

Nouveaux cristaux alpha- quartz obtenus par croissance hydrothermale

Dr. Marinela Miclau

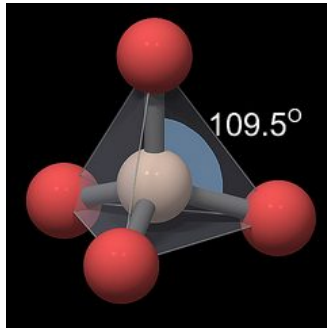
The Condensed Matter Research Department of National Institute R&D
Electrochemistry and Condensed Matter Timisoara, Plautius Andronescu1,
Timisoara, 300224, Romania
marinela.miclau@gmail.com

Les cristaux avec la structure alpha-quartz

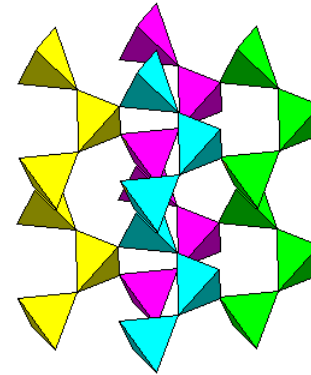
I. AO_2 (A=Si, Ge)

II. $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}\text{O}_4$ (A = Al ou/et Ga, Fe ou/et Ga, Al ou/et Fe; B=P, As)

La structure alpha-quartz



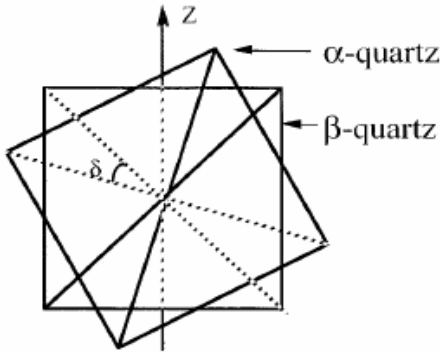
SiO_4 tétraèdre



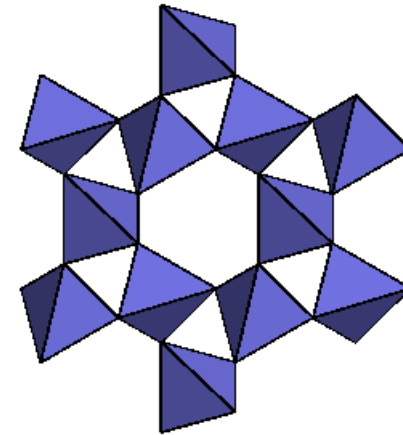
la structure alpha-quartz

Les paramètres structuraux mettant en évidence la distorsion de la structure

1. *Le rapport des paramètres de maille c/a*
2. *L'angle de pont, A-O-B, θ*
3. *L'angle de rotation du tétraèdre, δ*



