

A

En considérant l'interaction entre les champs électriques non uniformes et les composants transversaux du **tenseur piézoélectrique** d , nous découvrons un mécanisme d'actionnement spécifique aux **actionneurs piézoélectriques à l'échelle nanométrique** qui conduit à une augmentation de deux ordres de grandeur des déplacements réalisables. Nous proposons et démontrons un actionneur compact ($\sim 10 \mu\text{m}$) et géométriquement isolé, que nous appelons un "nanobender", composé d'électrodes métalliques monolithiques sur une seule couche d'un **piézoélectrique** en film mince. Le déplacement du nanobender évolue de manière quadratique avec sa longueur L et peut atteindre jusqu'à 20 nm V pour $L \sim 20 \mu\text{m}$. L'énorme sensibilité et la plage de réglage atteintes dans ces nanobenders nous permettent de réaliser une avancée significative dans la performance NOEM. Nous démontrons une cavité **optomécanique** "zipper" actionnée par quatre nanobenders qui déforment la structure pour régler la longueur d'onde de résonance optique d'environ 5 nm V . Avec une vitesse de réglage approchant 1 MHz , et une plage de réglage de 60 nm avec environ 4 V , nous montrons....

Considérons une **plaque** de matériau **piézoélectrique** prise en sandwich entre deux **électrodes** séparées par une longueur L et ayant une différence de potentiel de U (Fig. [1] a). La propriété piézoélectrique d'un matériau est représentée par son **tenseur de piézoélectricité de charge** d , un **tenseur** de troisième rang qui relie la déformation au champ électrique à l'intérieur d'un matériau ($S = d \cdot E$). Les termes $d_{11}(22,33)$ (**notation de Voigt**) couplent S_{kk} à E_k , pour $k = x, y, z$, provoquant l'accumulation de déformations de compression/traction dans la direction du champ électrique. Cela conduit à un déplacement $\Delta = SL = d_{11}U$. En considérant que $d \approx 10 \text{ pm V}$ dans les matériaux piézoélectriques standards tels que le **nitruure d'aluminium** (AlN) et le **niobate de lithium** (LiNbO₃), un tel transducteur ne générerait que des déplacements à l'échelle atomique pour des tensions $U \sim 1 \text{ V}$ qui sont facilement produites par les circuits CMOS.

B

En considérant l'interaction entre des champs électriques non uniformes et les composants transversaux du **piezoelectric tensor** d , nous découvrons un mécanisme d'actionnement spécifique aux **nanoscale piezoelectric actuators** qui conduit à une augmentation de deux ordres de grandeur des déplacements réalisables. Nous proposons et démontrons un actionneur compact ($\sim 10 \mu\text{m}^2$) et géométriquement isolé, que nous appelons un "nanobender", composé d'électrodes métalliques monolithiques sur une seule couche d'un film mince **piezoelectric**. Le déplacement du nanobender évolue de manière quadratique avec sa longueur L et peut atteindre jusqu'à 20 nm V^{-1} pour $L \sim 20 \mu\text{m}$. L'énorme sensibilité et la plage de réglage atteintes dans ces nanobenders nous permettent de réaliser une avancée significative dans les performances des NOEM. Nous démontrons une cavité **optomechanical** "zipper", actionnée par quatre nanobenders qui déforment la structure pour régler la longueur d'onde de résonance optique de $\sim 5 \text{ nm V}^{-1}$. Avec une vitesse de réglage approchant 1 MHz , et une plage de réglage de 60 nm avec environ 4 V , nous montrons....

Considérons une **slab** de matériau **piezoelectric** prise en sandwich entre deux **electrodes** séparées par une longueur L et ayant une différence de potentiel de U (Fig. [1] a). La propriété **piezoelectric** d'un matériau est représentée par son **charge piezoelectricity tensor** d , un **tensor** de troisième rang qui relie la déformation au champ électrique à l'intérieur d'un matériau ($S = d \cdot E$). Les termes $d_{11}(22,33)$ (**Voigt notation**) couplent S_{kk} à E_k , pour $k = x, y, z$, provoquant l'accumulation de **compressional/tensile strain** dans la direction du champ électrique. Cela conduit à un déplacement $\Delta = SL = d_{11}U$. En considérant que $d \approx 10 \text{ pm V}^{-1}$ dans les matériaux **piezoelectric** standards tels que le **aluminum nitride** (AlN) et le **lithium niobate** (LiNbO₃), un tel transducteur ne générerait que des déplacements à l'échelle atomique pour des tensions $U \sim 1 \text{ V}$ qui sont facilement produites par les circuits CMOS.