

# Liaison céramo métallique

# Introduction

- Les qualités esthétiques des céramiques peuvent être combinées avec la résistance des alliages pour produire des restaurations qui possèdent à la fois une apparence naturelle et de très bonnes qualités mécaniques .

# LES CÉRAMIQUES POUR CCM

Elles doivent remplir cinq conditions :

- • Simuler l'apparence de la dent naturelle,
- • Frittage à relativement basse température,
- • Coefficient d'expansion thermique adapté à celui de l'alliage,
- • Résister à la dégradation dans l'environnement buccal,
- • Ne pas abraser excessivement les dents antagonistes.

# Classification des ceramiques suivant leur temperature de fusion

Class	Applications	Sintering Temperature Range
High fusing	Denture teeth, and fully sintered alumina and zirconia core ceramics	>1300 °C (>2372 °F)
Medium fusing	Denture teeth, presintered zirconia	1101 °C–1300 °C (2013 °F–2372 °F)
Low fusing	Crown and bridge veneer ceramic	850 °C–1100 °C (1562 °F–2012 °F)
Ultralow fusing	Crown and bridge veneer ceramic	<850 °C (<1562 °F)

Marque/variante	Matériau	Propriétés	Fixation	Indications
IPS e.max CAD / Press	Céramique vitreuse monolithique (feldspathique renforcée au disilicate de lithium)	Esthétique et résistant	Adhésif	Couronnes, bridges (max. 3 éléments) et inlays
IPS Empress® Esthetic/CAD	Céramique vitreuse monolithique (feldspathique renforcée à la leucite)	Esthétique	Adhésif	Couronnes et inlays
VitaBlocs® Mark II	Céramique monolithique (feldspathique)	Esthétique	Adhésif	Inlays, Onlays, couronnes partielles
Forma® Zircono	Dioxyde de zirconium stratifié	Très esthétique et très solide	Conventionnel ou adhésif	Couronnes, bridges (max. 14 éléments) et inlays
Lava™ Zircono	Dioxyde de zirconium stratifié	Très esthétique et très solide	Conventionnel ou adhésif	Couronnes, bridges (max. 14 éléments) et inlays
Nobel Procera® Zircono	Dioxyde de zirconium stratifié	Très esthétique et très solide	Conventionnel ou adhésif	Couronnes, bridges (max. 14 éléments) et inlays
Lava™ Plus	Dioxyde de zirconium stratifié	Extrêmement translucide	Conventionnel ou adhésif	Couronnes, bridges (max. 14 éléments) et inlays
Mono Zir®	Dioxyde de zirconium monolithique	Extrêmement translucide	Conventionnel ou adhésif	Couronnes, bridges (max. 5 éléments) et inlays
CCM	Différents alliages précieux, semi-précieux, non précieux	Fiabilité éprouvée	Conventionnel ou adhésif	Couronnes, bridges
Lava™ Ultimate	Composite hybride monolithique	Amortissant les forces	Adhésif	Inlays, "tabletops" restaurations ultra-pelliculaires
Tout métal	Différents alliages précieux, semi-précieux, non précieux	Fiabilité éprouvée	Conventionnel ou adhésif	Couronnes, bridges, inlays et onlays

# LES ALLIAGES POUR CCM

- **Alliages Au-Pt-Pd : Haute teneur en métaux précieux. Excellente résistance à la corrosion.**

L'indium, l'étain, et le fer sont présents et forment des oxydes permettant la liaison céramique-alliage.

- **Alliages Au-Pd-Ag : Ils contiennent moins de Pd que les précédents. Cette diminution se fait au profit du % d'Ag. Cependant ils ont encore une bonne résistance à la corrosion. De nouveau In et Sn sont ajoutés en vue de la formation d'une liaison céramo-métallique**

- **Alliages Ni-Cr : Le chrome procure une bonne résistance au ternissement et à la corrosion.**

Les alliages qui contiennent Al ou Ti ont leurs propriétés mécaniques renforcées par la formation de précipités  $\text{Ni}_3\text{Al}$  ou  $\text{Ti}_3\text{Al}$ . Mo est ajouté pour diminuer le coefficient d'expansion thermique et Be est ajouté pour améliorer la coulabilité

- Ils sont aussi plus rigide et permettent de réaliser des armatures et des chapes d'épaisseur plus réduite.

