

ETUDE THERMODYNAMIQUE DU SYSTEME  
BERYLLIUM-ALUMINIUM

(Thermodynamic study of Be-Al System)

° ° °

Bernard SCHAUB, Claude POTARD, Pierre DESRE

° ° °

Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble, France

Département de Métallurgie

Abstract.

The thermodynamical properties of Be-Al alloys were studied at 1600°K over the whole range of concentration. The thermodynamical activities and the partial molar enthalpies were estimated and verified by some measurements done with the Knüdsen effusion method.



Le système Be-Al appartient à la classe dite des alliages de "Van Laar". On peut dans ces conditions relier l'enthalpie molaire de mélange du constituant A, dans un alliage binaire AB, à son enthalpie partielle molaire limite par la relation :

$$\overline{\Delta H}_{((A))} = \overline{\Delta H}_{((A))}^{\infty} \left[ \frac{V_B x_B}{V_A x_A + V_B x_B} \right]^2 \quad /1/$$

avec  $V_A, V_B$  : volume molaire respectif des constituants A et B  
 $x_A, x_B$  : fraction molaire respective des constituants A et B

Nous avons déterminé  $\overline{\Delta H}_{Be}^{\infty}$  à partir du liquidus du diagramme de phases (Réf.1), au voisinage du point eutectique, par la relation :

$$\frac{d \ln x_{Be}}{d (1/T)} = - \frac{\overline{\Delta H}_{Be}^{\infty} + L_{f Be}}{R} \quad /2/$$

On trouve  $\overline{\Delta H}_{Be}^{\infty} = 11.503 \text{ cal/mole.}$

L'application de la relation /1/ conduit aux valeurs des enthalpies intégrales et partielles de dissolution, données aux tableaux I, II, III.

Nous avons ensuite déterminé expérimentalement par la méthode d'effusion de Knüdsen  $a_{Al}(Be)$  et  $a_{Be}(Al)$  successivement pour  $x_{Al}$  moyen = 0,0445 - 0,0629 - 0,3328 - 0,6106 et pour des températures respectivement égales à 1760 - 1687 - 1642 et 1653°K (Réf. 2 et 3)

En utilisant les valeurs de  $\overline{\Delta H}_{Be}$  et  $\overline{\Delta H}_{Al}$  données par la relation /1/, les valeurs de  $a_{Al}(Be)$  et  $a_{Be}(Al)$  trouvées, ont été ramenées à 1600°K et ensuite portées sur la figure 1. Sur cette figure la courbe d'activité (en trait plein) relative au béryllium, a été obtenue en écrivant l'égalité des potentiels chimiques entre la phase liquide Al Be et la phase solide Be pur, sur le liquidus du diagramme de phases, en corrigeant pour 1600°K les valeurs des coefficients d'activité trouvés et en lissant ces dernières sur une expression polynomiale de 4ème degré.

Quant à la courbe relative à l'aluminium elle a été déduite de la précédente par intégration de l'équation de Gibbs-Duhem.

Nous avons fait en outre figurer une valeur expérimentale de  $a_{Al}(Be)$  trouvée par Daguet (Réf.4), grâce à une méthode de partage entre l'étain et le béryllium liquide à 1603°K.

