

1. Quelles sont les trois techniques d'analyse qui ont été mises en œuvre pour obtenir les informations quantitatives rassemblées dans la Figure 1 ? Pour chacune de ces techniques, rappeler brièvement son principe.

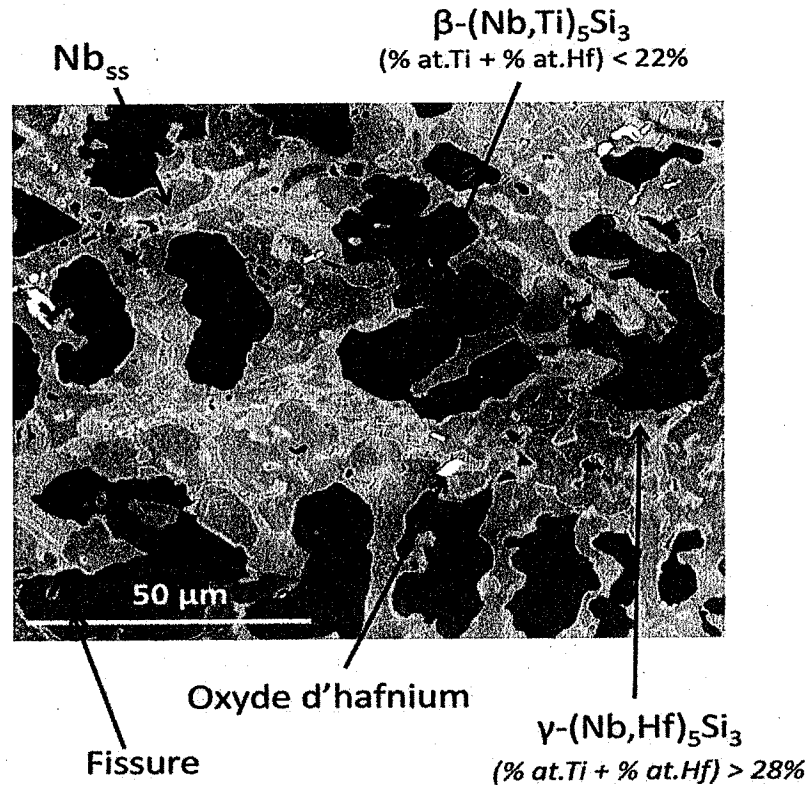


Figure 1

2. Tracer le spectre de fluorescence X (0-25keV) attendu en partant des informations de la figure 1 sachant qu'une source à base d'argent a été utilisée. Rappeler les sources d'excitation habituellement utilisées en Science des Matériaux pour conduire une analyse par fluorescence X.

