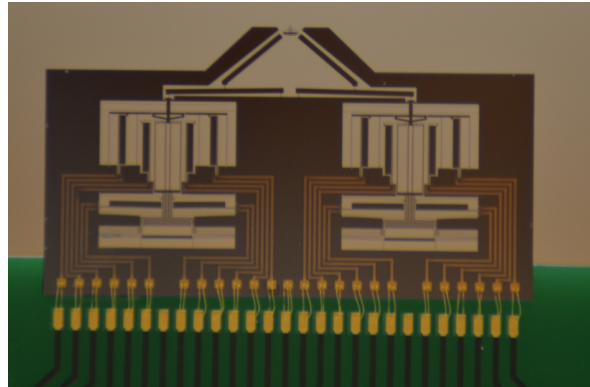




Digital microrobotics



Contexte : manipulation de micro/nano objets

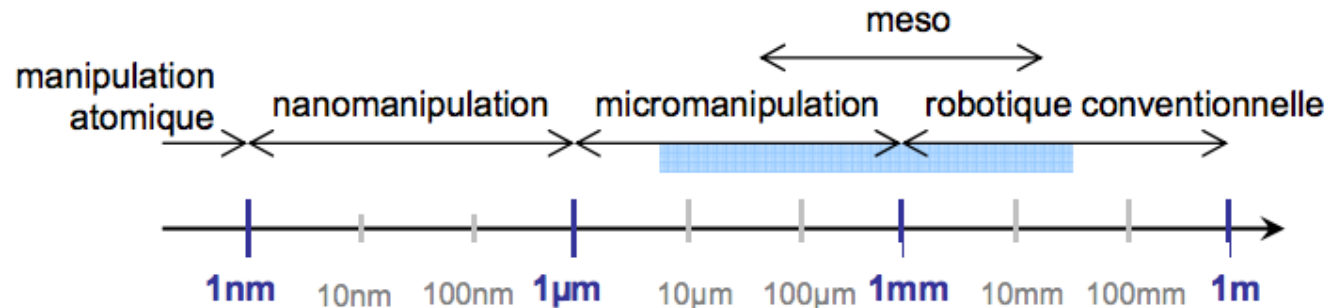
Microrobot (système mécatronique)

Fonctionnalités du robot

- action sur l'environnement (actionnement)
- fonction de perception (mesure)
- traitement de l'information

