

# Détermination quantitative des composés minéraux de la bauxite

par application de l'analyse thermique différentielle  
et de solvant organique

H. IVEKOVIĆ et A. JANEKOVIĆ

*Through elimination of certain constituents from bauxite one obtains a residue whose DTA-gramm allows of quantitative determination of constituents remaining in it, and in an indirect way of all other constituents of bauxite. Thus, through passing of hematite and goethite into the liquid phase under the influence of acetylacetone, one obtains a residue in which it is possible to determine hydrargillite, whose peak in bauxite was covered by goethite. From the difference between the size of the common peak in bauxite and the peak of hydrargillite in the residue one determines goethite, and from the difference between the percentage of total  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in bauxite and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in goethite one obtains the percentage of hematite. Through repeated action of acetylacetone on the residue, along with the catalytically effective addition of  $\text{HCl}$  and  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , hydrargillite and boehmite are removed from the residue. In this residue comes into evidence the peak of kaolinite, which was covered by hydrargillite, and which makes quantitative determination of kaolinite possible. By subtracting the sum total of percentage of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in kaolinite and hydrargillite from total  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in bauxite, one obtains the percentage of boehmite. In this latter residue it is possible to determine also anatase and rutile by means of X-ray diffraction.*

On peut, dans les échantillons de bauxite, par application de l'analyse thermique différentielle, déterminer de manière quantitative, les seuls constituants se trouvant en assez grande concentration dans la bauxite, donnant d'assez grands sommets dont les surfaces ne seront pas dans le même temps superposées aux sommets des autres constituants.

De ce fait, beaucoup d'auteurs ont appliqué les méthodes d'extraction ou de métamorphose chimique des constituants particuliers de la bauxite dans le but de rendre possible la détermination quantitative de tout autre constituant. On procédait toujours à la détermination quantitative de deux ou trois constituants. C'est ainsi, par exemple, que M. M. Taboadelle [1], W. Lodding [2] et L. Hammel ont séparé le goethite et gibbsite, S. Speil, L. H. Berkelhammer, J. A. Pask et B. Davis [3] ainsi que O. F. Kerr et J. L. Kulp [4] la kaolinite et quartz, S. B. Hendricks, S. S. Goldich et R. A. Nelson [5] la kaolinite et diaspoire, F. H. Norton [6] et S. Speil avec ses collaborateurs [3] la kaolinite et diaspoire.

## 1. LA MÉTHODE

Nous avons écarté de la bauxite les différents constituants par l'action de l'acétyl-acétone et ce, en degrés progressifs, dans des conditions d'extraction de plus en plus fortes.

Durant ce procédé nous avons pris 10-20 grammes de bauxite pilé en grains de  $d_{\max} \leq 80 \mu\text{m}$  et séché à  $106 \pm 2^\circ\text{C}$ . L'extraction est faite avec 150 ml d'acétylacétone (99%) dans un thermostat construit de manière particulière, possédant des autoclaves rotatifs de verre de 200 ml, à la température de 120-150 °C et dans une durée de 3 à 6 heures, suivant les caractéristiques physiques de la bauxite et de la substance que l'on veut extraire.

L'extraction faite, le contenu de l'autoclave est filtré à travers un filtre de papier, posé sur le fond horizontal, perforé d'un entonnoir de verre. Ce qui reste sur le filtre est rincé avec 200 ml d'acétylacétone chaud et enfin avec 50 ml de chloroforme chaud. Le filtre avec le résidu est séché à 106 °C et pesé. Quand on déduit le poids du filtre, aussi séché à 106 °C, on obtient le poids de résidu.

Dans un premier degré on procède à l'extraction en ajoutant de petites quantités, agissantes comme catalyseur, de HCl (0.2 ml conc. HCl à 150 ml d'acétylacétone, à 120 °C, dans un temps de 3-4 h) en suite de quoi, de manière presque quantitative, l'hématite, goethite et gibbsite passent à la phase liquide. Dans le cas où toute la gibbsite n'est pas éliminée par une telle extraction, il faut répéter l'opération avec le résidu de la première extraction.

L'élimination de la boehmite du résidu obtenu, se fait dans des conditions plus dures, à une température d'à peu près 150 °C en ajoutant 0.2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1:1 et 0.2 ml HCl conc.

Afin de procéder à la détermination du pourcentage des différents constituants de la bauxite, il est nécessaire d'exécuter les opérations préalables habituelles dans l'application quantitative de l'analyse thermique différentielle: procéder à l'analyse chimique, faire les diagrammes d'ATD et déterminer les grandeurs des surfaces des sommets des minéraux purs et de leurs mélanges avec les substances servant de charge inerte, enfin faire les diagrammes de jauge: on reporte sur l'axe des abscisses les relations entre des surfaces des sommets des diagrammes d'ATD des mélanges et des surfaces des diagrammes d'ATD de substance pure, sur l'axe des ordonnées on reporte les pourcentages de la substance en question dans un mélange correspondant. A titre d'exemple, nous rapportons les données sur la gibbsite (tableau I) et sur la kaolinite (tableau II).

