

CARACTERISATION DE PASTILLES EN CERAMIQUES DES MITIGEURS DE ROBINETS PRODUITS A SETIF

Mohamed Liamine BELLA^(1,2), Laurent GREMILLARD⁽³⁾

(1) Unité de Recherche Matériaux Emergents, université Ferhat ABBAS Sétif 1, Algérie

(2) Institut d'optique et mécanique de précision université Ferhat Abbas Sétif 1.

(3) Laboratoire Matériaux Ingénierie Sciences MATEIS, INSA Lyon, France.

E-mail : amine_bella@hotmail.fr

Résumé :

Dans les mitigeurs de robinets, les deux disques céramiques sont les deux pièces maîtresses. Ils assurent l'étanchéité du mitigeur, un fonctionnement durable et l'ouverture ou la fermeture du robinet. Ce système doit faire face à trois grands défis: *la friction permanente, les variations de la température de l'eau et le calcaire*. Pour une longévité d'un mitigeur, utilisé quotidiennement dans ces conditions extrêmes, seuls des disques en céramique sont capables d'y résister dans le temps. Dans ce travail, nous avons caractérisé ces deux disques en céramique. Nous avons identifié les phases par diffraction des rayons X, les microstructures par microscopie électronique, la cartographie par rayon X nous avons aussi déterminé la densité et calculé le diamètre moyen des pores. Les propriétés mécaniques ont été étudiées (dureté et module élastique).

Mots clés : Céramique; Cartouche; Mitigeur; Alumine.

1. INTRODUCTION

Les mitigeurs monocommandes sont équipés d'un levier unique, monté sur l'extrémité supérieure ou sur le côté du robinet. Il permet de contrôler la température et le débit de l'eau. L'eau chaude et l'eau froide sont mélangées dans une cartouche interne avant d'atteindre le bec [1].

Ces mitigeurs sont équipés d'une cartouche monobloc à disques en céramique (figure 1). Ils sont inusables, indéformables et insensibles au tartre et à la corrosion. L'un de ces disques est fixe et l'autre mobile. Le mouvement de glissement de ce dernier permet de combiner en un seul mouvement le choix du débit et de la température. Seuls des disques en céramique sont capables d'y résister dans le temps, même dans des conditions extrêmes. Ils assurent une bonne neutralité chimique. Les céramiques offrent des solutions pérennes car elles présentent de meilleures propriétés mécaniques (résistance mécanique, résistance à l'usure). Elles présentent une dureté très élevée et une bonne inertie chimique [2]. De plus, elles peuvent être élaborées par différents procédés de mise en forme par métallurgie des poudres.

2. PROCEDURE EXPERIMENTALE

Dans ce travail, nous avons caractérisé les disques en céramiques. Nous avons utilisé les techniques suivantes : La diffraction des rayons X

(DRX), l'analyse par MEB la mesure de la dureté et l'élasticité, la détermination de la densité par la méthode d'Archimède et l'état de surface avec un microscope à force atomique (AFM).

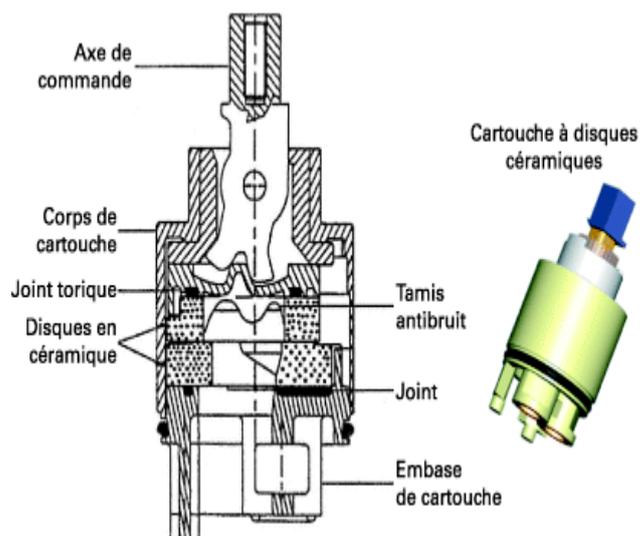


Figure 1: Mécanisme pour mitigeur mécanique[1]

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Nous avons choisi de caractériser des pastilles commerciales en céramique (figure 2) utilisées dans les mitigeurs des robinets fabriqués par la société algérienne BCR (Sétif). Dans les robinets

à mitigeurs, les disques d'étanchéité en céramique sont placés au cœur de la cartouche se trouvant au cœur du système.