# PRÉPARATION DES RESTAURATIONS CÉRAMO-MÉTALLIQUES

- La réalisation des armatures et chapes pour techniques CCM est très proche de celle des réalisations uniquement métalliques. Une différence importante existe par contre dans la réutilisation des alliages. lors de la fusion et de la coulée, certains éléments de l'alliage peuvent être perdus, spécialement ceux qui participent à la formation des oxydes qui sont très importants pour la formation de la liaison céramométallique avec des alliages précieux. C'est pourquoi, à chaque coulée de ces alliages, la moitié au moins de l'alliage doit être **neuve**.





Oxidized  
metal

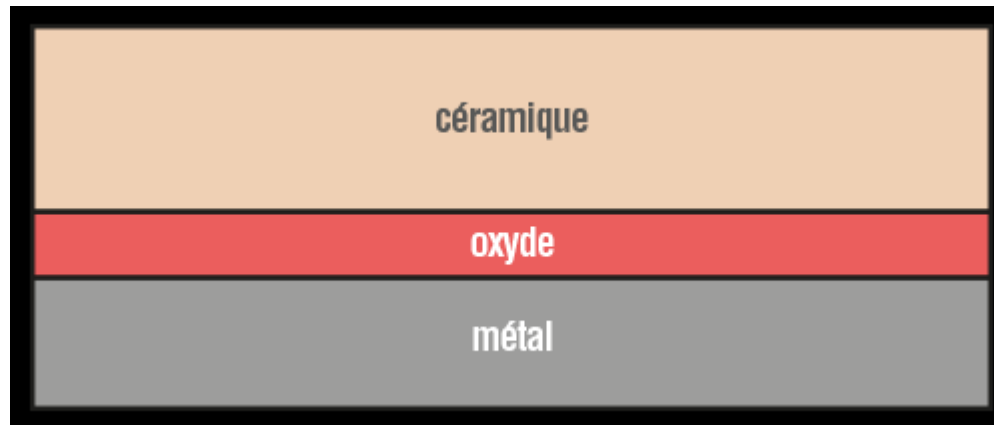
Opaque  
porcelain

Body  
porcelain

# Preparation avant le montage de la ceramique

- 1- Les traitements de surface des chapes sont aussi importants. Ce sont le **sablage** de la surface ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  entre 25 et  $50\mu\text{m}$ )
- 2- **la cuisson de formation des oxydes** (traitement thermique a 980 degres soit à l'air, soit sous vide partiel).

Avec certains alliages contenant du Pd, cette cuisson ne permet pas seulement de créer cette **couche externe d'oxydes**, mais aussi d'oxydes internes qui **pénètrent** dans le **métal** à partir de sa surface et augmentent significativement sa rugosité ce qui conduit à une amélioration de l'adhésion métal-céramique.



Application de l'opaque  
base en pate



Opaque en pate apres la  
1ere cuisson



# LA LIAISON CÉRAMO MÉTALLIQUE

- **3 types** de liaisons :
- **Liaison physique** : par adhésion
- **Liaison chimique** : la couche d'oxyde formée en surface se dissolverait dans la céramique.
- Malheureusement la liaison chimique est nettement plus faible pour les alliages non précieux que pour les alliages précieux ; c'est pourquoi il est indispensable d'augmenter la rétention par des procédés mécaniques.
- **Liaison mécanique** : se fait par interpénétration de certains composants de la céramique dans les parois ou stries du métal

- *I/EMAILLAGE ET LIAISON CÉRAMO  
MÉTALLIQUE*

- La qualité d'une liaison céramo métallique est sous la dépendance de trois modes principaux d'interactions intervenant:
  - \* entre l'alliage et la céramique
    - \* lors de la cuisson
    - \* au cours du refroidissement

# Le premier est d'ordre physico-chimique

- par **la mouillabilité** de la céramique en fusion à la surface du substrat métallique. La capacité de mouillage de la céramique est contrôlée par sa tension superficielle à la température de cuisson, par l'énergie de surface du substrat métallique.
- On obtient un bon étalement de la céramique en fusion en augmentant l'énergie superficielle de l'alliage par une oxydation préalable.

## Le deuxième est d'ordre chimique :

- - Il détermine la nature de la liaison qui se crée aux différentes interfaces entre céramique, oxydes de surface et métal.
- . Elle est l'aboutissement de phénomènes complexes d'oxydo-réduction aux interfaces ,consécutifs aux inter diffusions ou migrations ioniques se produisant lors de la cuisson.



