

# Comparaison de prothèses dentaires : supports, interfaces et revêtements

Marie-Eline COUTURIER

Ingénieur d'essai et développement  
Laboratoire LC2M de la SFC



GN-MEBA - les 29 et 30 juin 2011

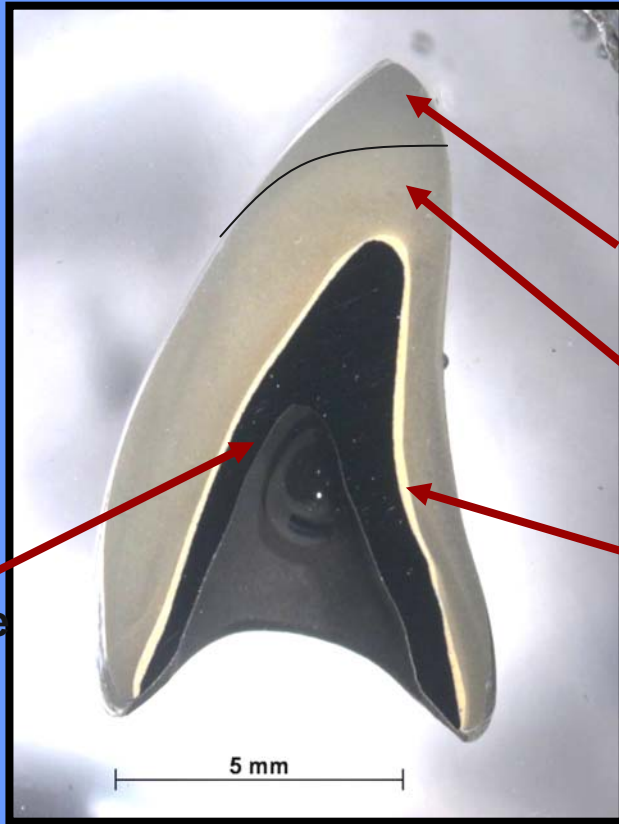


*Société Française de Céramique*

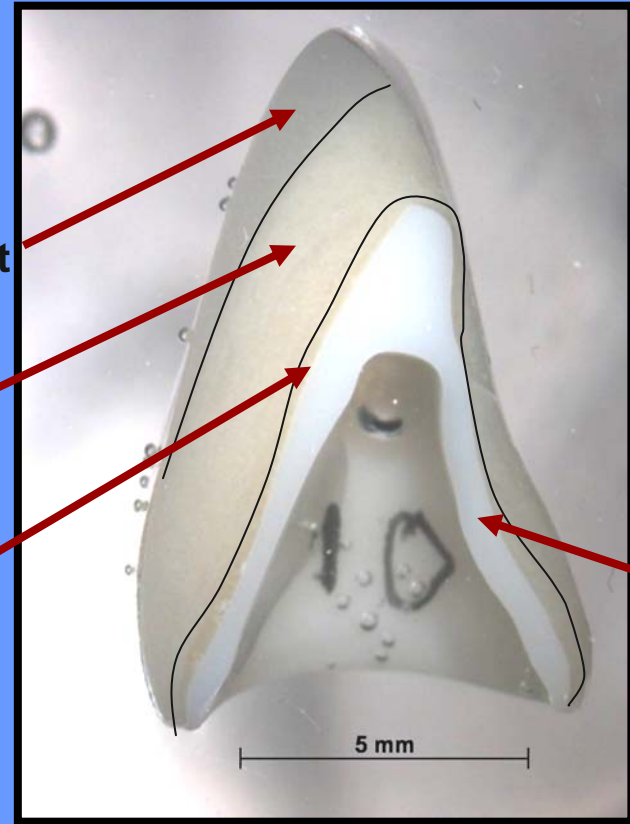
# Introduction :

- Étude générale sur 6 prothèses dentaires
- Analogie avec les normes existantes dans le domaines du contact alimentaire : art de la table, support, process
- Identification des compositions microstructurales
- Propriétés d'accrochage entre les différentes matières

# Qu'est-ce qu'une prothèse dentaire ?



*Prothèse céramo-métallique*



*Prothèse céramo-céramique*

Transparent

Dentine

Opaque

Chape zirconie

Chape métallique

# Matériel utilisé

Microsonde de Castaing  
CAMECA SX-50

4 spectromètres WDS

Cristaux utilisés : PC2, LIF,  
PET, TAP

Préparation échantillons :

Polissage avec finition 1  $\mu\text{m}$

Métallisation carbone



# Analyse microstructurale : déroulement

- Observations : images en électrons secondaires (200pA – 15 kV) et en électrons rétrodiffusés (10 nA – 15 kV)
- Analyses chimiques ponctuelles (phases homogènes) ou en balayage (phases hétérogènes)
- Cartographies chimiques

