

# Comparaison de deux technologies de fabrication dans la céramique dentaire : usinage laser et micro-fraisage

## Contexte

- ❖ Utilisation de la céramique technique dans la fabrication de prothèse dentaire (propriétés mécaniques intéressantes, biocompatible, ...)
- ❖ Difficulté dans la mise en forme des prothèses
  - micro-fraisage sur céramique partiellement frittée
  - Usinage laser sur céramique « crue » (pas de contact, non-abrasif, pas d'usure d'outils,...)

## Objectif

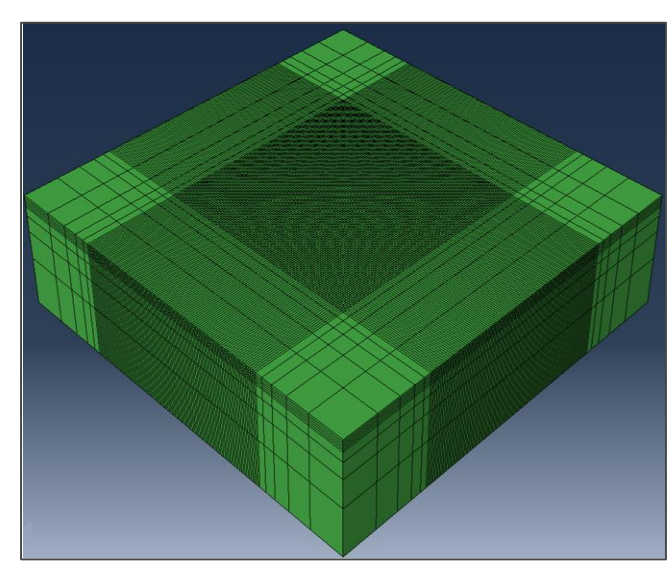
- ❖ Compétitivité de l'usinage laser en céramique « crue » par rapport au micro-fraisage en céramique pré-frittée

## L'usinage laser dans la céramique « crue » Optimisation de différentes trajectoires

### Modélisation numérique du process

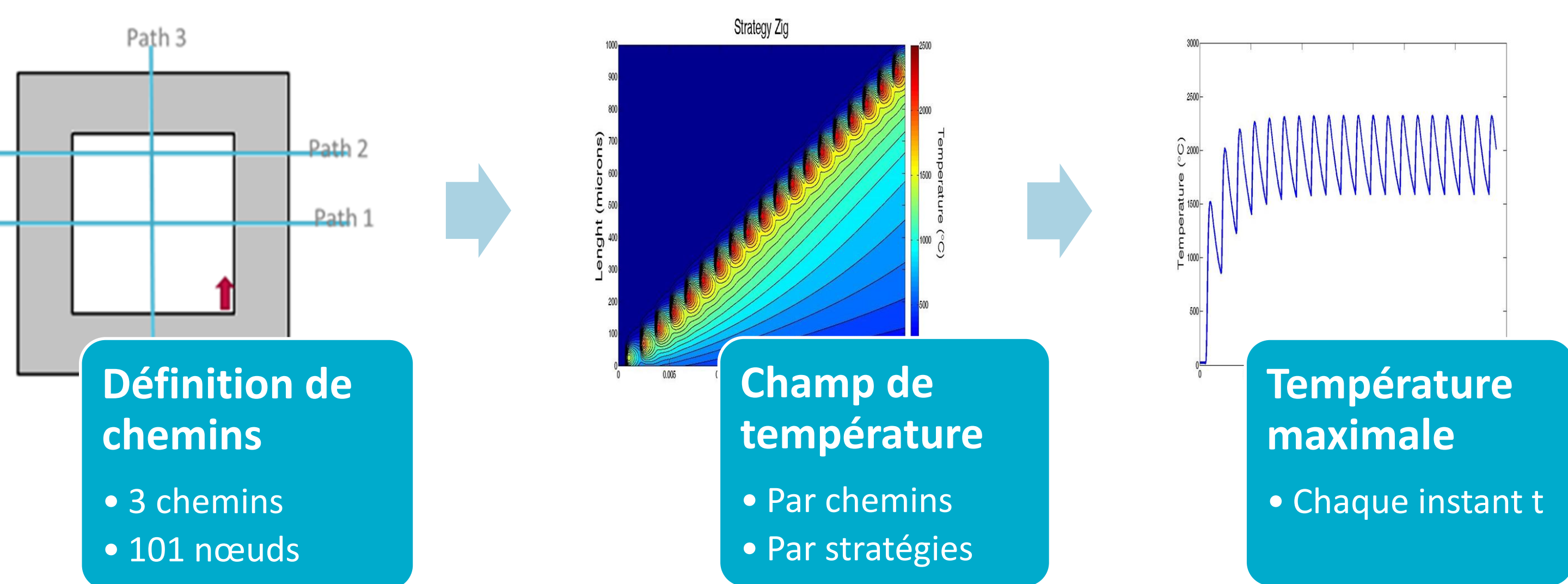
Hypothèse: Pas d'enlèvement de matière, laser simplifié, ...