Spécificités du micromonde

- taille des objets
- objectifs dimensionnels de la tâche



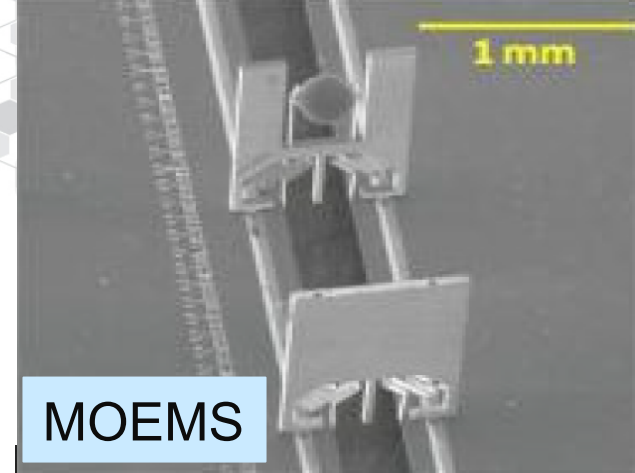
µpositionnement



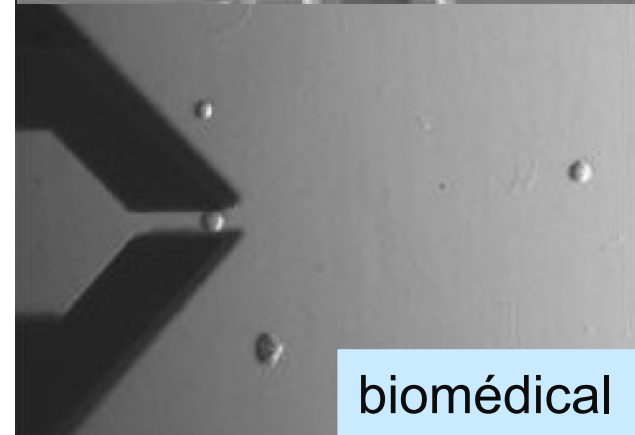
Très bonne résolution

+

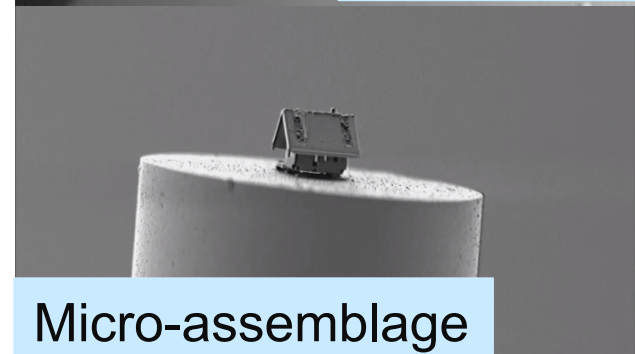
Précision



MOEMS



biomédical



Micro-assemblage

10 µm Mag = 500 X EHT = 3.00 kV Signal A = SE2
Aperture Size = 60.00 µm WD = 7.4 mm Image Pixel Size = 223.3 nm femto-st SCIENCES & TECHNOLOGIES

Contexte : manipulation de micro/nano objets

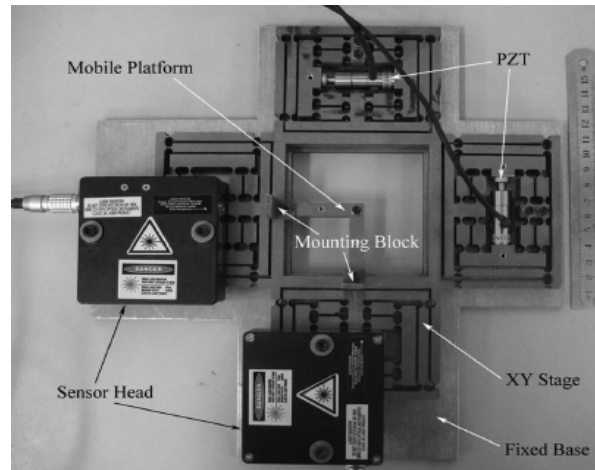
robots traditionnels miniaturisés



Non applicable dans le micromonde

- friction
- jeu mécanique
- Faible précision

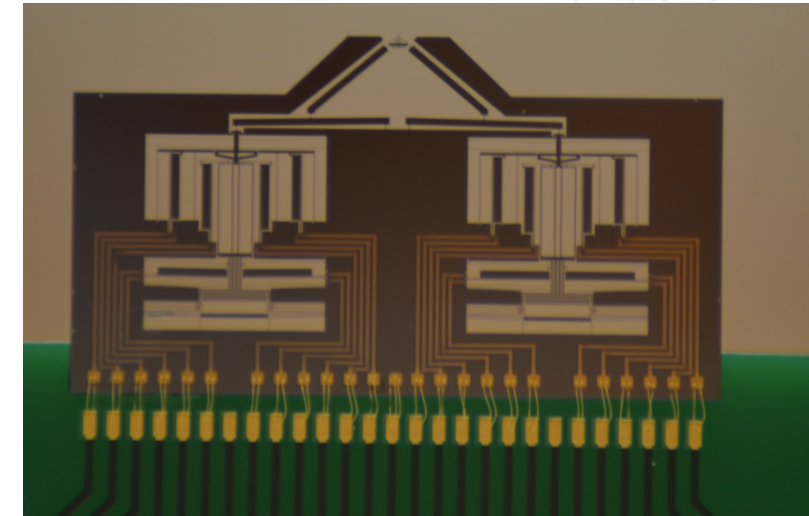
Robots à base de matériaux actifs (Piézo, polymère actif...+ structures flexibles)



- Hautes résolutions
- Dynamique élevée

- non-linéaire (hystérésis, dérive)
- commande complexes
- Besoin capteur/boucle fermée