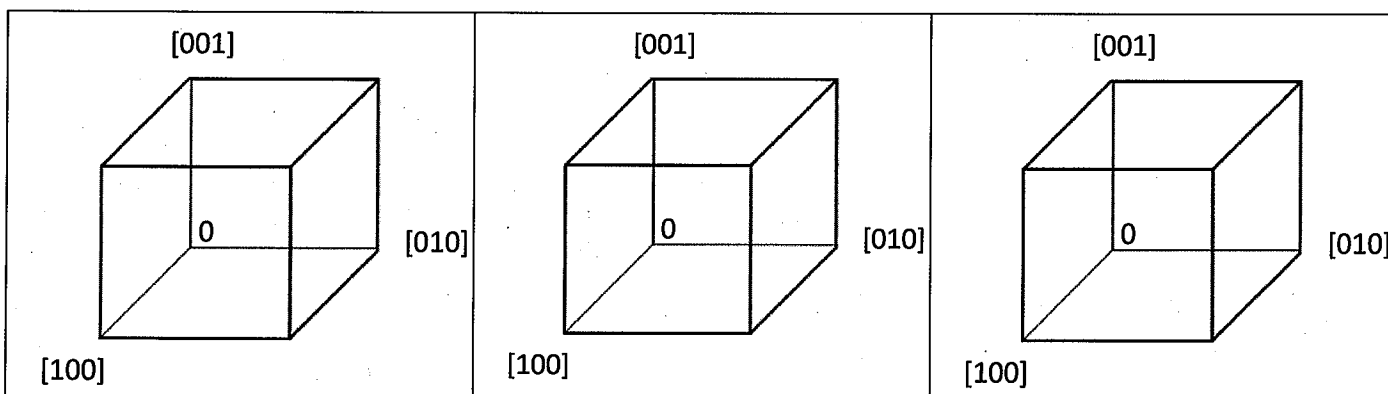
Z	Element	K $\alpha_1$	Z	Element	K $\alpha_1$	L $\alpha_1$	LP	Z	Element	K $\alpha_1$	L $\alpha_1$	LP	M $\alpha_1$
6	C Carbon	0.277	36	Sr Strontium	14.165	1.806		72	Hf Hafnium	55.790	7.899	9.023	1.646
7	N Nitrogen	0.392	38	Y Yttrium	14.958	1.924		73	Ta Tantalum	57.535	8.146	9.343	1.712
8	O Oxygen	0.525	40	Zr Zirconium	15.775	2.044		74	W Tungsten	59.318	8.398	9.672	1.775
11	Na Sodium	1.040	41	Nb Niobium	16.615	2.169		75	Re Rhenium	61.141	8.652	10.010	1.843
12	Mg Magnesium	1.254	42	Mo Molybdenum	17.480	2.292		76	Os Osmium	63.000	8.911	10.354	1.907
13	Al Aluminium	1.486	45	Rh Rhodium	20.216	2.697		77	Ir Iridium	64.896	9.175	10.708	1.980
14	Si Silicon	1.740	46	Pd Palladium	21.177	2.838		78	Pt Platinum	66.831	9.442	11.071	2.050
19	K Potassium	0.949	47	Ag Silver	22.163	2.983		79	Au Gold	68.806	9.713	11.443	2.123
22	Ti Titanium	4.512	48	Cd Cadmium	23.173	3.133		80	Hg Mercury	70.818	9.989	11.824	2.195
23	V Vanadium	4.953	49	In Indium	24.210	3.286		81	Tl Thallium	72.872	10.269	12.213	2.271
24	Cr Chromium	5.415	50	Sn Tin	25.271	3.444		82	Pb Lead	74.970	10.551	12.614	2.342
25	Mn Manganese	5.900	51	Sb Antimony	26.271	3.602		83	Bi Bismuth	77.107	10.839	13.023	2.423
26	Fe Iron	6.405	55	Cs Cesium	30.973	4.205	4.619						
27	Co Cobalt	6.931	56	Ba Barium	32.194	4.466	4.828						
28	Ni Nickel	7.480	57	La Lanthanum	33.442	4.647	5.038						
29	Cu Copper	8.046	58	Ce Cerium	34.720	4.839	5.262						
30	Zn Zinc	8.637											

3. En complément de l'analyse chimique élémentaire, une analyse des phases par diffraction des rayons X a été menée sur ce matériau. Trois phases ont été identifiées : l'intermétallique ( $\text{Nb}_5\text{Si}_3$ ) de réseau tétragonal centré, l'oxyde d'hafnium de réseau cubique à faces centrées ( $\text{HfO}_2$ ) et le niobium de structure cubique ( $\text{Nb}$ ). A partir des enregistrements rassemblés dans le tableau ci-dessous, retrouver les raies appartenant aux deux phases cubiques :

- $\text{HfO}_2$ , cubique à faces centrées avec une masse volumique de  $10,68\text{g/cm}^3$  et une masse molaire de  $210,5\text{ g/mol}$ . Seules les 5 premières raies sont reportées dans ce tableau.
- Déterminer le réseau du niobium, calculer son paramètre de maille ainsi que sa masse volumique ( $M_{\text{Nb}}=92,90\text{ g/mol}$ ).

Distances en Å	Phases	Plans
2,934		
2,5415		
2,334		
2,21	$\text{Nb}_5\text{Si}_3$	
1,797		
1,76	$\text{Nb}_5\text{Si}_3$	
1,65		
1,5325		
1,466		
1,347		
1,244	$\text{Nb}_5\text{Si}_3$	
1,166		
1,043		
0,998	$\text{Nb}_5\text{Si}_3$	
0,9525		
0,882		

4. Après avoir déterminé le réseau du niobium, représenter cette maille ainsi que les plans (310) et (321). Calculer la densité surfacique du plan (011) sachant que le rayon atomique du niobium est de  $145\text{pm}$ .



5. Enfin, rappeler les causes qui conduisent à un élargissement d'une raie de diffraction des rayons X ? Quelle est la méthode habituellement utilisée pour obtenir ces informations ?