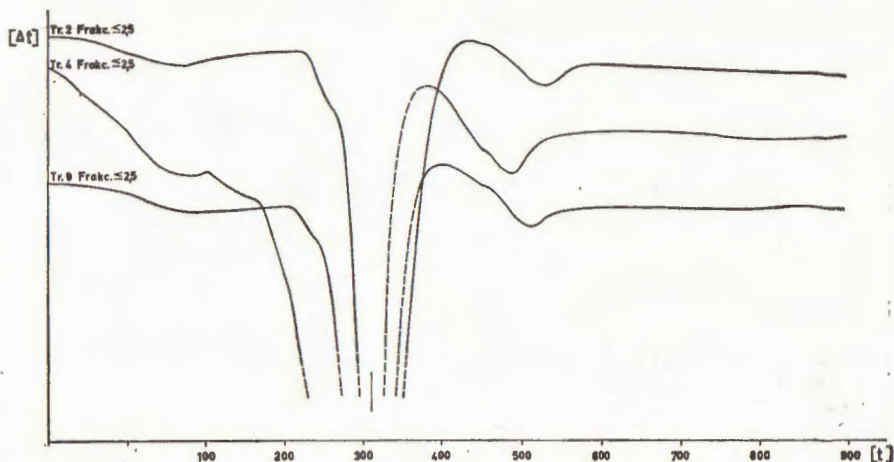
Ovi su rezultati jednaki i onima Hathawaya i Schlangera (1965) za nordstrandit Guama, kao i rezultatima Papéca, Ter-tiana i Biasa (1958) za sintetski nordstrandit.

U drugoj frakciji II a T. r. 4 smo dobili i karakteristične pikove gibsita (hidrargilita) pored nordstrandita.

Rendgendifraktogram nordstrandita, gibsita sam prikazao u radu: L. Marić, 1967, str. 542. sl. 3. 1967.

### Diferencijalno termijske analize

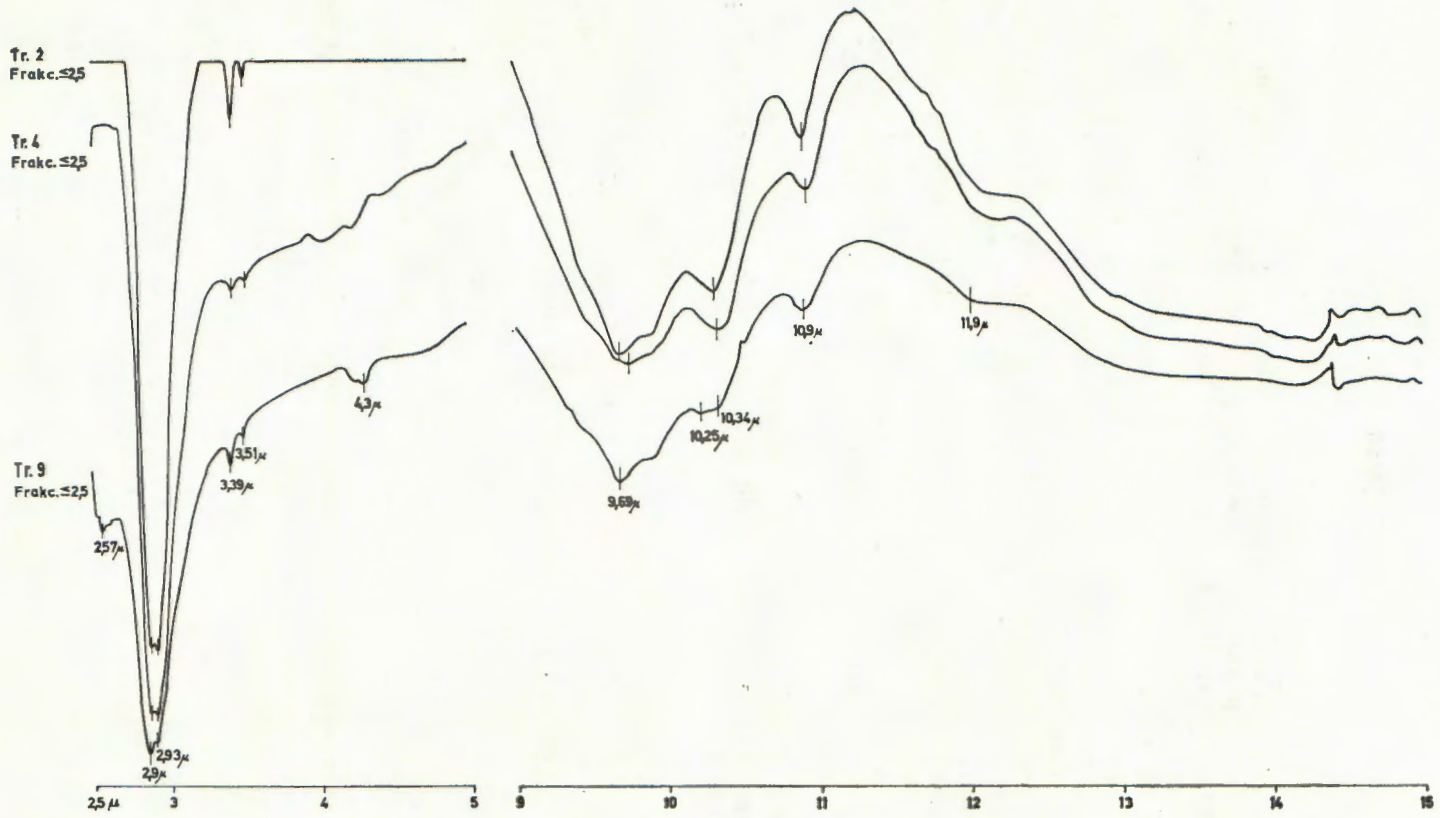
Diferencijalno termijskoj analizi podvrgnute su tri frakcije spec. tež.  $\leq 2,5$ , tj. frakcije nordstrandita i gibsita (hidrargilita), (sl. 1).