l'angle de rotation du tétraèdre, δ

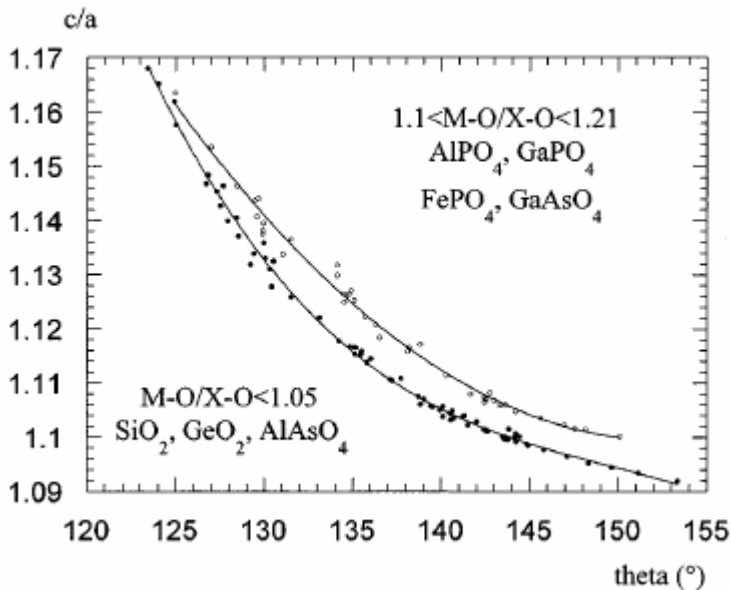


la transition α - β quartz

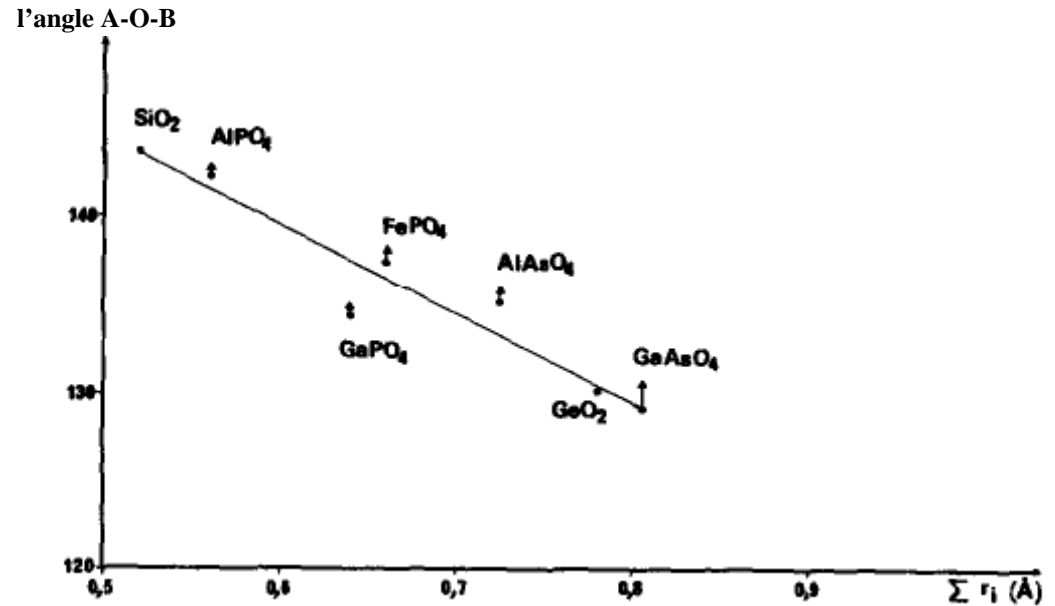
L'interdépendance des paramètres structuraux

- L'équation géométrique du Grimm et Dorner pour le quartz :

