

Colloque IMT
**« Healthcare 4.0 : nouvelles avancées
en ingénierie pour la santé »**

15 octobre 2019

Posters

Healthcare 4.0 - Nouvelles avancées en ingénierie pour la santé

Mardi 15 octobre 2019

Mines St Etienne

Données et connaissances en ingénierie de la santé

1	Interactions homme-algorithmes pour un meilleur apprentissage automatique en santé	Eurecom
2	Influence de la composition de l'air inspiré sur la formation de bouchon muqueux pulmonaire	IMT Lille Douai
3	Detecting Depression Severity by Interpretable Representations of Motion Dynamics	IMT Lille Douai
4	Reconnaissance en temps réel d'activités physiques et de transitions posturales à l'aide de capteurs inertiels pour smartphone	IMT Lille Douai
5	Extraction et réconciliation sémantique de connaissances biomédicales issus de la littérature et de dossiers patients électroniques	IMT Mines Alès
6	Correlation between hemodynamics and morphology of ascending thoracic aortic aneurysm	Mines St Etienne
7	Analyse de la dissection aortique par rayons X	Mines St Etienne
8	Evaluating the therapeutic effect of lumbar belts: biomechanical interaction between belt design and patient morphology	Mines St Etienne
9	Impact of physicochemical features of TiO2 nanoparticles on their in vitro toxicity	Mines St Etienne
10	Micro-mechanics in the arterial tissues: towards the in-silico analysis of the aneurysms	Mines St Etienne
11	Ecole d'hiver IA et santé	Mines St Etienne
12	Développement d'un modèle par éléments finis d'un canal semi-circulaire latéral de l'oreille interne humaine	Télécom Physique Strasbourg
13	Analyse de la Voix au Stade Débutant de la Maladie de Parkinson et Corrélations avec Analyse clinique et Neuroimagerie	Telecom SudParis

Parcours de soin, autonomie, ingénierie des systèmes hospitaliers

14	Evaluation de l'autonomie de patients atteints de troubles cognitifs en milieu écologique	ESIGELEC
15	Robotique de réadaptation pour les personnes en situation de handicap	ESIGELEC
16	Aide à la décision dans la détection et l'intervention précoce dans le cadre des troubles psychotiques débutant	IMT Atlantique
17	COMRADES: COordinated Multi-Robot Assistance DEployment in Smart Spaces	IMT Lille Douai
18	EuroMov - Digital Health in Motion - Creation of a joint research unit between Euromov, University of Montpellier and LGI2P, IMT Mines Alès	IMT Mines Alès
19	Digital Twin: A Data-Driven Modeling of Elderly Behavior Living in a Smart Home	Mines St Etienne
20	Caractérisation de la Maladie d'Alzheimer à travers l'écriture manuscrite acquise sur Tablette graphique	Telecom SudParis
21	Projet SolSens Sol Sensitif pour Analyse Cognitive et Actimétrie	Telecom SudParis
22	Gestion de l'éclairage pour l'aide à la mobilité autonome des personnes âgées souffrant de basse vision	Univ. St Etienne

Dispositifs médicaux

23	Organic electronic devices for neural interfaces and bioelectronic medicine	Mines St Etienne
24	Plateforme PlenImage pour la conception de systèmes imageurs non-conventionnels dédiés	Telecom SudParis
25	Segmentation de stents dans des données médicales à rayons-X corrompues par les artefacts	Université de Strasbourg
26	Chaire Innovation Bloc Opérateur Augmenté OK-BLOK : Co-pilote, tour de contrôle et boîte noire du bloc chirurgical	IMT - DG

Interactions homme-algorithmes pour un meilleur apprentissage automatique en santé

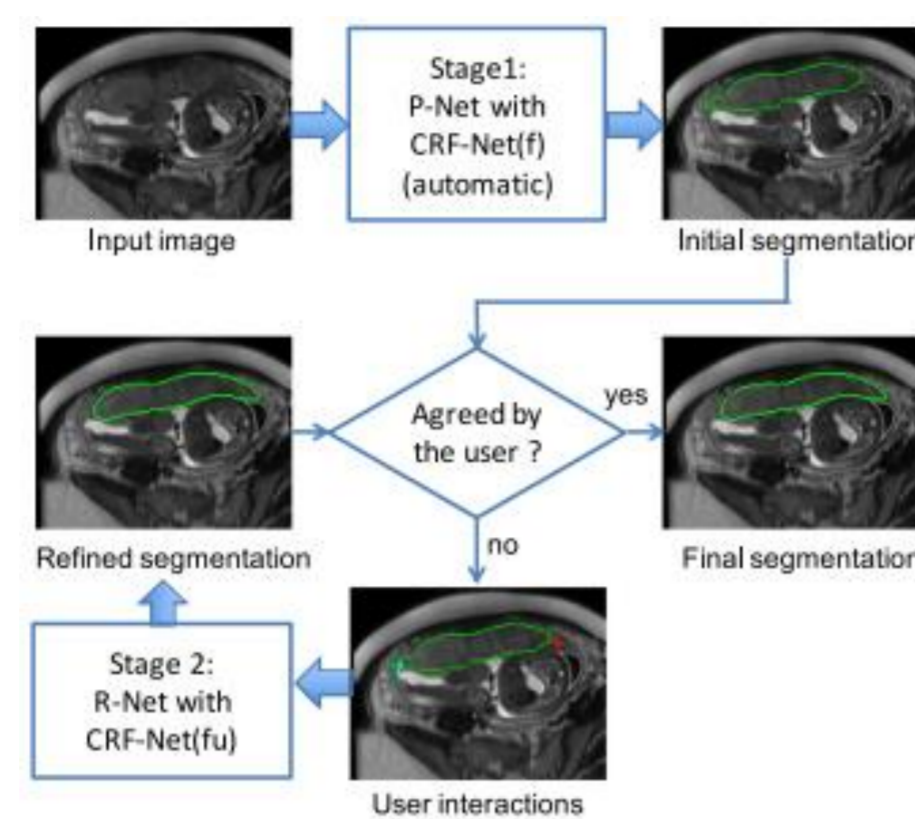
Parties prenantes



Auteurs

Maria A. Zuluaga

Partenaires



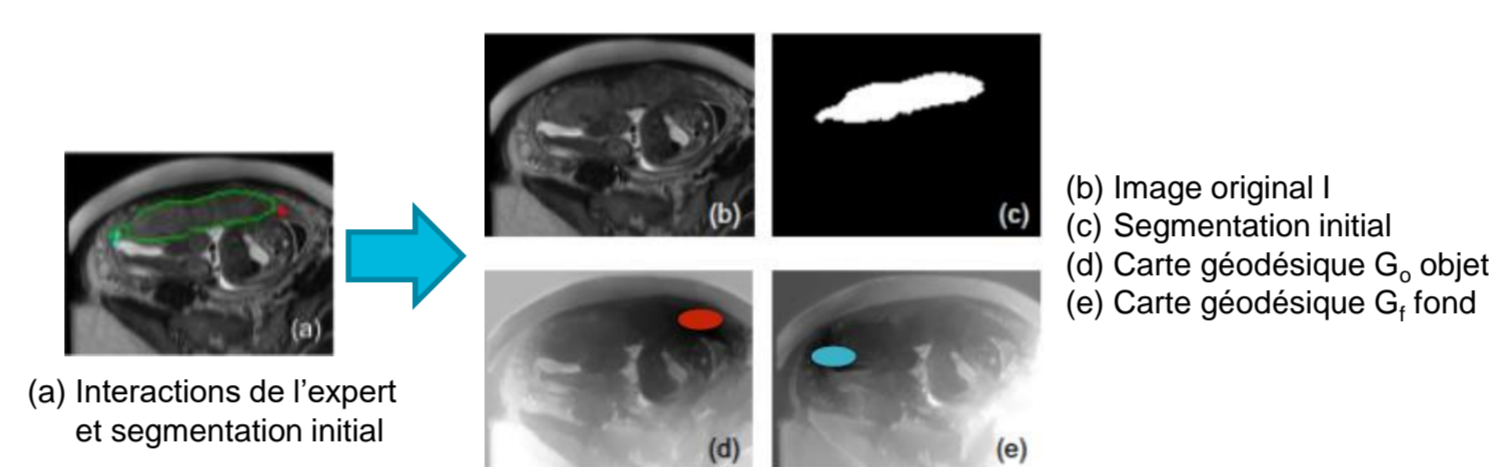
Méthodologie de segmentation interactive d'images dans un cadre d'apprentissage profond
Source : Wang, Zuluaga et al. IEEE PAMI (41)7, 2019

Défi 1 : Données complexes

Apprentissage interactif

- ▶ Les données médicales sont souvent incomplètes et bruitées, acquises suivant différents protocoles et ont de grandes variations entre patients. Ceci explique pourquoi il est difficile d'avoir des *labels* de haute qualité.
- ▶ « **Human-in-the-loop** » – Impliquer un expert dans l'apprentissage pour réduire les problèmes liés à la complexité des données.

Augmentation des données



$$G(i, S, \mathbf{I}) = \min_{j \in S} D_{geo}(i, j, \mathbf{I}), \quad D_{geo}(i, j, \mathbf{I}) = \min_{p \in \mathcal{P}_{i,j}} \int_0^1 \|\nabla \mathbf{I}(p(s)) \cdot \mathbf{u}(s)\| ds$$

Les interactions peuvent servir à augmenter l'information d'entrée du réseau

Régularisation

$$E(\mathbf{x}) = \sum_i \psi_u(x_i) + \sum_{(i,j) \in \mathcal{N}} \psi_p(x_i, x_j)$$

$$\psi_p(x_i, x_j) = \mu(x_i, x_j) f(\hat{\mathbf{k}}_{i,j}, d_{i,j})$$

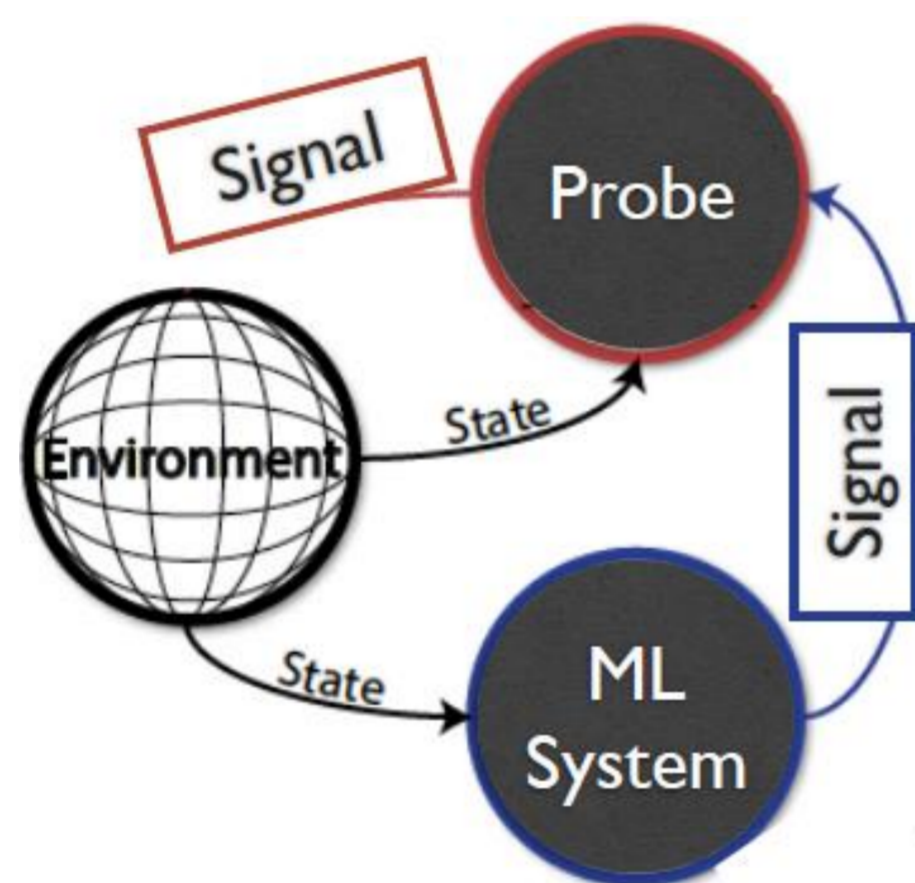
Les interactions peuvent se formuler sous la forme d'une loi de probabilité *a priori*

- ▶ Étape suivante – Intégration de données non labellisés.