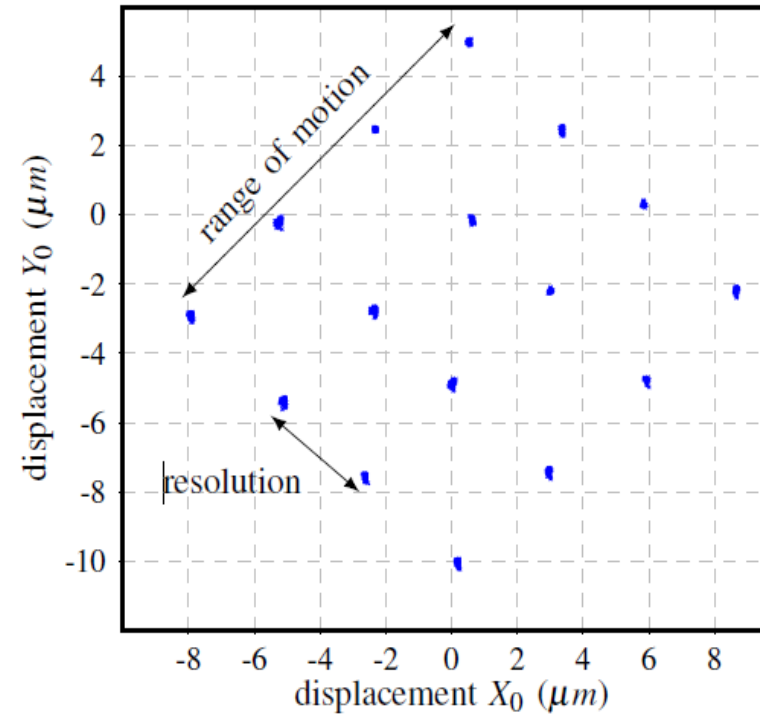
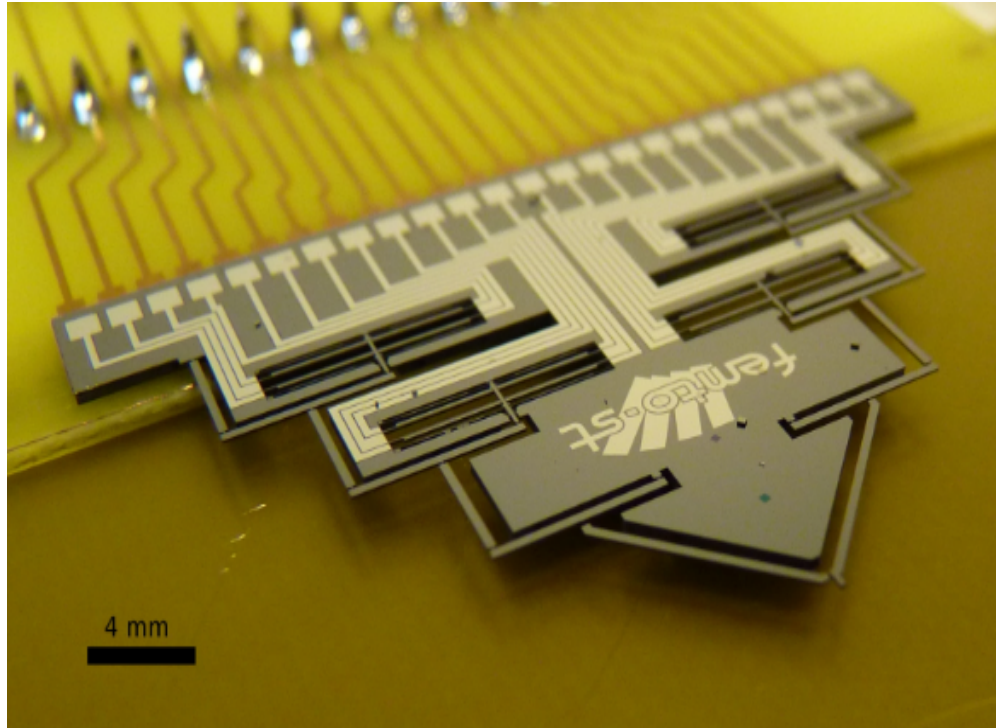
Microrobots numériques



- Positions discrètes
- Sans capteur/boucle ouverte
- Répétables et précises
- forces de blocage importantes
- Adapté aux milieux confinés
- Insensible aux perturbations

Introduction

Microrobot numérique



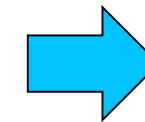
- ✓ 16 positions discrètes atteignable
- ✓ résolution de $3.5 \mu m$
- ✓ Bonne répétabilité

inconvénients

- Structure moins compacte
- Structure plus fragile
- Possibilités d'échecs dans la fabrication
- Connexions électriques se multiplient

Optimisation et fabrication de la 1^{ère} génération DiMiBot
à base des modules bistables