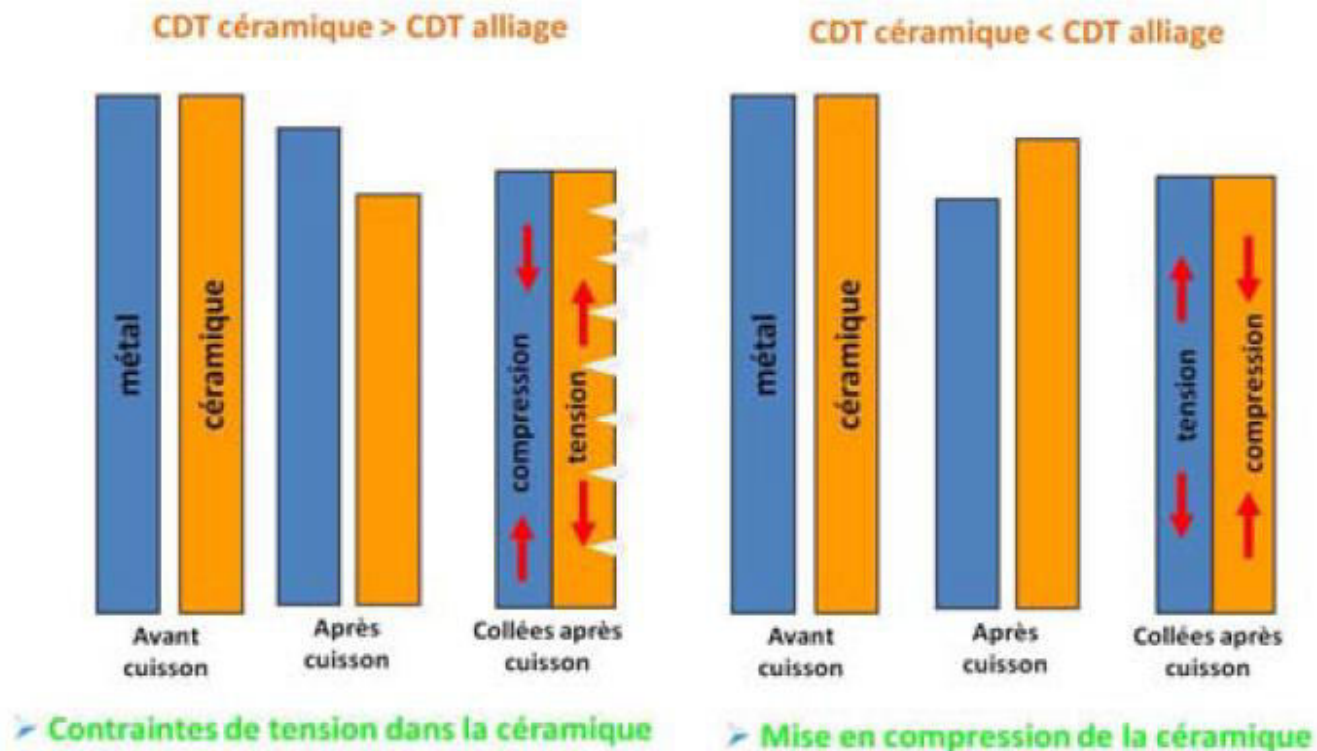
# Le troisième est d'ordre mécanique

- - : Il résulte de l'ancrage de la céramique après refroidissement dans **les rugosités**; de surface de l'alliage. L'observation des interfaces céramo métalliques révèle deux formes de rugosités bien distinctes: celles qui proviennent d'un traitement de surface de l'alliage avant la cuisson, d'ordre **macroscopique** ( ex. sablage), et celles d'ordre **microscopique** qui se créent lors de la cuisson par dissolution sélective de certaines phases de l'alliage, généralement localisées dans les espaces inter-dendritiques;



**Porcelain beveled**  
with medium grit diamond bur

- la mise en compression de la céramique à l'interface due à une légère différence de contraction entre l'alliage et la céramique lors du **refroidissement**. Cette précontrainte de la céramique (**frettage**) est mécaniquement favorable, puisqu'elle permet de s'opposer à l'initiation ou la propagation des fissures à partir des défauts interfaciaux. Elle nécessite une contraction supérieure de l'alliage.