Défi 2: Décisions à haut risque et à faible tolérance aux erreurs

Conception de systèmes de sonde

- ▶ Un système est évalué en permanence en phase de développement. Ce n'est plus le cas une fois déployé hors de l'environnement de recherche.
- ▶ Dans des contextes médicaux, signaler un dysfonctionnement du système est crucial.
- ▶ **Système de sonde** – Cadre modèle-agnostique pour l'estimation et la surveillance des erreurs.
- ▶ État actuel – Validation du concept à l'aide de séries chronologiques.
- ▶ Étape suivante – Formalisation du concept



Méthodologie de suivi de performance
Source: Adapté de Haber et al. NeurIPS 2018

Défi 3: Reproductibilité

Repenser l'évaluation

- ▶ Les algorithmes supervisés n'ont toujours pas la fiabilité suffisante pour exécuter des tâches critiques au quotidien.
- ▶ Un biais a été démontré dans des travaux de recherche sur la classification des patients atteints d'Alzheimer [Mendelson et al. Neuroim Clin 14, 2017].
- ▶ Le manque de reproductibilité des résultats entrave l'implantation en clinique de méthodes d'apprentissage.

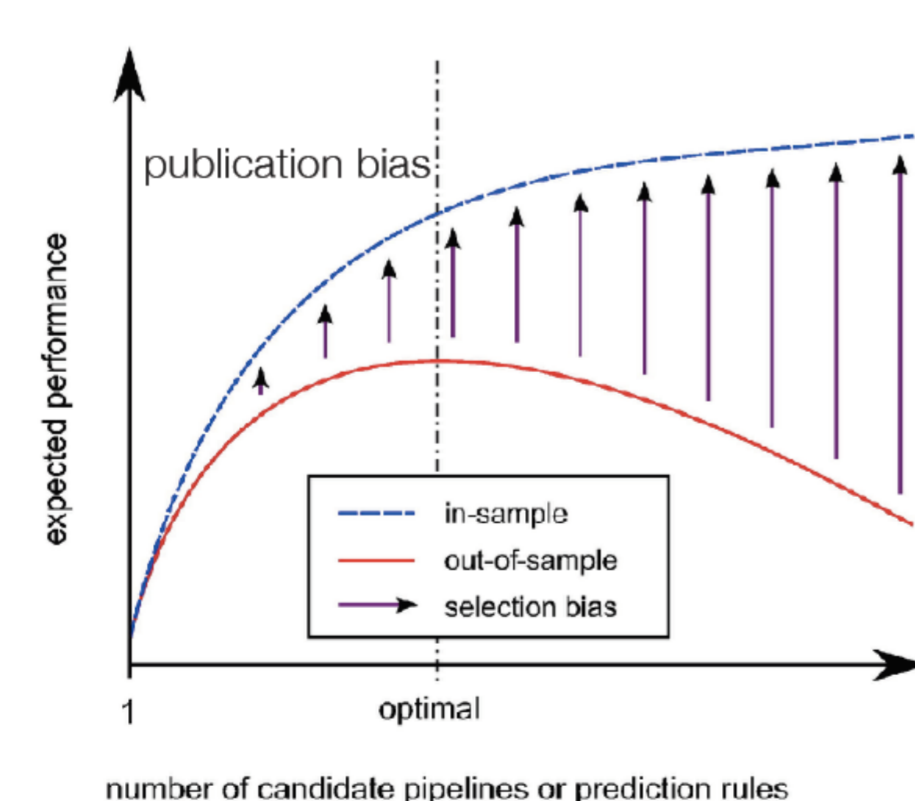
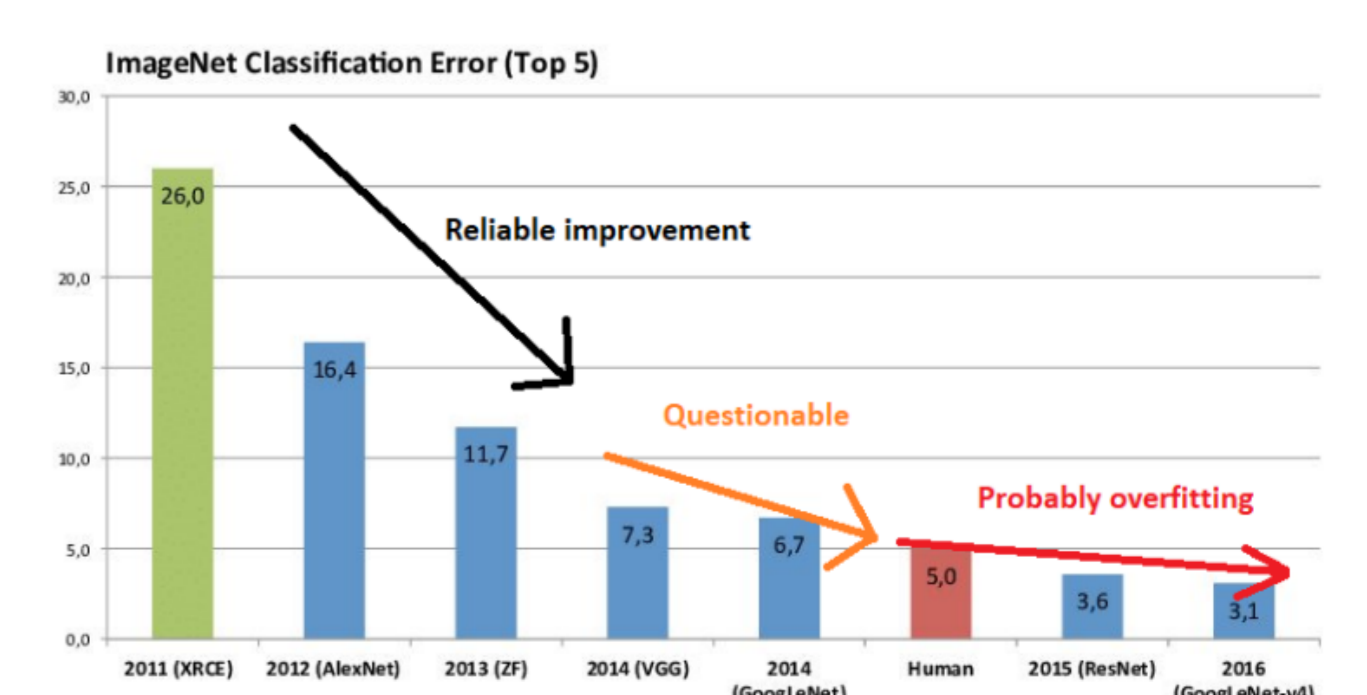


Illustration du problème de biais de publication
Source : Mendelson, Zuluaga et al. Neuroim Clin 14, 2017

Besoins:

- Cadre d'évaluation pour tous types d'apprentissage
- Élargir les mesures de performance: attaques, consommation, complexité

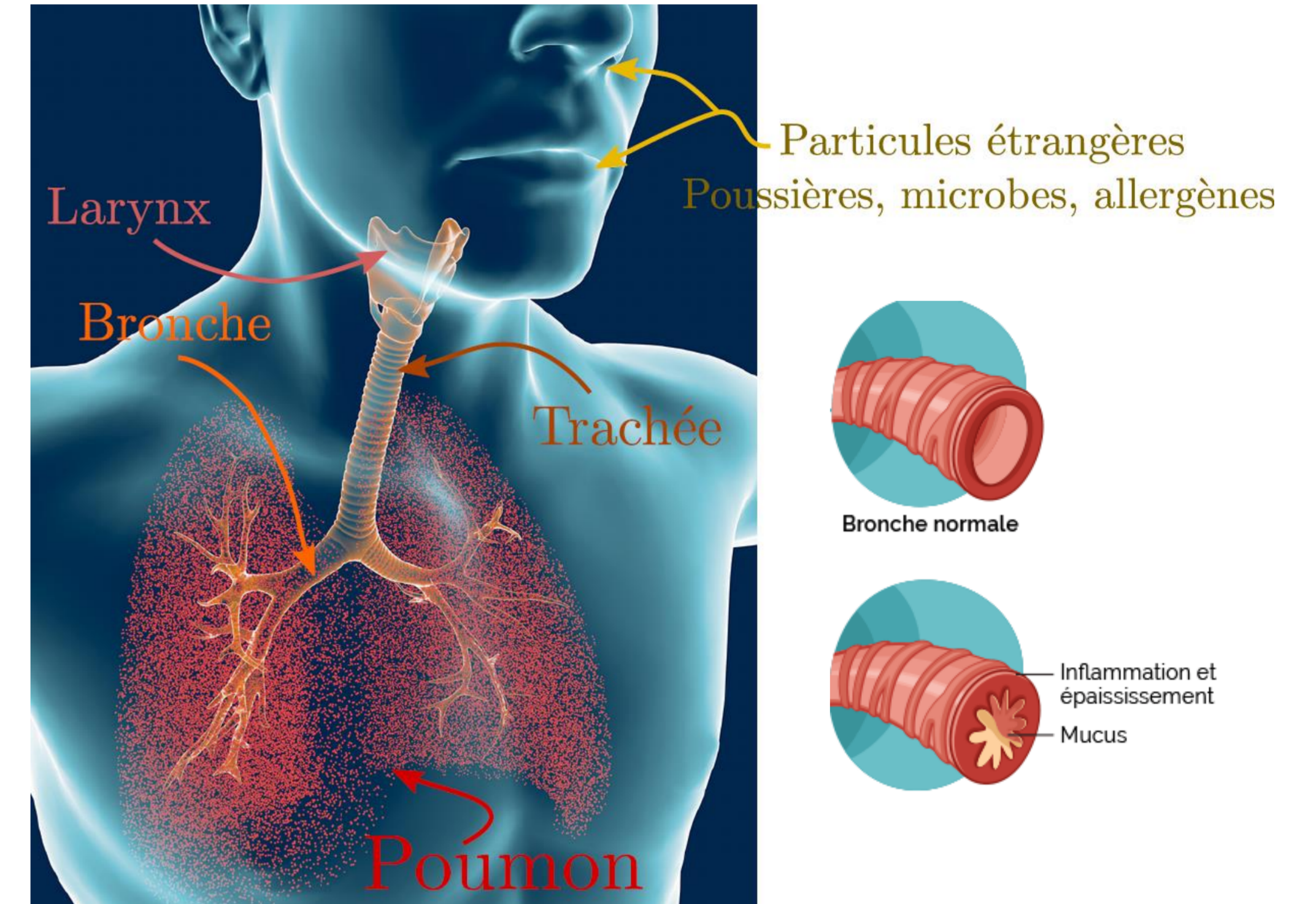


Source: AI competitions do not produce good models
<https://lukeoakdenrayner.wordpress.com/2019/09/19/ai-competitions-dont-produce-useful-models/>

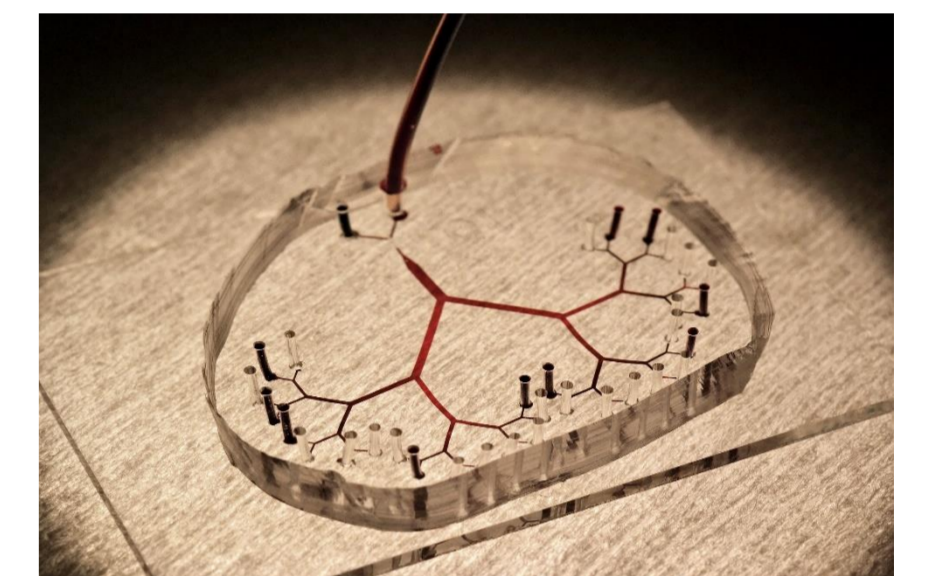
Influence de la composition de l'air inspiré sur la formation de bouchon muqueux pulmonaire