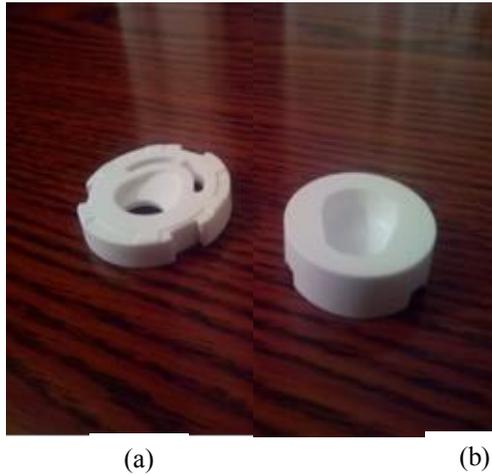


Figure 2: Eléments de la pastille commerciale en alumine (a),(b).

A. Analyse par la diffraction des rayons X :

le diffractogramme des analyses en diffraction des rayons x des pastilles commerciales (figure 3) montre que la pastille est cristalline. Elle est constituée d'alumine α en phase majoritaire et de faible pourcentage du spinelle ($MgAl_2O_4$). Cela nous a amené à quantifier les deux phases présentes.

B. quantification des phases:

Pour la quantification des phases nous avons utilisé le logiciel TOPAS. Ce dernier permet une quantification des phases présentes à travers un affinement Reitveld [3], c'est-à-dire en simulant le diffractogramme à partir des structures des différentes phases présentes. Les

résultats trouvés montrent que la pastille contient 94.3 % d'alumine et de 5.7 % de spinelle.

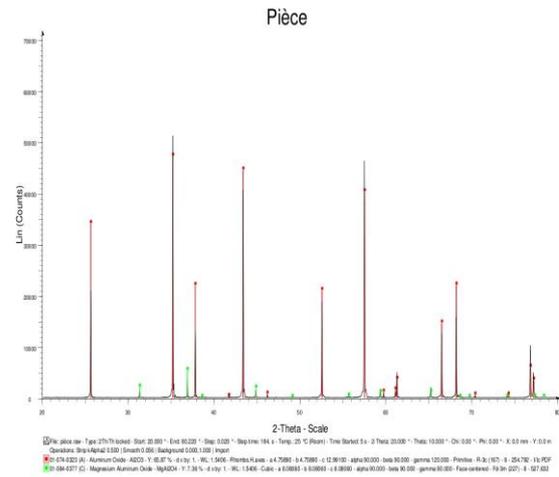
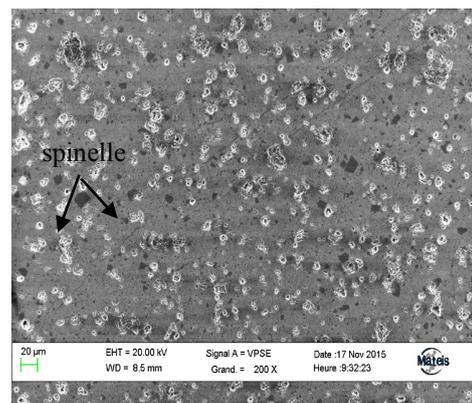


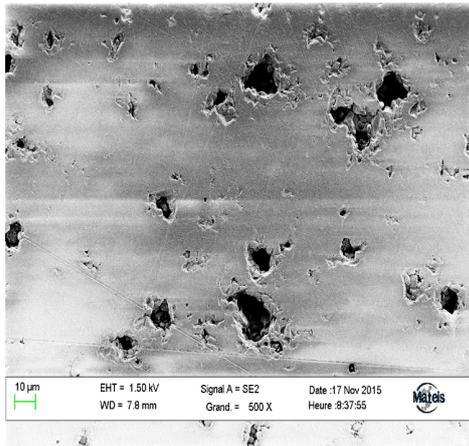
Figure 3: Diagramme de diffraction des rayons X de la pastille commerciale.

