



# Mise en forme au niveau micrométrique de métaux réfractaires:

## UMRePMi (Usinage Métaux Réfractaires Précision Micrométrique)

Projet RS – RCSO MaCHoP  
No Sagex 17262

J.RICHARD / HES-SO / Geneva



## Mise en forme au niveau micrométrique de métaux réfractaires

Les métaux réfractaires sont réputés difficiles à usiner et à mettre en forme. Pourtant leurs caractéristiques mécaniques ou électriques les rendent incontournables pour bien des applications industrielles de pointe.

L'usinage de matériaux réfractaires avec des objectifs de qualité élevés (tolérances, précision, rugosité) est d'un grand intérêt pour nombreux domaines. Ceci ouvrirait le champs à beaucoup d'applications actuellement jugées irréalistes car la mise en forme par usinage de ces matériaux est n'est actuellement pas considérée possible.



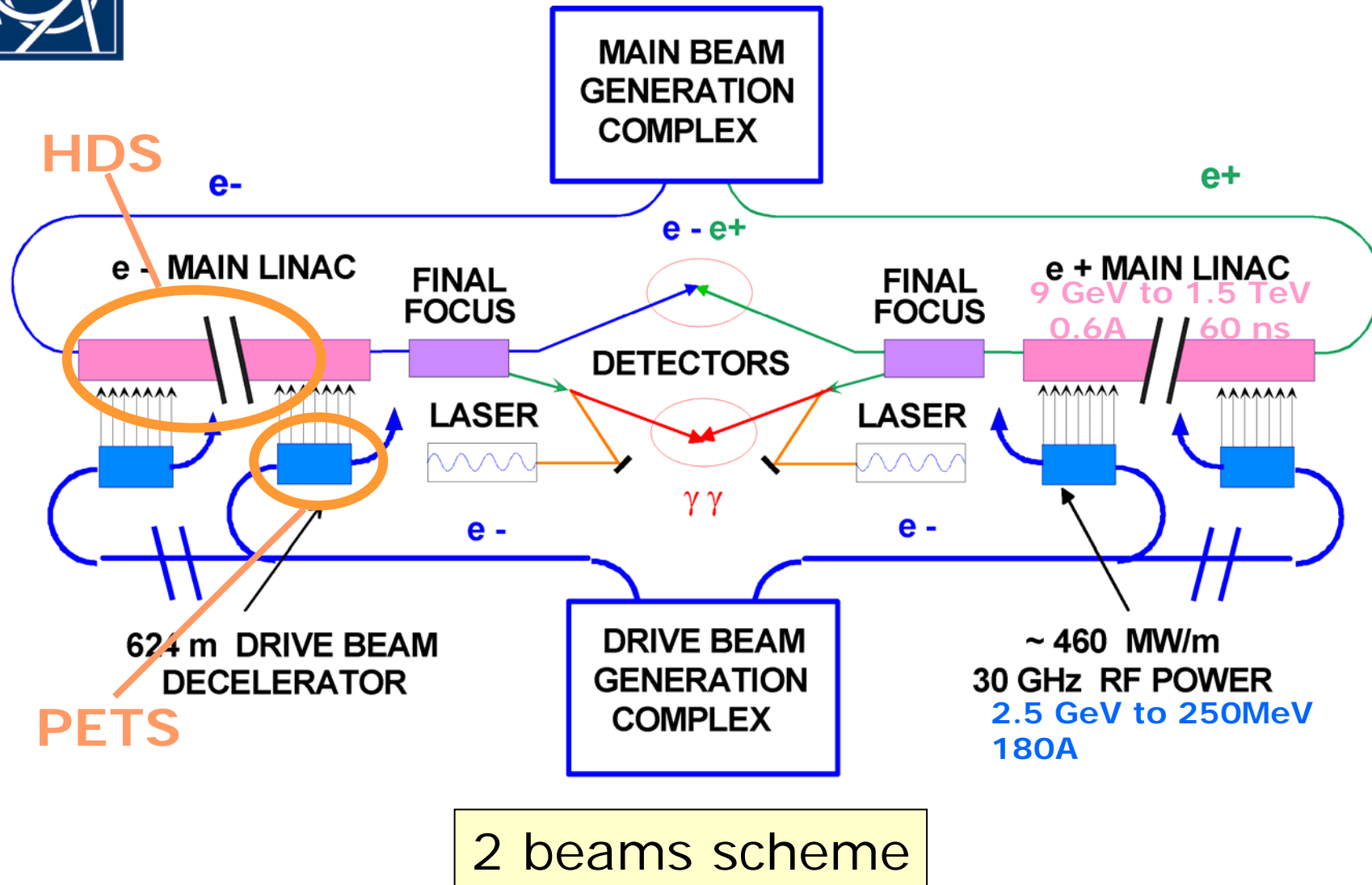
## Mise en forme au niveau micrométrique de métaux réfractaires