Objectif et contexte

- ▶ La pollution atmosphérique et le tabagisme entraîne la prévalence de maladies respiratoires telles que la Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO). D'après l'Organisation Mondiale de la santé, la BPCO deviendra la 3e cause de décès dans le monde en 2030. La compréhension de la prévalence de cette maladie est un enjeu majeur dans l'établissement de son diagnostic. Elle implique diverses disciplines scientifiques (physique, chimie, matériaux, médecine etc).
- ▶ Les bouchons muqueux au sein des voies respiratoires peuvent être un des mécanismes à l'origine des obstructions pulmonaires dans des cas sévères de cette maladie. Le mucus de patients atteints de BPCO présentant des modules viscoélastiques plus importants que celui des sujets sains, il apparait important de considérer l'impact des propriétés rhéologiques du mucus pulmonaire sur la dynamique des ponts liquides.
- ▶ Ainsi nous cherchons à comprendre la dynamique des bouchons de mucus (déplacement, rupture) dans des géométries simplifiées alors que la composition du gaz mis en contact varie. Ces études sont réalisées dans des canaux transparents dont les diamètres sont comparables à ceux des voies pulmonaires distales (taille submillimétrique). Dans cette étude nous nous intéressons à l'impact des propriétés du mucus et de l'environnement sur la dynamique de formation de bouchons muqueux.

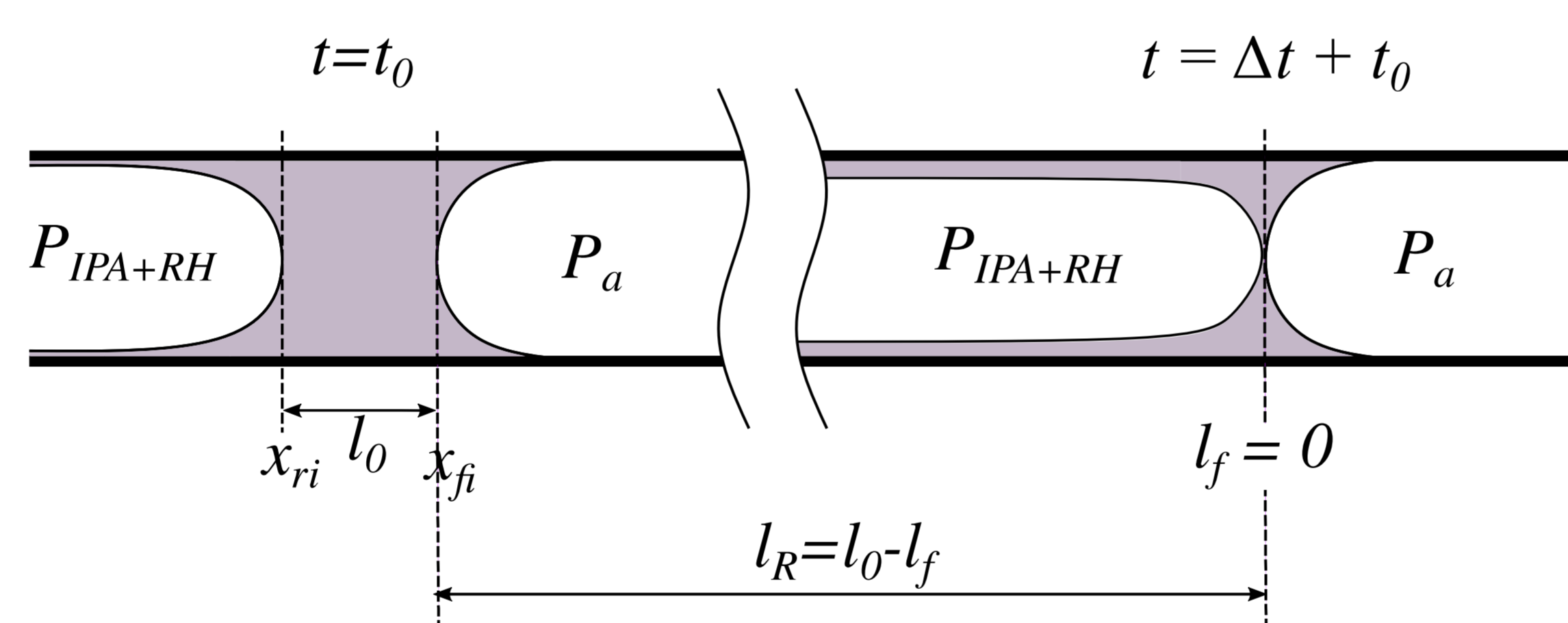


Arbre synthétique utilisé pour étudier la dynamique de bouchons liquides.

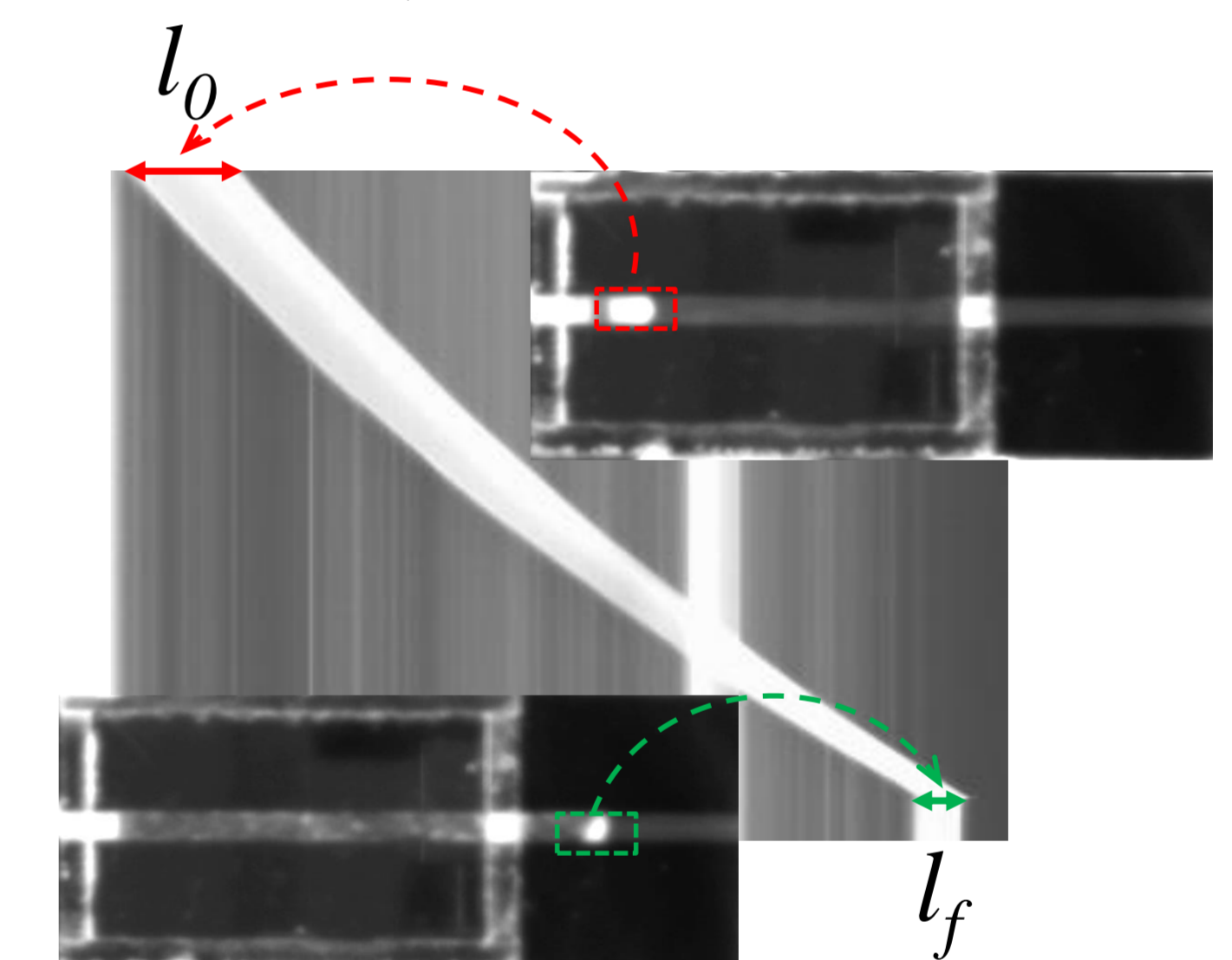


Principe physique et l'approche méthodologique

- ▶ Une goutte de mucus synthétique de longueur variable (l_0 variant de 2 à 25 mm) est injectée dans un tube de verre préalablement humidifié ou non. Ensuite un gaz est injecté pour rompre ce pont de mucus. La course du pont jusqu'à sa rupture est alors enregistrée à l'aide d'une caméra rapide. Sont analysés l'évolution de la longueur du pont en fonction du temps et de la distance parcourue.
- ▶ **Paramètres étudiés** : influence de la propriétés rhéologique : 4 concentrations d'agent tensioactif, influence de l'humidité de l'air filtré injecté (RH), Influence d'un polluant (isopropanol, IPA).

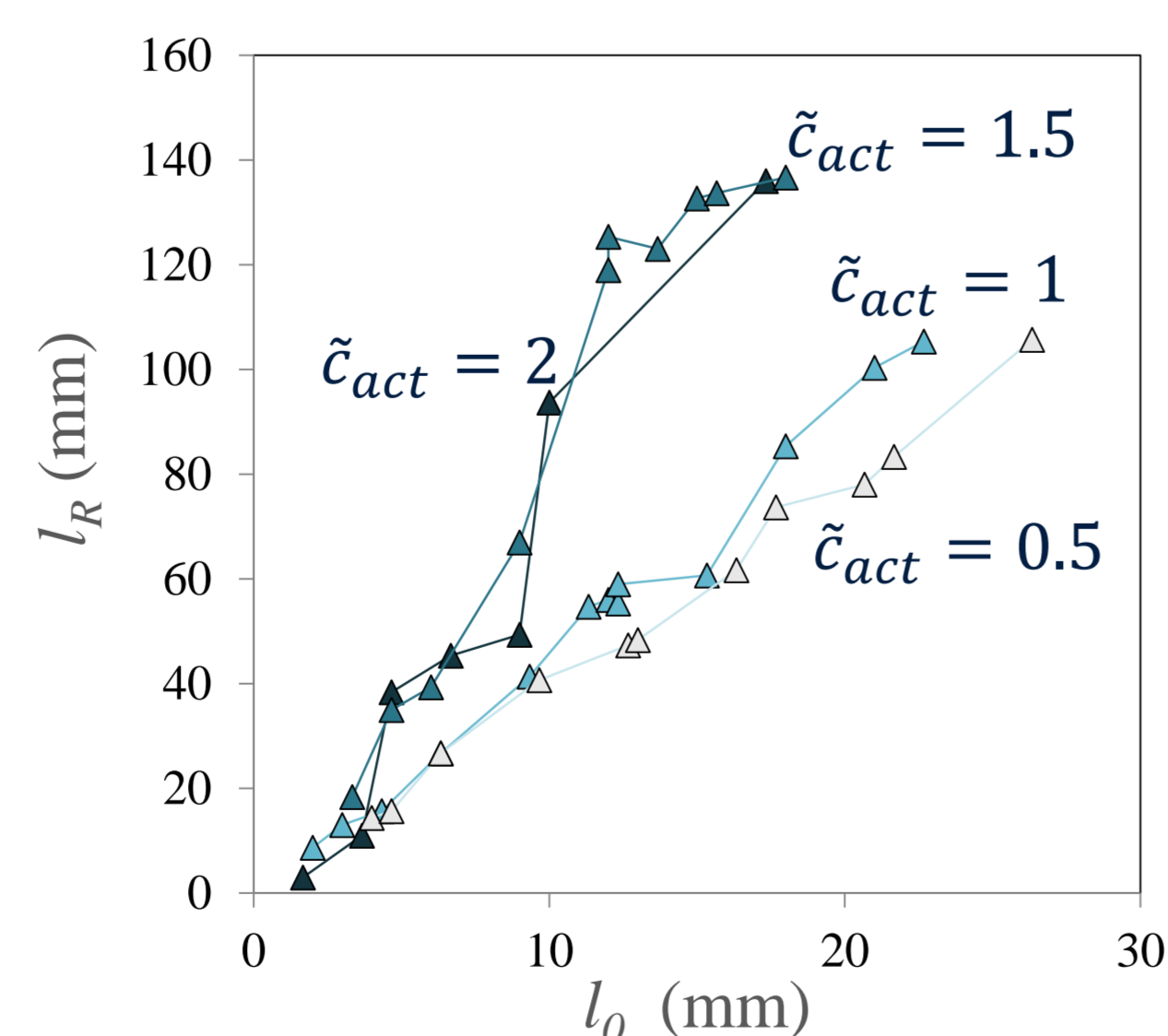


La dynamique de rupture du film dépend de la stabilité de l'interface en contact avec le gaz injecté. Cette stabilité est modulée par les **propriétés visco-élastiques du mucus**, de sa **tension de surface** et de l'**effet inertiel**.