$$\cos \theta = \frac{3}{4} - \left[\cos \delta + \frac{1}{2} \sqrt{3} \right]^2$$



Variation de c/a en fonction de θ *

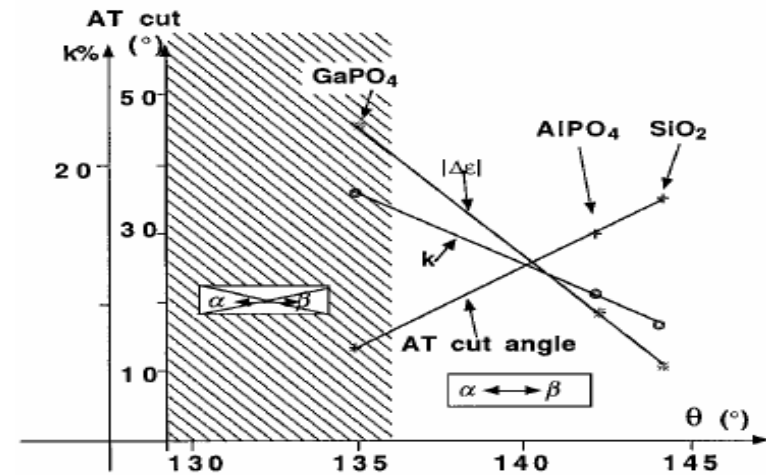
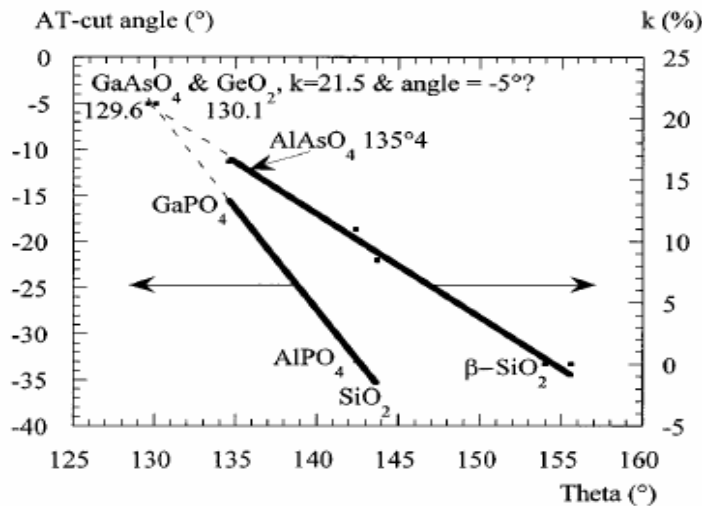