Sl. (Fig.) 1

Kako se vidi veliki endotermni efekti u području između  $310^\circ$  i  $340^\circ$  ukazuju na Al-trihidrate, gipsit i nordstrandit, koje se među tim još nije uspjelo razlikovati ovom metodom.

Oko  $500^\circ$  vidimo također manje karakteristične endotermne efekte, koje bi mogli shvatiti da pripadaju bemitu, konstatovanom rendgenmetodom, ali koji može da nastane i dehidroksilacijom gibsita.



Sl. (Fig.) 2

### Infracrveni spektri

Infracrveni spektri u području  $2,5 \mu$  —  $15 \mu$  (sl. 2.), a naročito dublet  $2,9 \mu$  i  $2,93 \mu$ , zatim  $9,69 \mu$  potvrđuju prisustvo nordstrandita, odnosno gibsita (hidrargilita), koji se međutim ne vide u originalnoj terra rossi. Infracrveni spektri potvrđuju rezultate dobivene metodom rendgendifraktometrije.

Elektronsko - mikroskopska snimka (tab. II u prilogu)

Potpuno tamni agregati imaju nepravilne oblike, pa je njihovo utvrđivanje neizvjesno.

Svjetliji poput listića individui, odnosno agregati listića, imaju mjestimično romboidalne oblike, a mjestimično jasnije pseudoheksagonalne konture.

Listići romboidalnog oblika su sigurno Al-trihidrat, nordstrandit, odnosno gibsit (hidrargilit).

Pseudoheksagonalni oblici su od Al-trihidrata, ali mogu biti i od ilita, koji se nalazi pored nordstrandita i gibsita u frakcijama  $\leq 2,5$  svih ispitivanih terra rossa.

### Mikroelementi

Spektralnom analizom dobili smo rezultate, koje prikazuje tabela III u ppm.