## 2. EXEMPLES D'APPLICATION

Dans l'application de notre méthode, nous avons différencié les bauxites dans lesquelles

- a) le pourcentage de gibbsite est beaucoup plus élevé que le pourcentage de boehmite, et
- b) le pourcentage de boehmite est beaucoup plus élevé que le pourcentage de gibbsite.

Ad a) Dans le premier cas, le procédé de l'analyse se déroule suivant l'ordre: le pourcentage de gibbsite (% gi) peut être déterminé d'après le diagramme d'ATD de la bauxite (b) en appliquant le principal sommet endothermique à 275-330 °C.

La détermination de la boehmite se fait à l'aide du sommet qui laisse un résidu après la première extraction de la bauxite — ou après la deuxième extraction dans les certains cas — (en ajoutant 0.2 ml HCl conc., 3-4 h, 120 °C), durant quoi les oxydes et oxyde-hydrates de fer et la gibbsite comme Fe- et Al-acétylacétonates passent à la phase liquide. Le résidu obtenu sera mentionné plus loin, dans le texte, par le signe I, qu'il s'agisse du résidu obtenu après la première ou du résidu obtenu après la deuxième extraction, cependant que le résidu obtenu par l'extraction du résidu I sera mentionné par le signe II.

Le résidu I asséché montre régulièrement un sommet assez accentué, à 450-600 °C, composé du sommet de la boehmite et du sommet de la kaolinite (v. Figure III,  $B_3$  et  $C_3$ ).

Pour déterminer le pourcentage de la boehmite, il faut mesurer de façon planimétrique, la surface de ce sommet commun dans le diagramme d'ATD du résidu I (dans la Figure III cette surface est pigmentée) et en déduire la surface  $ka_I$  appartenant à la kaolinite. Cette surface  $ka_I$  se détermine à l'aide du sommet, à environ 600 °C, lequel est obtenu d'après

TABLEAU I

*Mélanges pour le calibrage lors de la détermination de la gibbsite à l'aide de l'ATD*

| Composition du mélange |       |       | Quantité<br>du mélange<br>g | Relation entre la surface<br>du principal sommet endotherme<br>de la gibbsite en diagramme d'ATD<br>du mélange et de la gibbsite pure |
|------------------------|-------|-------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gibbs.                 | kaol. | anat. |                             |                                                                                                                                       |
| 100                    | 0     | 0     | 0,670                       | $4\ 460/4\ 460 = 1$                                                                                                                   |
| 88                     | 8     | 4     | 0,564                       | $4\ 040/4\ 460 = 0,906$                                                                                                               |
| 68                     | 28    | 4     | 0,387                       | $1\ 713/4\ 460 = 0,384$                                                                                                               |
| 48                     | 48    | 4     | 0,362                       | $1\ 075/4\ 460 = 0,241$                                                                                                               |
| 16                     | 76    | 8     | 0,352                       | $530/4\ 460 = 0,119$                                                                                                                  |
| 16                     | 68    | 16    | 0,429                       | $504/4\ 460 = 0,113$                                                                                                                  |
| 16                     | 52    | 32    | 0,488                       | $500/4\ 460 = 0,112$                                                                                                                  |
| 8                      | 84    | 8     | 0,450                       | $208/4\ 460 = 0,047$                                                                                                                  |
| 8                      | 60    | 32    | 0,461                       | $202/4\ 460 = 0,045$                                                                                                                  |