Variation des angles de pont A-O-B en fonction de $\Sigma r_i = r_A + r_B$ *

*J. Haines, O. Cambon, E. Philippot, L. Chapon, w and S. Hullz, Journal of Solid State Chemistry 166, 434–441 (2002)

Les paramètres piézoélectriques

- Le coefficient de couplage $k = \sqrt{\frac{E_{mecanique}}{E_{electrique}}}$
- La température de transition α - β



L'évolution de k et de l'angle AT en fonction de θ **

L'évolution de la transition α - β en fonction de θ **

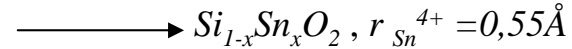
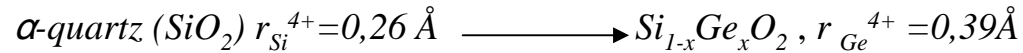
**J. Haines , O. Cambon, D. Cachau-Herreillat, G. Frayse, F.E. Mallassagne, Solid State Sciences 6 (2004) 995-999

L'estimation de nouveaux cristaux alpha- quartz

Les limitations de α -quartz sont:

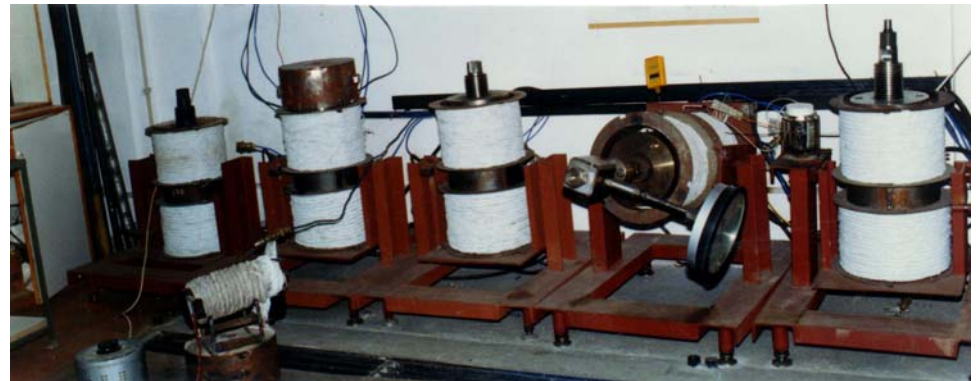
- La température de transition α - β est 573 °C
- $K=8\%$

La solution



Nouveaux cristaux alpha- quartz $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{O}_2$ obtenus par croissance hydrothermale

