

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/312022530>

# Microrobotic nasal endoscopy by OCT: impact of smell deficiency on neurodegenerative diseases

Conference Paper · November 2016

CITATIONS

0

READS

67

1 author:



**Tamadazte Brahim**

Sorbonne Université

100 PUBLICATIONS 898 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Microrobotics [View project](#)



NanoRobotics [View project](#)

## Microrobotic nasal endoscopy by OCT: impact of smell deficiency on neurodegenerative diseases

Brahim TAMADAZTE<sup>1</sup>, Kanty RABENOROSOA<sup>1</sup>, Nicolas ANDREFF<sup>1</sup>

- <sup>1</sup>. FEMTO-ST Institute, AS2M department, Univ. Bourgogne Franche-Comté, Univ. de Franche-Comté/CNRS/ENSMM, 24 rue Alain Savary, 25000, Besançon, France.  
Courriel : [brahim.tamadazte@femto-st.fr](mailto:brahim.tamadazte@femto-st.fr)

**Abstract** — Les maladies neurodégénératives et apparentées sont devenues la principale priorité des autorités de santé dans la plupart des pays développés ou en voie de développements. Par exemple, en France, 800 000 personnes souffrent de la maladie d'Alzheimer. Néanmoins, dans son dernier rapport, la «Haute Autorité de Santé en France», a clairement souligné le manque d'efficacité des traitements actuels, qui sont plus palliatifs que thérapeutiques. Cela est particulièrement vrai lorsque le diagnostic de ces maladies arrive trop tard, c'est-à-dire à l'apparition des premiers signes de perte de mémoire et/ou de motricité. Notre travail traite de la relation entre les maladies neurodégénératives et la déficience olfactive (perte de l'odorat). Plusieurs études cliniques récentes (souvent statistiques) ont démontré qu'il existe une corrélation entre la perte de l'odorat et l'apparition de ces pathologies. Le déficit olfactif est un signe précurseur fiable de la dégénérescence neuronale. Nous cherchons à développer un endoscope nasal équipé d'un système d'imagerie OCT fibré. Cet endoscope nasal consiste en un système robotique miniature (le diamètre est inférieur à 2mm) et flexible. La conception du robot repose sur l'utilisation d'un actionnement hybride. Ce système constituera en un moyen de caractérisation dynamique in-vivo et non-invasif permettant d'effectuer des images 3D à haute résolution c'est-à-dire des biopsies optiques 3D. Ces dernières permettront d'analyse de manière très précise et en profondeur de l'aspect et la texture des cellules olfactives comparables à des coupes histologiques. À court terme, ce système sera un moyen inédit d'investigation expérimental fiable et à coût réduit pour la compréhension et le diagnostic de certaines maladies neurodégénératives ou apparentées. Il permettra également le suivi de l'évolution, dans le temps, de la perte d'odorat et sa répercussion sur la dégénérescence neuronale.

**Keywords:** *Microrobotique médicale, biopsies optiques, maladies neurodégénératives.*

### I. Introduction

Le vieillissement des personnes est généralement accompagné de la diminution des facultés cognitives, de l'épaisseur corticale, et une vulnérabilité accrue des neurones conduisant à des changements précoces au sein des structures du cerveau. Ces changements sont particulièrement localisés dans le lobe temporaire interne (hippocampe, amygdale, cortex piriforme,

cortex entorhinal) et des pôles frontaux du cerveau; régions cérébrales associées à la mémoire, émotionnelle et fonctions comportementales ainsi que le traitement du système olfactif [1]. Par conséquent, de nombreux travaux ont porté sur la description et l'analyse des perturbations olfactives rapportées autour du déclin cognitif et l'apparition de troubles neurodégénératifs liés à l'âge.

Une étude récente de 39 études, y compris la maladie d'Alzheimer (AD) démontrent que les patients atteints d'un AD ont tendance à affecter plus fortement l'identification et la reconnaissance d'odeurs que à leurs détections [2]. Ces déficits plus forts dans les tâches d'identification et de reconnaissance peuvent être interprétés comme étant la somme des troubles perceptifs et cognitifs (en particulier les fonctions exécutives et la mémoire sémantique), alors que les seuils de détection des déficits pourraient être moins dépendants de la cognition. Cependant, les déficits de détection des odeurs semblent apparaître plus tôt que l'identification et la reconnaissance des perturbations d'odeurs qui sont compatibles avec l'évolution de la maladie. Les déficits olfactifs sont un facteur de risque pour le développement de la démence (par exemple l'Alzheimer), ou l'aggravation de la maladie.