TABELA III — TABLEAU III

	T. r. 2	I T. r. 2	T. r. 4	II T. r. 4	T. r. 9	III T. r. 9	s/ppm
	(Struga, 1462 m)		(Vaganski vrh 1758 m)		(Malovan, 1708 m)		
Ga	17	26	10	8	12	18	1
Cr	90	65	42	28	52	80	1
V	200	100	110	42	72	95	5
Mo	18	3,2	11	3	2,5	3	1
Li	170	.	120	.	21	42	0,5
Ni	100	70	50	50	40	48	1
Co	20	10	15	6	12	17	1
Cu	32	15	16	13	18	20	1
Sc	9	10	9	15	12	25	10
Zr	450	175	500	100	310	190	10
Y	48	35	35	14	47	60	10
La	18	30	20	64	25	x	15
Sr	45	8	20	5	18	30	5
Pb	74	43	42	14	32	100	10
Ba	32	5	40	24	100	115	5
Rb	150	.	150	.	90	45	10
Mn	560	200	650	316	560	130	10

Spektralnoj analizi su podvrgnute originalne terra rosse i iz njih izdvojene frakcije spec. tež.  $\leq 2,5$ , tj. frakcije sa oko 90% nordstrandita i gipsita.

Upoređivanjem koncentracija mikroelemenata vidi se da se V, Zr, Sr, Pb, Ba i Mn razlikuju osjetljivije od koncentracija u originalnim terra rossama. Za sve ostale mikroelemente su razlike relativno manje.

Prema ovim podacima bi mogli zaključiti da se mikroelementi nalaze uglavnom u hidrolizatima Al i Fe, te u mineralima teških frakcija, koji se nalaze i kao uklopci u gipsitu i nordstranditu.

Za elemente Ga i La, te Sc izgleda da su u povećanim koncentracijama.

Ostaje nam da u daljnjem radu izolujemo i pojedine minerale teških frakcija za analizu na mikroelemente, tako kao što smo to uradili kad smo izolirali Al-hidrolizate, gipsit i nordstrandit, kao i glinovite frakcije  $< 0,001$ , od pomenutih terra rossa.

#### Geneza

Nordstrandit i gipsit pojavljuju se u obliku ooida sastavljenih od listićastih agregata kristalnih individua bijele do ružičasto crvene boje. Rjeđi su pojedini kristalni individui sa pukotinama kalavosti ili cjepljivosti, a još rjeđi sraslaci dvojci s manje ili više neravnim sraslačkim šavom.

Nema idiomorfno razvijenih kristala — svi su alotriomorfni (tab. I, sl. 2).

Hidrolizati Al, Fe, Si zaostajali su kao visoko disperzne (koloidne) faze, kao »netopivi ostatak« pri karstifikaciji jurskog vapnenca ili krečnjaka, i koncentrovani u terra rossi.

Ali, bilo je u terra rossi pored ovih visoko disperznih (koloidnih) faza i ioniziranog Al, Fe i Si.

Istovremeno koncentrovale su se u terra rossi i značajne količine također visoko disperznih čestica minerala glina, pa rezistentnih i teških minerala.

U takvom visokodisperznom sistemu dakle, kakav je terra rossa, sa relativno malim količinama vode — kao disperznog sredstva, počela je rekristalizacija visokodisperznih hidrolizata Al, Fe i Si, pod povoljnim fizikalnim uslovima i temperature i pritiska, kao i pod uvećanim pH.

Ali rekristalizacija se vršila u prostornim uslovima, koji su bili nepovoljni za nesmetano razvijanje idiomorfni kristala nordstrandita odnosno gipsita, kao i getita i kvarca.

To se vidi po tome, što su se svi pomenuti minerali, a u glavnom nordstrandit i gipsit kao najpretežniji, u ovoj frakciji razvili alotriomorfno, u obliku nepravilnih listića i sa dosta uklopaka tuđih minerala.

Nordstrandit i gibsit su alotriomorfni i poprimili su nepravilne oblike listića i agregata listića zbog malo slobodnog prostora, a dijelom i zbog uklopaka pri rekristalizaciji, koji su također smetali razvoju ovih minerala u njihovim kristalnim formarna.

U terra rossi je došlo međutim i do migracije dijela ioniziranog Al, Fe i Si. Kao njihov međureakcijski produkt se razvio i kaolinit (halozit), getit, neokvarc i bemit, koje nalazimo u crnim ooidima (bit će objavljeno u drugom radu), s povećanim koncentracijama Ni, Co, Y, La, Pb, Ba i Mn.