L'installation pour la croissance hydrothermale



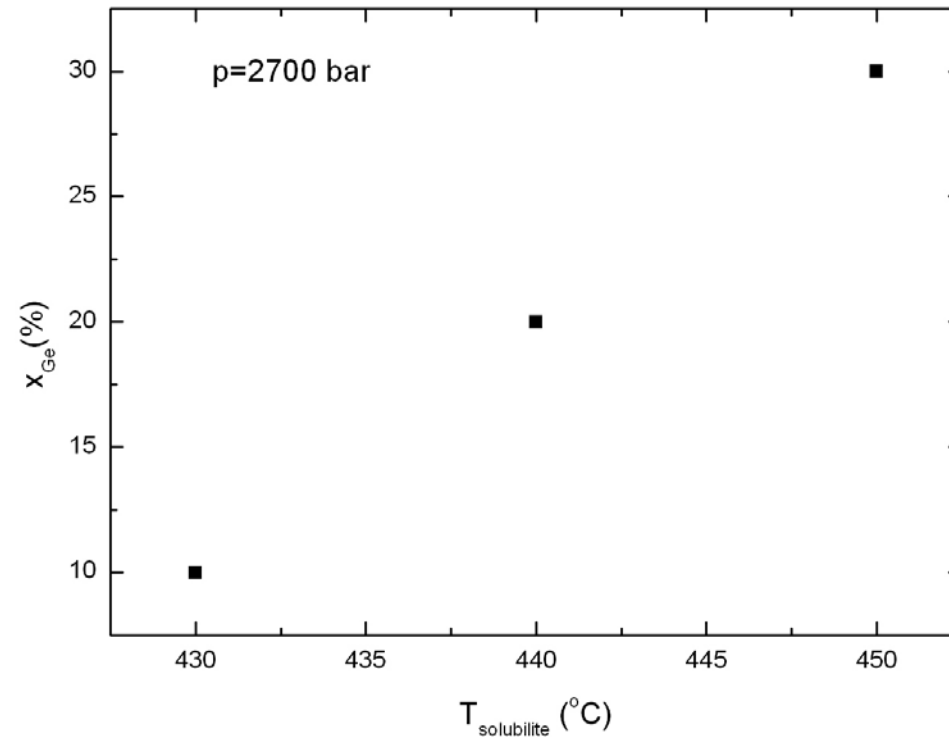
Les conditions de croissance

- La température de la zone de solubilité , 400-500°C
- La température de la zone de croissance , 350-450°C
- La gradient de température, 30-100°C
- La pression, 1700-2700 bar

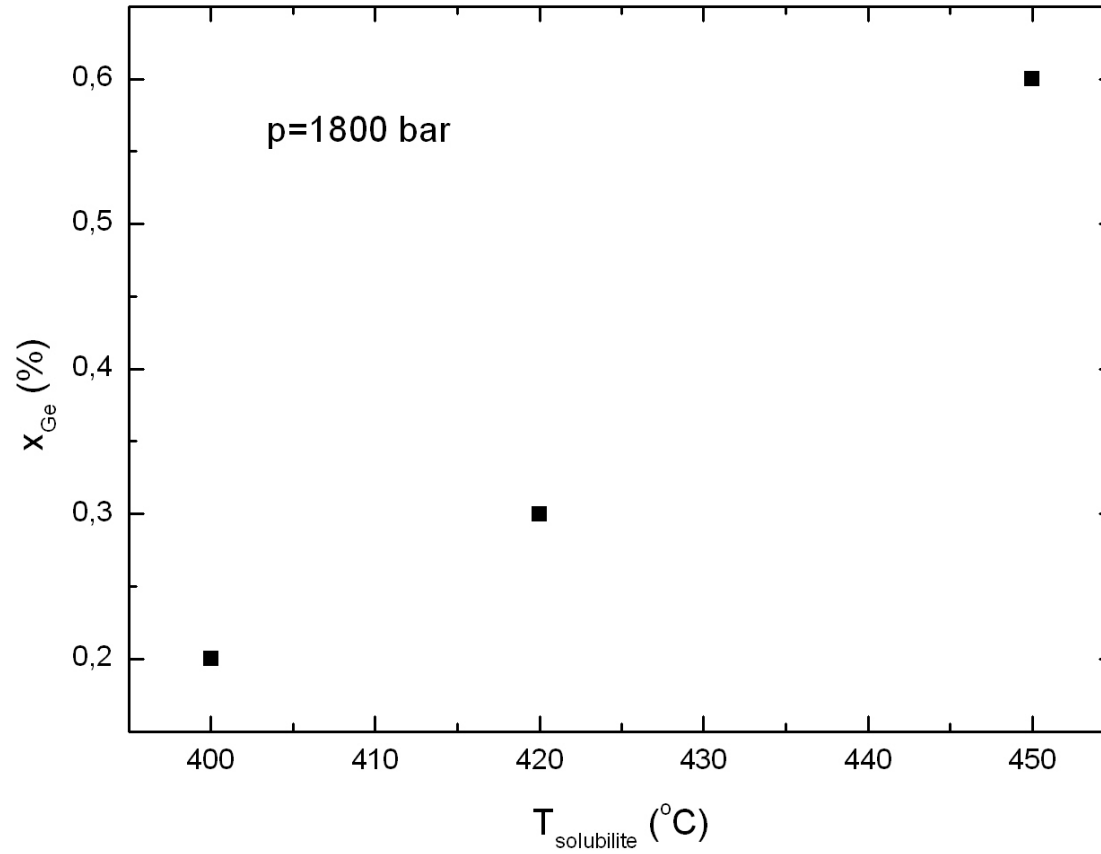
- Les solvants utilisés sont des solutions alcalines de carbonate de sodium (1 M) ou de soude (0.5 M et 1 M)
- Le matériau de départ est un mélange de SiO_2 et GeO_2 dans le rapport stoechiométrique
- Germes de alpha-quartz, coupe normale à l'axe d'origine c