- Matériel: Céramique Y-TZP
- Diamètre laser: 45  $\mu\text{m}$
- Vitesse de lasage: 800 mm/s
- Fréquence: 18 kHz
- Surface traitée: 1mm x 1mm

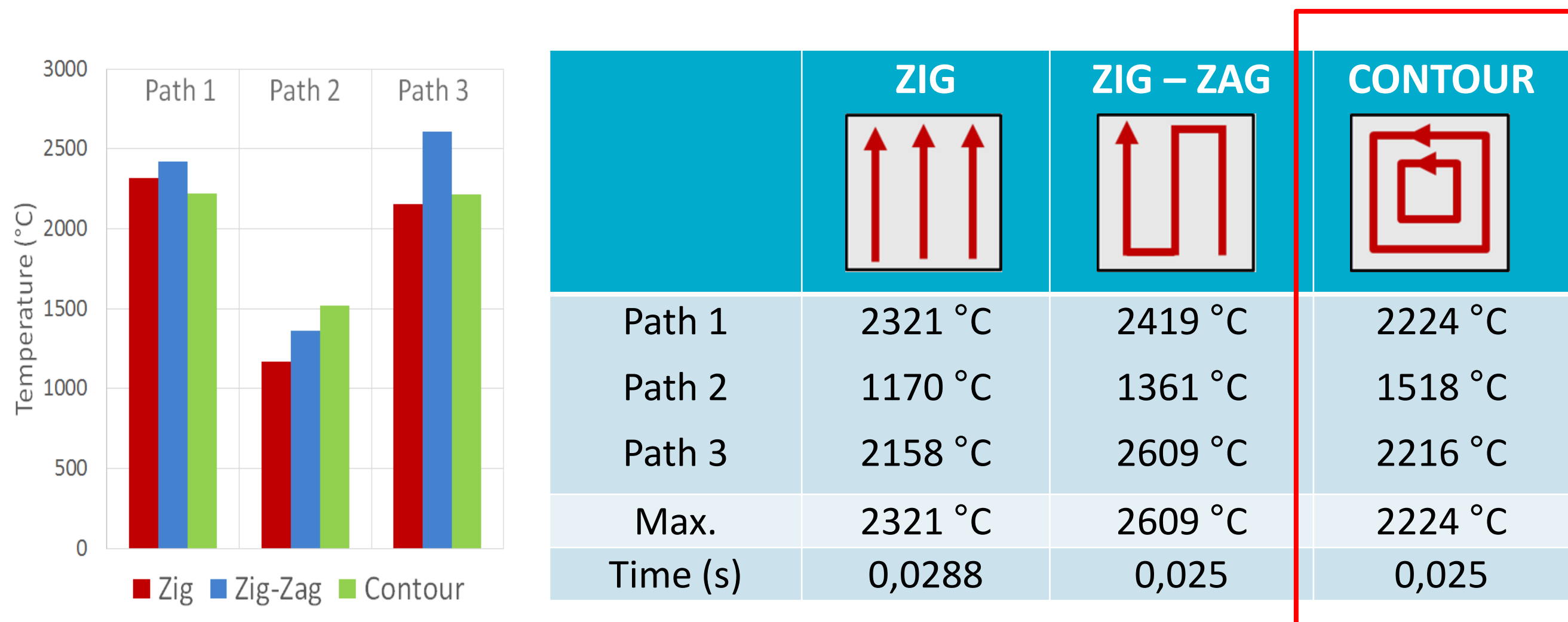


Modèle FEM  
Type élément: Rectangulaire  
Nombre éléments: 121104

### Méthode de comparaison



### Résultats



## Le micro-fraisage dans la céramique pré-frittée Optimisation des paramètres de