Le projet saisi comme prétexte la fabrication d'électrodes de cavités accélératrices d'un futur accélérateur « CLIC » du CERN pour étudier ce problème de façon approfondie.

Ces électrodes accélératrices représentent l'exemple type de pièces mécaniques à haute valeur ajoutée.



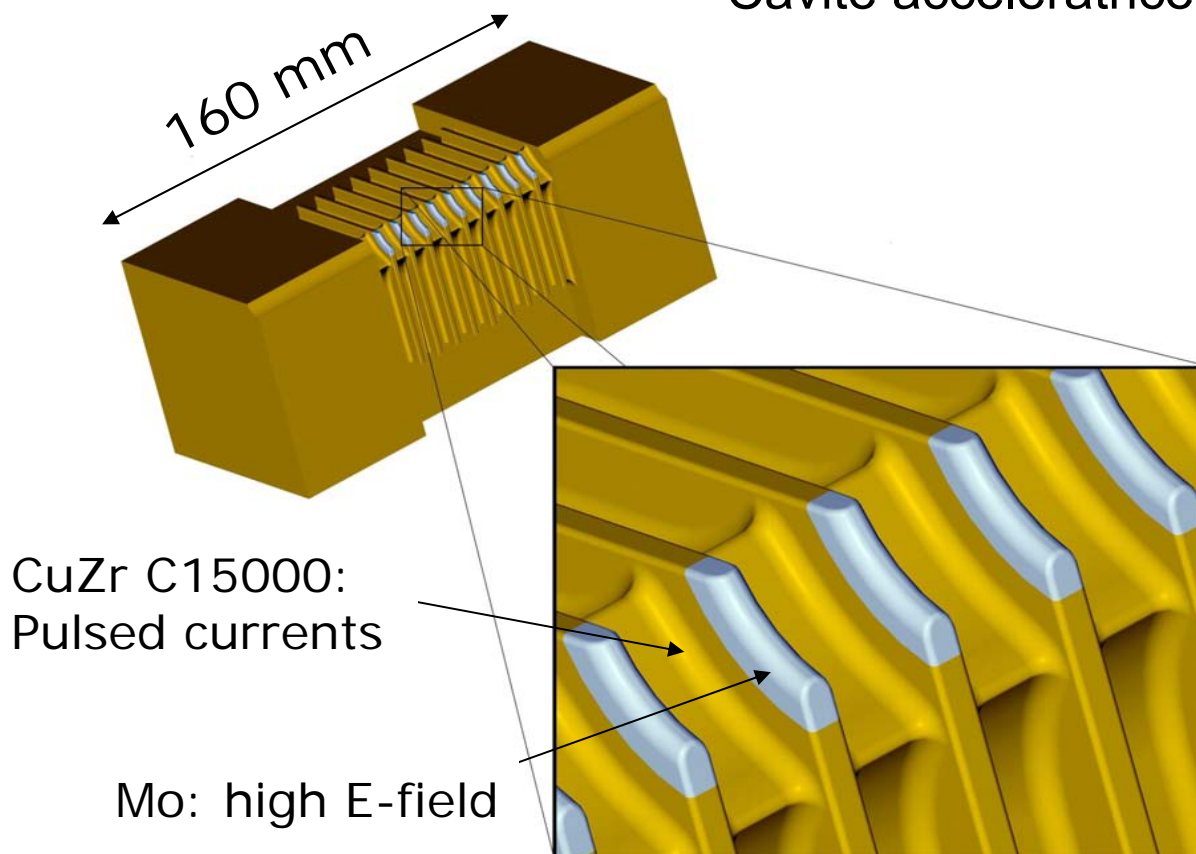
# Contexte du projet CLIC du CERN





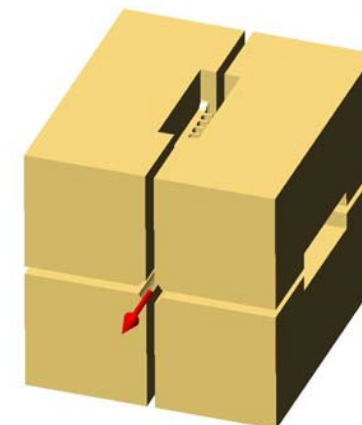
# Electrodes accélératrices CLIC : un défi technologique

Cavité accélératrice CLIC



Source: CERN

assemblage



Source: CERN



**Aim: +/- 1µm accuracy, 0.05µm Ra close to the beam region**

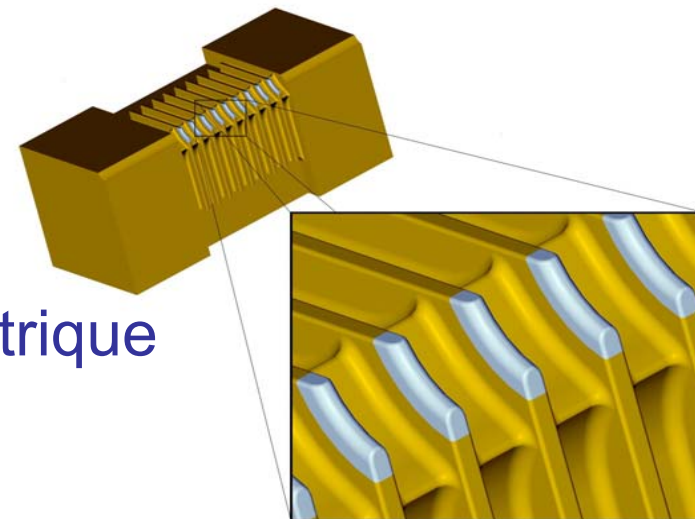