- **En pratique**, l'établissement d'une liaison de qualité entre un alliage et une céramique requiert successivement les conditions suivantes:

# Conditions requises pour l'obtention d'une bonne liaison ceramo metallique

- 1-Sélection d'un alliage de haut module d'élasticité, dont le solidus est supérieur d'au moins 100 °C à la température de cuisson des premières couches de céramique opaque (980°C). La rigidité élevée des alliages à base de nickel et à base de cobalt leur confère une excellente résistance à la déformation lors des cycles de cuisson; cette qualité est primordiale pour la stabilité dimensionnelle des travées de longue portée;

- 2-Création à la surface de l'infrastructure de rugosités par sablage, afin d'améliorer l'ancrage de la céramique. Ce traitement de surface mécanique est suivi d'un nettoyage et d'un dégraissage scrupuleux

- 3-Formation par traitement thermique préalable d'une pellicule d'oxydes stable et adhérente à la surface de l'armature métallique. Pour être mécaniquement résistante, cette couche d'oxydes doit avoir une faible épaisseur et une bonne homogénéité chimique

- -4 Haute température de fusion de l'alliage ( $> 1100^{\circ}\text{C}$ ) : La température doit être supérieure ( $> 100^{\circ}\text{C}$ ) à la température de frittage des céramiques. Température de frittage de la céramique abaissée. , aucune déformation des chapes métalliques ne peut se produire.



- -La céramique doit mouiller l'alliage quand elle est appliquée sous la forme d'une pâte. Une bonne adhésion entre l'alliage et la céramique est essentielle et est obtenue grâce aux interactions de la céramique avec les oxydes métalliques de surface et à la rugosité de cette surface.

- . Rigidité et résistance de l'armature évitant les contraintes dans la céramique (surtout au niveau des travées de bridge).