coupe

### Couple Outil-Matière

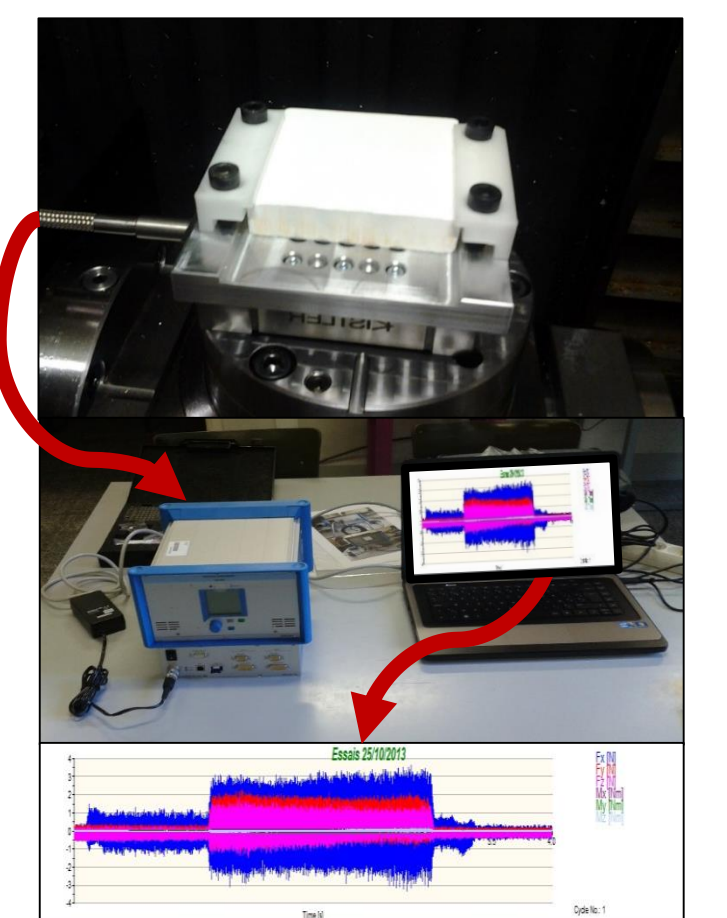
- ❖ Céramique Y-TZP  $\approx$  Matériau ductile (Renforcement par durcissement)
  - ➔ Application d'une Norme pour matériau ductile: NF E66-520
    - Matériau: Y-TZP pré-fritté
    - Pressage uniaxial 33 Mpa
    - Pressage isostatique 195 Mpa
    - Température de chauffe: 900°C
    - Temps de chauffe: 2h