## Electrodes accélératrices CLIC : un défi technologique

Exemple de pièces mécaniques de haute technicité et à haute valeur ajoutée

Complexité de mise en forme:

- Matériaux réfractaire
- Précision extrême – micrométrique
- Etat de surface
- Forme complexe



Aucune technique d'usinage ne permet d'atteindre actuellement ces objectifs



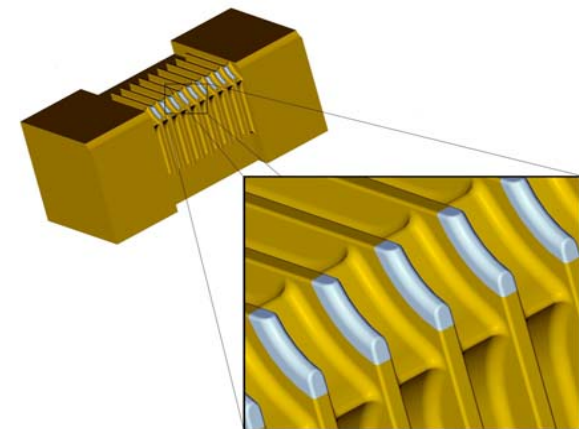
## Electrodes accélératrices CLIC : un défi technologique

**2015: 300 000 pces = défi à long terme !**

Proposition : Création d'une nouvelle technique de fabrication (UGV+EDM) adaptée à la fabrication de pièces de grande précision et qualité ainsi qu'une productivité élevée.