Remplacer les modules bistables par un module compact



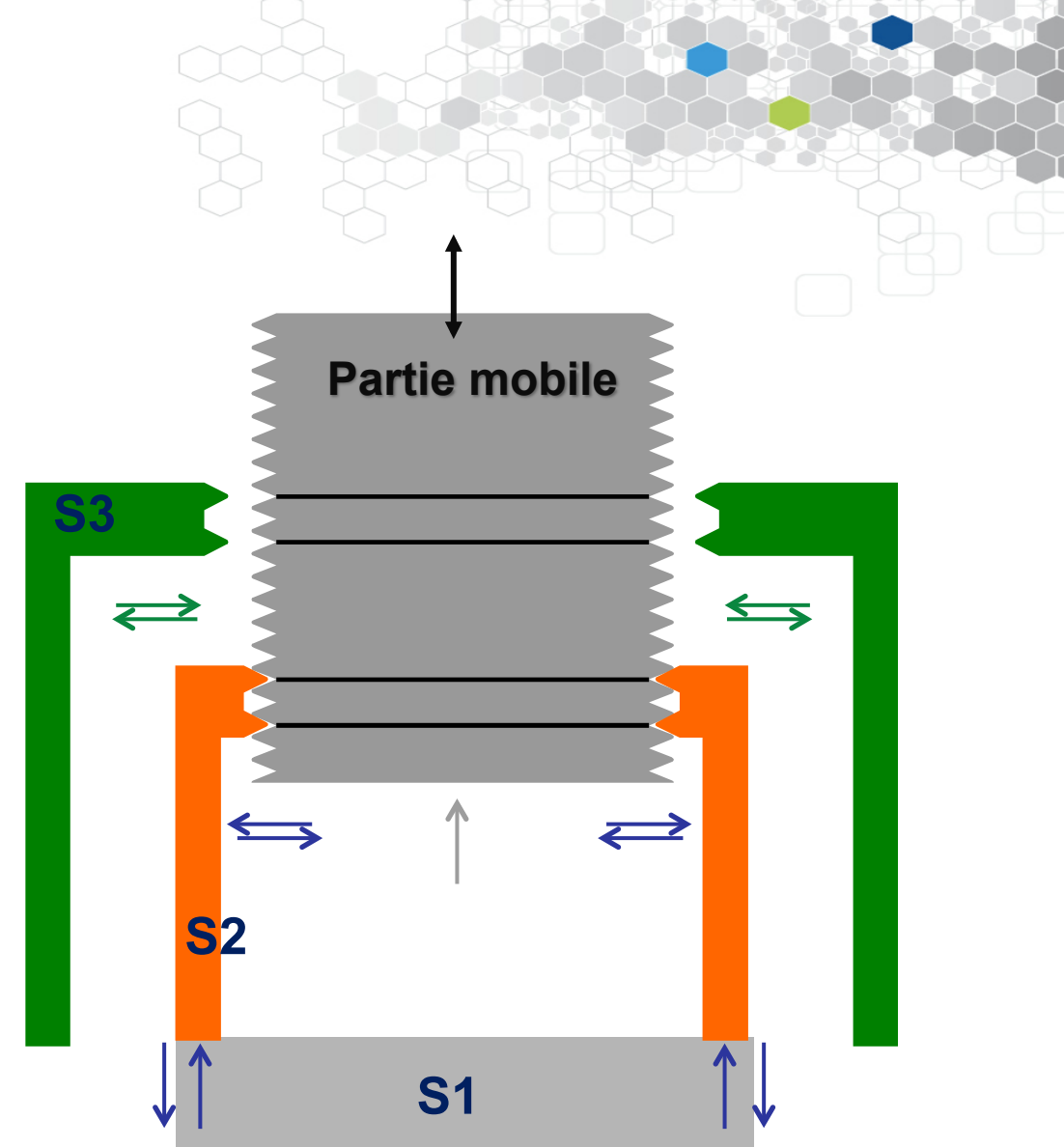
**Module
multistable**

Multistable

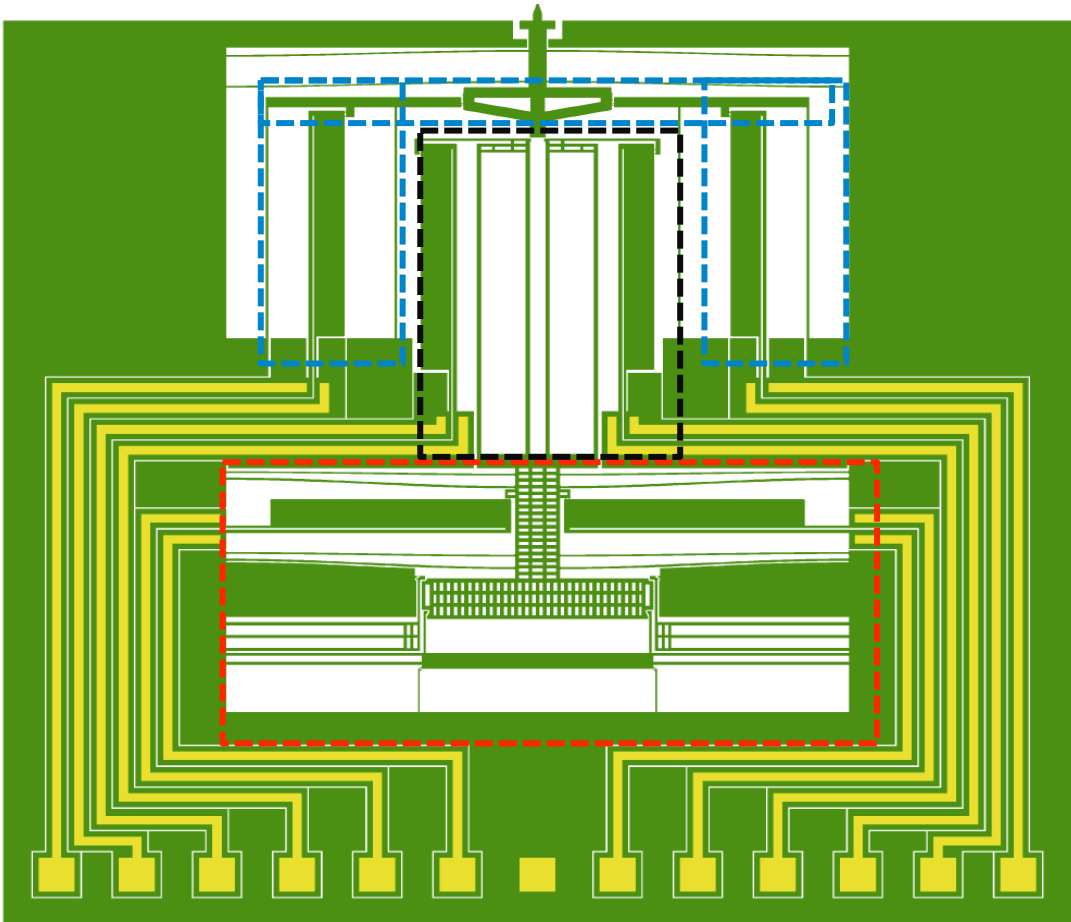
3 systèmes à base de pinces
+
une partie mobile supportant l'effecteur

