

OBJECTIFS DU PROJET

- Étude des effets submicroniques prépondérants pour la conception et la simulation de NEMS
 - modèles théoriques
 - mise au point de méthodes expérimentales originales
- Développement de modèles simplifiés
- Mise au point de logiciels d'aide à la conception spécifiques aux nano structures mécaniques

Modélisation de la force de Casimir

Travaux ENS/LKB et LETI

Publications récentes:
 A. Lambrecht, I. Pirozhenko, L. Duraffourg and Ph. Andreucci - Europhysics Letters, 77 (2007) 44026
 L. Duraffourg and Ph. Andreucci - Physics Letters A, 359 (2006) 456-471
 L. Duraffourg, Ph. Andreucci, E. Gillet et al. - Transactions 2007, Proceedings

Surface A

$$F_{\text{Casimir corrigée}} = \eta \frac{hc\pi^2}{240 L^4} A$$

$$\eta_F = \frac{F}{F_{\text{Cas}}}$$

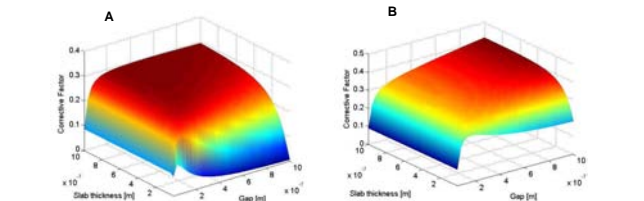
$$\eta_F = \frac{120L^4}{\pi^2 c} \sum_{p=1,2} \int_0^{\infty} dk \int_0^{\infty} dk' \frac{r_p^2 r_{p'}^2}{k^2 k'^2 L^2 - r_p^2 r_{p'}^2}$$

$$\kappa = \sqrt{k^2 + \omega^2/c^2}$$

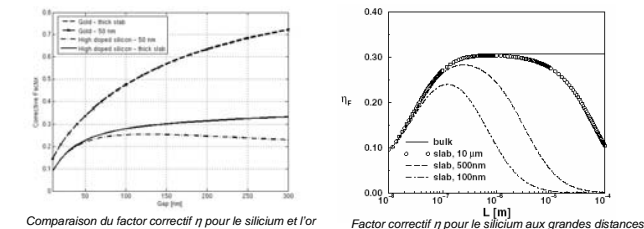
$$r_p = \frac{1 - e^{-2\delta}}{1 + e^{-2\delta}}$$

$$\delta = \frac{D}{c} \sqrt{\omega^2 (\epsilon(\omega) - 1) + c^2 k^2}$$

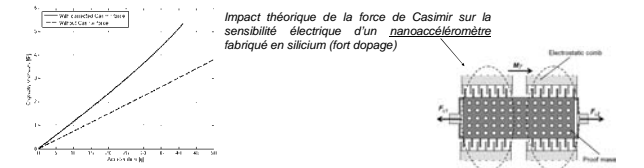
Figure: Fonction diélectrique $\epsilon(\omega)$ pour le silicium à différents dopages



Factor correctif η appliqué à la force de Casimir idéale pour le silicium, en fonction du gap et de l'épaisseur des lames en regard pour (A) silicium intrinsèque & (B) silicium fortement dopé de type P (10^{20} cm^{-3})



Comparaison du factor correctif η pour le silicium et l'or



Travaux en cours

Prise en compte de la rugosité sur les surfaces en regard Effets diffractifs pour des surfaces nanostructurées

l (nm)	s (nm)	e (nm)	Taille de la puce
30	70 et 100	50	
150	100 et 150	200	
200	200	10, 100 et 200	100 µm x 100 µm
600	500		

41 nm rms de rugosité
2.5 nm rms de rugosité
Poly Si 2 µm d'épaisseur
Poly Si 80 nm d'épaisseur

Factor correctif en fonction du gap pour du silicium fortement dopé et différents états de surface à faible rugosité uniquement

Surface lisse (cercles)
 $\sigma = 1 \text{ nm}$ (ligne continue)
 $\sigma = 2 \text{ nm}$ (pointillés)
 $\sigma = 5 \text{ nm}$ (pointillés + points)

Transferts thermiques en champ proche

P-O Chapuis, S. Volz, M. Laroche, E. Rousseau, J-J Greffet
Ecole Centrale Paris-EM2C

Nanoparticule
 $d < \lambda_w = 10 \mu\text{m}$
 Plan semi-infini

Puissance absorbée par une nanoparticule

La puissance absorbée par une nanoparticule métallique est due aux ondes évanescentes de polarisation s c'est à dire à la contribution magnétique du champ. Le Champ magnétique engendre des courants de Foucault responsables de la dissipation dans la nanoparticule.

Résultats en cours de publication

Flux radiatif entre deux plans infinis: modèle local et non-local

Il a été suggéré que la saturation de la croissance du flux vers 10 nm (voir figure) était due à des effets non-locaux. Nous avons calculé le flux radiatif entre deux plans avec un modèle non-local (points bleus) et l'avons comparé au modèle local (tirets rouges). Il apparaît que le modèle non-local apporte une correction négligeable au-delà de 0.1 nm. La non localité n'est donc pas à prendre en compte lors de l'étude des NEMS.

Résultats en cours de publication

Méthodes et outils de caractérisation

Travaux Institut Néel et ESRF + Thèse G. Jourdan

Schéma de principe de la machine de force Casimir
Température ambiante

Machine réelle

Comparaison expérimentale entre un film épais et fin d'or (10 à 20 nm)

Resolution expérimentale: 0.05N/m²

Resolution en force (Q = 3200): 14 N/Hz @ 52182 Hz

Bruits et résolution

Mesures sur film d'or épais

Contacts

CEALETI - MINATEC: P. Andreucci (coordinateur)
 Institut Néel: J. Chevrier
 ENSLKB: A. Lambrecht
 ECP/EM2C: J.J. Greffet
 CEDRAT: X. Brunotte