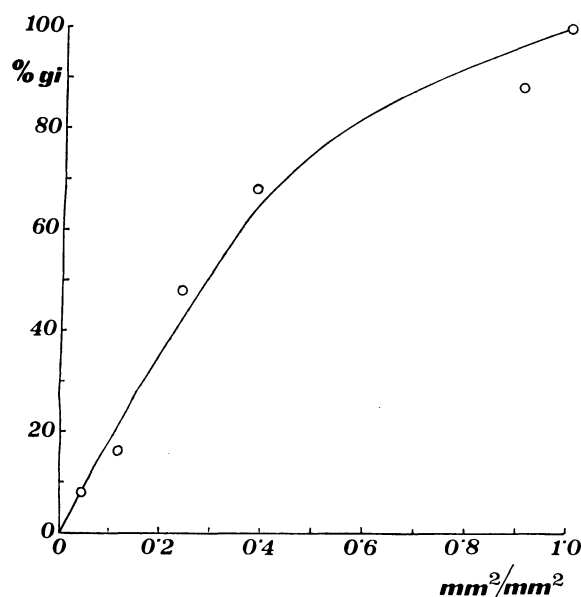


Fig. 1

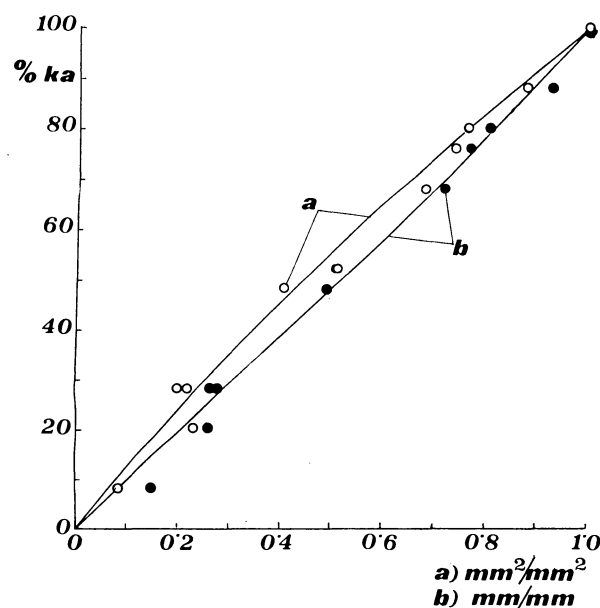


Fig. 2

TABLEAU II

*Mélanges pour le calibrage lors de la détermination de la kaolinite à l'aide de l'ATD*

| Composition du mélange |          |       | Quantité<br>du mélange<br>g | Relation entre la surface<br>du principal sommet endotherme<br>de la kaolinite en diagramme d'ATD<br>du mélange et de la kaolinite pure |
|------------------------|----------|-------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| kaol.                  | % gibbs. | anat. |                             |                                                                                                                                         |
| 100                    | 0        | 0     | 0,235                       | $2\ 130/2\ 130 = 1$                                                                                                                     |
| 88                     | 8        | 4     | 0,384                       | $1\ 868/2\ 130 = 0,877$                                                                                                                 |
| 80                     | 16       | 4     | 0,314                       | $1\ 625/2\ 130 = 0,763$                                                                                                                 |
| 76                     | 16       | 8     | 0,352                       | $1\ 572/2\ 130 = 0,738$                                                                                                                 |
| 68                     | 16       | 16    | 0,429                       | $1\ 447/2\ 130 = 0,679$                                                                                                                 |
| 52                     | 16       | 32    | 0,488                       | $1\ 086/2\ 130 = 0,510$                                                                                                                 |
| 48                     | 48       | 4     | 0,362                       | $866/2\ 130 = 0,407$                                                                                                                    |
| 28                     | 68       | 4     | 0,387                       | $433/2\ 130 = 0,203$                                                                                                                    |
| 28                     | 8        | 64    | 0,440                       | $473/2\ 130 = 0,222$                                                                                                                    |
| 20                     | 16       | 64    | 0,495                       | $494/2\ 130 = 0,232$                                                                                                                    |
| 8                      | 88       | 4     | 0,564                       | $185/2\ 130 = 0,087$                                                                                                                    |