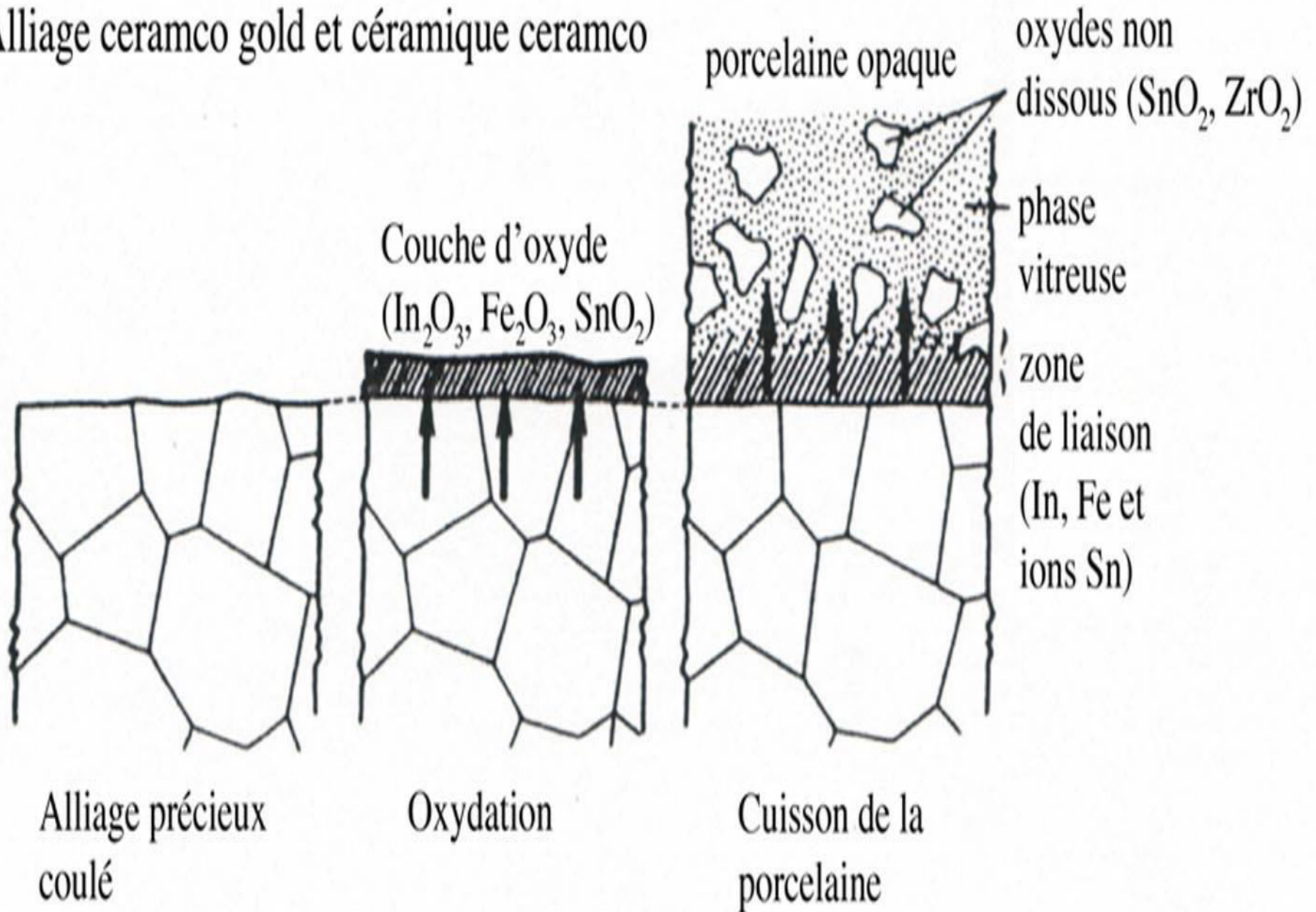
- *L'ADHÉSION MÉTAL-CÉRAMIQUE*

- L'adhérence de la céramique sur le métal est le facteur le plus important de la liaison
- céramo-métallique. En règle générale, cette adhésion est le résultat d'une **diffusion entre les oxydes sur la surface de l'alliage et dans la céramique**. Ces oxydes sont formés au moment du mouillage de l'alliage par la céramique et lors du frittage de la céramique.

- Idéalement, **une couche d'oxyde de très faible épaisseur et fortement adhérente** a son substrat est indispensable à une bonne mouillabilité de la céramique, durant sa cuisson, sur l'infrastructure métallique, puis à l'inter-diffusion des éléments de liaison (phénomènes d'oxydo-réduction), qui va définir la qualité de la liaison céramo-métallique.

- **Les alliages précieux**, résistants à la corrosion, doivent être modifiés par adjonction d'éléments plus **facilement oxydables**. La formation de cette couche d'oxyde est alors obtenue lors du “**dégazage**” des armatures avant l'application de la céramique

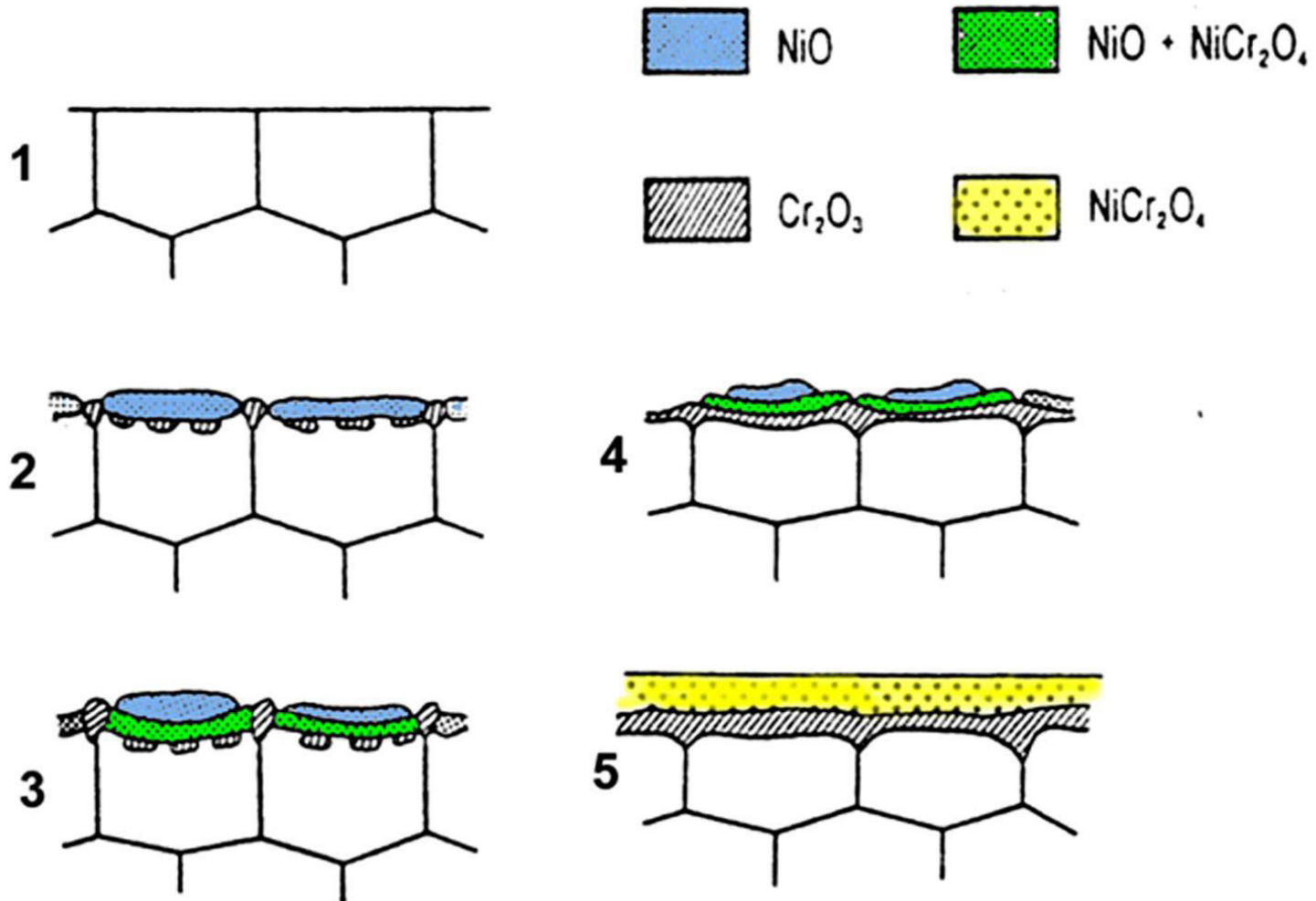
# Alliage ceramco gold et céramique ceramco