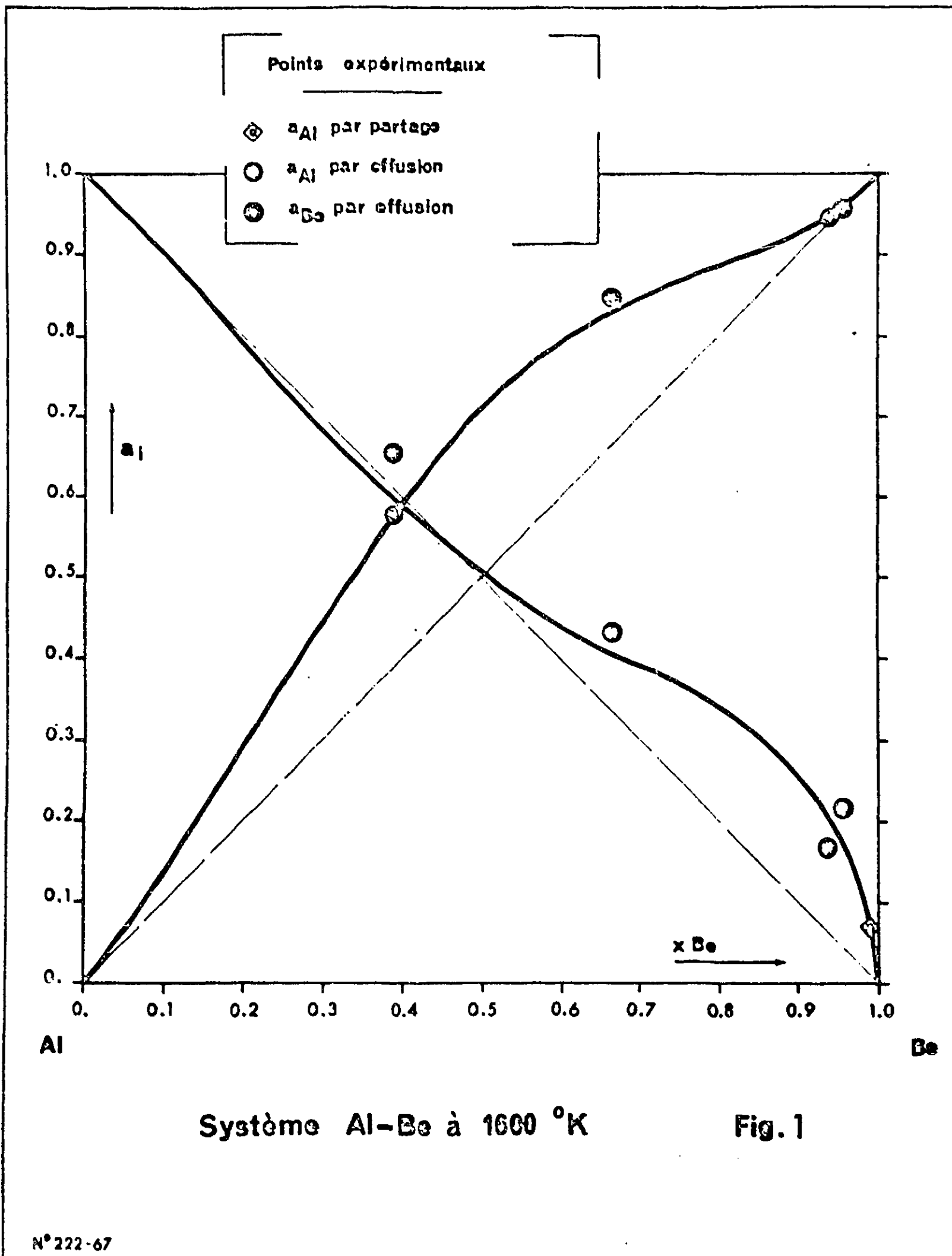
On constatera le bon accord entre l'estimation des activités thermodynamiques et les quelques points expérimentaux trouvés.