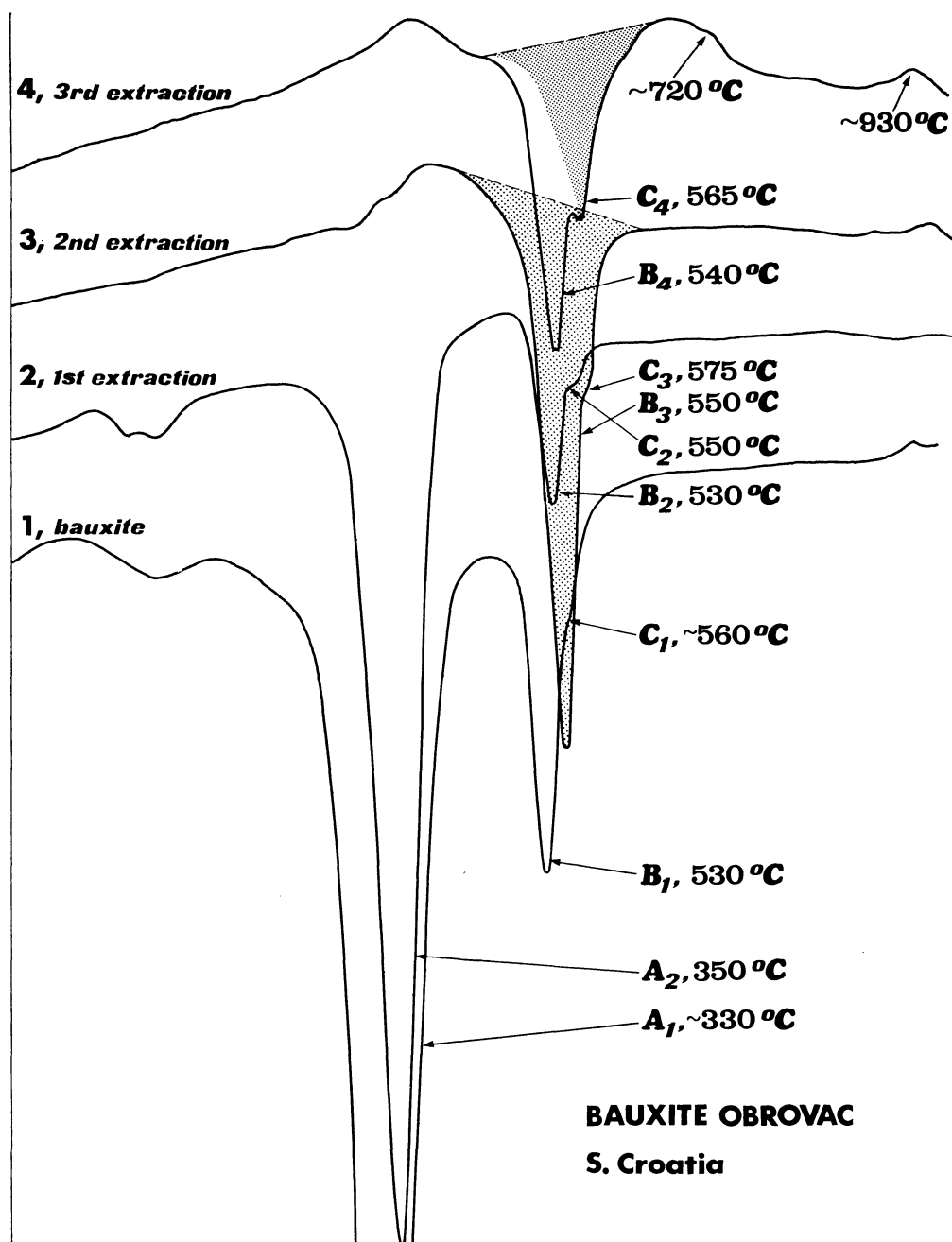


Fig. 3

*Bauxite rouge (Obrovac, Dalmatie)*

| <i>Analyse chimique</i>        | <i>%</i> | <i>Analyse minérale</i> | <i>%</i> |
|--------------------------------|----------|-------------------------|----------|
| Perte par calcination          | 24,50    | Goethite                | 16,40    |
| SiO <sub>2</sub>               | 2,38     | Hématite                | 6,80     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 48,45    | Gibbsite                | 59,00    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 21,55    | Boehmite                | 9,30     |
| TiO <sub>2</sub>               | 3,36     | Kaolinite               | 5,10     |
| Total                          | 100,24   | Anatase                 | 2,70     |
|                                |          | Rutile                  | 0,70     |
|                                |          | Total                   | 100,00   |

le diagramme d'ATD du résidu II apparu après extraction très forte du résidu I (addition de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1:1, 140-150 °C, 5 h). La surface du sommet de la kaolinite à 600 °C, obtenu d'après le diagramme d'ATD du résidu II (Figure III,  $C_4$ ), multiplié par le rapport de pourcentage  $\text{SiO}_2$  dans le résidu I et résidu II, donne l'étendue de la surface qu'elle faut déduire de la surface commune du même sommet dans le diagramme d'ATD du résidu I. Par conséquent, la surface du sommet de la boehmite dans le résidu I sera de

$$bo_I = (bo + ka)_I - ka_{II} \cdot (\%SiO_2)_I / (\%SiO_2)_{II}$$

A partir de l'étendue de la surface  $bo_I$  on détermine le pourcentage de la boehmite dans le résidu I ( $\%bo_I$ ) à l'aide de la courbe de jauge pour la boehmite (analogiquement à la description concernant la gibbsite). Le pourcentage de la boehmite dans la bauxite ( $\%bo_b$ ) est finalement obtenu en multipliant les étendues  $\%bo_I$  par le rapport du pourcentage  $\text{SiO}_2$  dans la bauxite et résidu :

$$\%bo_b = \%bo_I \cdot (\%SiO_2)_b / (\%SiO_2)_I$$

Dans le cas où le sommet de la boehmite dans le résidu I, après extraction n'est pas assez accentué pour pouvoir être significativement planimétré, de même que s'il n'est pas accentué après extraction de ce seul résidu, il ne reste plus qu'à avoir recours à la détermination indirecte de la boehmite par voie de calcul. Dans cette perspective, il faut déduire du  $\text{Al}_2\text{O}_3$  total, exprimé en pourcentage dans la bauxite, la somme des pourcentages  $\text{Al}_2\text{O}_3$  qui appartiennent à la gibbsite et kaolinite dans la bauxite. La différence obtenue multipliée par le facteur  $M \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} / M \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.1767$  donne le pourcentage de boehmite dans la bauxite :