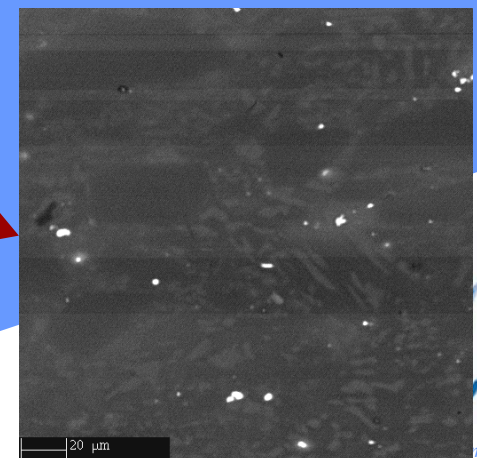
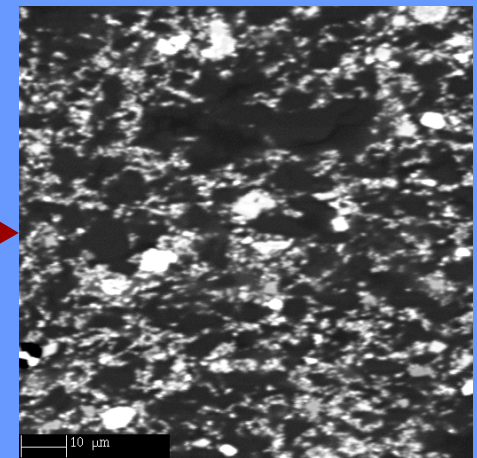
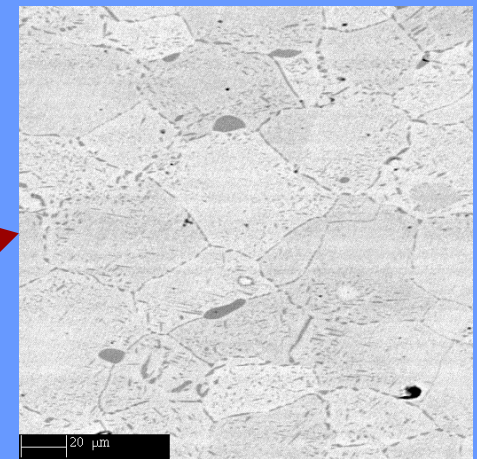
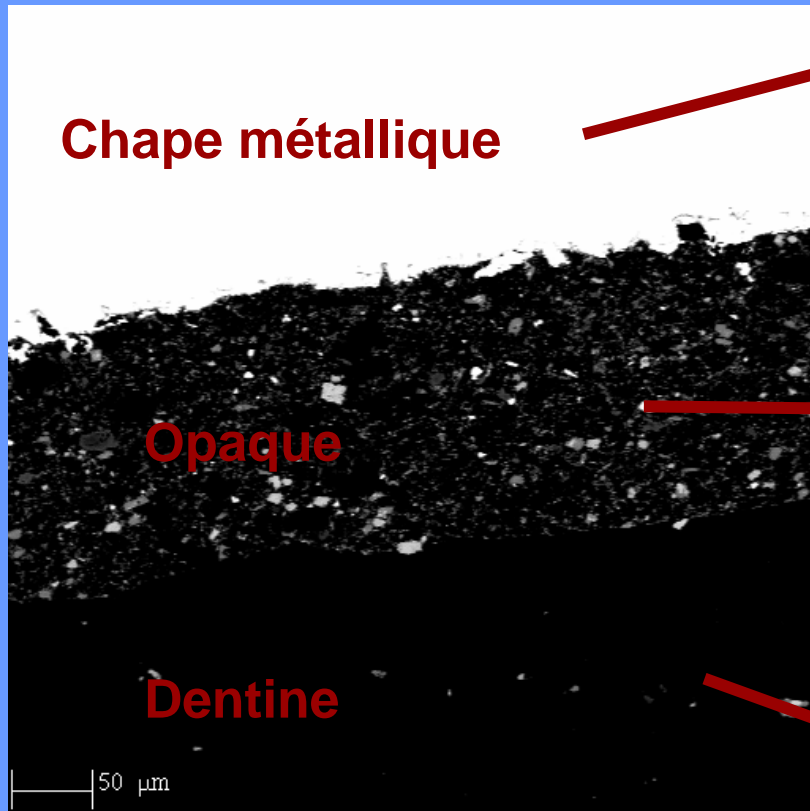
# Observations en microscopie à balayage