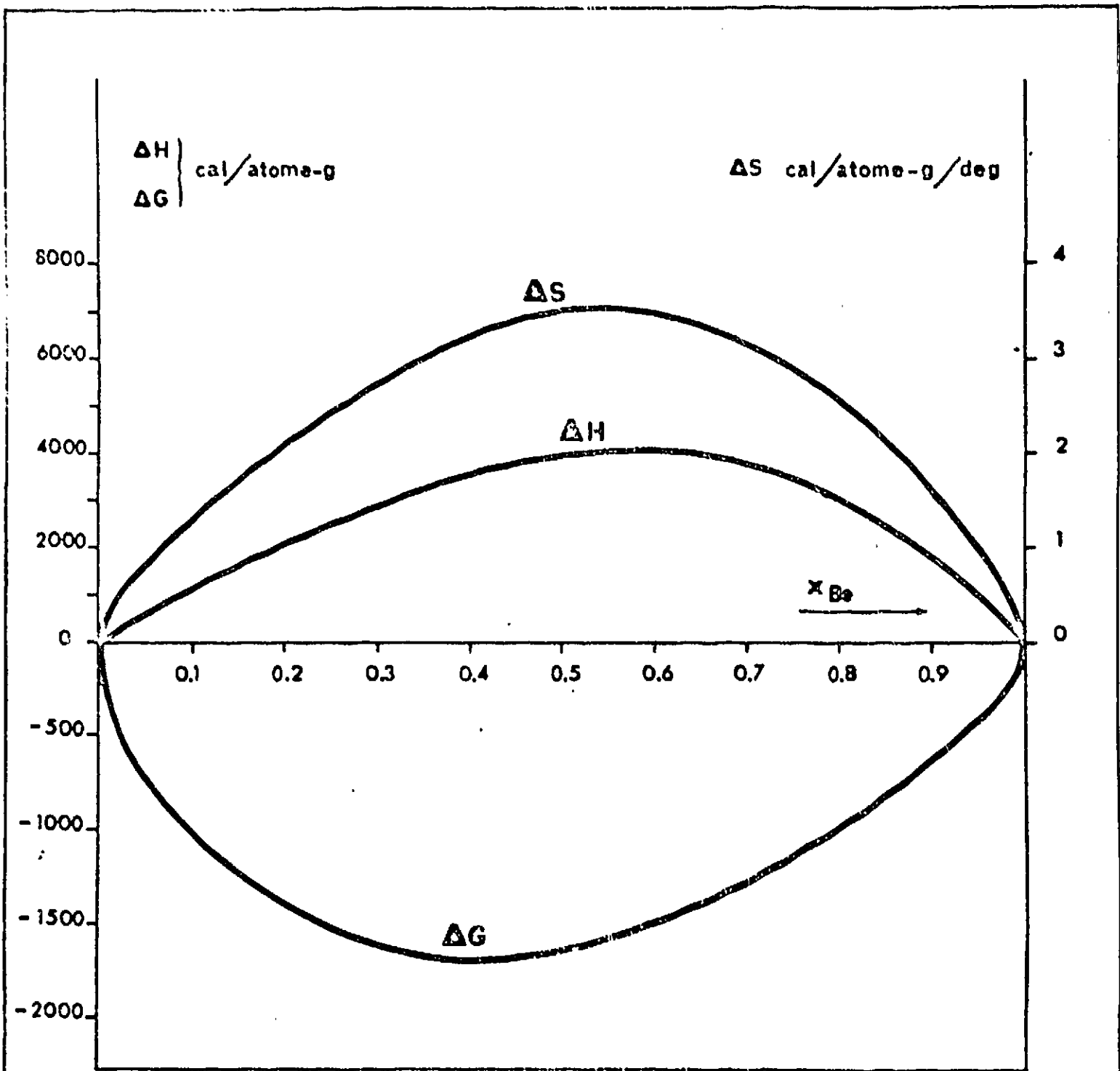
Aussi avons-nous calculé toutes les grandeurs partielles et intégrales relatives au système, à partir des expressions estimées de  $\gamma_{Be}(Al)$  et  $\gamma_{Al}(Be)$ . Les variations des grandeurs intégrales ont été en outre représentées sur la figure 2.

TA

REFERENCES.

