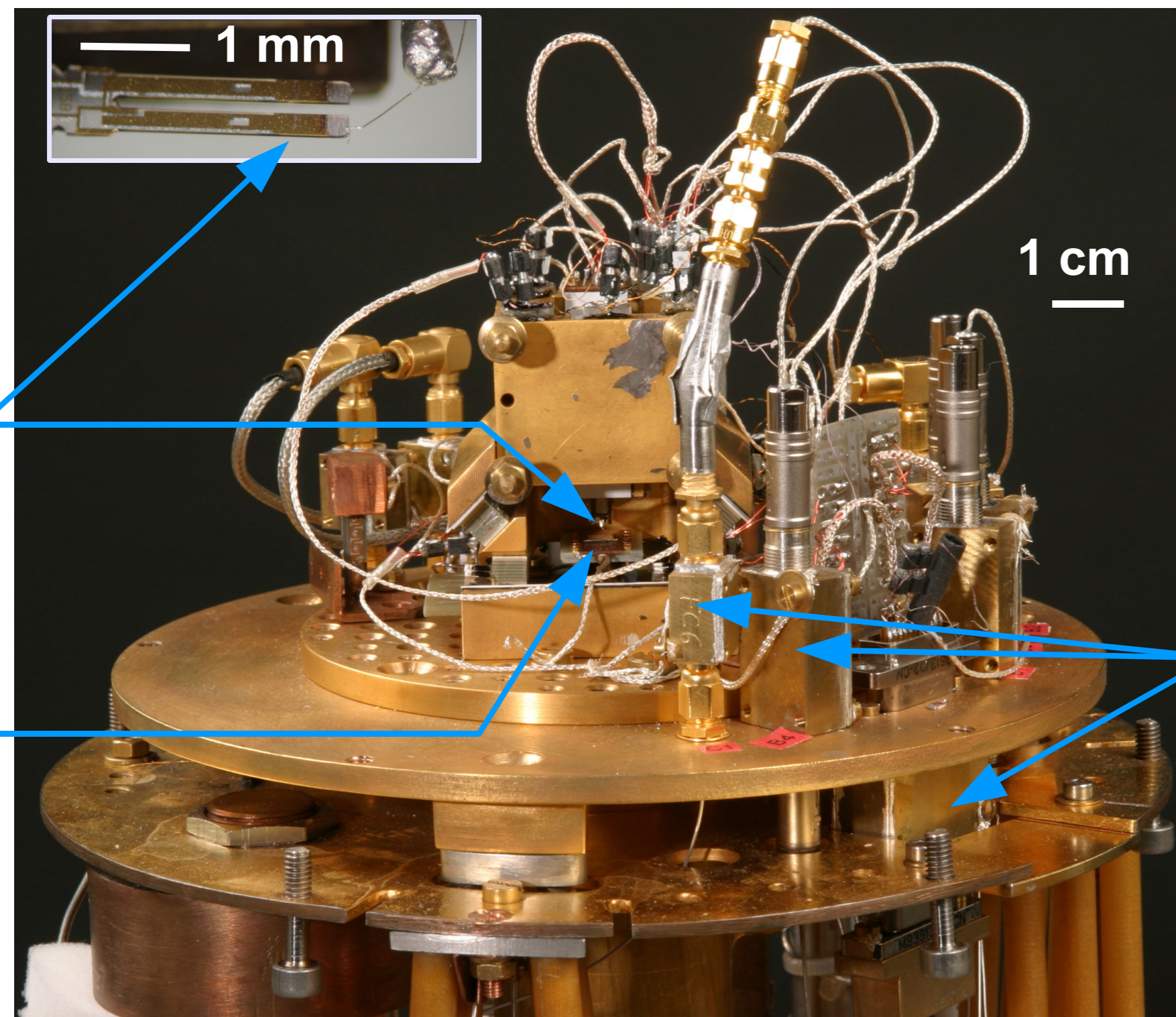


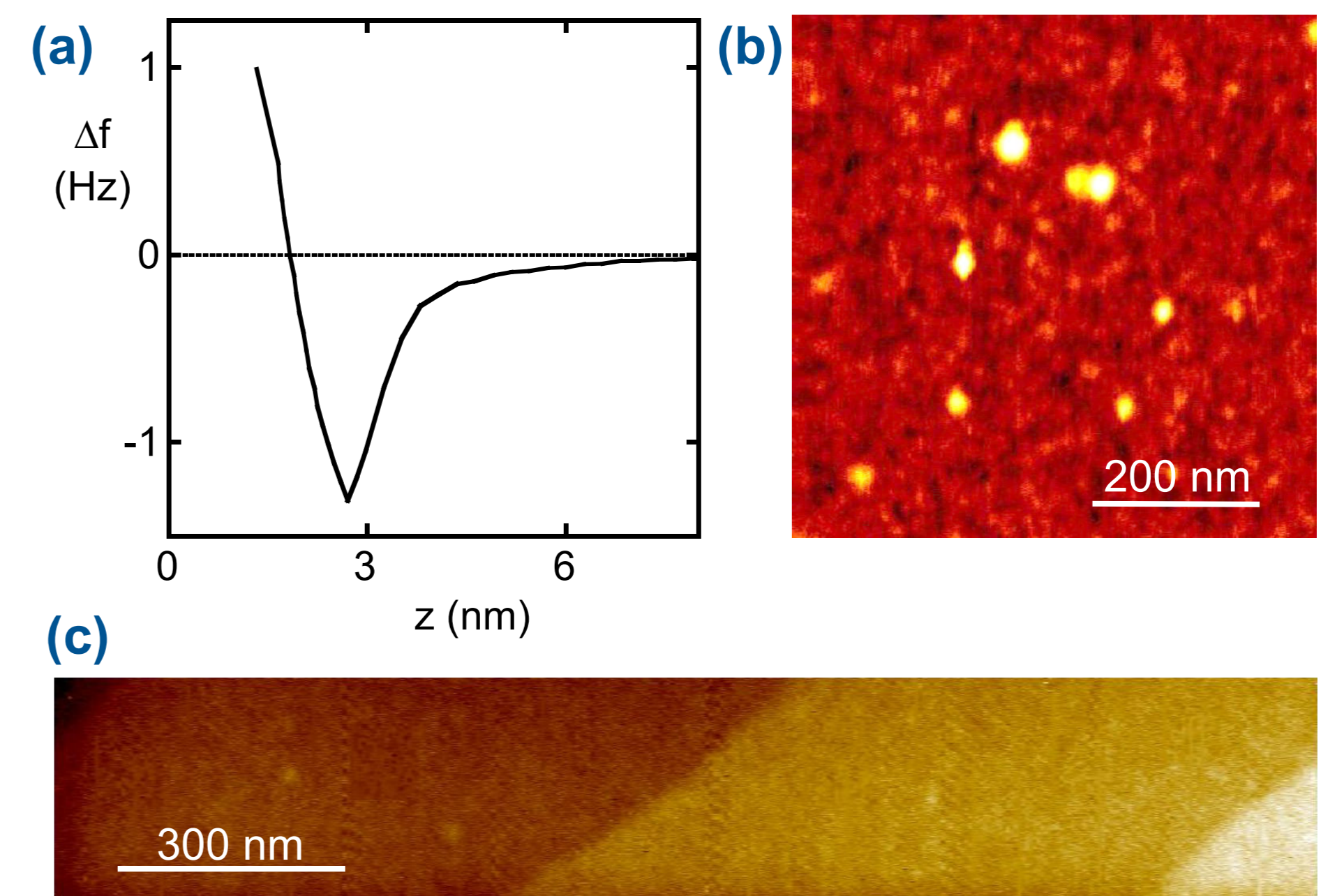
# Mesure locale par AFM-STM des propriétés électroniques de nanostructures métalliques (AFM-STM-NME)

Partenaires: CNRS-CRTBT : H. Courtois, J. Senzier P. Luo, S. Rajauria, B. Pannetier  
 CEA-DSM/DRECAM/SPEC : P. Joyez, H. le Sueur

Nous avons construit deux microscopes combinant la versatilité de l'imagerie AFM et la haute sensibilité de la spectroscopie STM à très basse température. Les courbes de force mesurées et les images à l'échelle nanométrique obtenues démontrent la stabilité du microscope de force. Les mesures de spectroscopie tunnel montrent une excellente résolution énergétique et spatiale. Nos premières études sur des nanostructures supraconductrices ont porté sur l'effet du courant sur la supraconductivité d'un fil polarisé et les effets d'interférence dans une boucle hybride métal / supraconducteur.