GN-MEBA - les 29 et 30 juin 2011



*Société Française de Céramique*

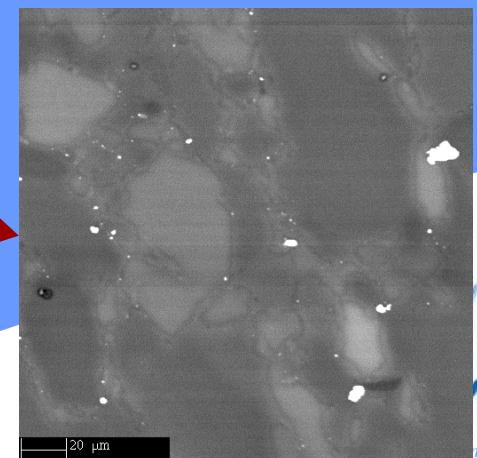
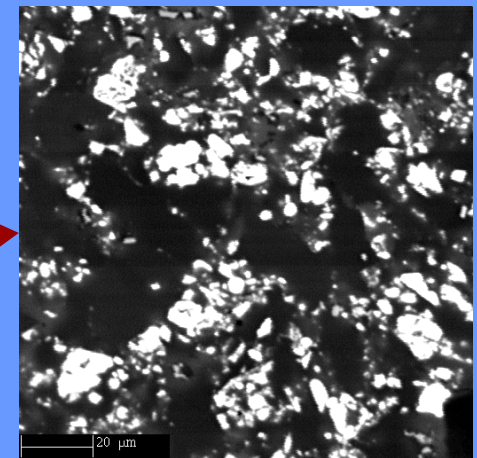
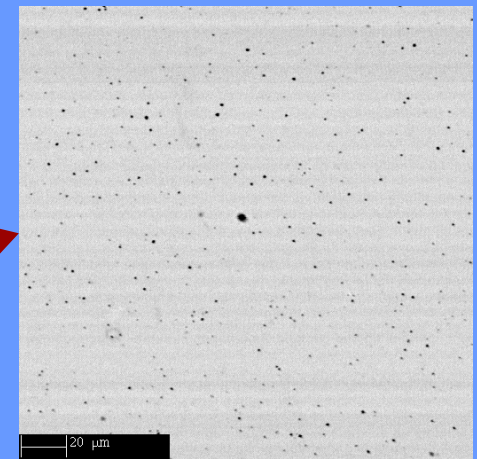
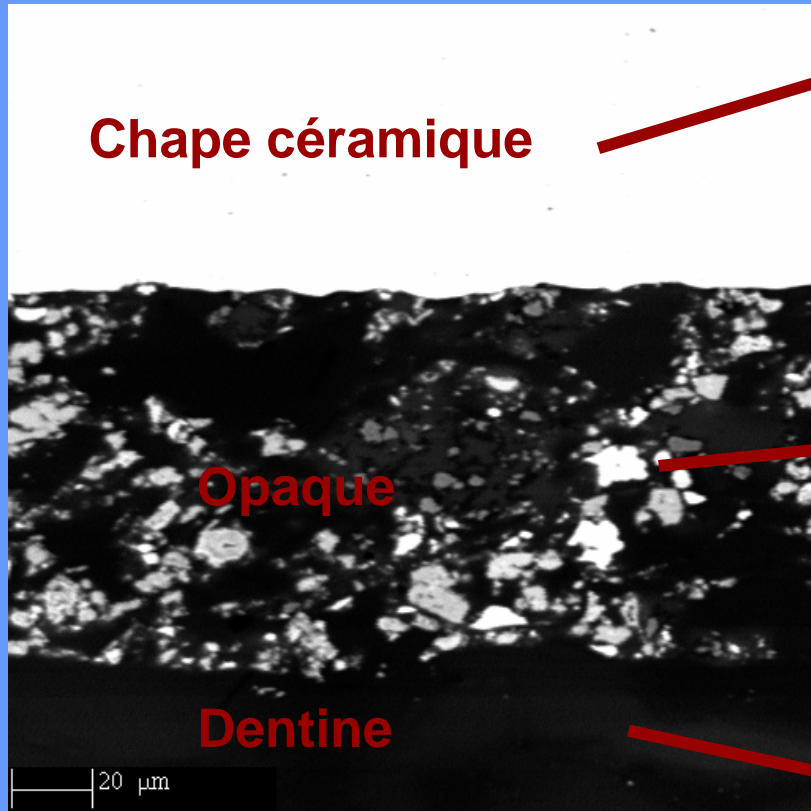
# Les différentes composantes des prothèses



## Prothèse céramo-métallique

Images en électrons rétrodiffusés

# Les différentes composantes des prothèses



Prothèse céramo-céramique

Images en électrons rétrodiffusés

# Analyses chimiques

**GN-MEBA - les 29 et 30 juin 2011**



*Société Française de Céramique*

# Analyses chimiques

Programmes d'analyses définis suite à :