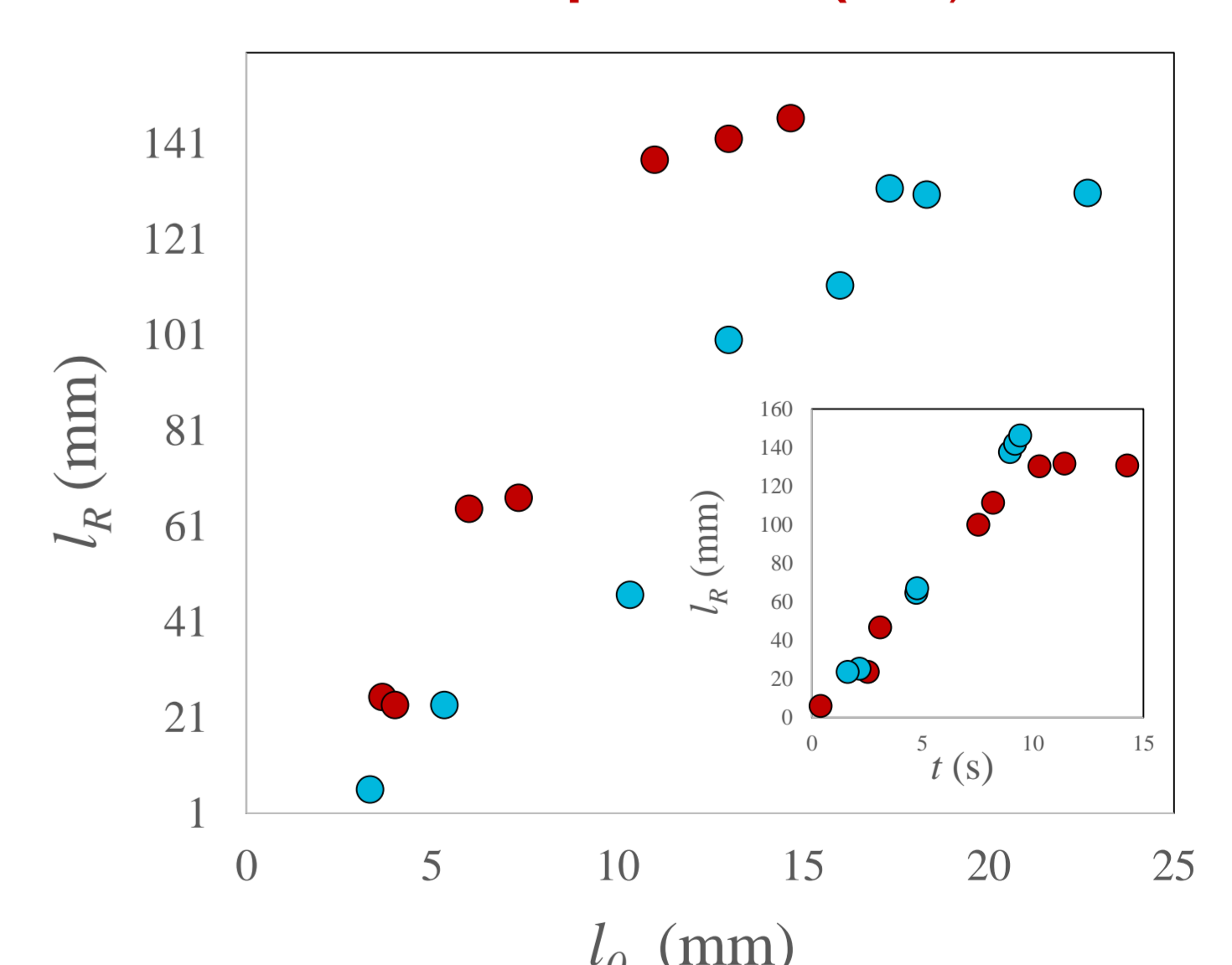
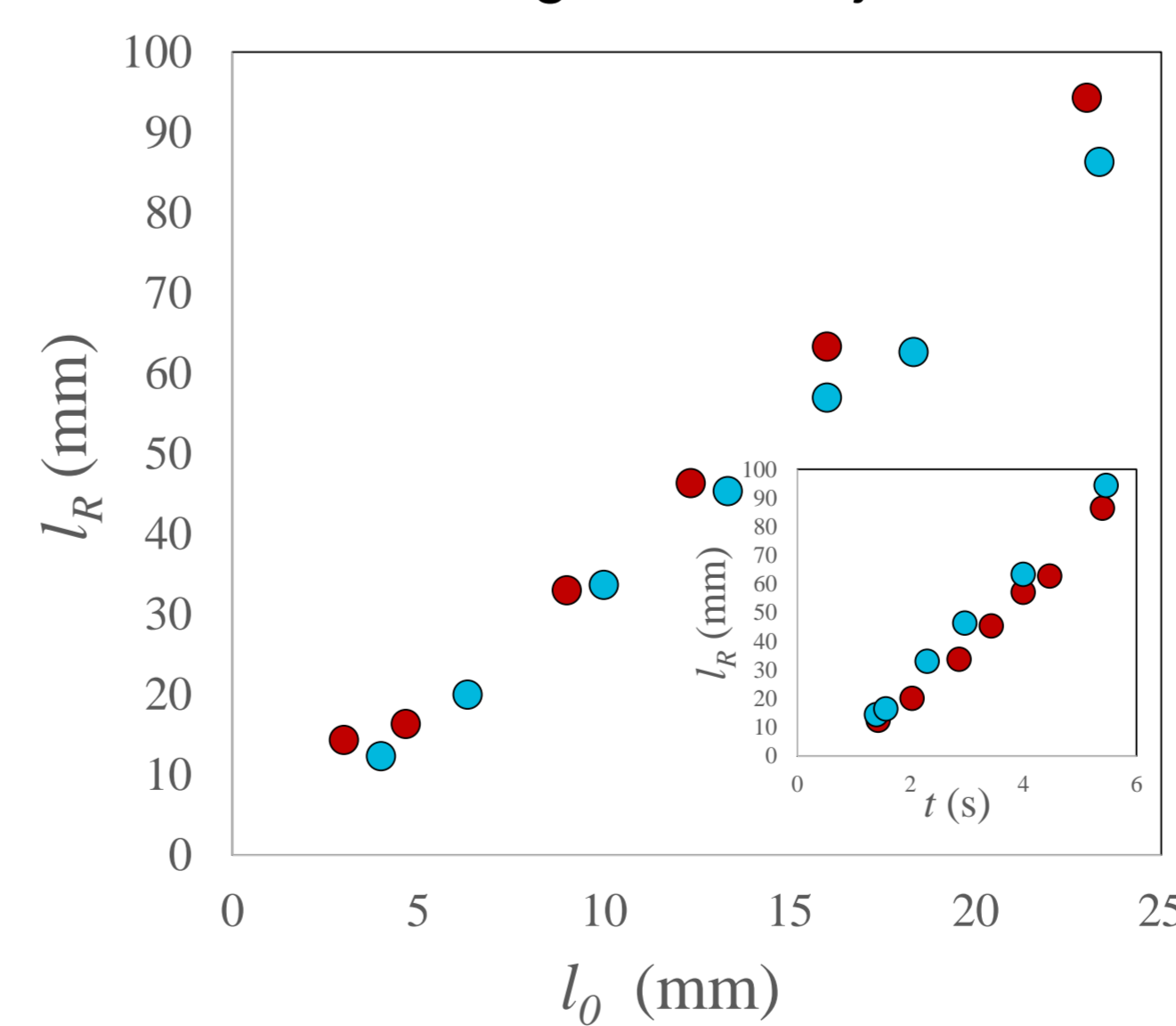
- ▶ **Synthèse du mucus pulmonaire**
- Différents mucus rhéologiquement modifiés
 - Viscogum (agent épaississant) : 0.25 g / 50 ml eau
 - CuSO4 : 0.05 g / 50 ml eau
 - Actigum (agent tensioactif) : 0.5-2 g / 50 ml eau

Résultats



Influence de l'agent tensioactif \tilde{c}_{act} (Actigum) : Évolution de la longueur de rupture (l_R) vs la longueur initiale (l_0) pour une injection diphasique d'air - mucus

Phase gazeuse injectée : RH 0.65% et RH 0.65% + polluant (IPA)



Influence de la nature de gaz injecté: Évolution de la longueur de rupture (l_R) vs la longueur initiale (l_0) et le temps (t) pour les deux condition extrêmes de $\tilde{c}_{act} = 0.5$ (gauche) et $\tilde{c}_{act} = 2$ (droit).

Conclusions & Perspectives

La dynamique de rupture des bouchons muqueux est largement influencée par les propriétés rhéologiques du mucus ainsi que par la nature du gaz injecté dans les voies de circulation. Les bouchons de mucus avec des modules visco-élastiques importants (concentration Actigum 2 g) sont plus difficiles à rompre que leurs homologues à base de matériaux faiblement visco-élastiques. De plus, la stabilité des bouchons est renforcée au contact d'air contenant un polluant. Ces études expérimentales semblent prometteuses pour étudier l'influence de la pollution de l'air sur les symptômes de la BPCO in vitro.