déplacement vers le haut/bas

combinaison des actions des 3 pinces
perme de réaliser un pas vers le haut/bas



Multistable



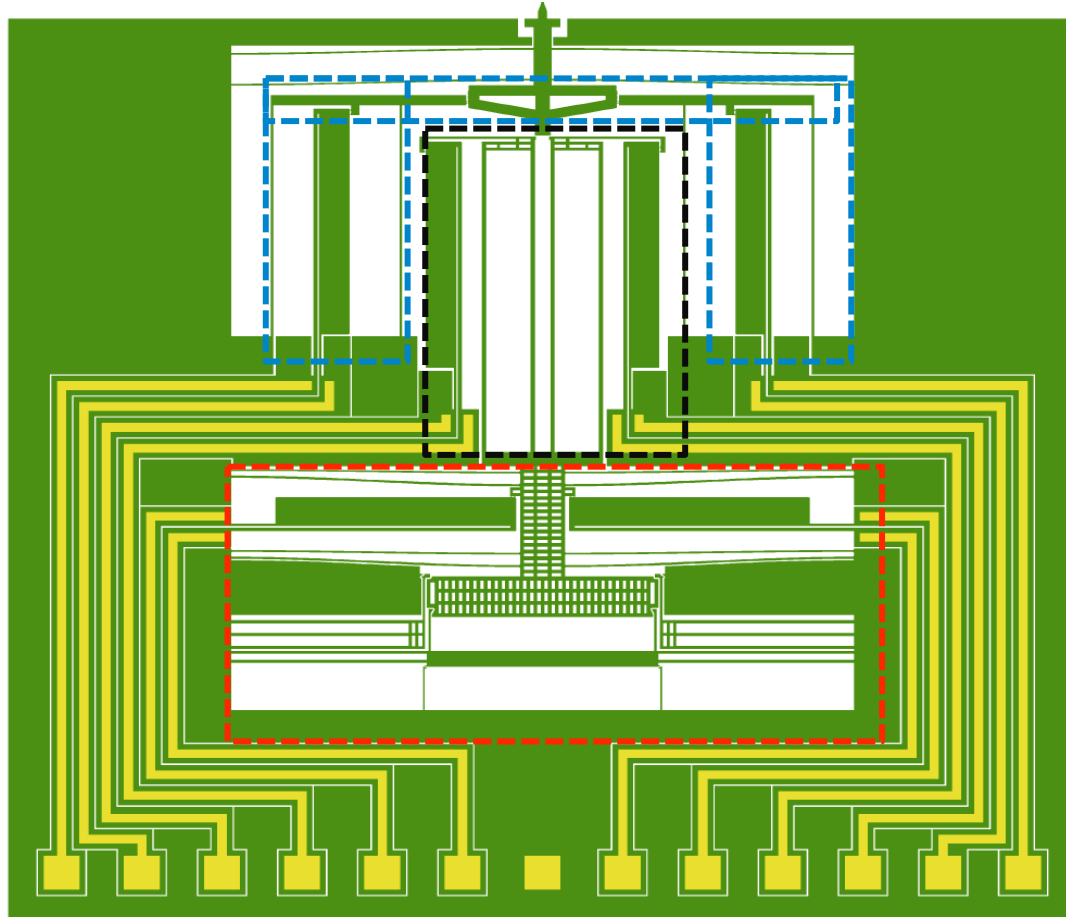
Système 1



Système 2



Système 3



----- Système 1

Déplacer ($10\mu\text{m}$) le système 2 vers le haut