Les résultats

- *La température de la zone de solubilité*

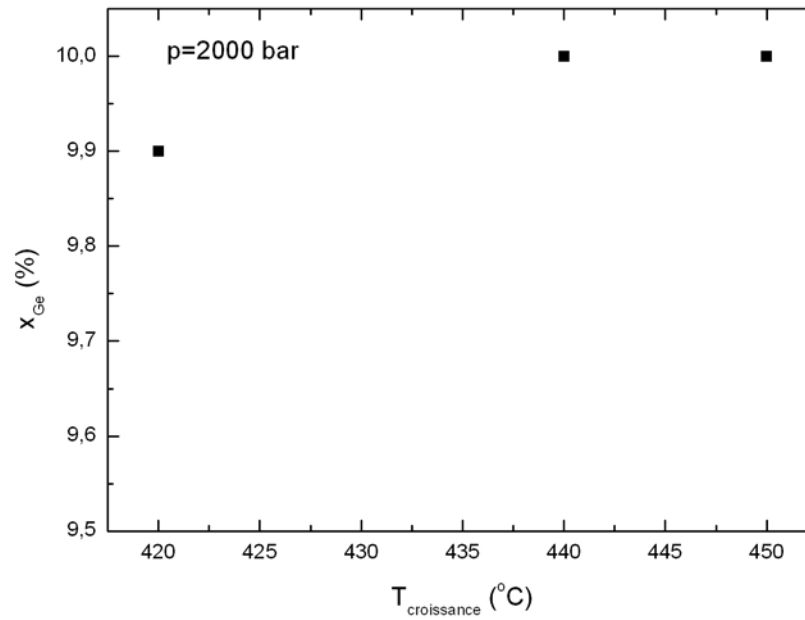


Les résultats



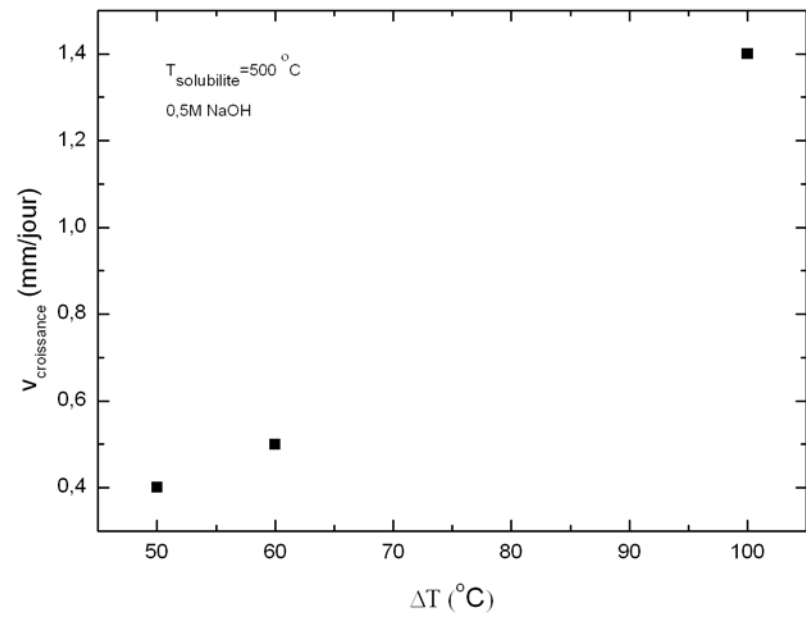
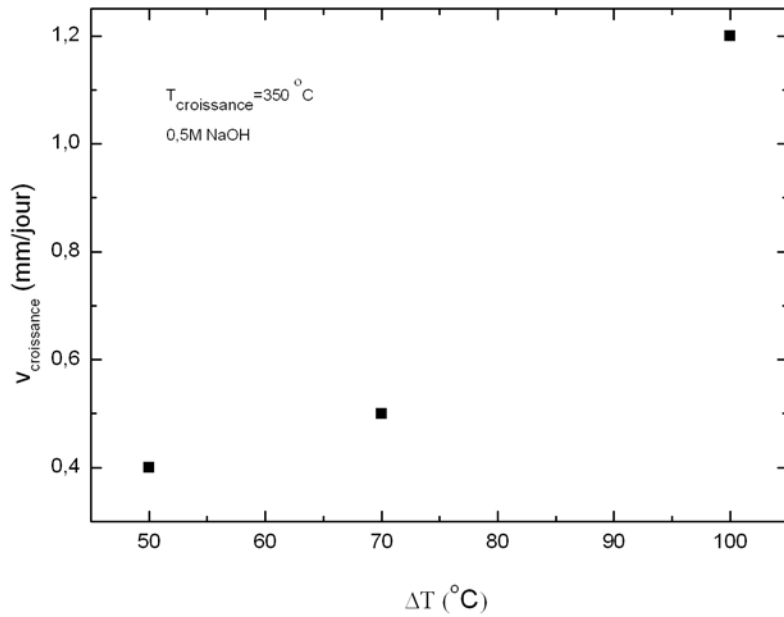
Les résultats