Parties prenantes



Auteurs

S. Amir BAHRANI
Caroline DUC

Partenaires



Detecting Depression Severity by Interpretable Representations of Motion Dynamics

Parties prenantes



Auteurs

Mohamed Daoudi
Anis Kacem
Zakia Hammal
Jeffrey F. Cohn

Partenaires

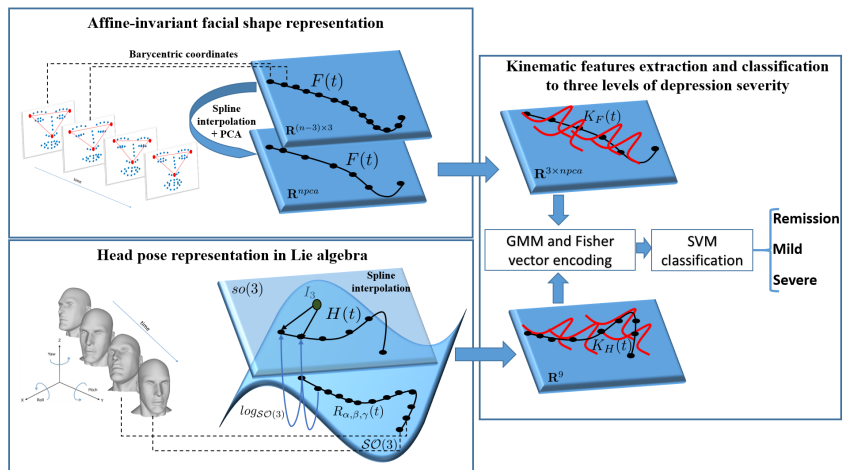
Carnegie Mellon University
The Robotics Institute



Motivations

- ▶ Depression is one of the most common psychological disorder
- ▶ Depression increases the risk of suicide some 20-fold
- ▶ Measurement of depression severity to assist clinicians in the diagnosis
- ▶ Psychomotor retardation symptom:
 - Facial expressiveness
 - Head movements

Our approach



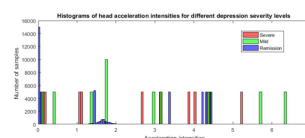
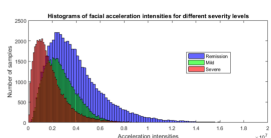
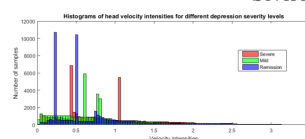
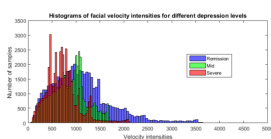
Experimental results

- 49 participants
- Symptom severity was evaluated on up to four occasions at 1, 7, 13, and 21 weeks post diagnosis and intake by four clinical interviewers
- Interviews were conducted using the Hamilton Rating Scale for Depression (HRSD).
- 126 video sequences: 35 Remission ; 35 Mild ; 56 Severe
- Protocol: Leave-one-subject-out (LOSO)



Modality	Accuracy (%)	Weighted Kappa
Facial movements	66.19	0.60
Head movements	61.43	0.54
Facial/Head movements	70.83	0.65

	Remission	Mild	Severe
Remission	60.0	31.42	8.57
Mild	20.0	68.57	11.42
Severe	1.78	14.28	83.92



- ▶ For face, the level of depression severity is inversely proportional to the velocity and acceleration intensities
- ▶ **This finding is consistent with data and theory in depression**

Reference : Anis Kacem, Zakia Hammal, Mohamed Daoudi, Jeffrey F. Cohn, Detecting Depression Severity by Interpretable Representations of Motion Dynamics. FG 2018: 739-745

Contact : mohamed.daoudi@imt-lille-douai.fr

RECONNAISSANCE EN TEMPS RÉEL D'ACTIVITÉS PHYSIQUES ET DE TRANSITIONS POSTURALES À L'AIDE DE CAPTEURS INERTIELS POUR SMARTPHONE

Parties prenantes



Auteurs

Sid Ahmed Walid TALHA
Anthony FLEURY
Stéphane LECOEUICHE

Partenaires

Travaux financés par la
DRESS, Région Haut-De-
France et IMT Lille Douai

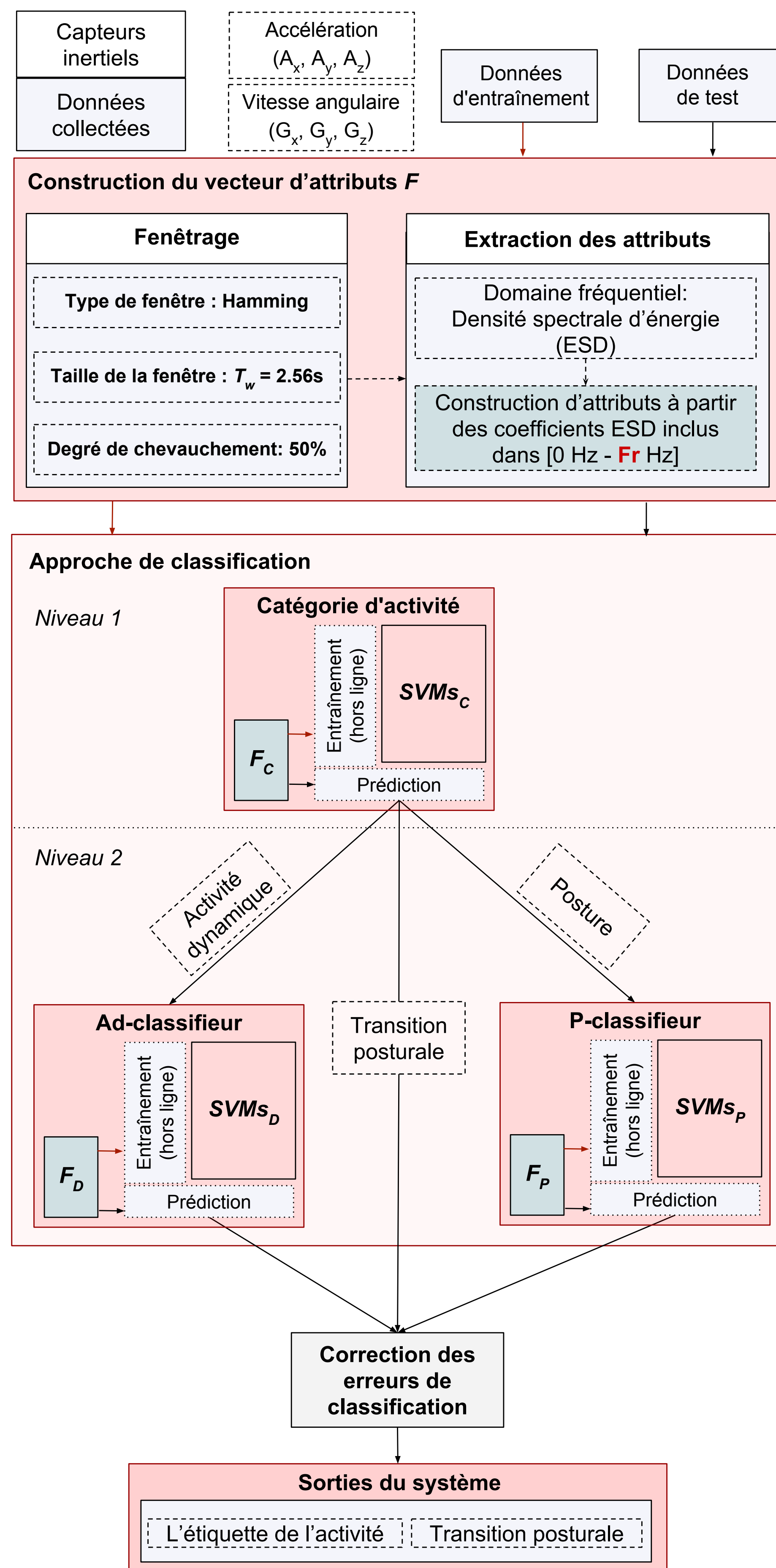


Figure 1. Algorithme de classification

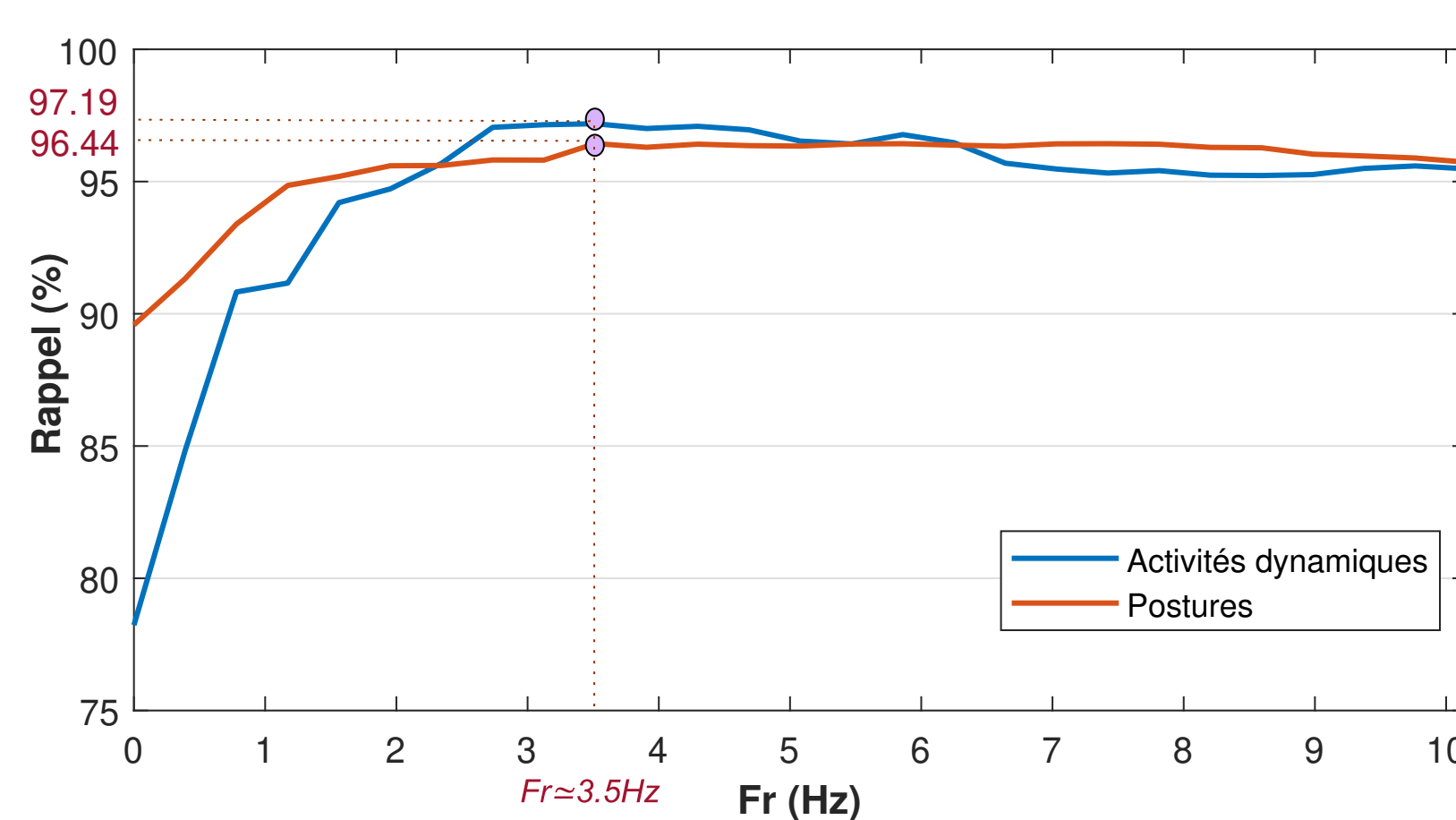


Figure 2. Influence de la fréquence de coupure

	M	ME	DE	As	D	AI	TP
Marcher	97.83	2.07	0	0	0	0	0.1
M. escaliers	0.19	95.49	3.5	0	0	0	0.82
D. escaliers	0.23	1.37	98.25	0	0	0	0.15
Assis	0	0	0	95.05	4.78	0	0.17
Debout	0	0	0	5.26	94.69	0	0.05
Allongé	0	0	0	0	0	99.58	0.42
T. posturales	0	0	0	0.14	0.05	0	99.81

Figure 3. Matrice de confusion sur l'ensemble SBHAR

Validation	Études pertinentes	Rappel (%)	Précision (%)	F-score (%)
LOSOCV	[6] (m_1)	92.18		
	[6] (m_2)	99.76		
	Nous	99.81	98.29	99.04
Hold-out	Nous	99.63	97.89	98.75

Figure 4. Résultats de classification sur les transitions posturales de SBHAR (comparé avec [6] J.-L. Reyes-Ortiz et al. "Transition-aware human activity recognition using smartphones," Neurocomputing, vol. 171, pp. 754-767, 2016.

Introduction

- **Reconnaissance d'activité humaine** – La reconnaissance d'activités humaines est devenue un champs de recherche fortement exploré avec différentes méthodes : caméras, capteurs embarqués, et maintenant smartphones.
- **Utilisation** – L'une des utilisation de ces algorithmes est l'analyse du déroulement des journées d'une personne (sur le long terme) pour évaluer son autonomie ou une notion de bien être (en cours d'investigation).
- **Application** – Application au suivi de la personne âgée au domicile, à la gestion de maladies chroniques, à l'aide à la personne dans le cadre de handicaps.
- **Capturs des smartphones** – Le smartphone est utilisé par la personne et non localisé à un seul endroit. Comment contourner cette inconnue ?
- **Problématique** – Pour ce travail, nous nous concentrons sur une reconnaissance efficace des transitions posturales.