$$\%bo_b = [(\%Al_2O_3)_b - (\%Al_2O_3) \cdot (gi + ka)_b] \cdot 1.1767$$

Pour la détermination du pourcentage de kaolinite dans la bauxite ( $\%ka_b$ ), on détermine d'abord l'étendue de la surface du sommet de la kaolinite à environ 600 °C dans le résidu II par extraction forte de la bauxite ou du résidu I (v. Figure 3, surface plus sombre). D'après la courbe de jauge pour la kaolinite (v. Figure 1) on détermine ensuite le pourcentage de kaolinite dans le résidu II ( $\%ka_{II}$ ) et à l'aide de cela on calcule le pourcentage de la kaolinite dans la bauxite ( $\%ka_b$ ) en multipliant cette valeur avec la relation  $(\%SiO_2)_b / (SiO_2)_{II}$  :

$$\%ka_b = ka_{II} \cdot (\%SiO_2)_b / (\%SiO_2)_{II}$$

Comme illustration de la détermination quantitative de la composition minérale de la bauxite contenant beaucoup de gibbsite, nous donnons l'exemple d'une bauxite rouge (Obrovac, Dalmatie) qui contient un assez grand pourcentage de goethite.

La surface du sommet commun de la gibbsite et goethite dans le diagramme d'ATD de bauxite non-traité était de 1800 mm<sup>2</sup>. Après traitement avec 5% NaOH le sommet dans le diagramme d'ATD du résidu était de 240 mm<sup>2</sup> (après recalcul en bauxite) ce qui veut dire que la gibbsite compte 1560 mm<sup>2</sup>. La surface du sommet concerné dans le diagramme d'ATD de gibbsite pur était de 4460 mm<sup>2</sup>. Par conséquent la relation de ces deux surfaces est de  $1560:4460 = 0.349 \text{ mm}^2/\text{mm}^2$ . D'après la courbe de jauge pour la gibbsite (Figure 1) on peut lire qu'à cette valeur correspond 59,0% de gibbsite dans la bauxite.

Dans le diagramme d'ATD du résidu II, après la troisième extraction et addition de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0.2 ml à 150 ml acétylacétone v. Figure 3 diagramme 4) on a mesuré le sommet de la kaolinite qui était de 392 mm<sup>2</sup>. Si nous divisons cette valeur par la surface du sommet concerné dans le diagramme de kaolinite pur, nous obtenons:  $392:2130 = 0.184 \text{ mm}^2/\text{mm}^2$ . D'après la courbe de jauge de la kaolinite (v. tableau II, courbe a), on peut lire que cette valeur correspond au pourcentage de kaolinite de 21.5% dans le résidu III. Ce pourcentage multiplié par la relation  $\%SiO_2$  dans la bauxite et  $\%SiO_2$  dans le résidu III donne le pourcentage de kaolinite dans la bauxite:  $21.5 \cdot 2.38/10.01 = 5.1\%$ .

Dans ce cas nous n'avons pas déterminé le pourcentage de la boehmite selon le sommet (Figure 3, diagramme 3, surface pigmentée plus clairement), mais par calcul d'après la différence entre le pourcentage du  $\text{Al}_2\text{O}_3$  total et la somme du  $\text{Al}_2\text{O}_3$  qui correspond à la gibbsite et kaolinite dans la bauxite:

$$\begin{aligned} & 48.45 - 59.0 \cdot M \text{Al}_2\text{O}_3 / M \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O} - \\ & - 0.51 \cdot M \text{Al}_2\text{O}_3 / M \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} = \\ & 48.45 - 59.0 \cdot 0.6535 - 5.1 \cdot 0.3949 = 7.88 \% \text{Al}_2\text{O}_3 \end{aligned}$$

appartenant à la boehmite. Donc le pourcentage de la boehmite dans la bauxite se monte à

$$\%bo_b = 7.88 \cdot M \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} / M \text{Al}_2\text{O}_3 = 7.88 \cdot 1.1767 = 9.3\%.$$

Le pourcentage de goethite est déterminé à l'aide de son sommet endothermal à 300-400 °C dans le résidu après traitement avec NaOH. La surface de ce sommet, recalculée en bauxite était de 240 mm<sup>2</sup>, et selon la courbe de jauge de goethite pure on détermine son pourcentage dans la bauxite qui était de 16.4%.