- *La température de la zone de croissance*



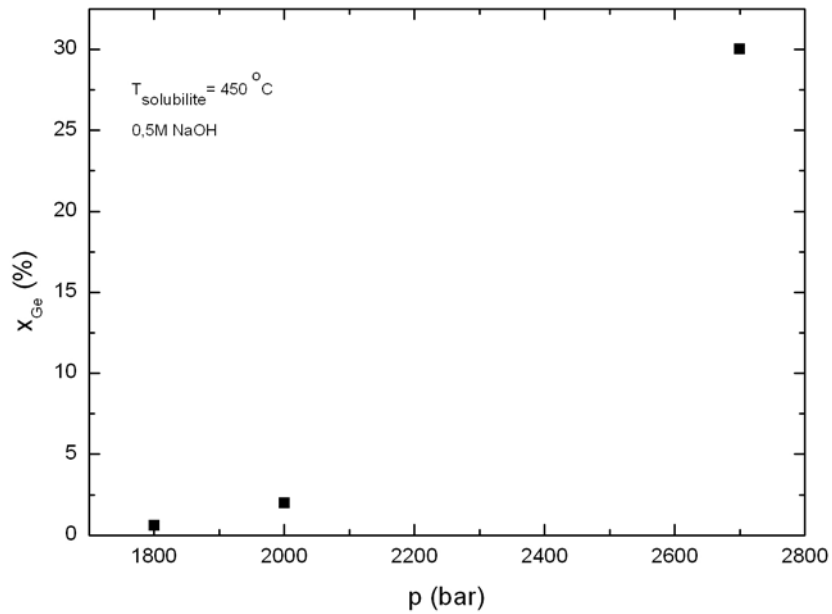
Les résultats

- *Le gradient de température*



Les résultats

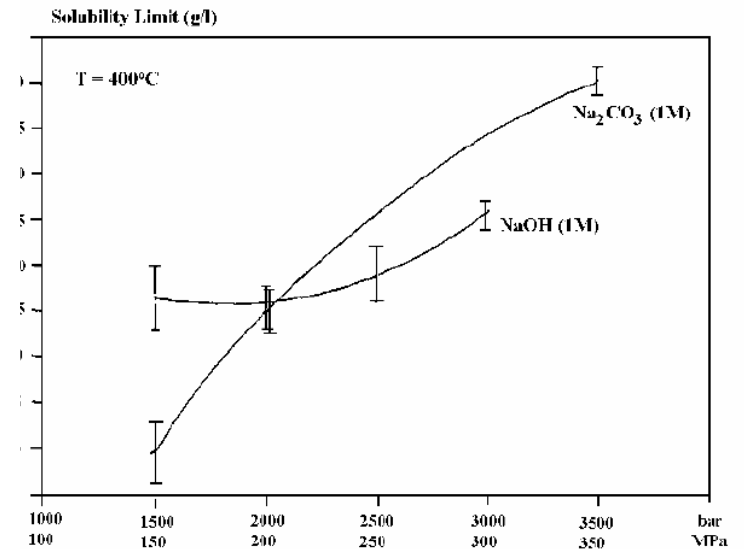
- *La pression*



- *Le solvant*

$v_{croissance\ 1M\ NaOH} = 2x\ v_{croissance\ 0.5M\ NaOH}$

$v_{croissance\ 1M\ Na_2CO_3} > v_{croissance\ 1M\ NaOH}$



Les conclusions

Le monocristal de α -Si_{0.7}Ge_{0.3}O₂

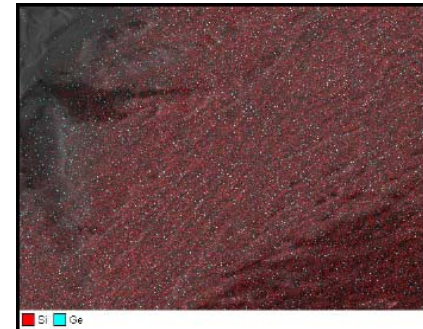
$T_{\text{solubilité}}=450^{\circ}\text{C}$