Méthode

- **Méthode de classification** – La figure 1 montre le système complet proposé pour classer les transitions posturales et les postures.
 - Une première étape extrait les caractéristiques du signal fenêtré (dans le domaine fréquentiel)
 - Premier étage différenciant les activités statiques et dynamiques
 - Prédiction avec deux autres classifieurs donnant soit l'activité soit le label transition posturale.
 - Correction de la classification en utilisant les résultats des fenêtres avant et après (50% de chevauchement)

Expérimentations et résultats

- **Données utilisées** – Nous avons utilisé des données publiques (SBHAR) pour valider l'algorithme et comparer les résultats. 6 activités pour 30 personnes avec le smartphone localisé au poignet.
- **Résultats** – Peu de travaux se concentrent comme nous sur les transitions posturales. Nos résultats sont les suivants :
 - La Fig. 2 donne l'influence de la fréquence de coupure du signal. Ces résultats nous donnent une fréquence optimale de 3.5Hz pour une classification donnant les meilleurs résultats et le plus petit nombre d'attributs.
 - La Fig. 3 montre la matrice de confusion. Même si il existe des confusions entre être assis et être debout, plus de 97% de fenêtres ont correctement classifiées et toutes les classes donnent de bons résultats.
 - La Fig. 4 montre les résultats des transitions posturales. Nos résultats sont meilleurs que ceux cités dans l'étude originale et montrent un excellent taux de reconnaissance avec quasiment aucune erreur.

Conclusions

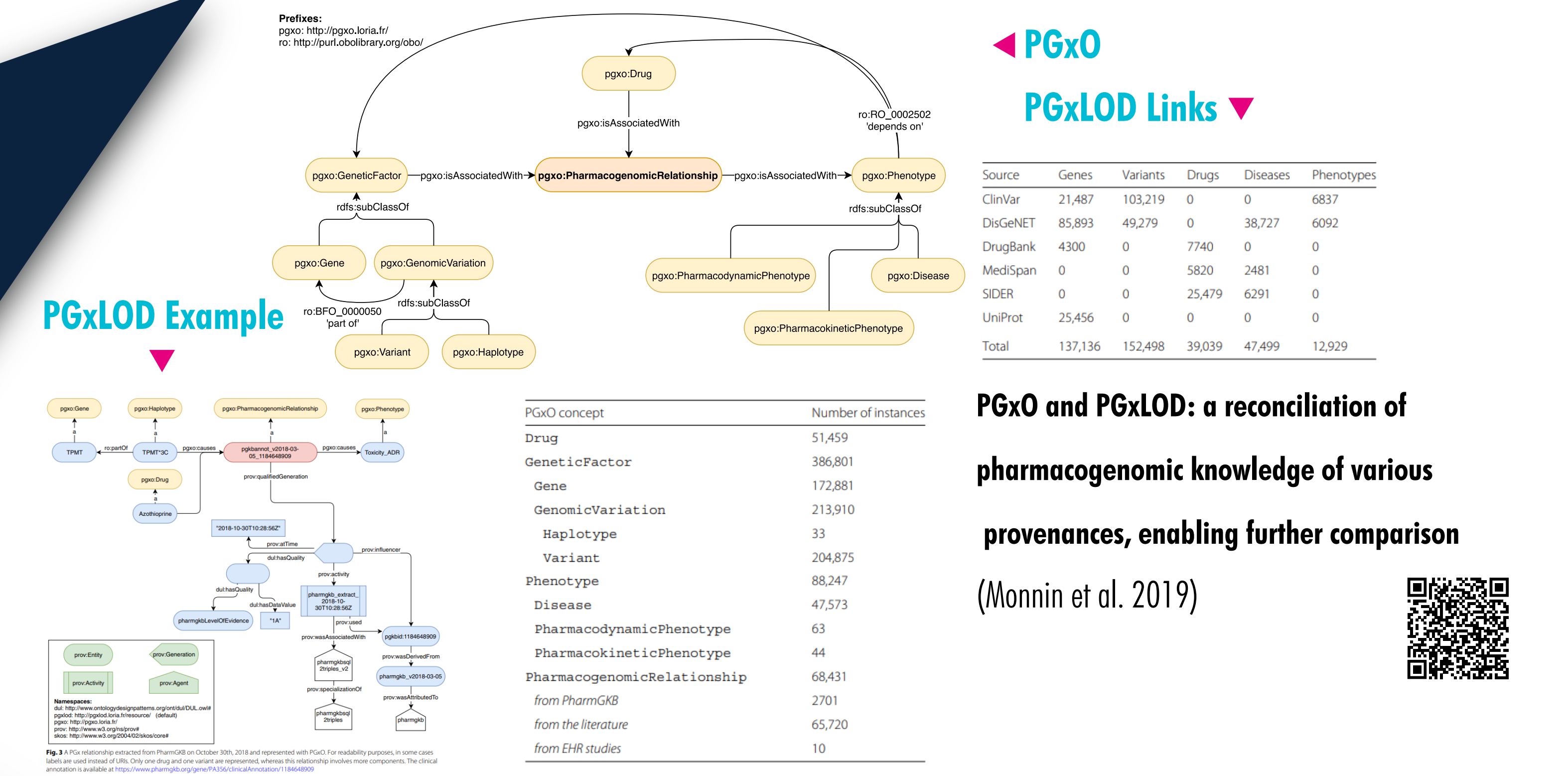
- **Résumé** – Notre travail se concentre sur la classification des postures et des transitions posturales.
 - Première étape création de méta-classes avec les postures, les activités dynamiques et les transitions posturales.
 - Puis une classification hiérarchique avec des SVMs.
- **Résultats** – Plus de 97% et 99% de classification correctes pour respectivement les postures et les transitions posturales.
- **Travail à venir** – Nous validons des modèles permettant de prendre en compte différents positionnements du smartphone afin d'avoir une meilleure vision de la journée complète de la personne.



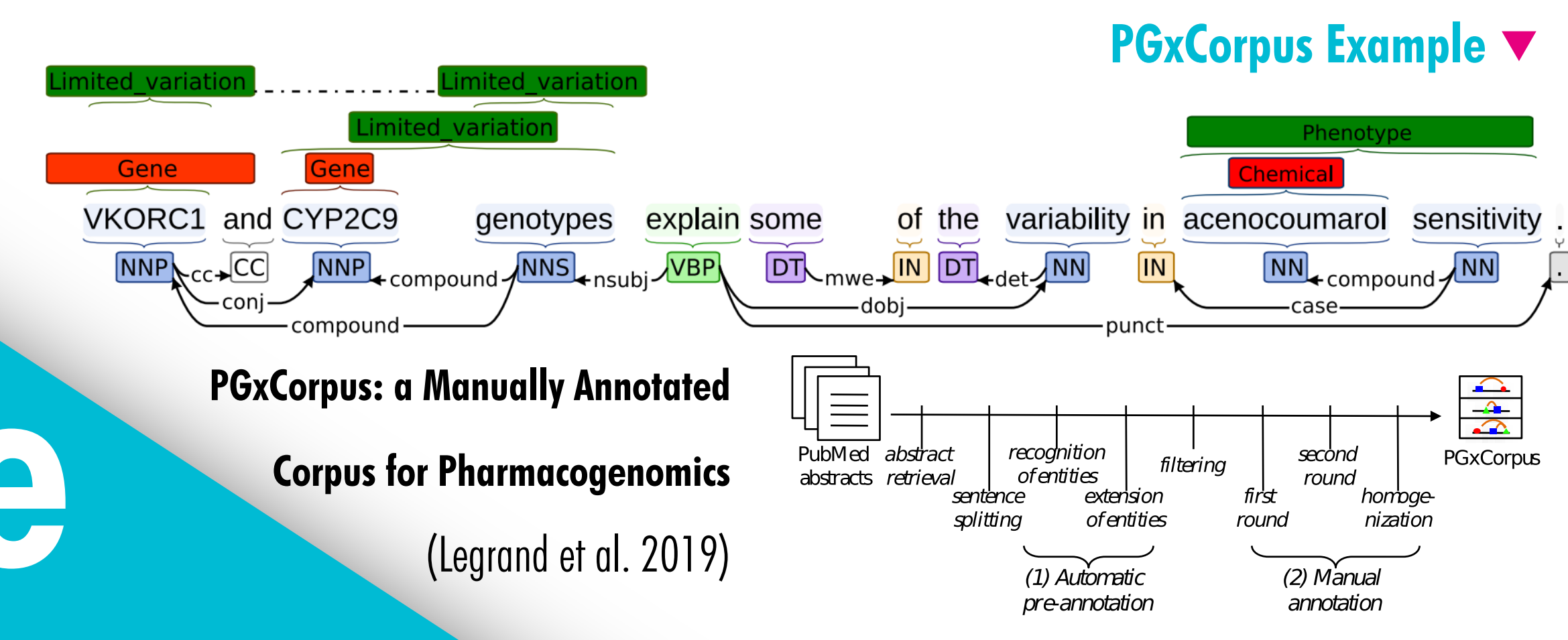
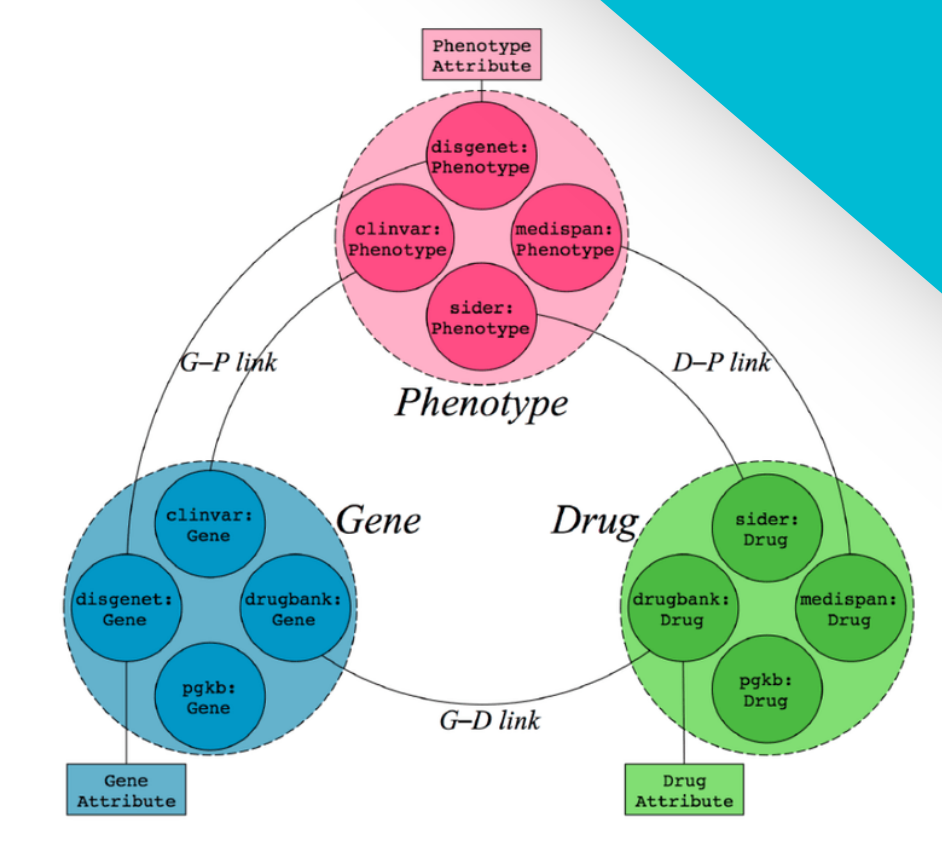
IMT Mines Alès
Ecole Mines-Télécom

Extraction and semantic reconciliation of biomedical knowledge from the literature and Electronic Health Records