- des analyses semi-quantitatives par fluorescence X sur poudre pressée
- des analyses qualitatives en microsonde de Castaing

# Analyses chimiques

➤ Analyse des parties céramiques (10 ou 100 nA – 15 ou 20 kV) :

B, F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Sr, Y, Zr, Sn, Sb, Ba, Ce, Pr, Hf,

+ O en stoïque (extrapolé d'après les stœchiométries théoriques supposées)

Utilisation de standards oxydes

# Analyses chimiques

➤ Analyse des parties métalliques (30 nA – 15 ou 20kV) :

Mg, Al, Si, P, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Se, Sr, Zr,  
Mo, Pd, Ag, Sn, Sb, Ta, W, Pt, Au

Utilisation de standards métalliques purs

# Analyses chimiques : résultats

Titres massiques (%)	Dentines	
	Céramo-métallique	Céramo-céramique
Silice $\text{SiO}_2$	60 %	60 à 65 %
Alumine $\text{Al}_2\text{O}_3$	15 %	10 %
Oxyde de potassium $\text{K}_2\text{O}$	10 %	3 à 6 %
Chaux $\text{CaO}$	6 à 8 %	7 à 9 %
Grains	Zircone $\text{ZrO}_2$ Yttrine $\text{Y}_2\text{O}_3$ Oxyde de zinc $\text{ZnO}$ Alumine $\text{Al}_2\text{O}_3$	

# Analyses chimiques : résultats

Titres massiques (%)	Opaques
Silice $\text{SiO}_2$	40 à 60 %
Zircone $\text{ZrO}_2$	2 à 26 %
Alumine $\text{Al}_2\text{O}_3$	2 à 20 %
Oxyde de potassium $\text{K}_2\text{O}$	2 à 10 %
Oxyde de sodium $\text{Na}_2\text{O}$	4 à 13 %

# Analyses chimiques : résultats

Chapes	
Métalliques	Céramiques
Chrome-Cobalt : 60% Co 33% Cr 2,5% Mo 2,5% W	Zircone : 91% ZrO <sub>2</sub> 6% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2% HfO <sub>2</sub>
Palladium-Argent-Or : 50% Pd 25% Ag 25% Au	

# Analyses chimiques : recherche de métaux lourds

## Plomb et cadmium :

- Sous forme d'oxydes pour les parties céramiques
- Sous forme métallique pour les parties métalliques