Rekristalizacija nordstrandita i gibsita se vršila dakle pod uslovima temperature i pritiska koji vladaju u samoj terra rossi, visoko disperznom sistemu, s vodom kao disperznim sredstvom, pri povećanom pH, oko 8,5.

Bemit je mogao nastati iz nordstrandita i gibsita i u skladu s navodima Kennedyja (1959). To je moguće i pri temperaturskim uslovima u samoj terra rossi, u humidnom klimatskom pojasu sa relativno jačom insolacijom, kako se ona manifestuje na Velebitu, kao i u cijelom karstnom području toga dijela jugozapadnih Dinarida.

S obzirom na genezu možemo dakle zaključiti, da se nordstrandit i gibsit razvijaju pri karstifikaciji karbonatnih stijena iz visoko disperznih (koloidnih) faza Al-hidrolizata rekristalizacijom, pri aktualnim uslovima temperature, pritiska i pH u terra rossi.

Nordstrandit, odnosno gibsit su prema tome rekristalizati, kao produkti recentne gibsitizacije (hidrargilitizacije) u terra rossi Velebita u Dinaridima.

Primljeno 22. 12. 1967.

Zavod za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju  
RGN fakulteta u Zagrebu.  
Pierottijeva 6/III.

#### LITERATURA

- Hathaway J. C. & Schlanger S. O. (1965): Nordstrandite ( $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) from Guam. *Amer. Mineralogist*, 50. Nos. 7, 8. Washington.
- Kennedy G. (1959): Phase Relations in the System  $Al_2O_3-H_2O$  at High Temperatures and Pressures. *Amer. J. Science*, 257. № 8. New Haven, Conn.
- Marić L. (1967): Karstifikacija i geokemijska migracija nekih makroelemenata i mikroelemenata u jz Dinaridima (Jugoslavija). III kongres Jugoslavenskog društva za proučavanje zemljišta. Zadar.
- Papée D. R., Tertian R., Bias R. (1958): Recherches sur la constitution des gels et des hydrates cristallisés d'alumine. *Bull. Soc. Chim. France. Paris*.
- Tertian R. (1966): Etude d'un échantillon de Bauxite blanche recueilli à Vonji Do (Monténégro). *Travaux du Comité International pour l'étude des bauxites, oxydes et hydroxides d'aluminium. № 3 — 1966. Zagreb. Edité par l'Académie Yougoslave des Sciences et des Arts.*



L. MARIĆ

NORDSTRANDITE ET GIBBSITE (HYDRARGILLITE) DANS  
LA TERRA ROSSA DU KARST DES DINARIDES

Au troisième Congrès de la Société Yougoslave des Sciences du sol (Third Congress of Yugoslav society of soil Science), Zadar, 29. V. — 7. VI. 1967. (Marić, 1967), j'ai présenté les premières données sur la nordstrandite qui, à côté de la gibbsite, se trouve dans la terra rossa sur les plus hauts sommets du Velebit, dans la région sud-ouest des Dinarides (Croatie), dans le calcaire jurassique karstifié.

J'ai mentionné à cette occasion que la »gibbsite — nordstrandite« a été trouvée auparavant par R. Tertian (1966), dans le Sud des Dinarides (Monténégro), mais dans la »Bauxite blanche« de la région bauxitique de Vonji Do près de Nikšić.

En continuant les recherches de nordstrandite et de gibbsite dans la terra rossa du Velebit, j'ai envoyé deux échantillons de terra rossa (T. r. 2 et T. r. 4) à Gy. Bardossy à Budapest pour les analyses minéralogiques quantitatives (mod — analyses) et deux essais de fraction de poids spécifique  $\leq 2,5$ , de ces terra rossa, pour une analyse roentgenodiffractométrique, en vue de comparer et de confirmer mes données. Comme nous verrons plus tard, les données roentgenodiffractométriques concordent parfaitement. A. M. Gy. Bardossy j'exprime aussi ici mes remerciements collégiaux.

Apparition de nordstrandite, gibbsite.