- ❖ Détermination des paramètres de coupe optimaux

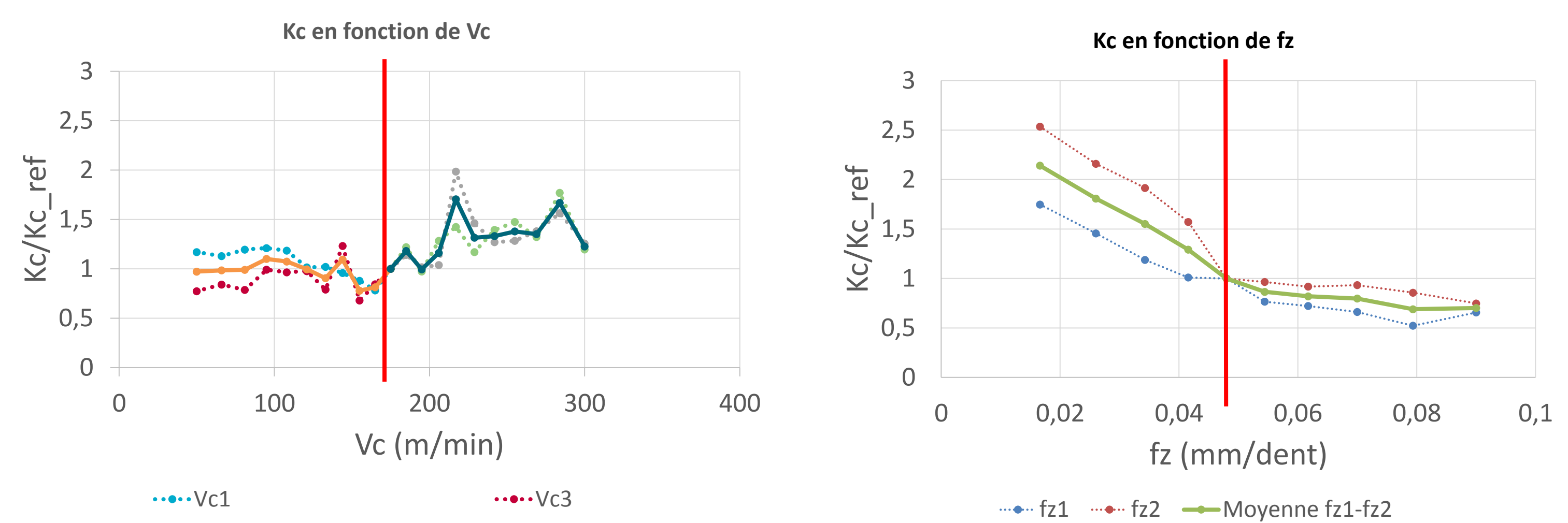
### Essais de rainurage

Mesures des efforts à chaque conditions de coupe

	Vc optimale	fz optimale
ap (mm)	0,7	0,7
Vc (m/min)	Varie	175
fz (mm/dent)	0,048	Varie



