



1.1.1. CAVITES ACCELERATRICES SUPRACONDUCTRICES EN NIOBIUM CUIVREES PAR PROJECTION PLASMA

S. BOUSSON^a, A. CARUETTE^a, M. FOUAIDY^a, N. HAMMOUDI^a, J. LESREL^a, T. JUNQUERA^a
G. BIENVENU^b, J. L. BORNE^b, J. C. BOURDON^b, J. MARIN^b, C. THOMAS^b
J. GAFFIER^c, J. P. POUPEAU^c, H. SAFA^c

Copper plasma sprayed niobium cavities

A R&D program concerning new fabrication techniques of superconducting RF cavities has started. The technique is based on copper plasma sprayed onto thin wall niobium cavities. The results of the first two cavities tested before and after the copper deposition showed no (or only slight) degradations of the cavity performances when the copper layer is added.

Les forts champs électromagnétiques de surface régnants dans les cavités accélératrices supraconductrices engendrent des forces de pression sur les parois (force de Lorentz). Pour une épaisseur de 2,5 mm (cavité type TESLA), ces forces sont suffisantes pour déformer, même légèrement, la cavité, ce qui a pour conséquence de modifier la fréquence de résonance de la cavité. Il est donc nécessaire de rigidifier la cavité afin de conserver l'accord en fréquence.

Actuellement, sur les cavités multicellules, la rigidification est obtenue par la soudure d'anneaux métalliques entre 2 cellules adjacentes [1]. Toutefois, dans l'optique d'une production de cavités en masse (le projet TESLA prévoit 20 000 cavités), cette méthode est peu adaptée à l'industrialisation. L'IPN, en collaboration avec le LAL et le CEA de Saclay étudie une nouvelle méthode de fabrication de cavités qui consiste à déposer par projection plasma une couche de cuivre de 2 mm d'épaisseur sur une cavité en Niobium (Fig. 1). L'avantage de ce procédé est triple:

- la cavité ainsi recouverte est rigidifiée, et ceci en utilisant un procédé simple et automatisable, couramment utilisé dans l'industrie,
- réduction de l'épaisseur des parois de la cavité Niobium de départ, donc baisse du coût de fabrication d'une cavité (le Niobium est plus coûteux que le cuivre),
- profitant de la bonne conduction thermique du cuivre, on peut espérer une augmentation des performances de la cavité, c'est à dire repousser le seuil de quench (transition de l'état supraconducteur vers l'état résistif normal) à des champs accélérateurs plus élevés.

Pour réaliser l'étude, cinq cavités en Niobium de 0,5 mm d'épaisseur fonctionnant à 3 Ghz ont été fabriquées. Le dépôt de cuivre est réalisé par projection plasma : un arc électrique généré au sein d'un gaz crée un plasma dont la température est suffisante pour fondre de la poudre de cuivre. Le gaz étant sous pression, les particules fondues sont projetées sur la cavité, se refroidissent au contact du substrat et se resolidifient.

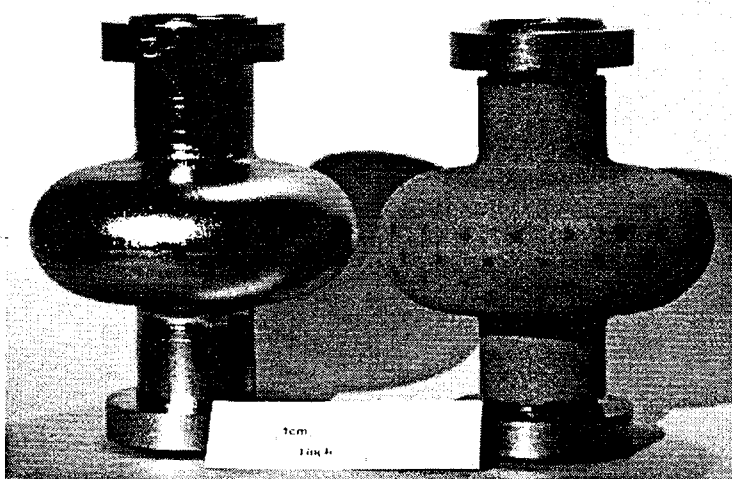


Figure 1 : Cavités Niobium à 3 Ghz avant (à gauche) et après (à droite) cuivrage. Les performances HF sont mesurées sur chaque cavité avant et après cuivrage [2]. Les résultats sur les 2 premières cavités sont reportés sur les figures 2 et 3.