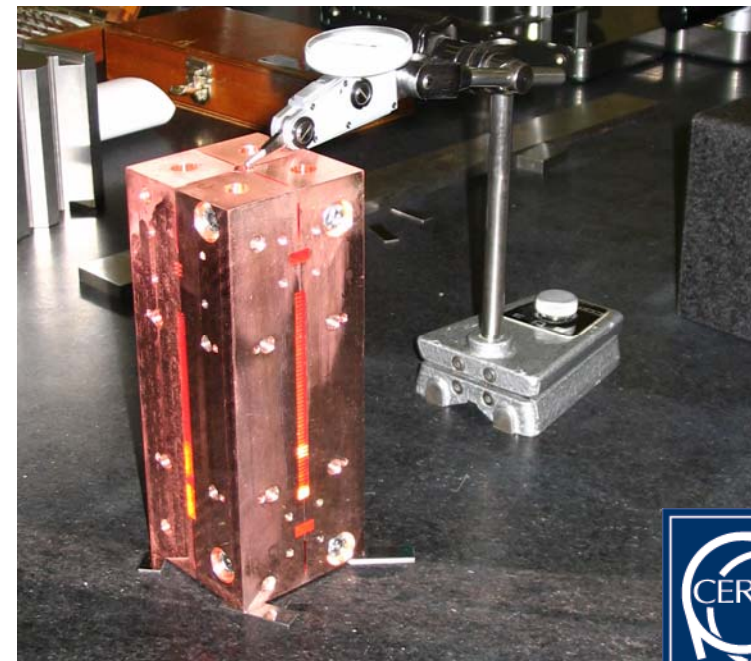
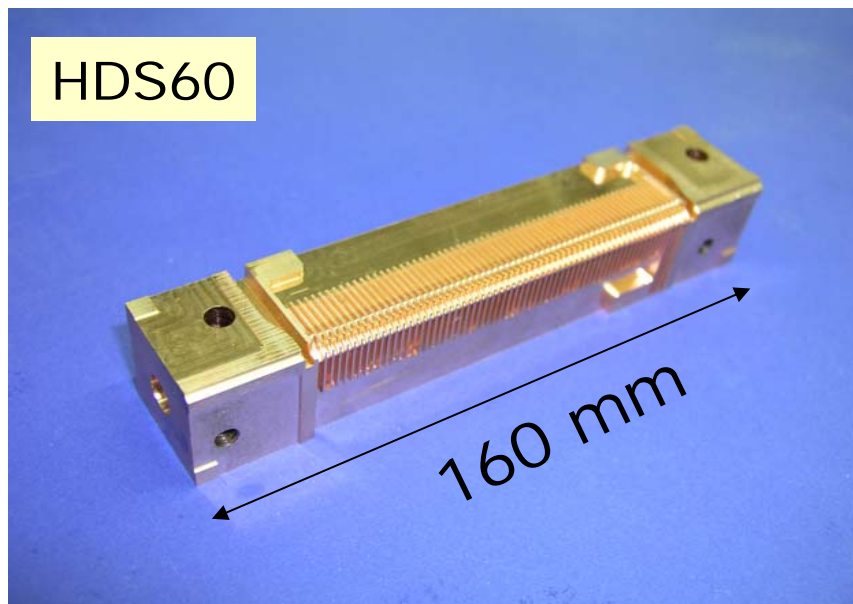
En particulier, améliorer d'un facteur:

- 2-3 des précisions en UGV
- 3-4 des précisions en EDM
- 3-4 de la qualité de la surface usinée (Ra) en EDM