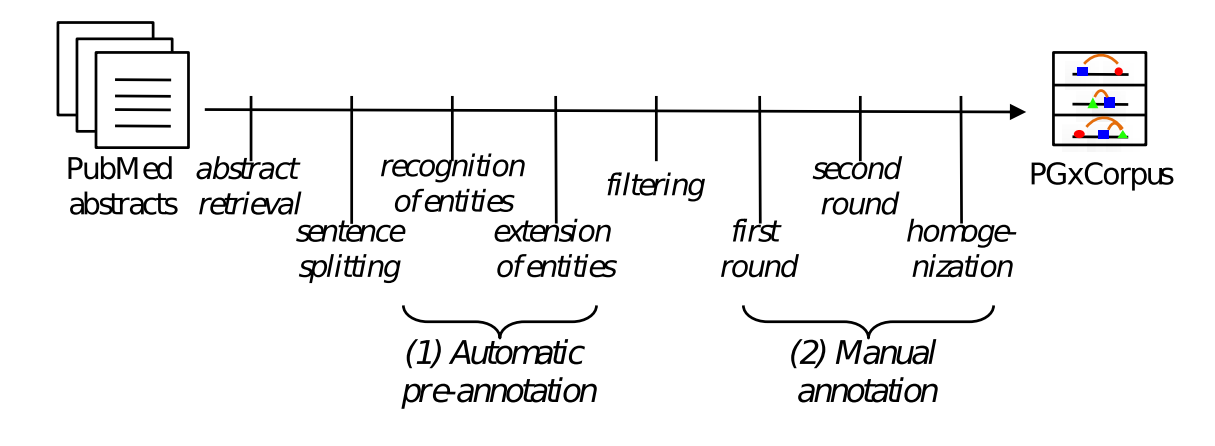
Semantic Web and Machine Learning help in discovering new pharmacogenomics knowledge from large-scale EHR repositories for personalized drug prescriptions



PGxO and PGxLOD: a reconciliation of pharmacogenomic knowledge of various provenances, enabling further comparison (Monnin et al. 2019)



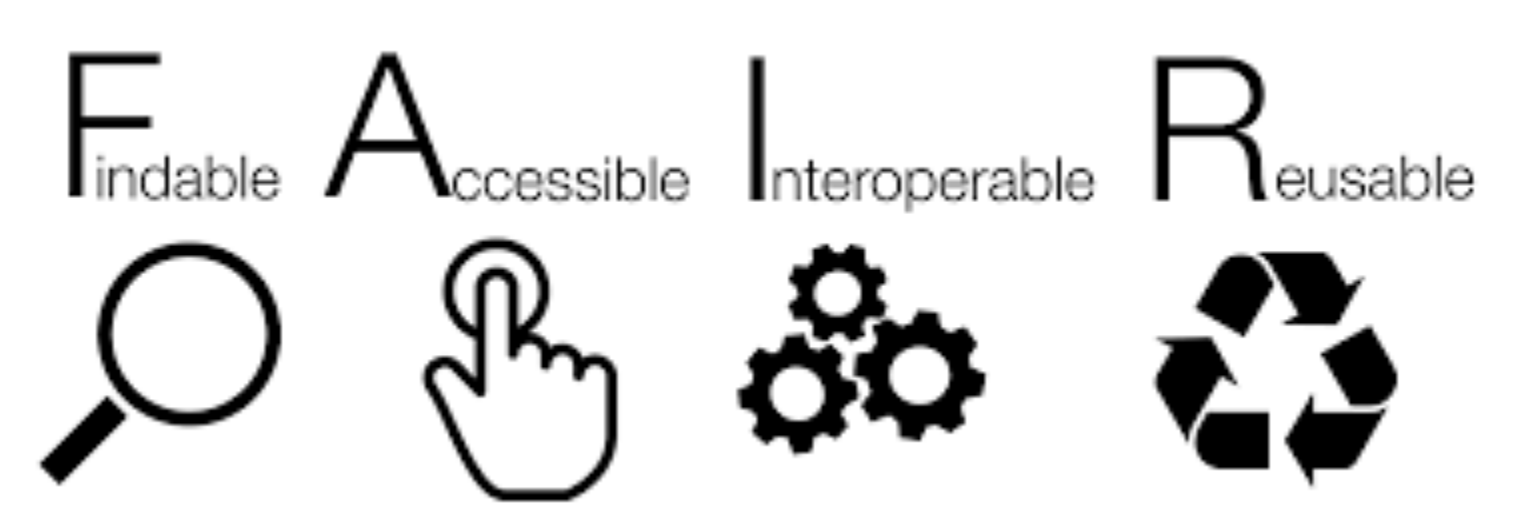
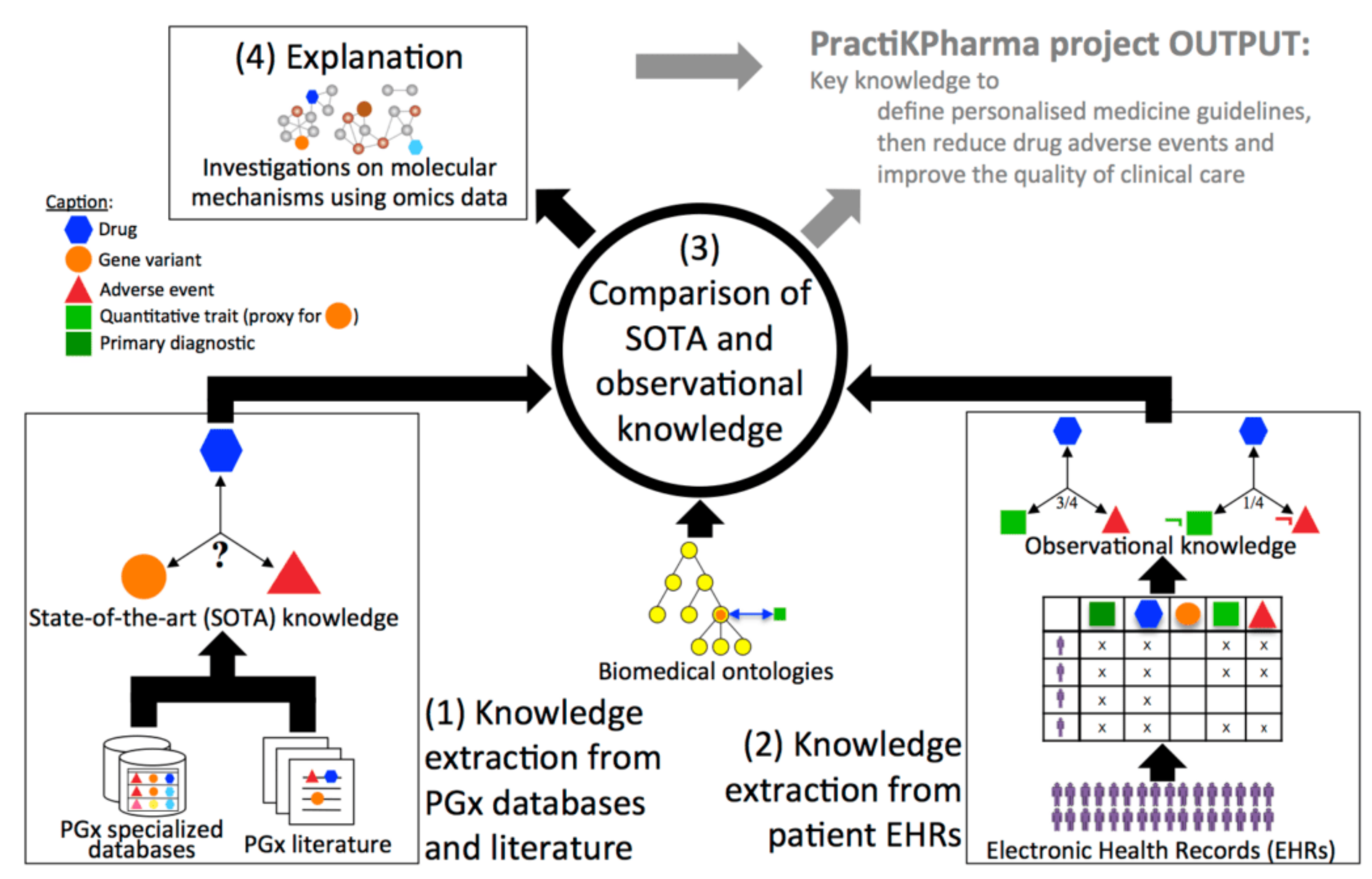
PGxCorpus: a Manually Annotated Corpus for Pharmacogenomics (Legrand et al. 2019)



PGxCorpus Pipeline



1. Knowledge Extraction from reference databases & the biomedical literature
2. Knowledge Extraction from Electronic Health Records (EHRs)
3. Comparison of state-of-the-art and observational knowledge
4. Explaining PGx knowledge using omics data



NCBO Annotator Architecture

SIFR annotator: ontology-based semantic annotation of French biomedical text and clinical notes (Tchechmedjiev et al. 2018)

	Plain Entity Recognition [PER]					Normalized Entity Recognition [NER]						
	P	R	F1	P	R	F1	P	R	F1			
EMEA	64.0	51.7	57.2	63.1	59.3	61.2	49.8	30.9	37.8	48.6	35.1	40.8
BSL	58.3	51.6	54.8	57.5	59.3	58.4	45.0	30.7	36.2	44.0	34.8	38.8
DAA	70.8	56.2	62.6	69.2	64.0	66.7	54.21	31.0	39.4	54.1	35.36	42.8
DBP	58.7	47.3	51.1	Not Available			33.3	46.0	34.7	Not Available		
Avg.	58.7	55.9	61.3				19.1	56.5	25.2			
EMEA adapted												
MEDLINE	57.5	49.0	52.9	55.2	55.8	55.5	44.0	30.5	36.0	43.8	35.5	39.2
BSL	67.9	49.0	56.9	62.2	55.8	60.2	52.9	30.5	38.7	52.7	35.5	42.4
DAA	64.7	54.0	58.9	62.0	61.1	61.5	49.5	30.4	37.6	49.25	35.4	41.2
DBP	53.3	39.6	44.0	Not Available			32.1	46.1	34.0	Not Available		
Avg.	64.9	40.0	48.7				29.5	59.0	22.8			

Quaero Corpus Evaluation

CLEF eHealth 2017 Death Certificate ICD10 coding

	All Causes			External Causes		
	P	R	F1	P	R	F1
SIFR	54.1	48.0	50.9	44.3	36.7	40.1
Avg.	47.5	35.8	40.6	36.7	24.7	29.2
Med.	54.1	41.4	50.8	44.3	28.3	37.6

Correlation between hemodynamics and morphology of ascending thoracic aortic aneurysm

Parties prenantes



Auteurs

Jayendiran Raja
Salvatore Campisi
Magalie Viallon
Pierre Croisille
Stéphane Avril