$\Delta T=50^{\circ}\text{C}$

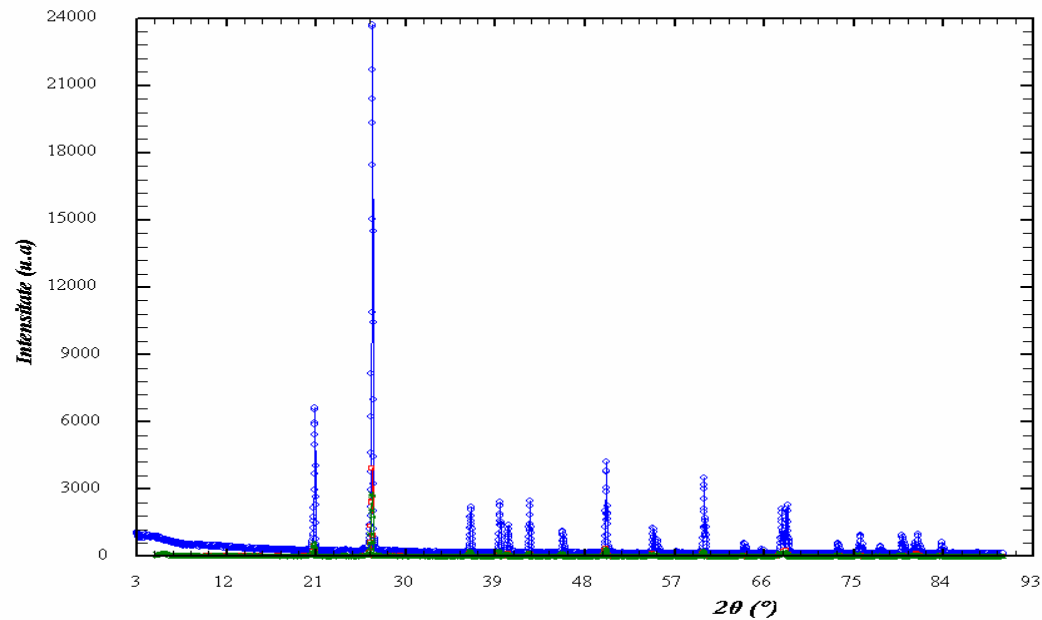
$p=2700$ bar

1M Na₂CO₃

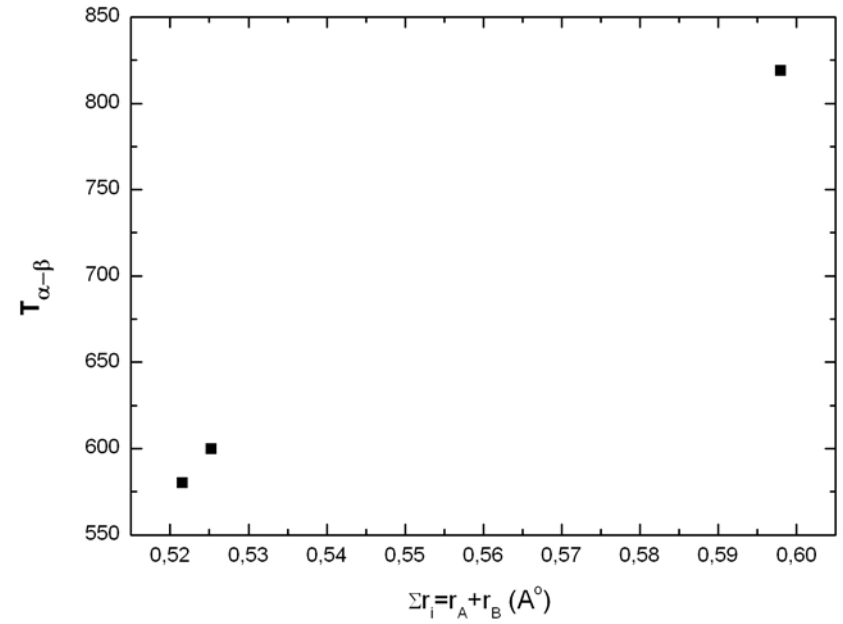
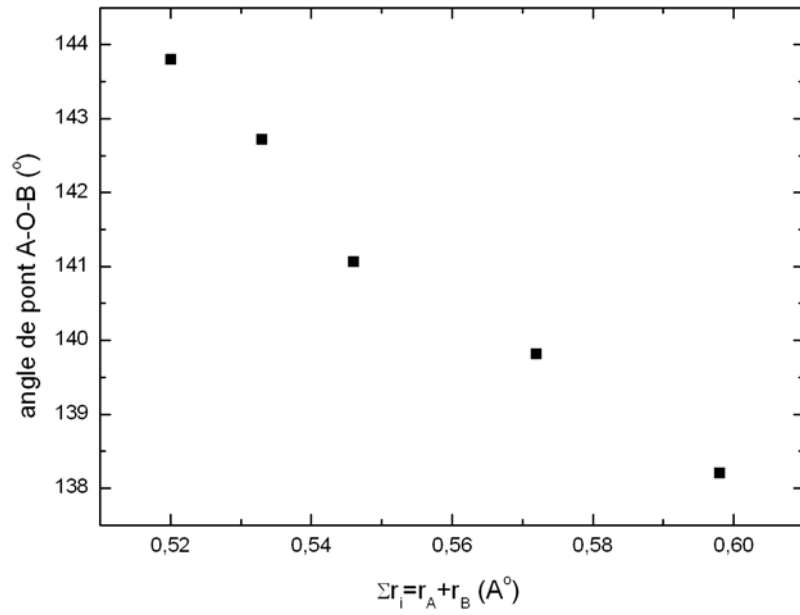
$V_{\text{croissance}}=1$ mm/jour



La carte de la distribution Si-Ge dans α -Si_{0.7}Ge_{0.3}O₂



Les conclusions



Les conclusions

- La pression est un paramètre qui favorise la substitution de Si avec Ge et la qualité du cristal.
- Le cristal alpha- quartz $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{O}_2$ obtenu par croissance hydrothermale est un matériel piézoélectrique supérieur à alpha-quartz.
- La possibilité d'estimer des propriétés piezoélectriques en fonction des paramètres structuraux .

Remercie

Mon equipe

et

Dr. Christine Martin