## *LES ALLIAGES NON PRÉCIEUX*

- Les alliages non précieux contiennent des éléments comme Ni, Cr, Be qui forment très aisément des oxydes au moment du dégazage. Cad: plus facilement oxydable.

# Représentation schématique de la chronologie de l'oxydation d'un alliage Ni-Cr





Application d'un bonding permet la  
reduction de la couche d'oxyde



## VI/ PRÉPARATION DES RESTAURATIONS CÉRAMO- MÉTALLIQUES

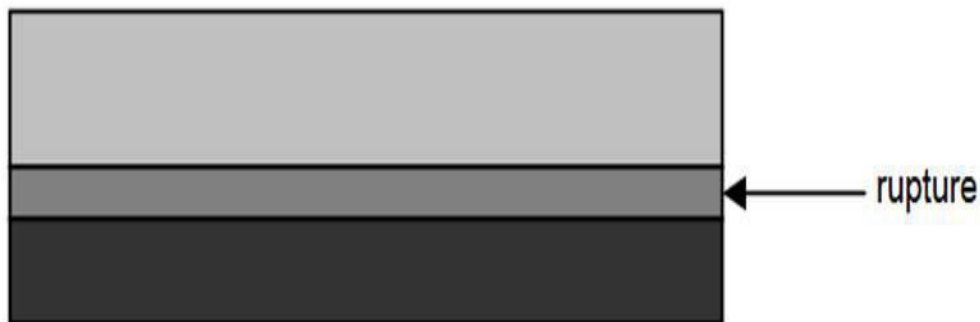
- -La réalisation des armatures et chapes pour techniques CCM est très proche de celle des réalisations uniquement métalliques.
- Une différence importante existe par contre dans la réutilisation des alliages. lors de la fusion et de la coulée, certains éléments de l'alliage peuvent être perdus, spécialement ceux qui participent à la formation des oxydes. Ces éléments sont très importants pour la formation de la liaison céramo métallique
- avec des alliages précieux. C'est pourquoi, à chaque coulée de ces alliages, **la moitié au moins de l'alliage doit être neuve.**

# Niveaux de rupture possibles de la liaison céramo-métallique

□ Céramique    □ Oxyde    ■ Métal



Facture adhésive à l'interface métal/oxyde. Adhérence réduite. Se rencontre avec des alliages très résistants à l'oxydation. Ex : Au, Pt



Fracture dans la couche d'oxyde. Adhérence réduite. Se rencontre souvent avec les alliages non précieux, avec une couche trop épaisse



Fracture cohésive dans la céramique. Adhérence élevée. Couche d'oxyde de nature et d'épaisseur correcte.