----- Système 2

Maintenir et déplacer la partie mobile

----- Système 3

Maintenir la partie mobile lorsque le système 2 est ouvert

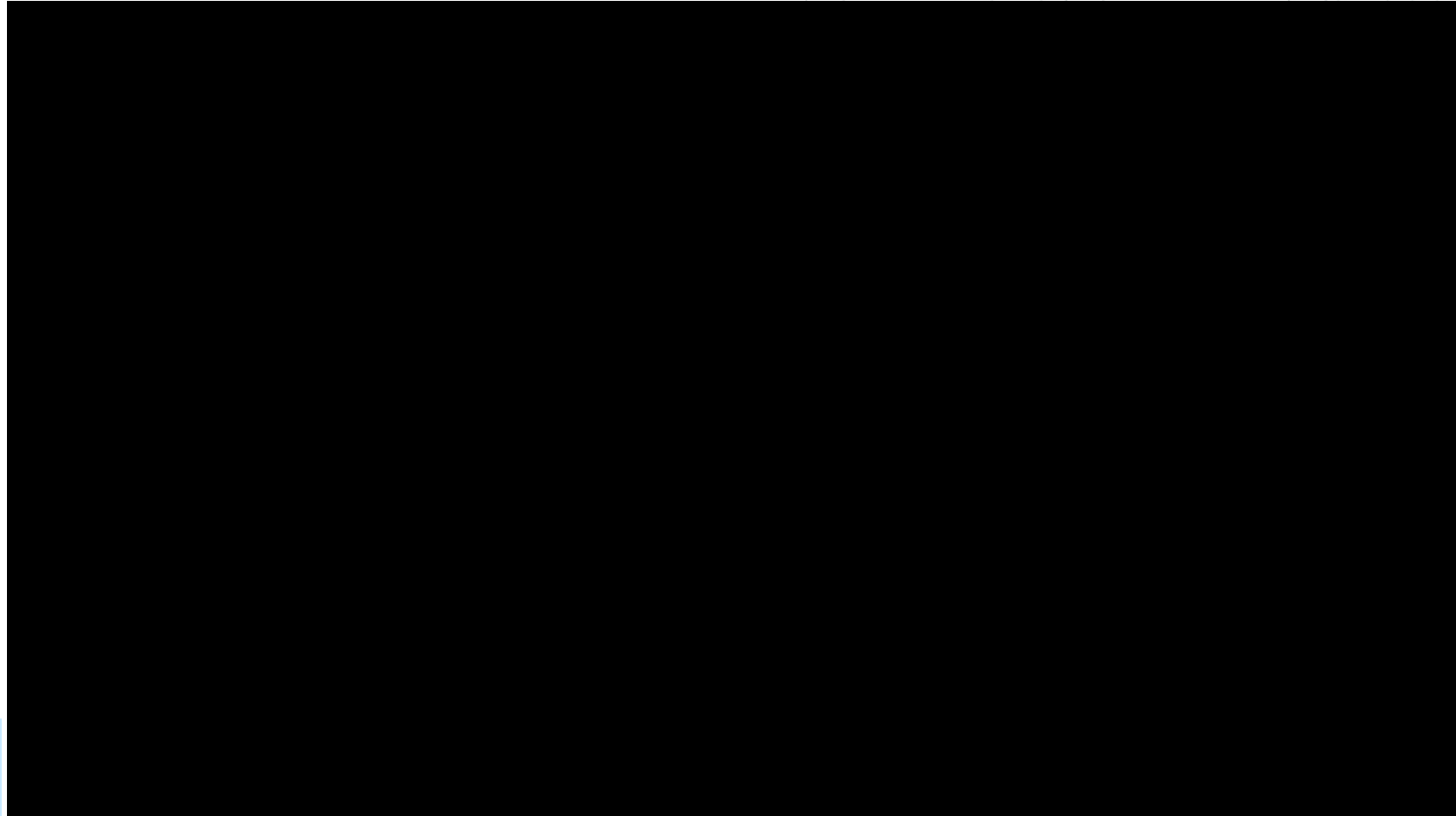
- ✓ Structure compacte.
- ✓ 13 positions discrètes.
- ✓ pas de $10\mu\text{m}$.