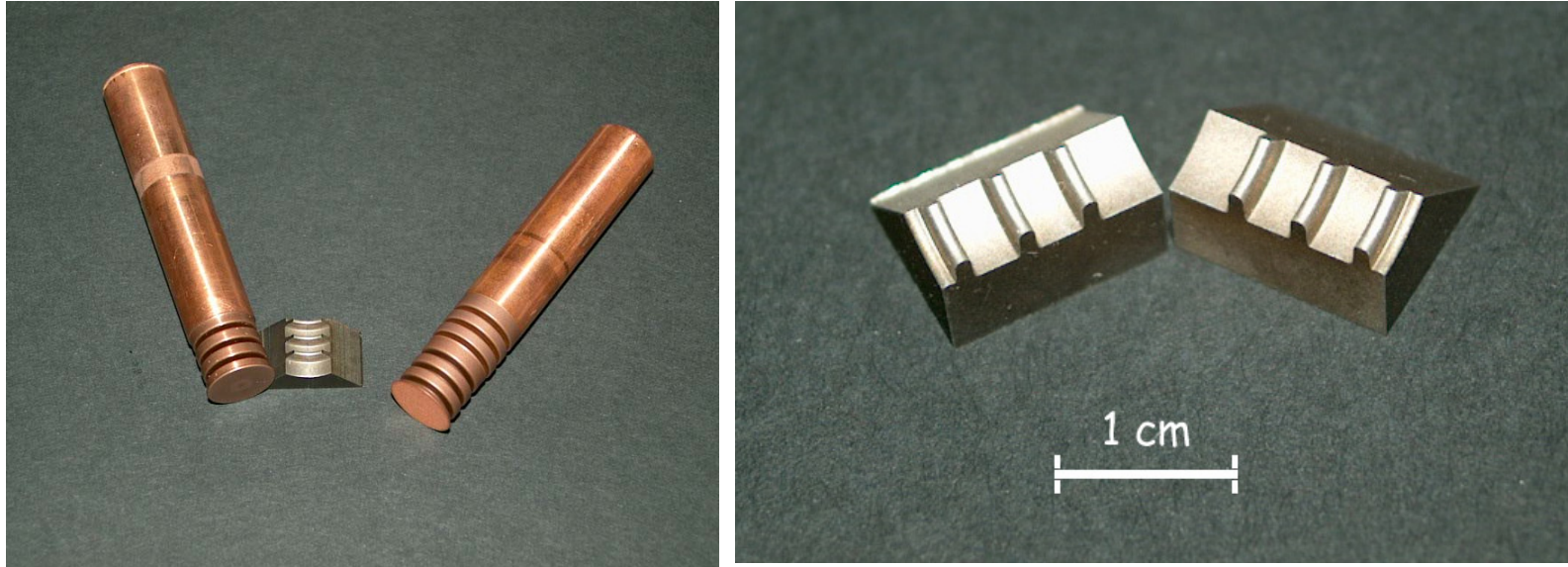
## Etudes préliminaires - UGV

- HDS10 (+/- 10  $\mu\text{m}$ , verified)
- HDS60: precision +/- 20 $\mu\text{m}$ , assembly at +/- 10 $\mu\text{m}$ , low power RF testing successful, but not fully sensitive to machining accuracy



Existing HDS (in OFE copper only)

## Etudes préliminaires - EDM



### Etude prototype sur du molybdène

- Précision =  $\pm 5 \mu\text{m}$
- Ra =  $0.3 \mu\text{m}$



## Projet RS « UMRePMi »

Partenaires académiques:

EIG / IMEC / CNMP:

électroérosion + numérisation 3D

+ rugosité méca. + microscopie interf.

HE-ARC / LMO:

UGV + métrologie

Partenaires industriels:

CERN, Agie Charmilles, DIXI Polytool



## Thank you for your attention

Author: Jacques Richard

HES-GE / IMEC / CNMP

4 rue de la prairie

1202 Genève

Tel: +41 +22 54 62 602

Fax: +41 +22 54 62 577

E-mail: [jacques.richard@hesge.ch](mailto:jacques.richard@hesge.ch)

[www.eig.unige.ch/Inmp](http://www.eig.unige.ch/Inmp)