Les fractions de terra rossa de poids spécifique  $\leq 2,5$ , bien lavées à l'eau distillée, après la séparation dans la solution Thoulet, sont composées d'ooides et agrégats de feuillets plus ou moins irréguliers (Pl. I, fig. 1.).

Ooides et agrégats blancs et un peu rosâtre-rouges s'émettent facilement en amas de feuillets.

Au microscope polarisant, en lame mince, on aperçoit rarement des feuillets individuels clivés par {001}, encore plus rarement des macles à suture irrégulière. Leurs contours sont tout à fait irréguliers. Ils contiennent assez d'inclusions poudreuses (Fig. 2 du texte yougoslave).

Dans mon étude précédente (Marić, 1967), j'ai présenté des données sur les indices de réfraction et de la biréfringence de nordstrandite et de gibbsite, comme suit: »Les indices de la réfraction sont de 1,54 (pour Nm, Np) et de 1,565 ( $\pm 0,005$ ) pour Ng. Il y a des feuillets où Ng = 1,585 — 1,590 et Nm (Np) = 1,565 — 1,570. Chez tous,  $n < 1,600$ . La biréfringence est  $\sim 0,02$ «.

Il a été possible, plus tard, de mesurer l'angle des axes optiques:  $2V = +10^\circ$  et  $+40^\circ$ . Il est évident que les feuillets dont l'indice de réfraction est plus élevé appartiennent à la nordstrandite, et ceux dont l'indice de réfraction est plus petite, à la gibbsite (hydrargillite).

Analyses chimiques

Quatre échantillons isolés de la fraction de poids spécifique  $\leq 2,5$  de terra rossa № 2, № 4 et No № 9, recueilli sur une distance 0 — 4 — 10 km, et sur les plus hauts sommets de la montagne Velebit, ont été soumis aux analyses chimiques quantitatives (voir les résultats sur le tableau I du texte yougoslave).

Actuellement, sur la base de ces données nous avons calculé seulement la composition minéralogique virtuelle.

Les norm-quantités de nordstrandite et de gibbsite s'élève jusqu'à 90%.

Données roentgenodiffractométriques

Il a été constaté qu'à côté de la nordstrandite et de la gibbsite, il y a un peu d'illite, de goëthite, de quartz et d'hématite, et très peu de boëhmite. Cela permet de

constater les différences entre les compositions minéralogiques réelles et virtuelles des fractions de poids spécifiques de  $\leq 2,5$ .

Le tableau II (voir le texte yougoslave) montre que nos résultats pour l'échantillon II T.r.4 et les résultats de Gy. Bardossy sont identiques. Ces résultats correspondent également aux résultats de Hathaway et Schlanger (1965) pour la nordstrandite de Guam et aux résultats de Papée, Tertian et Bias pour la nordstrandite synthétique.

Dans la deuxième fraction II a T.r.4, à côté de la nordstrandite, nous avons obtenu également les lignes caractéristiques de la gibbsite.

Le roentgenodiffractogramme de la nordstrandite et de la gibbsite (II T.r.4, Vaganski vrh 1758 m) est présenté dans mon travail: Marić, 1967, p.542, fig. 3, 1967.

#### Analyse thermique différentielle

Trois fractions de poids spécifique  $\leq 2,5$ , c'est-à-dire des fractions de nordstrandite et de gibbsite, ont été soumises aux analyses thermiques différentielles présentées sur la fig. 1 du texte yougoslave.

Il est évident que les grands phénomènes endothermiques vers  $310^\circ$  et  $340^\circ$  indiquent Al-trihydrates, nordstrandite ou gibbsite, qu'on n'a pas encore réussi à différencier par cette méthode.

À environ  $500^\circ$ , nous constatons également des phénomènes endothermiques caractéristiques qui pourraient être attribués à la boehmite trouvée par la méthode roentgenodiffractionométrique. Ce minéral peut être également créé par la déshydroxylation de la gibbsite.

#### Spectres infrarouges

L'étude à l'aide de l'infrarouge ( $2,5 \mu - 15 \mu$  (fig. 2 du texte yougoslave), tout particulièrement le doublet  $2,9 \mu$  et  $2,93 \mu$ , puis  $9,69 \mu$ , confirme la présence de gibbsite ou nordstrandite, qu'on ne voit pas dans les terra rossa originales. Cette étude confirme aussi les résultats obtenus par la méthode de roentgenodiffractionométrie.

