

Introduction Générale :

De nombreux composants présentant des dimensions micrométriques ou millimétriques sont utilisés pour l'élaboration de divers microsystèmes notamment dans les domaines de la microélectronique, de la microbiologie, de la microrobotique, de la micromécanique, de la microfluidique, du micromagnétisme, de la microthermique, de la microoptique, ou de la microchimie. Les différents secteurs économiques concernés sont ceux de l'automobile, du spatial, de l'aéronautique, de la domotique, de la santé, de la biologie, de la chimie, de l'agroalimentaire, de l'environnement, etc... Ces composants sont utilisés dans des microsystèmes désignés généralement par MEMS (**M**icro**E**lectro**M**echanical**S**ystem ou système microélectromécanique). Les systèmes microélectromécaniques se décrivent assez bien par leur nom : le terme « Micro » se réfère à la taille (d'un micromètre à un millimètre), « Electro » annonce que l'électronique est impliquée et « mécanique » que des parties mobiles y sont incluses.

Les MEMS comportent généralement une partie mobile susceptible d'être actionnée et/ou un capteur, associés à une électronique de commande et de traitement.

Parmi les MEMS commercialisés, on peut citer les microcapteurs (d'inertie, de pression, de force, d'accélération ou chimiques), les microactionneurs (microvalve, microrelais, micropompes, micromoteurs etc ...) dont la détection ou l'actionnement repose sur différents principes. Par ailleurs, la réalisation de microstructures à l'aide de la technologie silicium est de plus en plus demandée dans le domaine des microcapteurs.

L'emploi des technologies de fabrication des circuits intégrés a rendu possible une *miniaturisation*. Cette dernière permet, grâce à une réduction de masse et de volume des éléments mécaniques, outre la résolution des problèmes d'encombrement, d'atteindre des performances intéressantes (fréquence de résonance élevée, temps de réponse court, sensibilités importantes etc...). De plus, il est possible d'intégrer sur un même substrat les fonctions de capteurs capables de mesurer les paramètres d'environnement (choc, accélération), d'actionneurs pouvant réagir sur le monde extérieur et de circuit électronique de traitement du signal.

La *multiplicité* inhérente du mode de fabrication rend possible le traitement parallèle qui mène à une fabrication en grande quantité et à faible coût, c'est à dire la fabrication de plusieurs millions de composants rapidement et simultanément.

Enfin, pour exploiter la miniaturisation et la multiplicité, *une électronique de commande* adaptée est nécessaire. Celle-ci fournit « l'intelligence » aux dispositifs et permet de contrôler les actionneurs ou de traiter le signal recueilli. Elle peut être fabriquée soit séparément soit en co-intégration du microsystème.

D'un autre côté, le développement rapide de la microélectronique et de l'informatique a engendré ces dernières décennies un véritable appel d'air entraînant des progrès immédiats dans les technologies et les outils nécessaires à une miniaturisation de plus en plus poussée des composants, circuits et systèmes. L'existence du microscope à force atomique (AFM) est une retombée de cette avancée technologique. Il est en effet devenu possible de concevoir, avec une grande précision, des objets ayant des dimensions caractéristiques avoisinant le nanomètre. C'est le cas de la pointe AFM, suffisamment petite pour être en interaction avec un nombre limité d'atomes lorsqu'elle est approchée d'une surface, d'où le nom de microscope à force atomique. Ce microscope permet de détecter des forces d'interaction extrêmement faibles, il est donc tout à fait adapté pour l'étude du comportement mécanique des microleviers.

L'objectif de ce mémoire est de concevoir un microlevier piézorésistif qui présente un microcapteur de force, de modéliser son comportement mécanique et électrique afin d'en déterminer sa réponse et d'étudier la sensibilité de ce microcapteur en fonction de la déflexion. L'étude de la dérive thermique permet d'optimiser son influence.

Un des buts de ce mémoire est d'étudier une des applications du microlevier piézorésistifs : le microscope à force atomique à détection piézorésistive.

Ce mémoire se décompose en quatre chapitres. Le premier chapitre s'intéressera aux microsystèmes et au comportement mécanique des microstructures déformables de type microlevier. Ce dernier est un dispositif élémentaire spécifique à l'ensemble des microsystèmes et dont son comportement mécanique conditionne leur réponse.

Dans le second chapitre, nous nous intéresserons à l'étude de la réponse du microlevier piézorésistif. Cette étude doit passer par la modélisation des réponses mécaniques, électriques et thermiques du capteur. L'étude mécanique est divisée en deux parties. La première concerne l'étude statique et la deuxième concerne l'étude dynamique. Les résultats obtenus théoriquement seront comparés avec celles obtenus avec la simulation par la méthode des éléments finis.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude du microscope à force atomique, son principe de fonctionnement et aux différents moyens de détection.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous proposerons un microlevier piézorésistif. Nous donnerons également le processus technologique consistant en un ensemble d'opérations permettant de réaliser ce microcapteur piézorésistif.