C. Analyse par microscopie électronique à balayage (MEB):

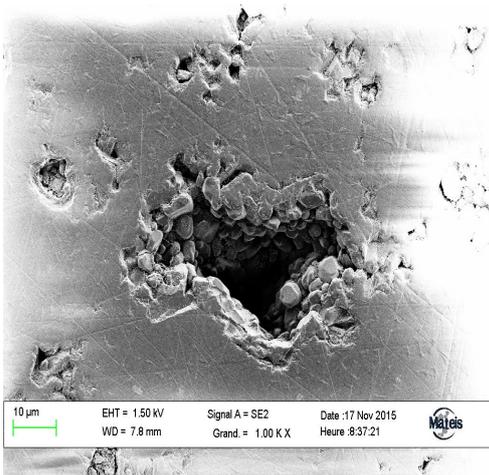
Les observations microstructurales réalisées par microscopie électronique à balayage sont montrées dans la (figure 4). Nous distinguons l'existence d'une matrice en alumine avec des dispersoïdes de la phase spinelle ($MgAl_2O_4$). Les grains de spinelle sont distribués aléatoirement dans la matrice d'alumine. Ils sont de forme aléatoire et situés essentiellement au niveau des points triples et des joints de grains d'alumine (figure 4.a). Nous notons aussi la présence de pores de différentes tailles (figure 4.b) dont le diamètre moyen est de 5 μm . De même, nous remarquons la présence de grains acirculaires (figure 4.c), de la phase majoritaire (alumine α). Il apparaît nettement que les faces opérationnelles des pastilles ont subi une rectification et un polissage, dont les stries de quelques nanomètres de largeur sont visibles sur la figure (figure 4.d).



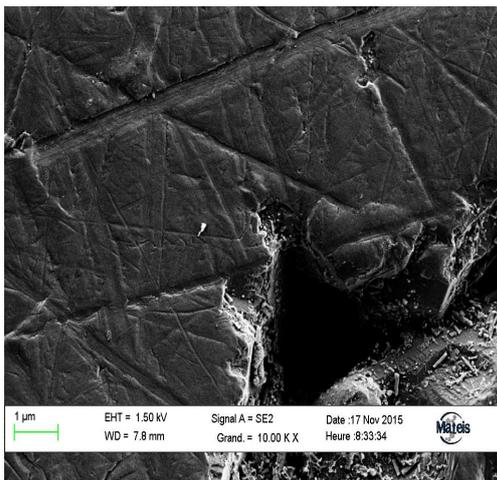
(a)



(b)



(c)



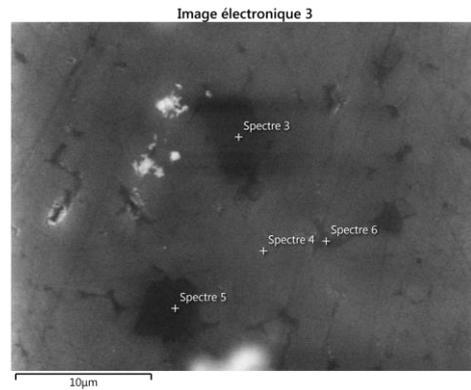
(d)

Figure 4 : Micrographies MEB de la pastille commerciale.

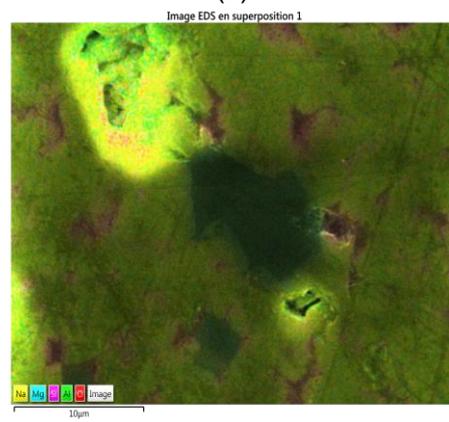
D. cartographie par rayon X de la pastille :

Dans la cartographie X, nous avons fait une acquisition point par point de la surface (figure 5.a), sous forme de niveaux de couleurs. Chacun d'eux est attribué à un élément chimique présent. L'intensité du pic mesuré

pendant un temps donné renseigne sur la nature et la quantité de l'élément présent. Nous avons obtenu une cartographie de la répartition des éléments, très représentative de nos échantillons. La photo de la figure 5.b, permet de visualiser la répartition des phases présentes. Les sites dans la figure 5.a, qui sont notés spectres 3, 4, 5 et 6 sont examinés par un couplage EDS pour la connaissance de la composition chimique (tableau 1), pour confirmer la cartographie X des figure 5.b et 5.c.