Étalonnage très précis permettant d'abaisser la limite de détection à 100 ppm

## Résultats :

**Aucune trace** de plomb ou de cadmium détectée

# Cartographies chimiques

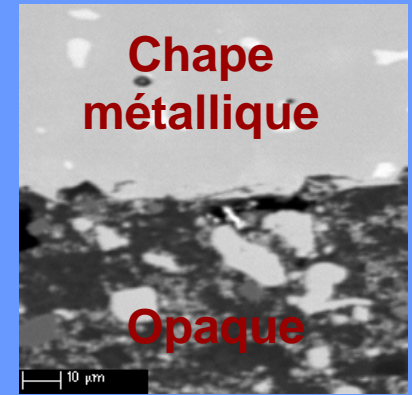
**GN-MEBA** - les 29 et 30 juin 2011



*Société Française de Céramique*

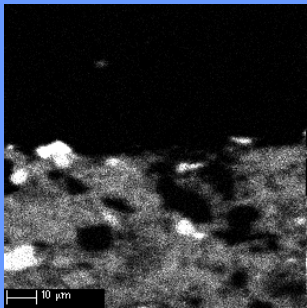
# Cartographies chimiques

Prothèse céramo-métallique :  
interface chape métallique - dentine

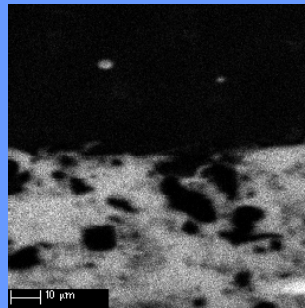


Electrons rétrodiffusés

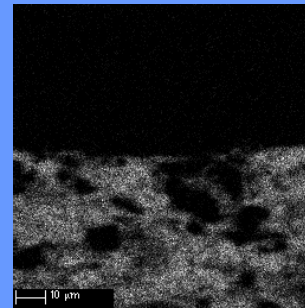
Al



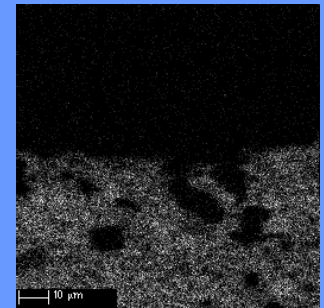
Si



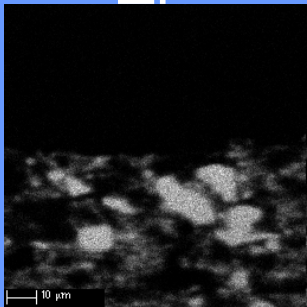
K



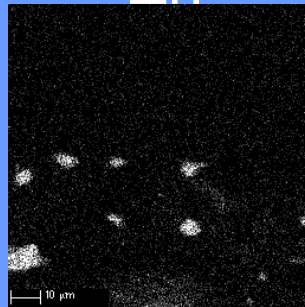
Na



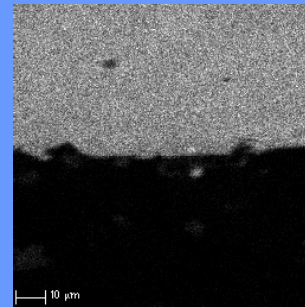
Zr



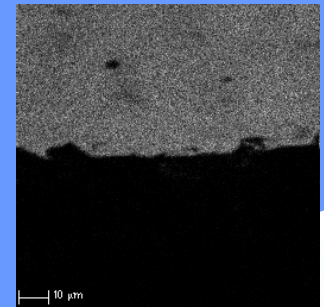
Zn



Cr

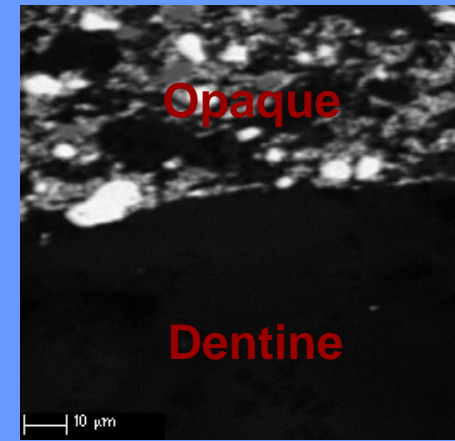