Pas vers le haut

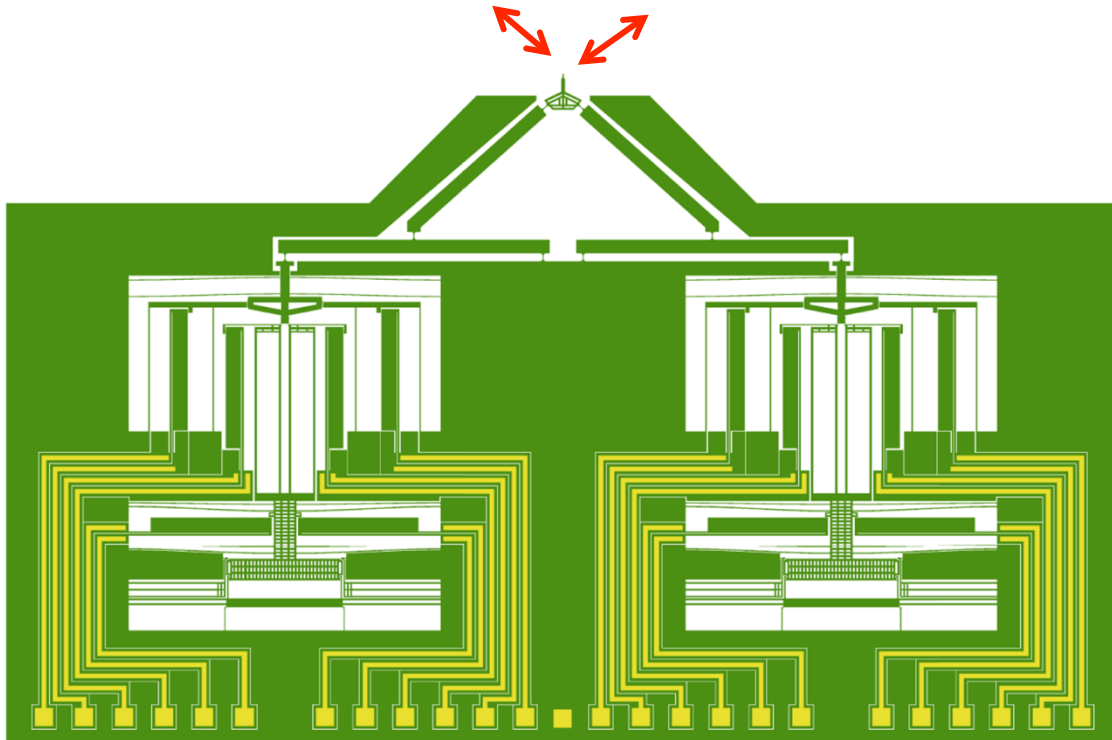
Pas vers le haut

1. Pince S_2 se déplace vers le haut (grâce au système 1) en tenant la partie mobile
2. Pince S_3 tient la partie mobile
3. Pince S_2 libère la partie mobile
4. Pince S_2 se déplace vers le bas (système 1: retour à la position initiale)
5. Pince S_2 tient la partie mobile
6. Pince S_3 libère la partie mobile

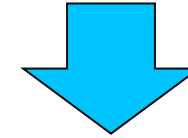


Durée du pas: 50 ms
Pas moyen: 10,06 μm
Répétabilité: 300 nm (3%)