### Résultats

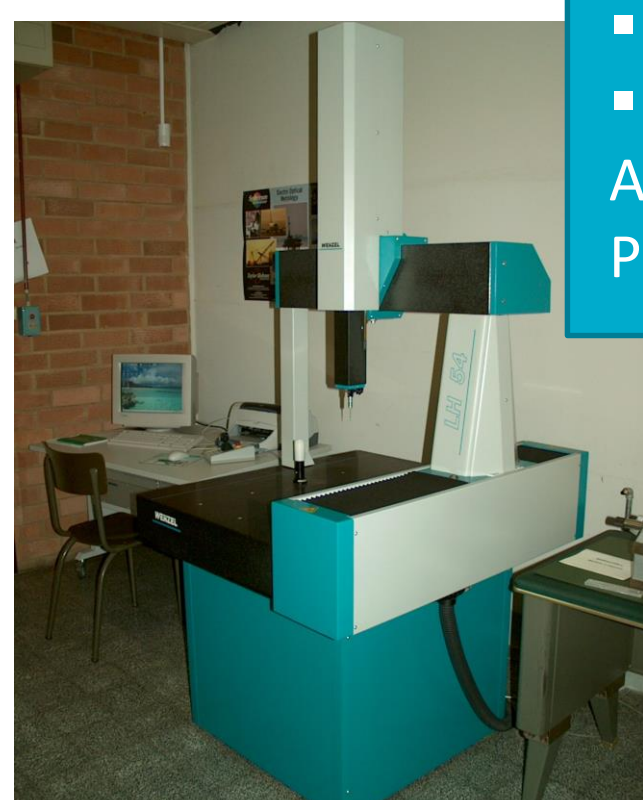


**Paramètres de coupe optimaux: Vc= 175 m/min, fz= 0,048 mm/dent, ap=0,7mm**

## Comparaison de l'usinage laser et le micro-fraisage

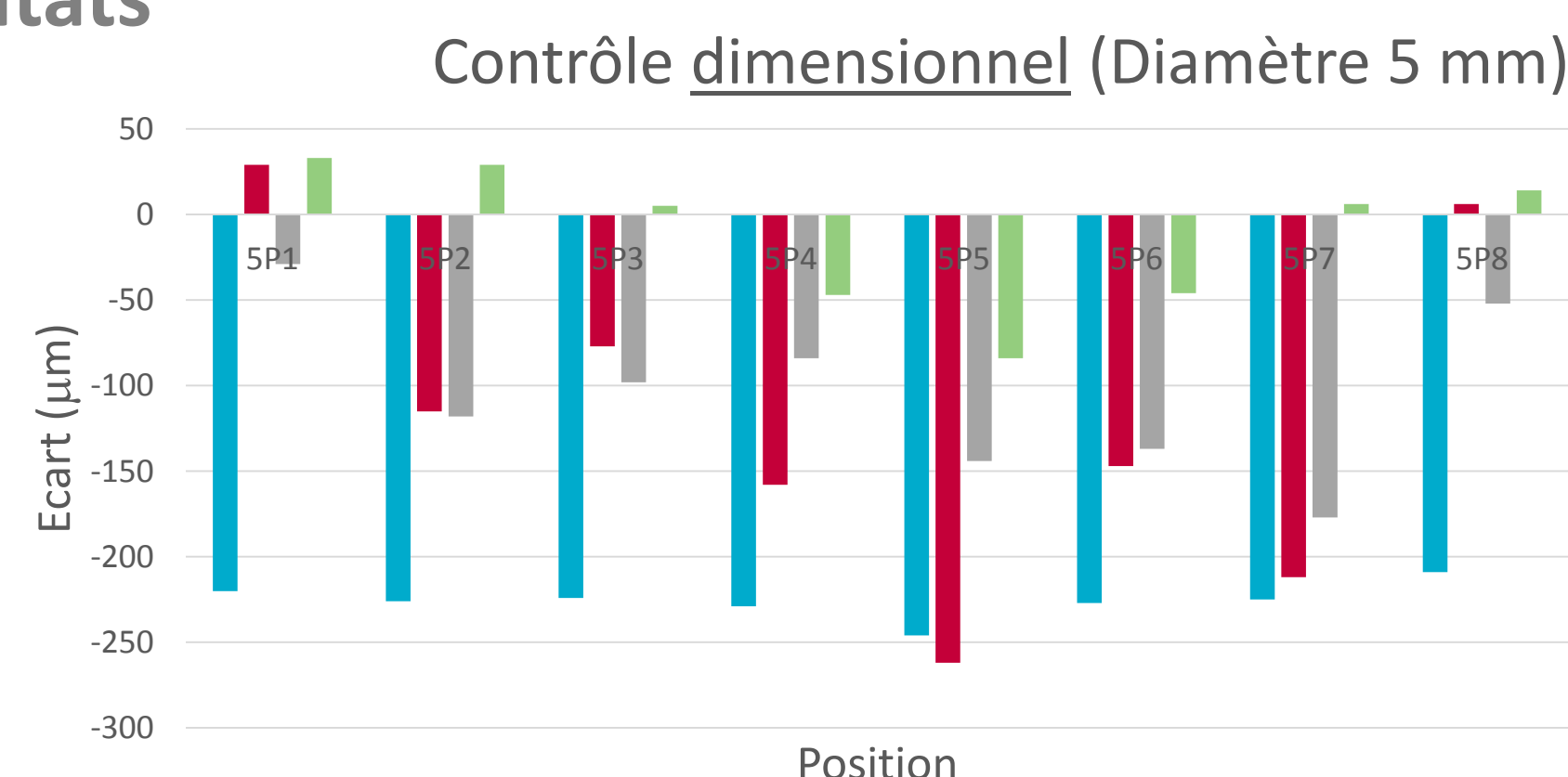
### Métrologie

- Perçages coniques:
- 2:  $\varnothing 10$
  - 8:  $\varnothing 5$
  - Angle d'ouverture: 20°
  - Profondeur 3 mm