Co



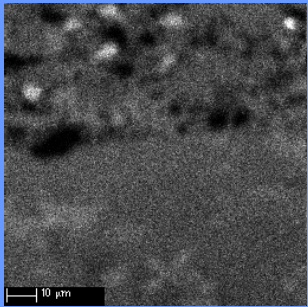
# Cartographies chimiques

Prothèse céramo-métallique :  
interface opaque - dentine

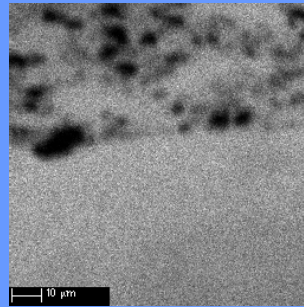


Electrons rétrodiffusés

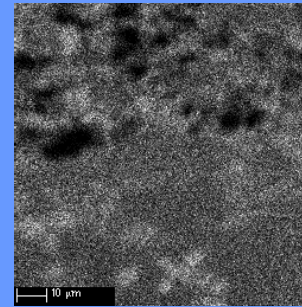
Al



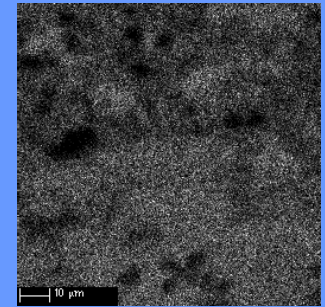
Si



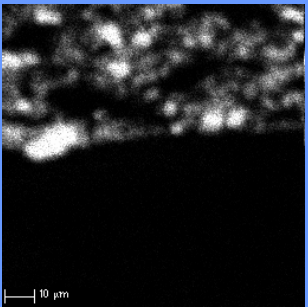
K



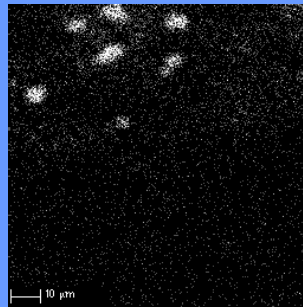
Na



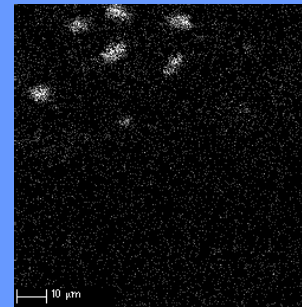
Zr



Zn

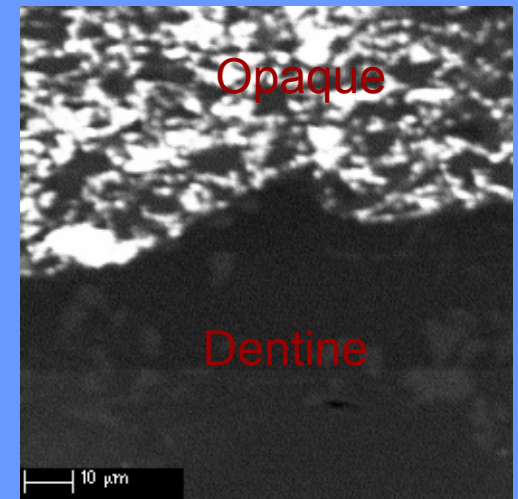


Cr



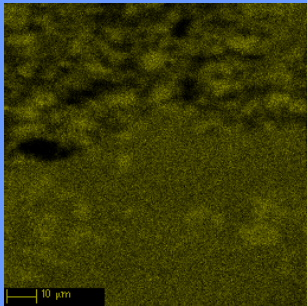
# Cartographies chimiques

Présence de leucite

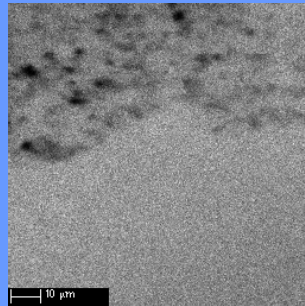


Electrons rétrodiffusés

Al



Si



K

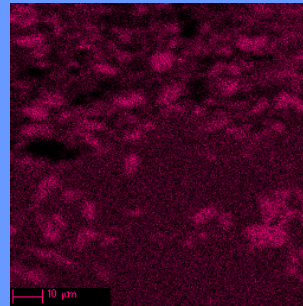
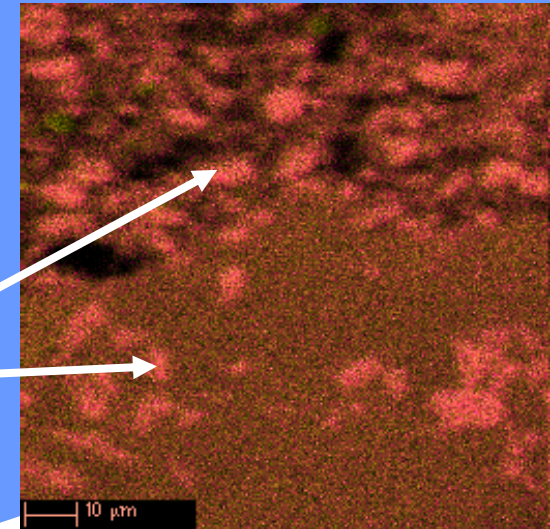
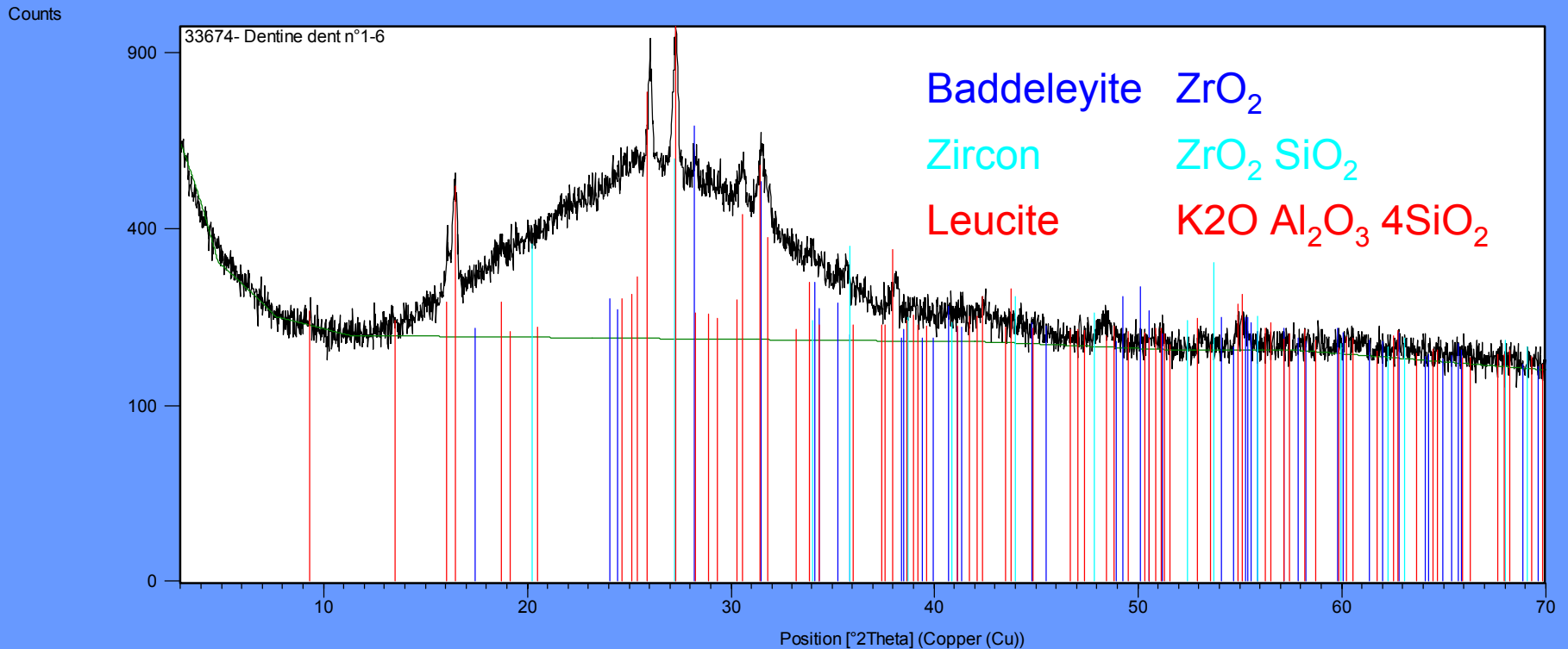