DiMiBot à base de multistable

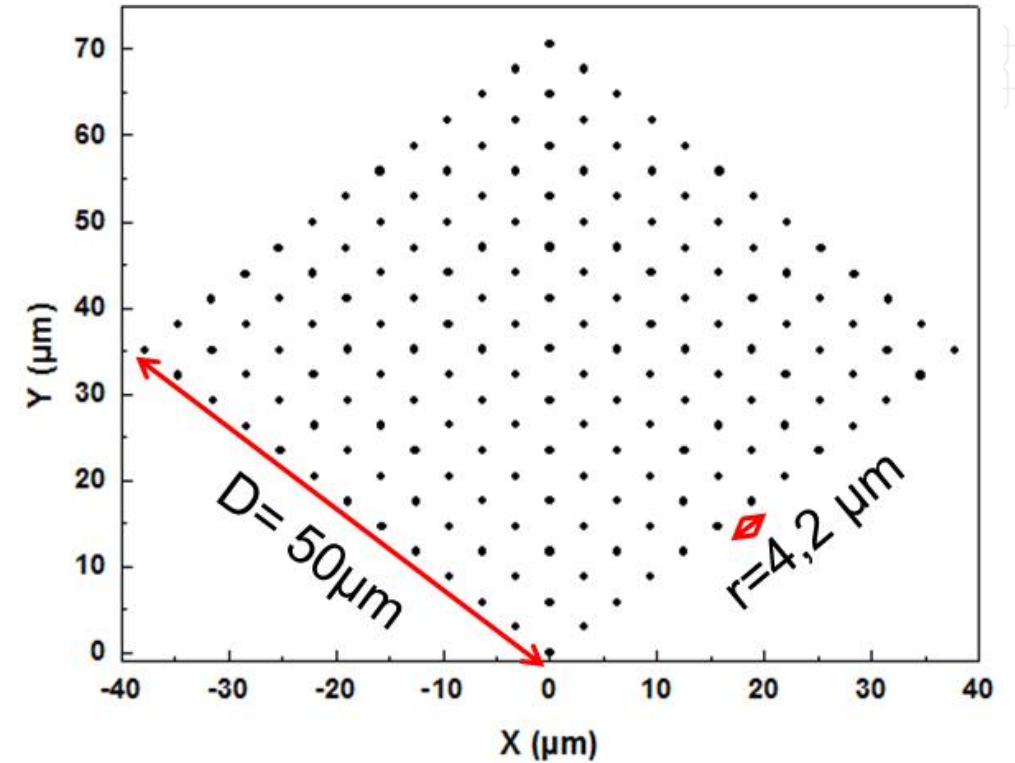
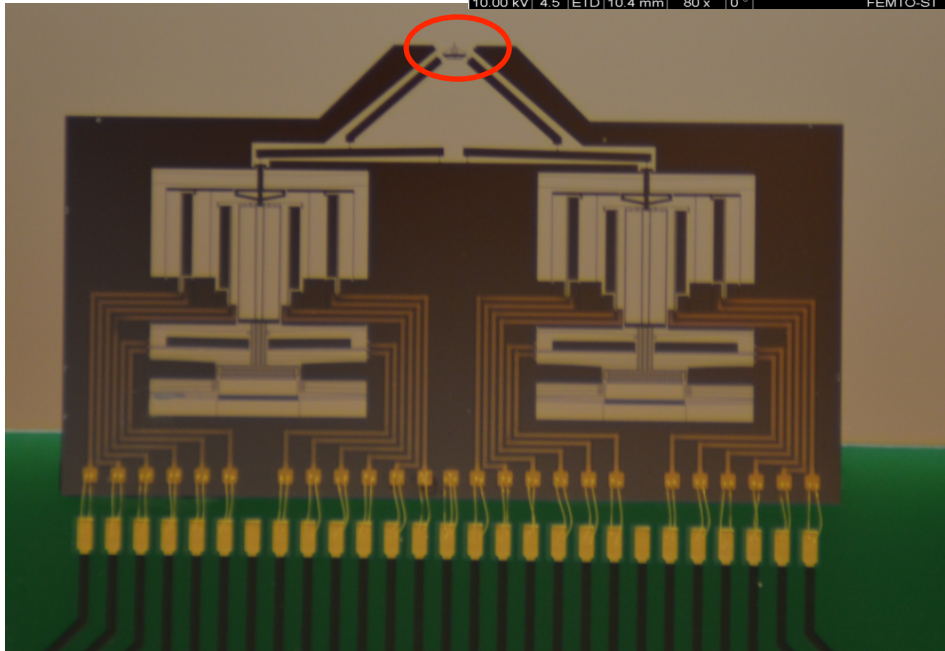
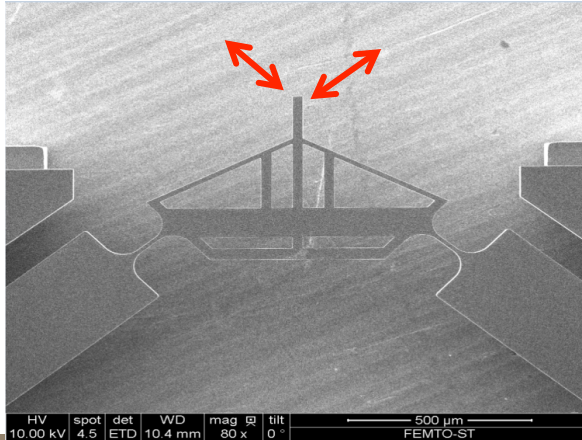


Déplacement en 2 D



Connecter la partie mobile
Du multistable à « end effector »
(Via des poutres et des
articulations flexibles)

DiMiBot à base de multistable



169 positions (13X13)

Résolution : $4.2 \mu\text{m}$

Course: $50 \mu\text{m}$

Répétabilité: 180 nm

Conclusions

- ✓ Conception et fabrication du module multistable et DiMibot
- ✓ Caractérisation:
 - Module multistable seul ($r=10,06\pm0,15\text{ }\mu\text{m}$)
 - DiMiBot complet ($r_{\text{moy}}=4,18\pm0,09\text{ }\mu\text{m}$)

Perspectives

- Application dans le MEB/MET
- Adaptation du design de la structure pour diverses tâches microrobotiques
- Amélioration de la dynamique