Le microscope développé à Saclay installé sur le réfrigérateur à dilution inversé. Nous avons également développé des filtres électromagnétiques spéciaux et une électronique optimisée pour atteindre une résolution spectroscopique proche de la limite théorique.



Etude de l'imagerie AFM à très basse température à Grenoble :  
 (a) variation de fréquence en fonction de la distance pointe-échantillon sur une surface de saphir à 150 mK.  
 (b) Image AFM  $0.7 \times 0.7 \mu\text{m}^2$  de sphère en or de 5 nm de diamètre.  $\Delta f = 0.4$  Hz, échelle verticale 6 nm,  $T = 100$  mK.  
 (c) Image AFM  $1600 \times 300 \text{ nm}^2$  de marches atomiques sur un plan R de saphir.  $\Delta f = 0.2$  Hz, échelle verticale 3 nm,  $T = 90$  mK.

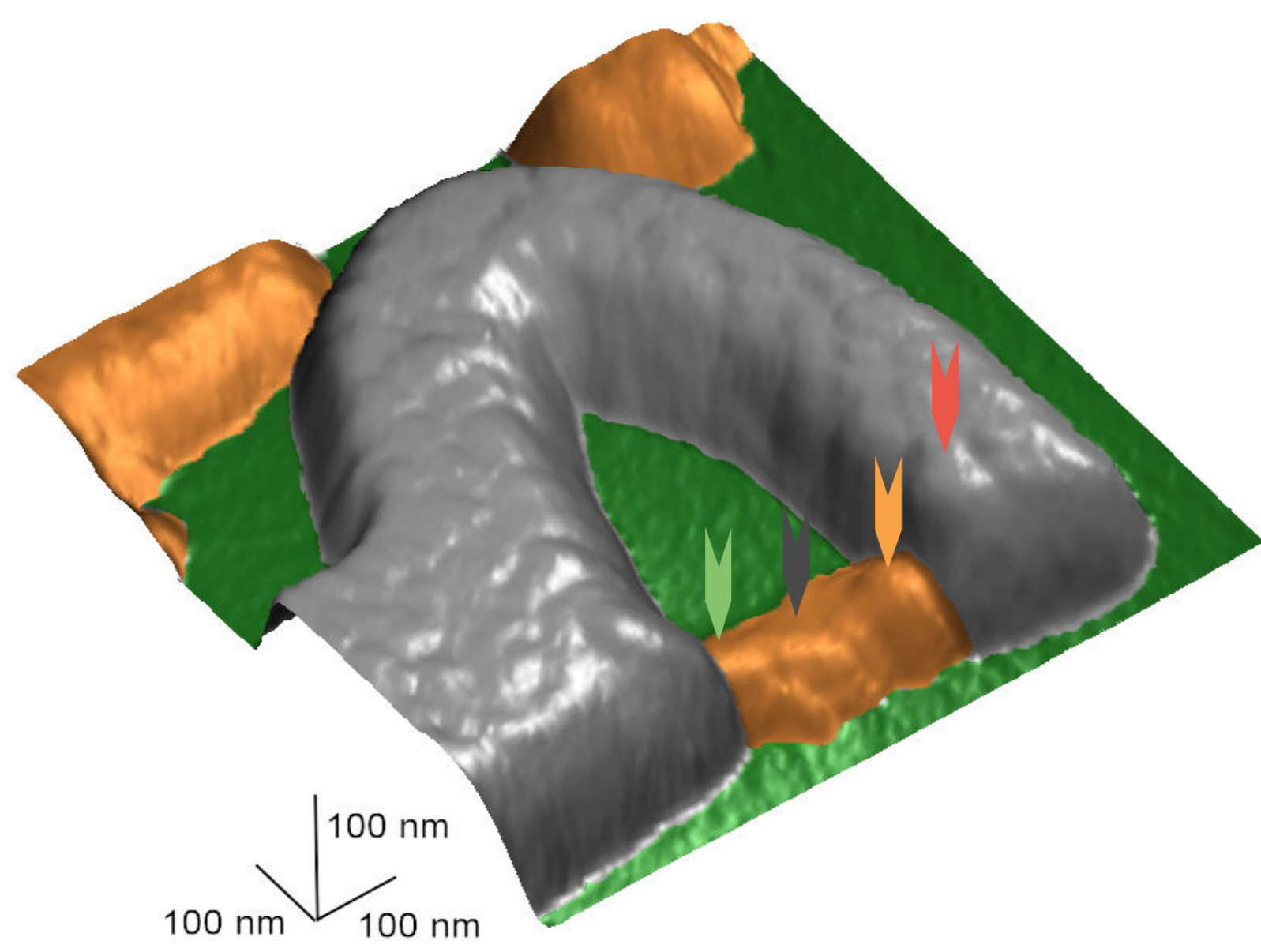


Image AFM d'un échantillon à 35 mK. Dans cette expérience très récente, nous avons mesuré la dépendance spatiale et la dépendance en phase de la supraconductivité induite par proximité dans un petit fil en argent inséré dans une boucle en aluminium.