Image  
recomposée

Leucite



# Présence de leucite détectée en DRX



Coefficient de dilatation thermique de la leucite  $\approx 20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Adaptation plus facile du coefficient de dilatation des opaques et dentines sur les chapes

# Interfaces

**GN-MEBA** - les 29 et 30 juin 2011



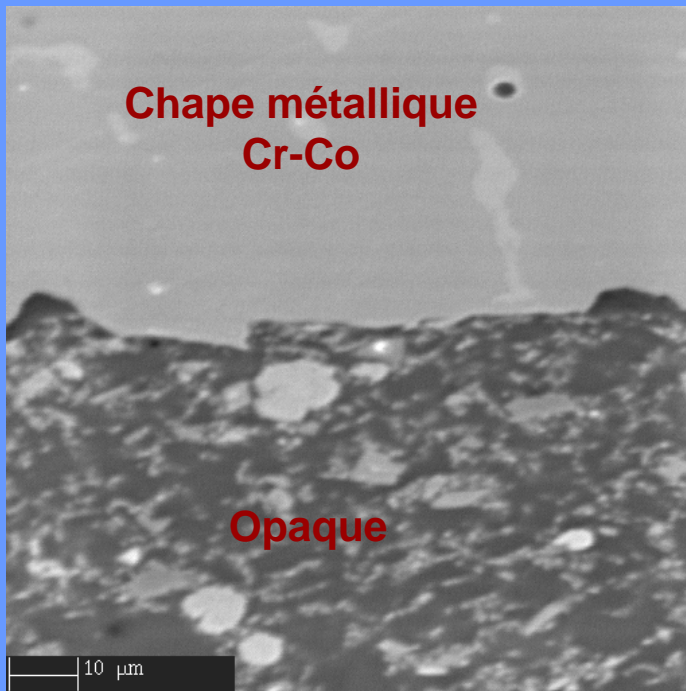
*Société Française de Céramique*

# Interfaces entre les différents supports et revêtements

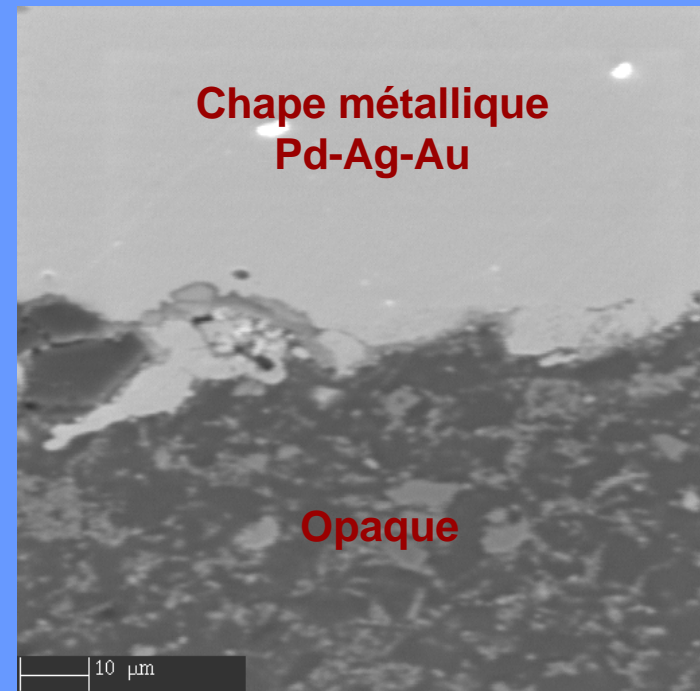
## Interfaces étudiées

- Céramique / métal :
  - Accroche entre opaque et chapes métalliques
- Céramique / céramique :
  - Accroche entre dentines et opaques
  - Accroche entre opaques et chapes céramiques