La différence entre le  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  total dans la bauxite (21.55%) et le  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  qui appartient à la goethite ( $16.4 \cdot 0.8986 = 14.74$ ) on peut calculer le pourcentage d'hématite dans la bauxite qui est de  $21.55 - 14.74 = 6.81\%$ .

La table suivante montre les résultats de l'analyse chimique et minérale.

Ad b) En cas de bauxites expressément boehmite qui renferment en quantité négligeable le gibbsite (moins de 5%), on procède à l'extraction dans des conditions modérées (0.2 ml HCl conc., 120 °C, 3-4 h).

Le pourcentage de boehmite et kaolinite est déterminé comme en a), par utilisation d'un sommet commun à 450-600 °C dans le résidu I et d'un sommet de kaolinite obtenu dans le résidu II après extraction énergétique du résidu I.

Lorsque la somme du pourcentage  $\text{Al}_2\text{O}_3$  correspondant au kaolinite et du pourcentage  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dans la boehmite est déduite du pourcentage total de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dans la bauxite, on obtient  $\% \text{Al}_2\text{O}_3$  qui correspond à la gibbsite. En multipliant celui-ci par le facteur  $M \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O} / M \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.5301$  on obtient le pourcentage de gibbsite dans la bauxite:

$$\%gi_b = (\% \text{Al}_2\text{O}_3)_b - (\% \text{Al}_2\text{O}_3) \cdot (ka + bo)_b \cdot 1.5301.$$

Dans la Figure 4 nous montrons, à titre d'exemple, le diagramme d'ATD d'une bauxite rouge (Kržljak, Istria) et le diagramme d'ATD du résidu après extraction énergétique. Dans le diagramme d'ATD de la bauxite on peut voir un sommet commun endotherme de la gibbsite et de la goethite à 305 °C (surface pigmentée), le sommet commun endotherme de la boehmite et de la kaolinite à 570 °C ainsi que le sommet exotherme de la kaolinite à 960 °C. Ce dernier sommet n'est pas sûr quant à la détermination [8].

La Figure 5 montre le diagramme d'ATD d'une bauxite blanche (Cetinje, Monténégro) et les diagrammes des résidus après extraction I et II de la même bauxite. Dans le diagramme de la bauxite on voit le sommet faiblement distinct de la gibbsite à 300 °C (surface pigmentée), le sommet commun endotherme de la boehmite et kaolinite à 570 °C et enfin le sommet exotherme de la kaolinite à 962 °C.

Dans le diagramme du résidu I (extraction exécutée à 150 °C) on peut voir, visiblement diminué le sommet endothermique de la boehmite à 560 °C, cependant qu'est apparu le sommet de la kaolinite à 585 °C. Dans le diagramme du résidu II le sommet de la boehmite est toujours présent à 560 °C, et le sommet de la kaolinite (ici à 580 °C, surface pigmentée) est nettement visible.

L'analyse chimique et minérale des deux bauxites mentionnées a donné les résultats suivants:

*Bauxite*

| <i>Composition chimique</i>    |                |                | <i>Composition minérale</i> |                |                |
|--------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|
|                                | <i>Krležak</i> | <i>Cetinje</i> |                             | <i>Krležak</i> | <i>Cetinje</i> |
|                                | %              | %              |                             | %              | %              |
| Perte par calcination          | 12,74          | 15,24          | Goethite                    | 8,00           | 0,00           |
| SiO <sub>2</sub>               | 4,39           | 12,57          | Hématite                    | 14,50          | 1,50           |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 57,47          | 66,99          | Boehmite                    | 60,00          | 61,30          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 21,60          | 1,49           | Gibbsite                    | 3,20           | 6,50           |
| TiO <sub>2</sub>               | 3,93           | 4,08           | Kaolinite                   | 9,40           | 27,00          |
| Total                          | 100,13         | 100,37         | Anatase                     | 3,30           | 3,20           |
|                                |                |                | Rutile                      | 0,6            | 0,90           |
|                                |                |                | Total                       | 100,00         | 100,40         |