- (1) Philipps Inst. of Metals  
Annotated Equilibrium Diag. N°10 - 1956
- (2) B. SCHAUB, C. POTARD.  
Détermination des activités thermodynamiques dans les alliages  
Communication N°25 CIAVIM Strasbourg, France, 13-17 Nov. 67
- (3) B. SCHAUB, C. POTARD.  
Etude thermodynamique du système béryllium-aluminium  
Rapport DM/1736 du 25.3.68  
Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble, France.
- (4) G. BIENVENU, C. POTARD, B. SCHAUB, P. DESRE.  
Activité thermodynamique du fer, du nickel, de l'aluminium et  
du cuivre en solutions diluées dans le béryllium liquide.  
Colloque AIEA - Thermodynamique des matériaux nucléaires et  
des solutions - Sept. 67 - Vienne - Autriche.





Systeme Al-Be à 1600 °K

Fig.2

$x_{\text{Be}}$	$\Delta G$	$\Delta H$	$\Delta S$	$\Delta G^{\text{XS}}$	$\Delta S^{\text{XS}}$
0,1	- 948	1090	1,27	85	0,63
0,2	-1 394	2045	2,15	197	1,15
0,3	-1 616	2841	2,78	326	1,57
0,4	-1 680	3450	3,21	460	1,87
0,5	-1 624	3834	3,41	580	2,03
0,6	-1 477	3944	3,39	662	2,05
0,7	-1 261	3716	3,11	681	1,90
0,8	- 988	3067	2,53	602	1,54
0,9	- 644	1882	1,58	390	0,93

Système Al Be : Grandeurs intégrales à 1600°K

Tableau I.

$x_{Al}$	$a_{Al}$	$\gamma_{Al}$	$\overline{\Delta G}_{Al}$	$\overline{\Delta G}_{Al}^{xs}$	$\overline{\Delta H}_{Al}$	$\overline{\Delta S}_{Al}$	$\overline{\Delta S}_{Al}^{xs}$
0	0	4,710	- $\infty$	4927	23 006	$\infty$	11,30
0,1	0,2595	2,596	- 4288	3033	15 401	12,30	7,73
0,2	0,3431	1,715	- 3401	1716	10 225	8,52	5,32
0,3	0,3921	1,307	- 2977	851	6 670	6,03	3,64
0,4	0,4435	1,109	- 2585	328	4 226	4,26	2,44
0,5	0,5081	1,016	- 2152	51	2 556	2,94	1,57
0,6	0,5886	0,981	- 1685	- 61	1 438	1,95	0,94
0,7	0,6833	0,976	- 1211	- 76	716	1,20	0,49
0,8	0,7880	0,985	- 757	- 48	284	0,65	0,21
0,9	0,8960	0,995	- 349	- 14	64	0,26	0,05
1	1	1	0	0	0	0	0

Système Al-Be à 1600°K - Grandeurs partielles  
relatives à l'aluminium

Tableau II.

$x_{\text{Be}}$	$a_{\text{Be}}$	$\gamma_{\text{Be}}$	$\overline{\Delta G}_{\text{Be}}$	$\overline{\Delta G}_{\text{Be}}^{\text{xs}}$	$\overline{\Delta H}_{\text{Be}}$	$\overline{\Delta S}_{\text{Be}}$	$\overline{\Delta S}_{\text{Be}}^{\text{xs}}$
1	1	1	0	0	0	0	0
0,9	0,9275	1,030	- 239	96	380	0,39	0,18
0,8	0,8858	1,107	- 385	324	1278	1,04	0,60
0,7	0,8475	1,211	- 526	608	2450	1,86	1,15
0,6	0,7927	1,321	- 739	885	3756	2,81	1,79
0,5	0,7084	1,417	- 1096	1108	5112	3,88	2,50
0,4	0,5910	1,477	- 1762	1241	6470	5,09	3,27
0,3	0,4466	1,488	- 2562	1265	7801	6,48	4,08
0,2	0,2894	1,447	- 3942	1175	9089	8,14	4,95
0,1	0,1361	1,361	- 6342	979	10324	10,41	5,84
0	0	1,247	- ∞	701	11503	∞	6,75

Système Al-Be à 1600°K. Grandeurs partielles  
relatives au béryllium.

Tableau III.