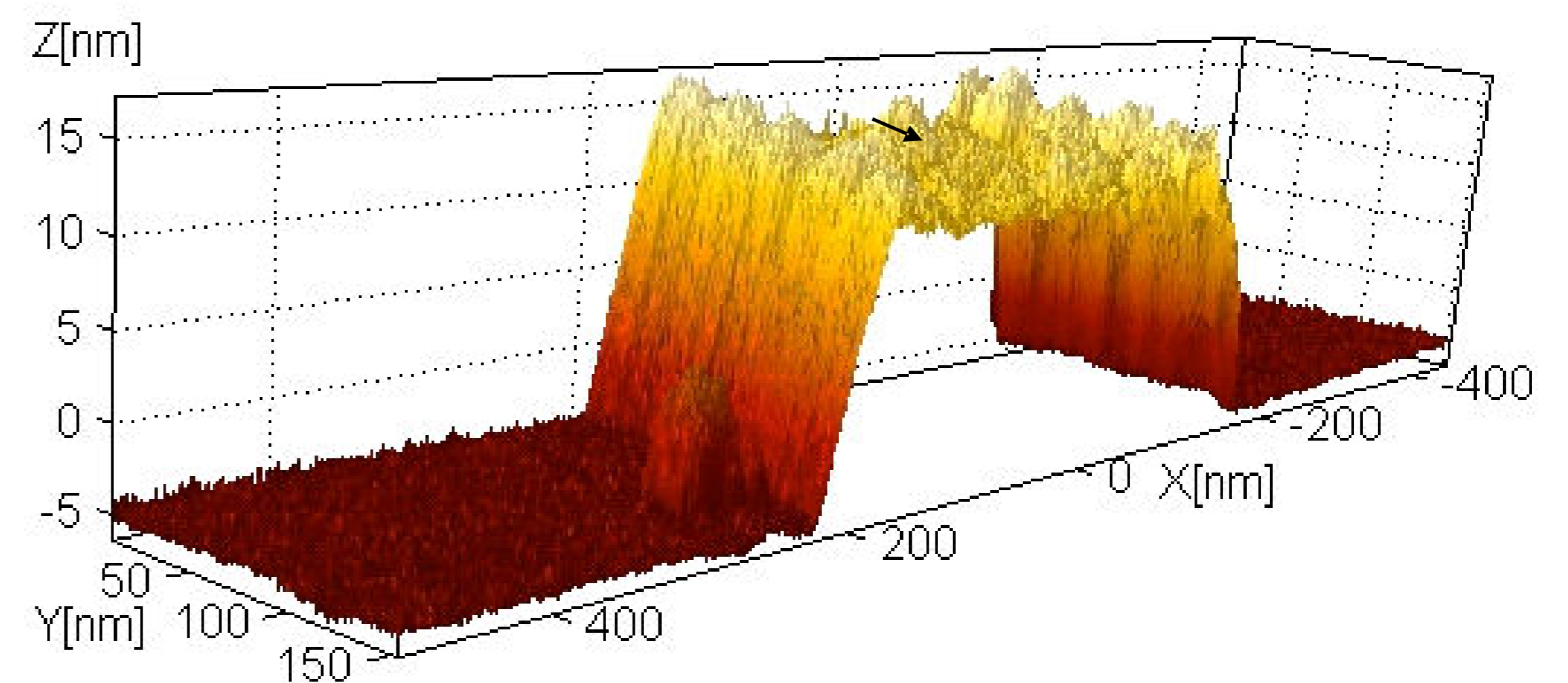
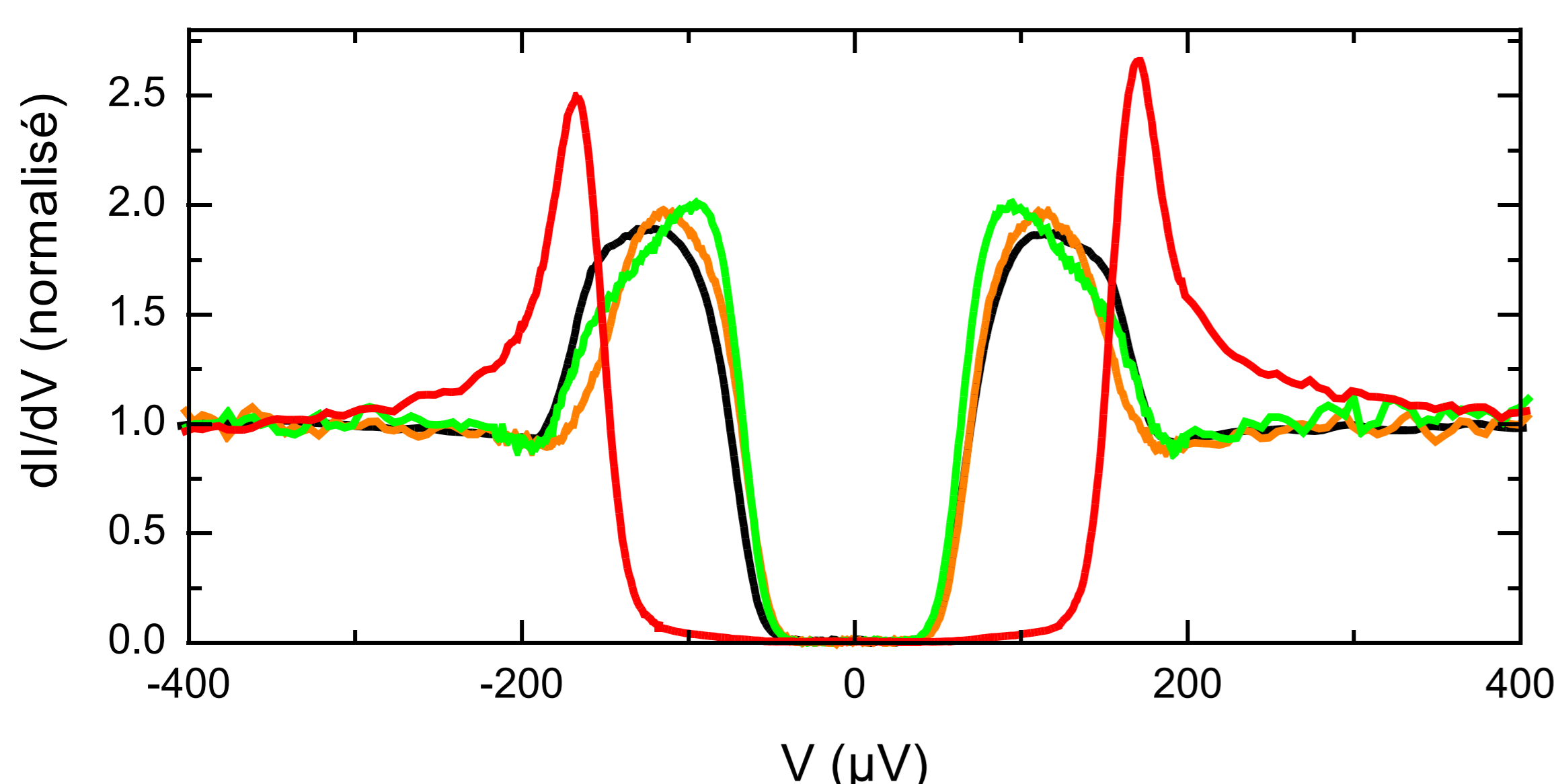
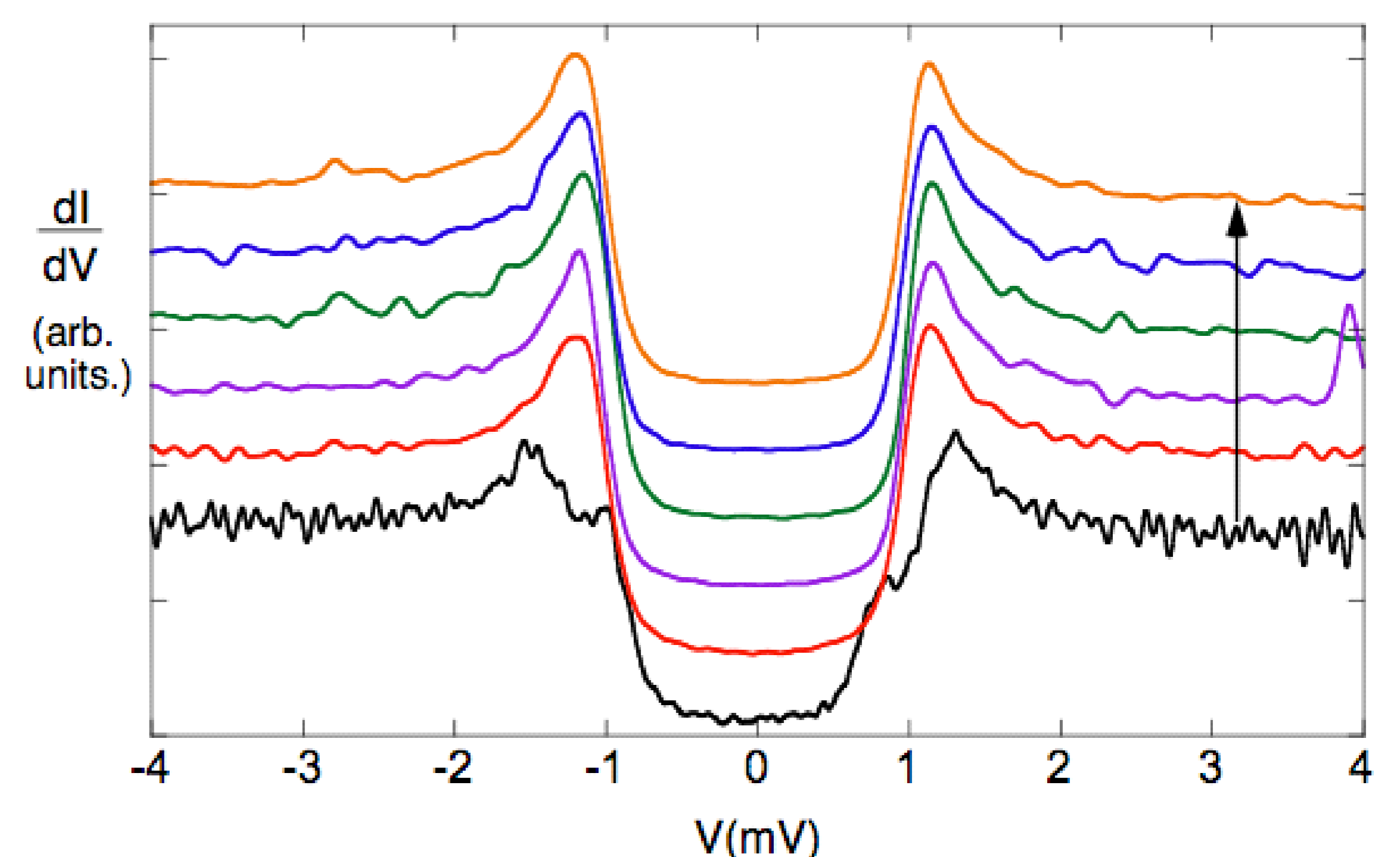


Image AFM  $115 \times 950 \text{ nm}^2$  d'un fil de Nb de 300 nm de largeur sur un substrat en saphir à 100 mK. Décalage en fréquence 0.15 Hz, amplitude d'oscillation 1 nm, vitesse de balayage 175 nm/s.



Conductance tunnel différentielle mesurée à 35 mK aux différents points indiqués sur l'échantillon ci-dessus reflétant la densité d'états locale du métal. On observe l'existence d'un mini-gap indépendant de la position dans le fil en argent, comme prédit par la théorie. La résolution énergétique de ces mesures est la meilleure obtenue à ce jour avec un STM.



Spectres de conductance différentielle (décalés pour plus de clarté) acquis à 100 mK à intervalle régulier au long d'un déplacement de la pointe de 25 nm sur le fil de Nb (flèche ci-dessus). La conductance à haute tension est égale à 20 nS.

Contacts : joyez@cea.fr ; herve.courtois@grenoble.cnrs.fr