

# Dynamique GHz du contact adhésif entre une nanoparticule unique et un substrat

---

Yannick Guillet<sup>1</sup>, Bertrand Audoin<sup>1\*</sup> et Serge Ravaine<sup>2</sup>

1. Université de Bordeaux, CNRS, UMR 5295, Talence F-33405, France

2. Centre de Recherche Paul Pascal, CNRS, UPR 8641, Pessac F-33600, France

\* bertrand.audoin@u-bordeaux1.fr

L'étude et la compréhension des mécanismes d'adhésion entre une nanoparticule et un substrat présente un intérêt en biologie, plus précisément dans le domaine de l'adhésion cellulaire. En effet, D. Aydin *et al.* ont montré récemment que l'influence de la distribution spatiale des points d'ancrage de la cellule d'une part et l'influence des propriétés élastiques du substrat d'autre part peuvent être étudiées séparément en intercalant des nanoparticules d'or entre la cellule et le substrat [1].

La microscopie électronique à balayage (MEB) et la microscopie à force atomique (AFM) sont parmi les techniques les plus couramment utilisées pour étudier l'adhésion d'un contact nanométrique unique. En MEB, le substrat doit être conducteur pour éviter une accumulation de charge à la surface. Les mesures AFM impliquent quant à elles une calibration très précise des propriétés élastiques du cantilever. De plus, ces deux techniques sont utilisées en régime statique ou à basse fréquence (~100 kHz en AFM). Plus récemment, Y. Wang et G. Zocchi ont proposé une alternative pour mesurer l'élasticité de macromolécules biologiques entre 10 Hz et 10 kHz, et ce au travers de la réponse mécanique d'un ensemble de nanoparticules d'or (10 millions) [2]. Dans le cas d'une particule de taille micrométrique, Murthy Peri et Cetinkaya ont utilisé des ultrasons pour exciter une oscillation de la particule à la surface du substrat et en ont déduit le travail d'adhésion [3].

Nous présentons ici une méthode originale et sans contact permettant d'étudier la dynamique GHz du contact adhésif entre une nanoparticule d'or unique et un substrat de silice. Les expériences reposent sur un dispositif pompe-sonde femtoseconde classique [4]. Les mesures ont été réalisées sur des nanoparticules dont le rayon varie de 60 nm à 700 nm. Le mode fondamental de vibration de la nanoparticule, excité suite à l'absorption d'une impulsion femtoseconde [5], déclenche une oscillation de la particule perpendiculairement au substrat. Les résultats expérimentaux, analysés dans le cadre des théories d'adhésion classiques, permettent de relier la fréquence de cette oscillation à la taille de la nanoparticule et d'en extraire le travail d'adhésion nanoparticule – substrat.

Il est important de souligner que l'extraction de grandeurs physiques reliées à l'adhésion ne nécessite pas la connaissance préalable du rayon de la nanoparticule. De plus, un des avantages majeurs de cette technique réside dans le fait de pouvoir sonder le contact adhésif dans le domaine du GHz, et ainsi d'être sensible aux mécanismes dissipatifs qui existent à ces fréquences. Enfin, comparée aux mesures AFM, la méthode proposée ici est entièrement sans contact : la nanoparticule étudiée pourrait ainsi être insérée entre une cellule biologique et un substrat [1].

## Références

- [1] D. Aydin *et al.*, "Polymeric Substrates with Tunable Elasticity and Nanoscopically Controlled Biomolecule Presentation", *Langmuir* **26**, 15472 (2010).
- [2] Y. Wang and G. Zocchi, "Elasticity of Globular Proteins Measured from the ac Susceptibility", *Phys. Rev. Lett.* **105**, 238104 (2010).
- [3] M. D. Murthy Peri and C. Cetinkaya, "Non-contact microsphere-surface adhesion measurement via acoustic base excitations", *J Colloid Interface Sci.* **288**, 432 (2005).
- [4] C. Thomsen *et al.*, "Coherent Phonon Generation and Detection by Picosecond Light Pulses", *Phys. Rev. Lett.* **53**, 989 (1984).
- [5] Y. Guillet *et al.*, "Optoacoustic response of a single submicronic gold particle revealed by the picosecond ultrasonics technique", *Appl. Phys. Lett.* **95**, 061909 (2009).