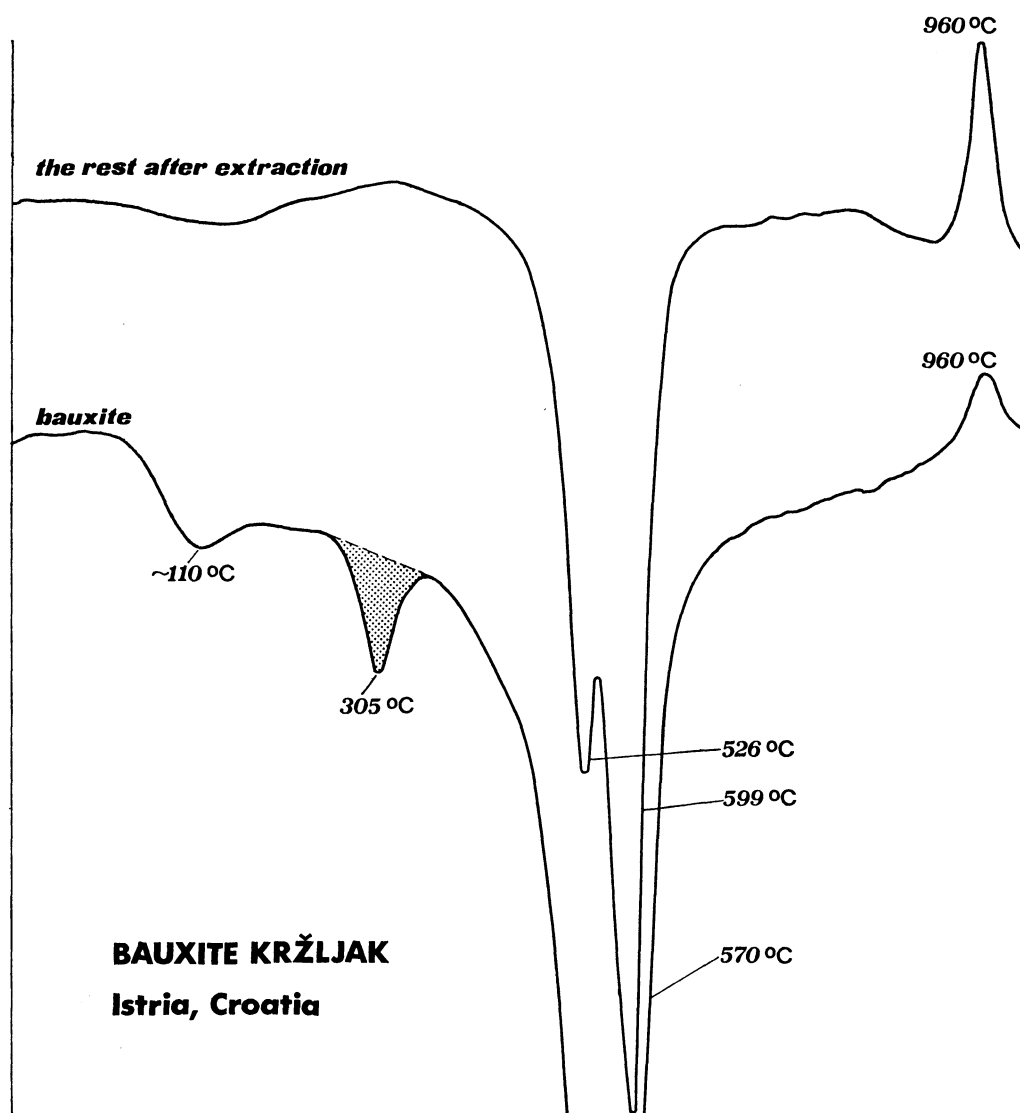


Fig. 4

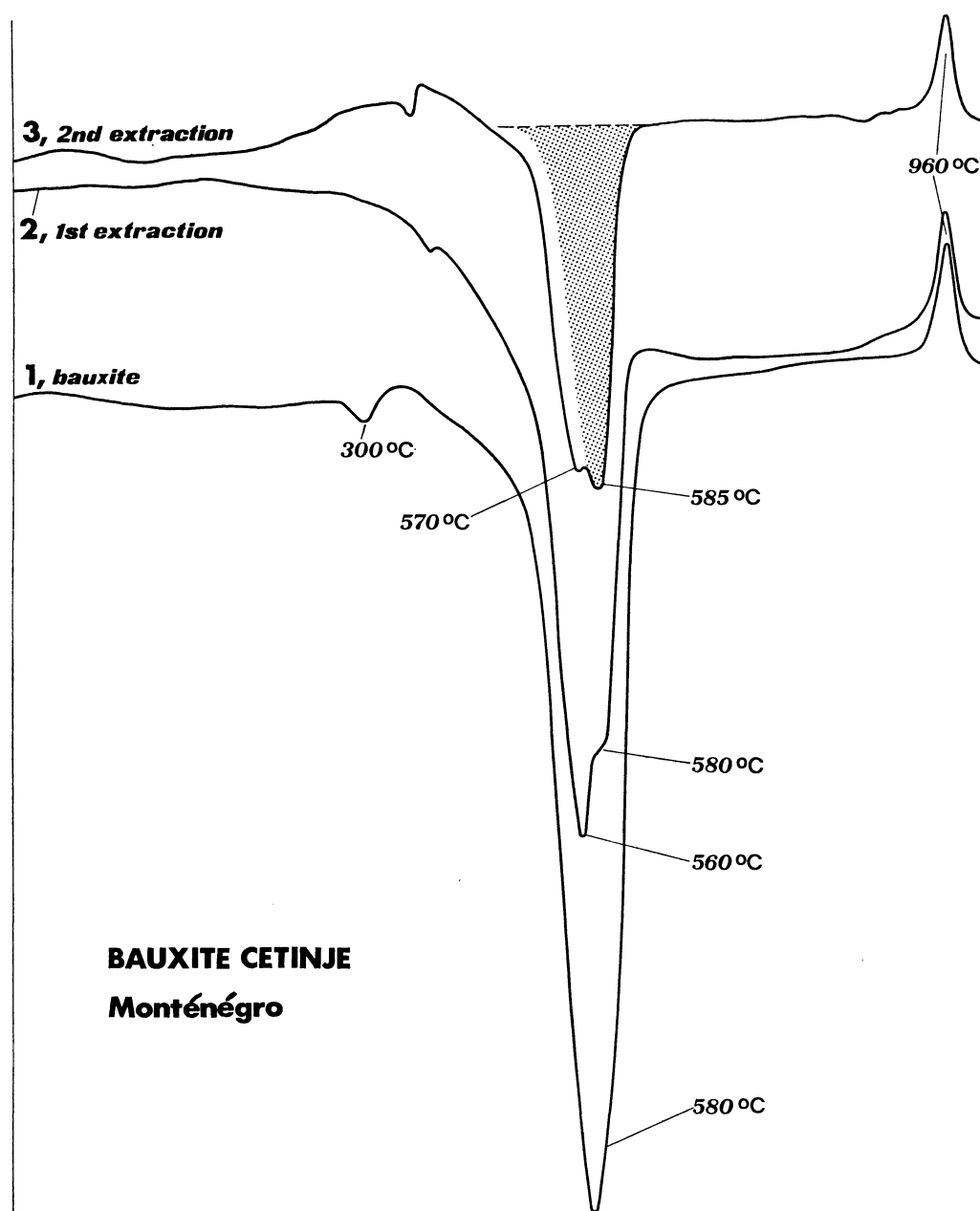


Fig. 5

### 3. REMARQUE

La détermination des pourcentages des constituants principaux de la bauxite décrite ici, peut être naturellement appliquée, à la condition que  $Al_2O_3$  présent dans la bauxite soit dans la plus grande partie sous forme de boehmite, de gibbsite et de kaolinite cependant que les autres formes se trouvent en concentrations négligeables ou n'existent pas du tout. Pour les bauxites contenant  $Al_2O_3$  sous d'autres formes aussi, il faudra approfondir cette méthode.

Si par extraction violente on obtient un résidu où il y a plus de 10% de quartz, on peut arriver à la détermination quantitative du quartz en appliquant la méthode de L. J. Trostel



et D. J. Wynne [9]. Pour les concentrations moindres il ne reste plus qu'à déterminer le pourcentage de quartz à partir de la différence du  $\text{SiO}_2$  total dans la bauxite et de celui qui correspond au pourcentage trouvé dans la kaolinite. Naturellement ici aussi à la condition que  $\text{SiO}_2$  se trouve dans la bauxite sous forme de quartz et kaolinite seulement.