(a)



(b)

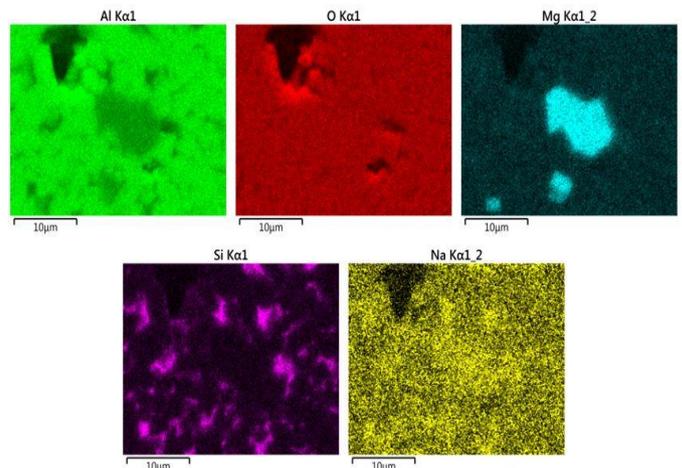


Figure 5: cartographie X de la surface de la pastille.

Tableau 1: composition chimique en (%) des différentes zones (l'oxygène est présent dans les différentes phases)

Zone analysé	Eléments chimiques (%)					
	Al	Mg	Si	Ag	Ca	Na
Spectre 3	76.77	21.67	1.08	0.47	-	-
Spectre 4	96.91	-	1.58	1.11	-	-
Spectre 5	77.33	21.36	1.21	0.1	-	-
Spectre 6	68.29	1.88	27.6	0.43	0.26	1.54

E. Etat de surface par microscopie à force atomique (AFM):

La figure (6), montre l'état de surface de la pastille commerciale obtenue par AFM. Nous constatons que la zone contrôlée comporte des ondulations, des stries, des rayures et des pores de différentes tailles (longueur, profondeur) et sont orientés dans les différentes directions. La rugosité varie d'une zone à une autre mais reste à l'échelle nanométrique. Cet aspect de la surface des pastilles est nécessaire pour garantir une meilleure étanchéité du système du mitigeur.

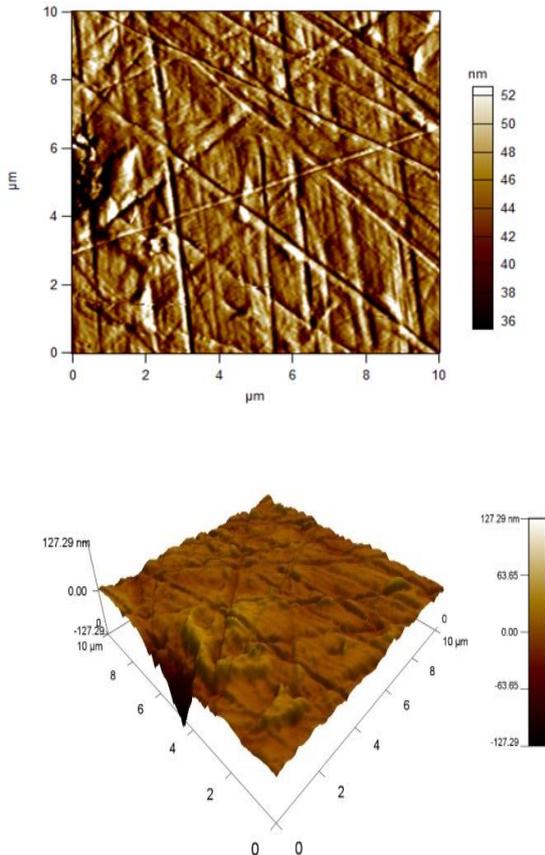


Figure 6 : Etat de surface de 100 µm² de la pastille commerciale balayée par AFM.