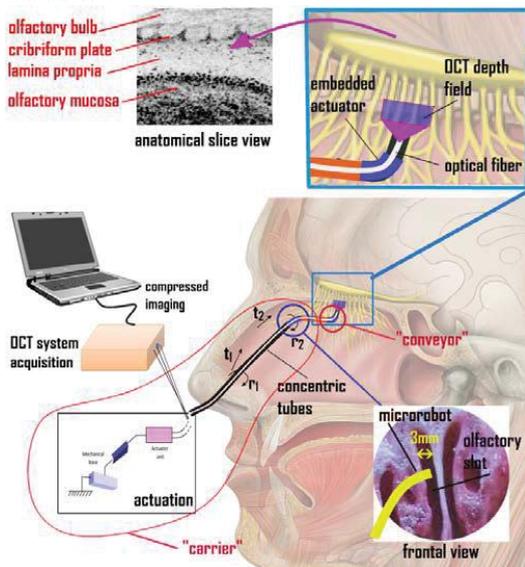


Figure 1 : Concept général du projet

Dans notre démarche pour comprendre cette corrélation entre la perte de l'odorat et l'apparition des premiers signes de démence, nous projetons de développer un outil (microrobot endoscopique flexible de diamètre de 2 mm) de diagnostic *in-situ* pour étudier et caractériser les cellules olfactives (Fig. 1). Ce robot sera équipé d'un système d'imagerie médicale appelé OCT (Optical Coherence

Tomography) pour permettre de réaliser des biopsies optiques similaires aux analyses histologiques traditionnellement pratiquées en laboratoires.

## II. Robot Continu

Les robots continus, particulièrement les robots à tubes concentriques (RTC), ont montré leur capacité à atteindre des zones d'accès difficile grâce à leur miniaturisation et leur flexibilité, en vue d'applications chirurgicales minimalement invasives. Ils combinent l'avantage d'avoir les dimensions d'un cathéter avec la mobilité et la contrôlabilité d'un robot conventionnel, et ouvrent ainsi un champ d'applications considérable.

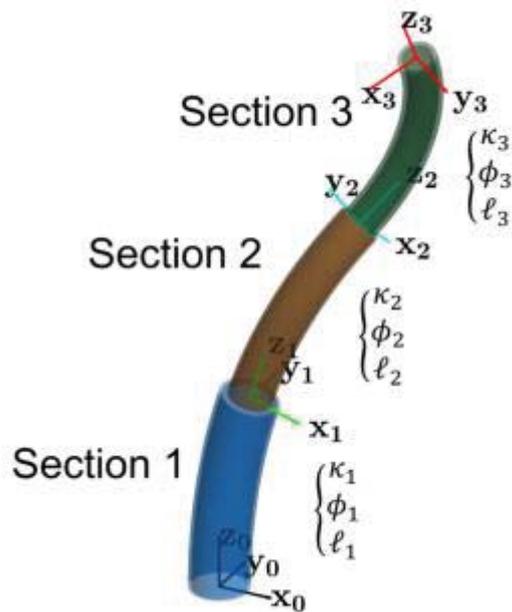


Figure 2 : Concept général du projet

Cet article présente les avancées en termes de conception des différents prototypes développés, de modélisation des RTC en considérant les phénomènes physiques, et de commande. Les contributions apportées par l'équipe MiNaRoB de l'institut FEMTO-ST dans ce domaine sont également présentées, que ce soit en conception, la réalisation d'un prototype (Fig. 2) ou en commande [3]. Pour aller plus loin dans l'amélioration de la dextérité des RTC, nous investiguons également sur l'intégration

d'actionneurs à base de polymères électro-actifs sur cette structure robotique. Plus particulièrement, nous nous intéressons aux polymères ioniques (ou polymères conducteurs) qui sont capable d'avoir des grandes déformations (20%) avec une faible tension d'activation (<2V) tout en étant biocompatibles (Fig. 3).