#### Microscopie électronique

Photo du microscope électronique (Pl. II) montre des agrégats tout à fait sombres, qui ont des formes irrégulières si bien que leur détermination reste incertaine.

Les feuillettes individuels les plus clairs et les agrégats des feuillettes ont des contours rhomboïdales à certains endroits, et à d'autres, des contours pseudo-hexagonaux.

Les feuillettes rhomboïdales peuvent appartenir à Al-trihydrate. Les formes pseudo-hexagonales indiquent Al-trihydrate, mais aussi l'illite.

#### Micro-éléments

Par cette analyse, nous avons obtenu les résultats figurant sur le tableau III, en ppm. (voir le texte yougoslave), aussi pour les terra rossa originales comme pour les fractions de poids spécifique  $\leq 2,5$ , pour nordstrandite et gibbsite.

En comparant les concentrations des micro-éléments, on peut constater que V, Zr, Sr, Pb, Ba et Mn diffèrent sensiblement des concentrations des terra rossa originales. En ce qui concerne les autres micro-éléments, les différences sont relativement moindres.

D'après ces données, on peut supposer que les micro-éléments se trouvent en général dans les hydrolisates d'alumine et de fer, et dans les minéraux lourdes, qu'on trouve comme inclusions dans la nordstrandite et la gibbsite.

Pour les éléments Ga, La, Sc, il semble que leurs concentrations soient plus élevées.

Il nous reste, dans nos travaux futurs, à isoler également des minéraux de fractions lourdes et à les soumettre à l'analyse spectrale comme la nordstrandite et la gibbsite, ainsi que les fractions argileuses  $< 0,001$  des terra rossa mentionnées.

### Génèse

La nordstrandite et la gibbsite apparaissent sous forme d'ooïdes et agrégats, puis de cristaux en forme de feuillets de couleur blanche et rosâtre-rouge.

Il n'y a pas de cristaux de la nordstrandite ou de la gibbsite idiomorphes — tous sont allotriomorphes (Pl. I, fig. 2.)

Les hydrolisates d'alumine, de fer et de la silice sont restés comme phases hautement dispersés, comme «reste insoluble» après la dissolution du calcaire jurassique par les agents atmosphériques. Mais dans la terra rossa, à côté de ces phases hautement dispersées, il y avait aussi de l'alumine, de fer et de la silice en état ionisé.

En même temps, des quantités considérables de minéraux argileux et des minéraux lourds se sont concentrées comme les constituants minéralogiques de la terra rossa.

Donc, dans ce système hautement dispersé, avec des quantités d'eau relativement faibles, la recristallisation des hydrolisates d'alumine, de fer et de silice a commencé dans des conditions favorables de température, de pression et pH.

Mais cette recristallisation s'est effectuée dans des conditions d'espace défavorables. Cela est évident, car la nordstrandite et la gibbsite ont pris les formes de feuillets et d'agrégats irréguliers, en englobant pendant la recristallisation une quantité de minéraux étrangers, qui, de leur côté, ont aussi gêné le développement idiomorphe de la nordstrandite, et de la gibbsite.

Une partie d'alumine, de fer et de silice en état ionisé, a effectué la migration dans la terra rossa et ainsi s'est formée la kaolinite (haloysite), goethite, quartz, sous forme d'ooïdes noirs avec des concentrations plus élevées de micro-éléments, Ni, Co, Y, La, Pb, Ba et Mn (vient de paraître dans la publication suivante).

La boehmite a pu se développer de la nordstrandite ou la gibbsite et en accord avec les remarques de Kennedy (1959). Cela est possible sous les conditions de température de la terra rossa dans des régions à climat humide et sous une insolation relativement plus élevée, comme cela se manifeste sur le Velebit et dans cette partie des Dinarides.