# Interfaces entre les différentes couches : opaque / chape métallique

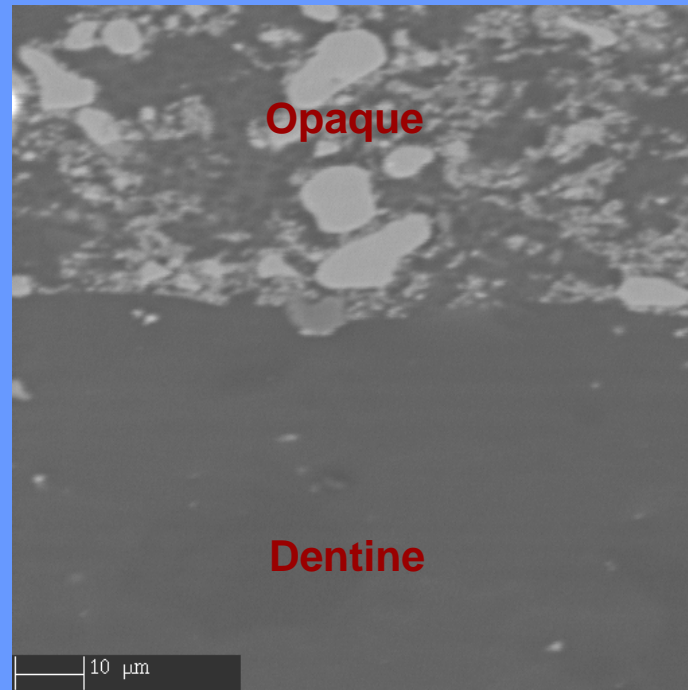


- Interface torturée
- Pas de fissure
- Pas de bulle



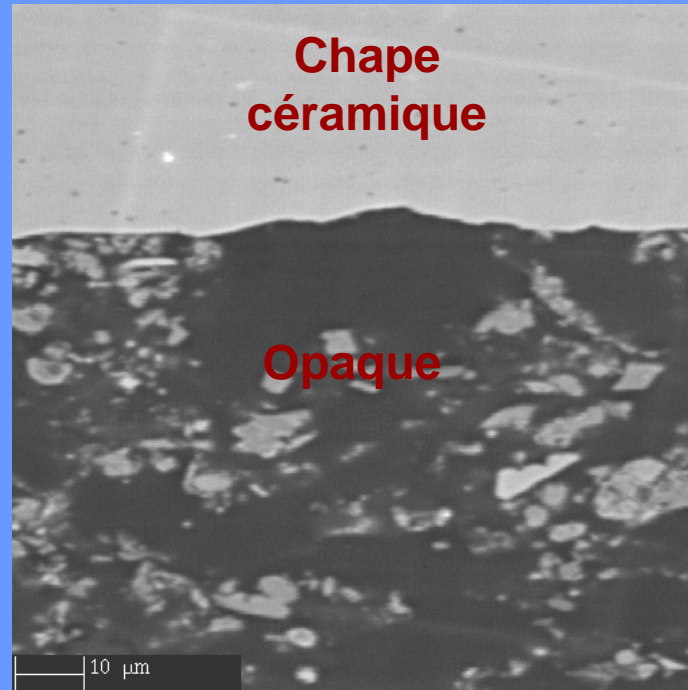
- Interface torturée
- Fissures
- Piqûres dans le métal
- Décohésion
- Bulles

# Interfaces entre les différentes couches : dentine / opaque



- Interface torturée
- Pas de fissure
- Pas de bulle

# Interfaces entre les différentes couches : opaque / chape céramique



- Interface torturée
- Pas de fissure
- Pas de bulle

# Interfaces entre les différentes couches : conclusion

## Interfaces : tenue mécanique

- Chape métallique ou chape céramique
- Nature de l'alliage métallique
- Nature de l'opaque sur la chape métallique

# Conclusion générale

**GN-MEBA - les 29 et 30 juin 2011**



*Société Française de Céramique*

# Conclusion générale

- Analyses chimiques et cartographies chimiques :
  - > Dentine : matrice silico-alumineuse avec grains
  - > Opaque: grains de zircone et silico-alumineux
  - > Chapes métalliques : Cr-Co ou Pd-Ag-Au
  - > Chapes céramiques : zircone



Biocompatibilité

- Étude des interfaces :
  - > Céramique / céramique : meilleure tenue
  - > Céramique / métal : qualité dépendant des matières utilisées



Tenue mécanique

# Merci pour votre attention

## Société Française de Céramique

6 - 8 rue de la Réunion

Les Ulis

91955 COURTABOEUF CEDEX

Tél : 01 56 56 70 00

Fax : 01 64 46 20 28

[www.ceramique.fr](http://www.ceramique.fr)