F. Mesure de densité :

La densité a été mesurée par la méthode d'Archimède. Après séchage des échantillons dans une étuve à 100°C pendant 24 heures, nous avons pesé les échantillons sous air et dans l'eau. La densité a été calculée suivant la formule suivante:

$$d_h = \frac{m_a}{(m_a - m_e)} d_{eau}$$

Où :

d_h : densité hydrostatique.

m_a : masse de l'échantillon dans l'air.

m_e : masse de l'échantillon dans l'eau.

d_{eau} : densité de l'eau distillée utilisée lors de la mesure.

Les valeurs de la densité hydrostatique de la pastilles (a) et (b) sont respectivement 3.6608 g/cm³ et 3.6752 g/cm³. Les taux de densification des pastilles (a) et (b) sont respectivement 92.68% et 93.04%.

G. Dureté et module élastique des pastilles :

Les essais d'indentation instrumentée (figure 7) ont été réalisés à différentes charges. La dureté a été mesurée à partir de la taille des empreintes Vickers obtenues. Le module élastique a été déterminé à partir de la pente du demi-cycle de déchargement correspondant au retour élastique. Pour les charges d'indentation utilisées (10 N, 20 N et 30 N), nous notons l'absence de fissuration radiale à cause de la porosité ouverte présente. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 2. La dureté moyenne HV trouvée est de 13 GPa. Elle est légèrement inférieure à celles mentionnées dans la bibliographie [4].

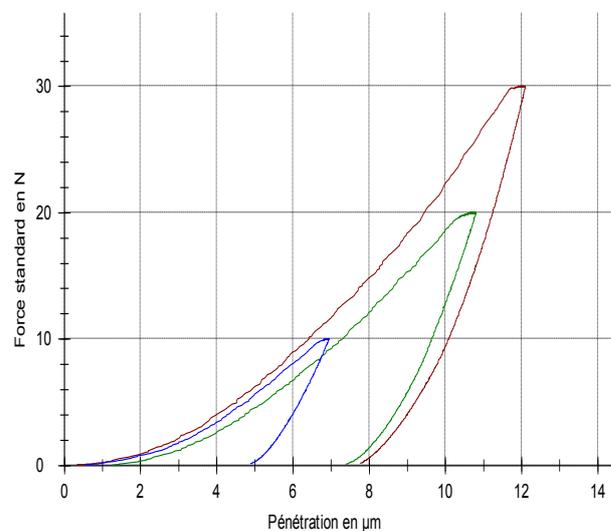


Figure (7) : Courbe charge-décharge lors de l'indentation Vickers instrumentée.

Tableau (2): Résultats obtenus pour la dureté HV et le module élastique.

Charge P	10N	20N	30N
Dureté HV (GPa)	11.80	13.15	12.42
Module élastique (GPa)	208.53	223.38	197.64

4. CONCLUSION

A travers ce travail, nous avons caractérisé un jeu de pastilles céramiques commerciales utilisées dans le mitigeur des robinets. La caractérisation, faite par différentes méthodes. Les résultats obtenus ont conduit aux conclusions suivantes:

- La pastille est composée d'une matrice en alumine α dans laquelle sont dispersés des grains d'une deuxième phase cristalline qui le spinelle ($MgAl_2O_4$)

- Cette dernière est probablement obtenue par ajout de MgO pour limiter le grossissement exagéré des grains d'alumine. La réaction des deux oxydes a conduit à la formation du spinelle ($MgAl_2O_4$)

- La présence des éléments suivant Ag, Na et Ca sont probablement ajoutés comme fondants afin d'abaisser la température de frittage.

- La porosité présente de la pastille joue un rôle crucial sur l'étanchéité entre des deux pastilles céramiques lors du fonctionnement du mitigeur.

REFERENCES

- [1] MATHIEU G., Appareils sanitaires Robinetterie, Construction | Le second oeuvre et l'équipement du bâtiment, 10 février 2011, vol 1, pp. 18.
- [2] EBERHART (J.-P.) . – Analyse structurale et chimique des matériaux. dunod(1997).
- [3] <http://www.sro.ifsttar.fr/equipements/laboratoire-danalyse-microstructurale/>
- [4] HOUSSENE J.M, CARRY C., BOWEN P, BARTON J, «traité des matériaux tome 16 : céramique et verre, principe technique d'élaboration», édition (2005), P21-2720, 403–412.