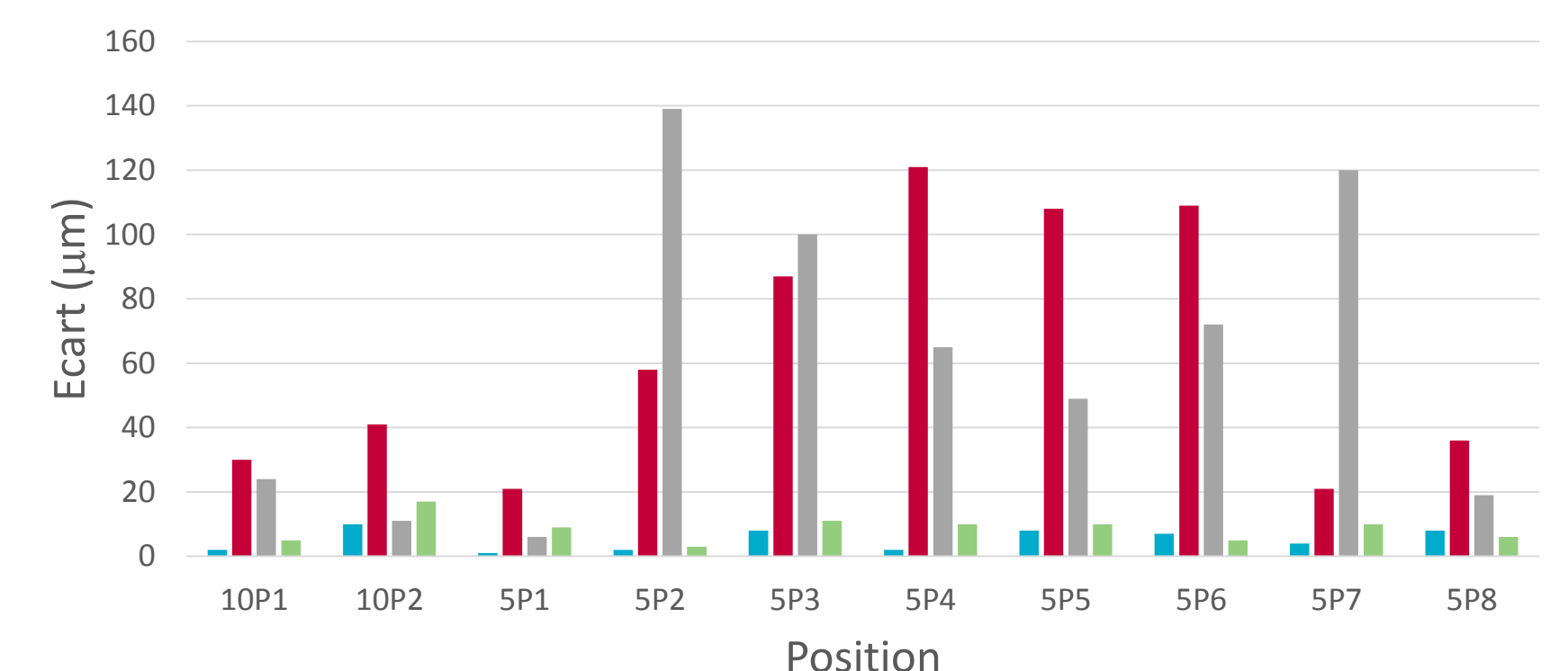


- ❖ Tolérance dimensionnelle
- ❖ Tolérance géométrique
- ❖ Définition stratégie

### Résultats



### Contrôle géométrique de circularité



## Conclusion - Perspectives

- ❖ Trajectoire contour plus intéressant
- ❖ Parallélisme entre une céramique Y-TZP et matériau ductile
- ❖ Tolérance des deux procédés
  - ➔ Optimisation de la technologie laser

- ❖ Expérimentation sur d'autres échantillons
- ❖ Réalisation d'une comparaison technico-commercial

## Bibliographie

- [Filsler 2001] Filsler, F.T. Direct Ceramic Machining of ceramic dental restorations. Diss ETH No. 14088. Zurich: Swiss federal institute of technology Zurich, 2001
- [Piekarska 2010] Piekarska, W., Kubiak, M. and Saternus, Z. Application of Abaqus to analysis of the temperature field in elements heated by moving heat sources. Archive of foundry engineering, July 2010, Vol. 10, Issue 4/2010, pp 177-182, ISSN 18973311
- [Denry 2008] Denry, I. and Kelly, J.R., State of the art of zirconia for dental applications. Dental Materials; March 2008, Vol. 24, Issue 3, pp 299-307.
- [Piekarska 2010] Piekarska, W., Kubiak, M. and Saternus, Z. Application of Abaqus to analysis of the temperature field in elements heated by moving heat sources. Archive of foundry engineering, July 2010, Vol. 10, Issue 4/2010, pp 177-182, ISSN 18973311
- [Carslaw 1959] Carslaw, H.S., and Jaeger, J.C., Conduction of heat in solids. Oxford at the Clarendon press 1959.

## Remerciements

- ❖ Subvention accordée par la Région wallonne: Numéro de convention 1217559
- ❖ Partenaire: EMRA - CRIBC