Quant à la méthode de la détermination de l'anatase et rutile à l'aide de la diffraction des rayons X, il en sera question dans l'exposé particulier.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] MUNOZ TABOADELLE (M.), 1953. — *J. Soil Sci.*, 4, p. 43.
- [2] LODDING (W.) et HAMMEL (L.), 1960. — *Anal. Chem.*, 32, p. 657.
- [3] SPEIL (S.), BERKELHAMMER (L. H.), PASK (J. A.) et DAVIES (B.). — *Techn. Pap. Bur. Min.*, Wash., n° 664 (cité après R. C. MACKENZIE [8], p. 251).
- [4] KERR (P. F.) et KULP (J. L.), 1948. — *Am. Min.*, 33, p. 387.
- [5] HENDRICKS (S. B.), GOLDICH (S. S.) et NELSON (R. A.), 1946. — *Econ. Geol.*, 41, p. 64.
- [6] NORTON (F. H.), 1939. — *J. Amer. Ceram. Soc.*, 22, p. 54.
- [7] MACKENZIE (R. C.), London 1970. — *The differential thermal analysis*, Acad. Press, p. 120.
- [8] MACKENZIE (R. C.), London 1957. — *The differential thermal investigation of clays*, Mineralog. Society, p. 110.
- [9] TROSTEL (L. J.) et WYNNE (D. J.), 1940. — *J. Amer. Ceram. Soc.*, 23, p. 18.

*University of Zagreb, Srebrnjak, 94  
41000 Zagreb, ( Yougoslavie )*