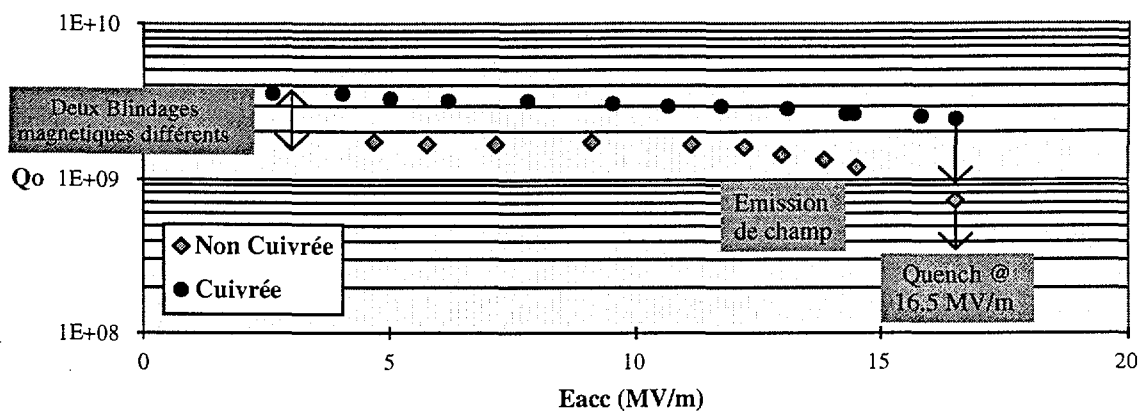


Figure 2: Courbe $Q_0=f(E_{acc})$ mesurée à $T=1.8$ K de la cavité n°4 avant et après cuivrage.

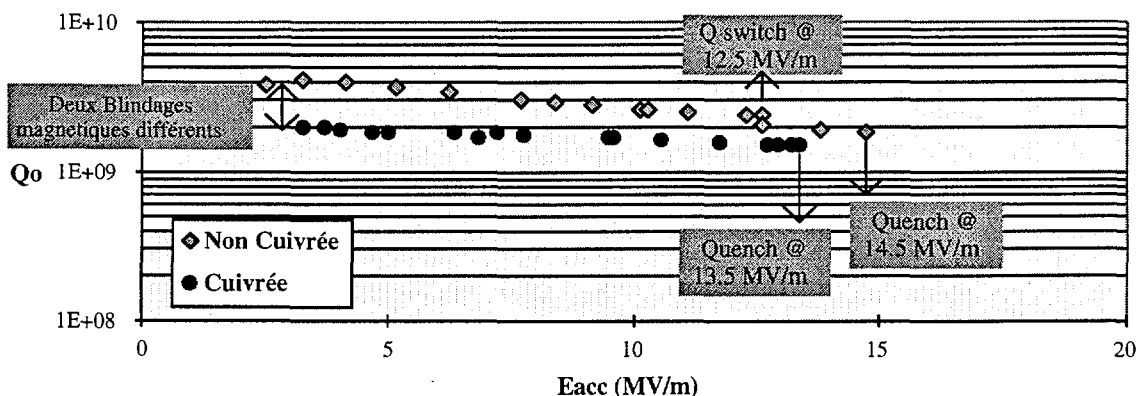


Figure 3: Courbe $Q_0=f(E_{acc})$ mesurée à $T=1.8$ K de la cavité n°5 avant et après cuivrage.

	Sans cuivre	Avec couche de cuivre
Cavité n°4	Eacc max = 16,5 MV/m Emission d'électrons, Quench	Eacc max = 16,5 MV/m Pas d'électrons, Quench
Cavité n°5	Eacc max = 14,5 MV/m Pas d'électrons, Quench	Eacc max = 13,5 MV/m Pas d'électrons, Quench

Tableau 1: résumé des résultats HF.

Seule la cavité n°4 non cuivrée à été sujette à l'émission de champ, caractérisée par une émission d'électrons et de rayons X. Sur chaque courbe, la différence du niveau de Q_0 s'explique par un blindage magnétique différent. Les résultats montrent (tableau 1) que les performances des cavités sont peu (cavité n°5) ou pas (n°4) dégradées (champ de quench identique).

Ces premiers résultats obtenus sont très encourageants car le dépôt de cuivre n'a pas été optimisé. En effet, la nature de la couche de cuivre varie sensiblement selon les conditions de la projection plasma. De nombreux échantillons de niobium cuivré vont être réalisés en faisant varier les paramètres de projection. Les propriétés thermiques et mécaniques de la couche de cuivre seront mesurées afin de fixer les conditions de projection optimales qui seront utilisées pour un nouveau test sur cavité à 1.3 Ghz (mono et multicellules).

[1] D.A. Edwards, Tesla Test Facility Design Report, Mars 1995

[2] M. Fouaidy et al, Proc. of the 8th Workshop on RF Superconductivity, Octobre 1997

a IPN (CNRS, IN2P3) Orsay

b LAL (CNRS, IN2P3) Orsay

c CEA Saclay/DSM/DAPNIA/SEA