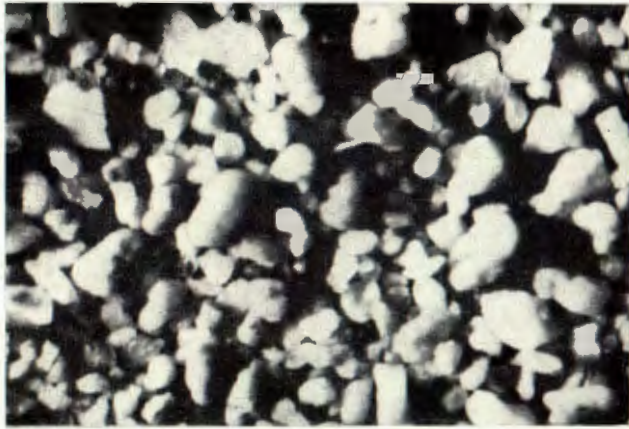
Etant donné la genèse, nous pouvons conclure que la nordstrandite et la gibbsite se développent par recristallisation des phases hautement dispersées (colloïdales) des hydrolisates et sous des conditions de température actuelle, de pression et de pH 8,5 dans la terra rossa.

Reçu le 22. Decembre 1967.

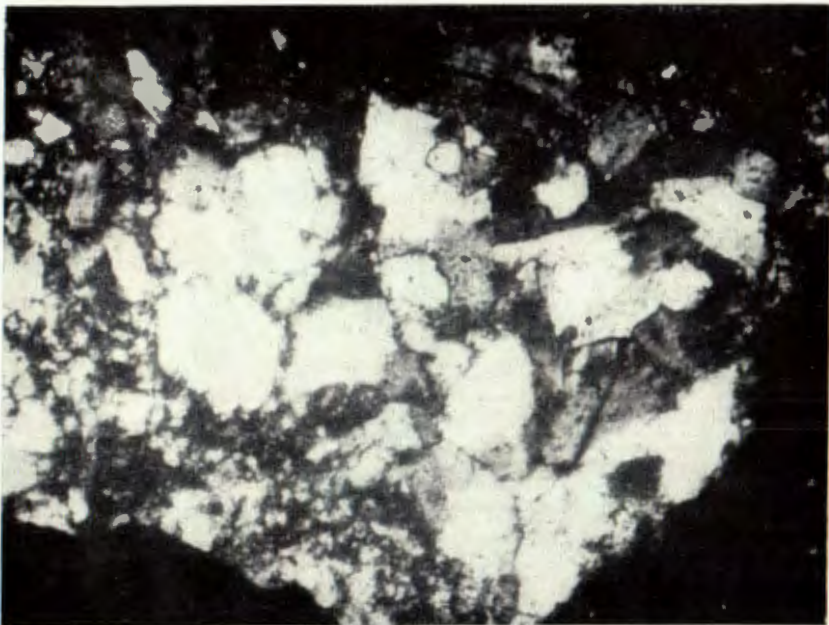
*Institut de minéralogie, pétrologie et géologie économique  
de la Faculté des mines, de géologie et du pétrole,  
Zagreb, Pierottijeva 6/III.*

TABLA — PLANCHE I

1. Ooidi i agregati gibsita i nordstrandita, bezbojnih i slabo ružičasto-crvene boje.  
Iz T. r. 4; pov. 31 ×.  
Ooides et agrégats de nordstrandite et gibbsite de couleur blanche et rosâtre-rouge.  
De terra rossa 4. × 31.
2. Nordstrandit, gibsit. N +. Pov. 376 ×.  
Nordstrandite, gibbsite. N +. × 376.



1



2

TABLA — PLANCHE II

Elektronska mikroskopija. Crne agregate nepravilnih oblika nije moguće identifikovati. Prozirni listići romboidalnog i pseudoheksagonalnog oblika, hidrargilit, nordstrandit, moguće i illit(?). Pov. 59.500 ×.

Microscopie électronique. Les agrégats noirs aux formes irrégulières sont impossibles à identifier. Les feuillets transparents de forme rhomboïdale et pseudohexagonals, hydrargillite, nordstrandite, peut-être illite(?). × 59.500.

(Poljoprivredni fakultet, prof. Dj. Jelenić i doc. S. Aleksandrović,