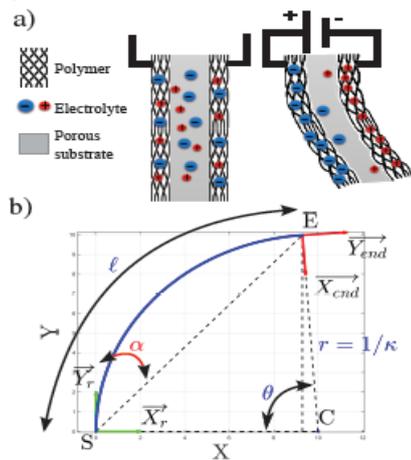


Fig. 3 : exemple d'un actionneur électro-actif.

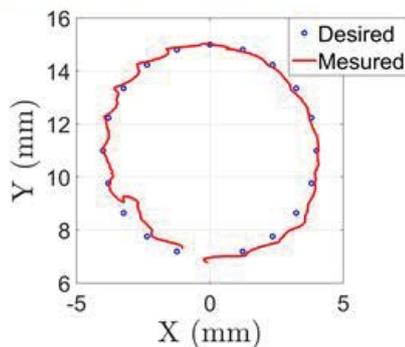
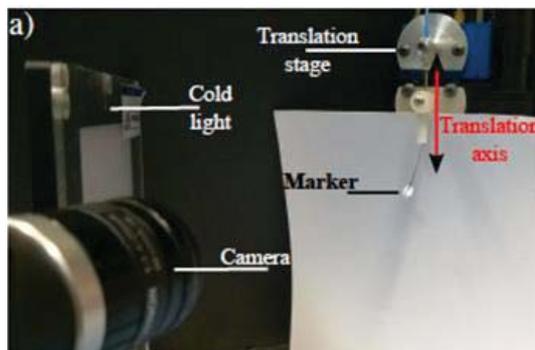


Figure 4 : Concept général du projet

Dans le cadre de l'étude, le polypyrrole (PPy) a été choisi de par sa stabilité et sa facilité de synthèse. Une étude des paramètres de synthèse (température, solvant, potentiel d'oxydation) a été effectuée et les premiers résultats obtenus seront présentés (Fig. 4). La comparaison à un modèle de la littérature a été effectuée et on a pu démontrer la limite de ce modèle. L'intégration des actionneurs PPy dans une structure à robotique à 2DDL a été montrée et la commande par asservissement visuel a permis d'atteindre une précision de suivi de chemin inférieur à 300 $\mu$ m. Ces actionneurs seront à termes intégrés sur des tubes flexibles afin de concevoir des robots continus à courbures variables [3].

## References

- [1] Kemper T., "Neuroanatomical and neuropathological changes during age and dementia", in *Clinical Neurology of Aging*, ed. Albert ML. New-York, NY, Oxford Uni. Press, 3-67, 1984.
- [2] Rahayel S, Frasnelli J, Joubert S., "The effect of Alzheimer's disease and Parkinson's disease on olfaction: A meta-analysis", *Behavioral Brain Research*, 231: 60-74, 2012.
- [3] Chikhaoui, Mohamed Taha, Rabenorosoa, Kanty Andreff, Nicolas, Kinematics and performance analysis of a novel concentric tube robotic structure with embedded soft micro-actuation. *Mechanism and Machine Theory*, vol. 104, 2016, pp. 234-254.
- [4] J.A. Seon, B. Tamadazte, and N. Andreff, Path Tracking and Visual Servoing for Laser Surgery, *IEEE Trans. on Robotics*, DOI 10.1109/TRO.2015.2400660, 2015.
- [5] B. Tamadazte, A. Agustinos, P. Cinquin, G. Fiard, and S. Voros, Multi-View Vision System for Laparoscopy Surgery, *Int. J. of Computer Assisted Radiology and Surgery*, vol. 10(2), pp. 195-203, 2014.
- [6] M. Ourak, B. Tamadazte, and N. Andreff, Wavelet-based 6 DOF Visual Servoing, *IEEE ICRA*, Stockholm, pp. 3414-3419, 2016.