Partenaires

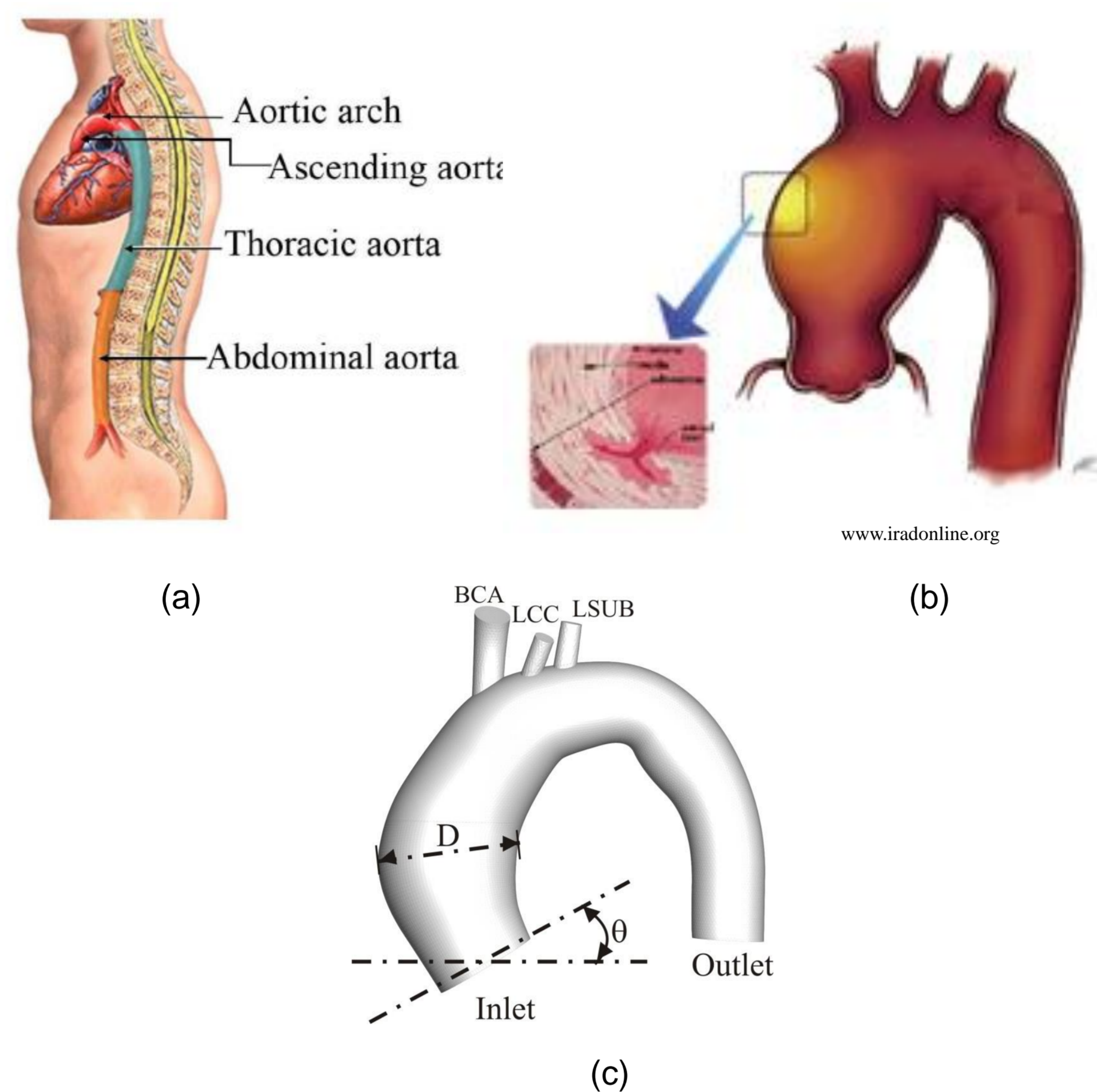


Figure 1. Schematic showing different sections of aorta (a) ATAA (b) and the inlet, outlet, branches, diameter and inlet angle used in this study (c)

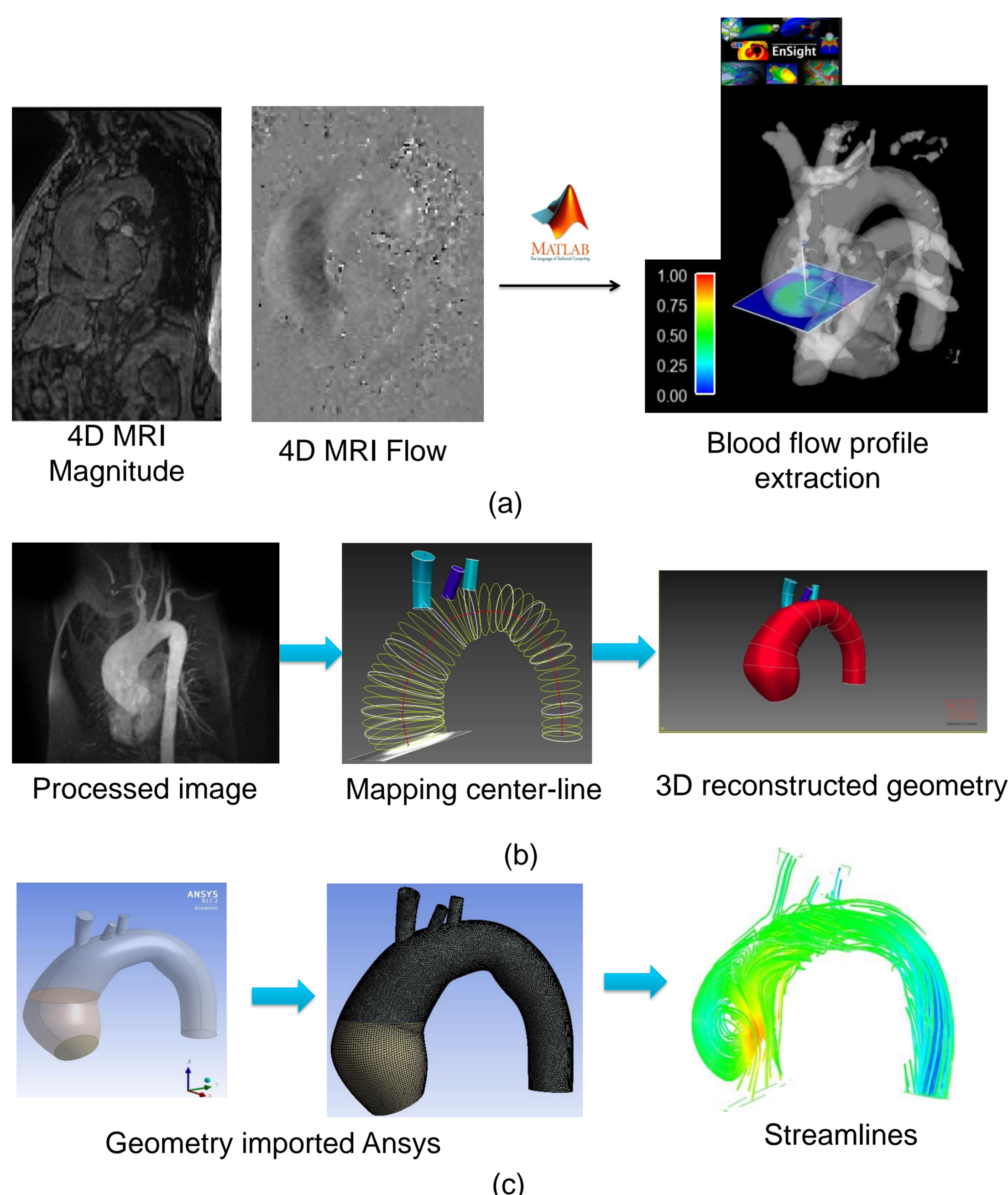


Figure 2. 3D Blood Flow visualisation (a) Segmentation (b) Computational fluid dynamics (c)

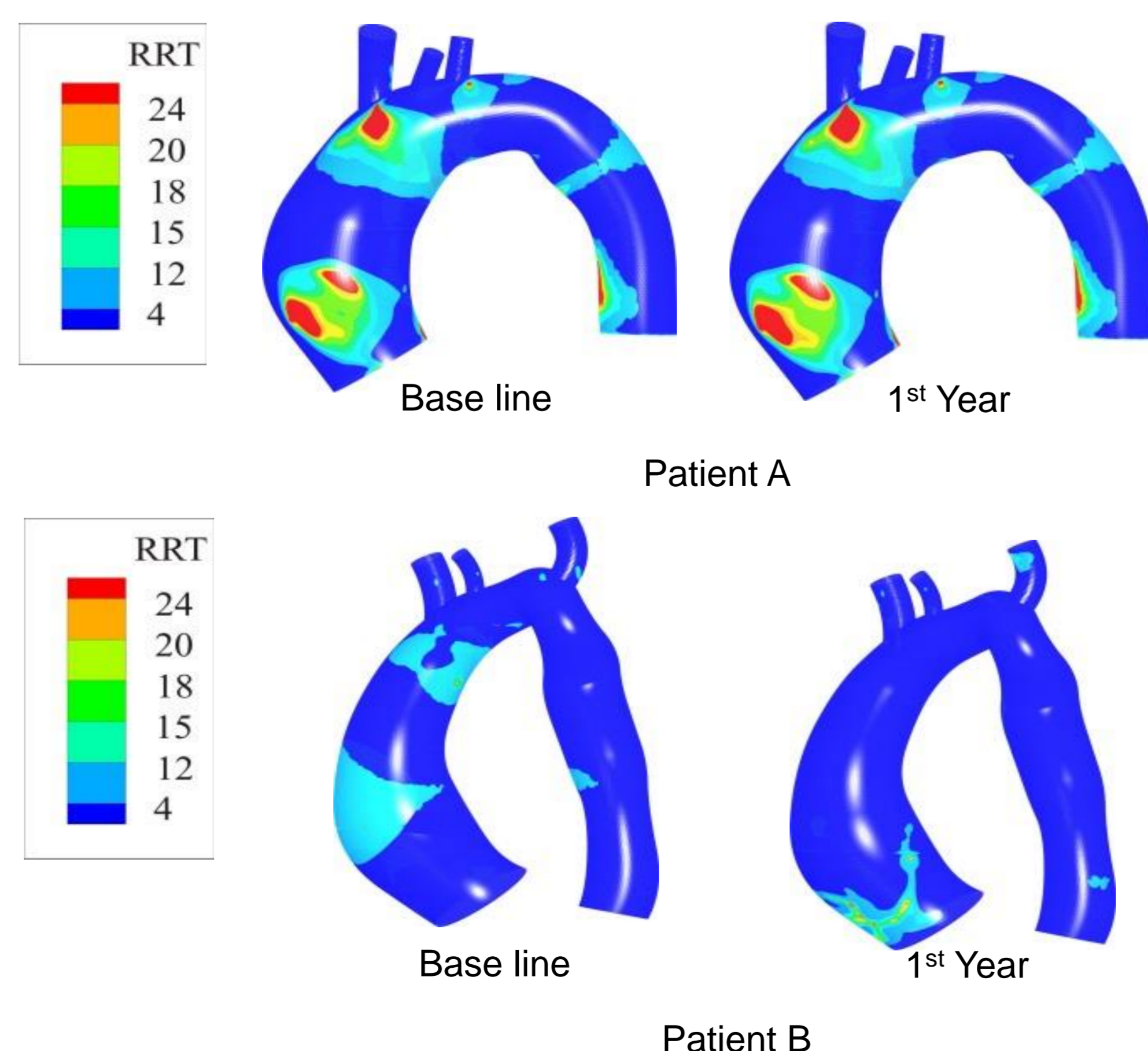


Figure 3: Evolution of RRT for 2 patients over various stages of aneurysm growth.

Introduction

- ▶ Changes in Aortic Aneurysm (AA) geometry affects the blood flow pattern and alters the hemodynamic stresses, leading to aneurysm dilation and eventual rupture
- ▶ **State of the art**
 - Unavailability of clinical data for different stages of Ascending Thoracic Aortic Aneurysm (ATAA) growth
 - Lack sufficient resolution to accurately capture blood flow patterns
- ▶ **Objectives**
 - To assess patient-specific hemodynamics indicators in aneurysm
 - To elucidate the coupling between deranged hemodynamics and aneurysm growth

Methods

- ▶ 4D flow MRI scans were acquired sequentially on two patients possessing ATAA. The protocol was approved by the Institutional Review Board of the University Hospital Center of Saint-Etienne and informed consent was obtained from the participants.

ID	Blood Pressure, (mmHG)	No of 4D MRI	Age (years)	Gender
Patient 1	124/85	2	70	Female
Patient 2	130/100	2	54	Female

- ▶ Velocity is encoded along all three spatial dimensions throughout the cardiac cycle, thus providing a dynamic imaging of 3D velocity field
- ▶ The patient-specific images obtained from 4D MRI were exported to CRIMSON (Cardiovascular Integrated Modelling and Simulation software) for 3D reconstruction of the aortic vessel.
- ▶ The reconstructed patient-specific geometry was imported in Ansys-Fluent (ANSYS, Academic research, Release 17.2) for CFD simulation.

Results

- ▶ The Relative Residence Time (RRT) magnitude is found to be high near the dilated region and it increases with increase in aneurysm size
- ▶ Elevated RRT distribution was found to be a useful parameter for quantifying the hemodynamics alterations, usually associated with low local velocities and low WSS.
- ▶ We are currently investigating if these regions of large RRT may also have a pronounced tissue remodeling which may explain the complex morphology evolution of ATAAs.

Analyse de la dissection aortique par rayons X

De l'échelle macro à l'échelle micro

Parties prenantes



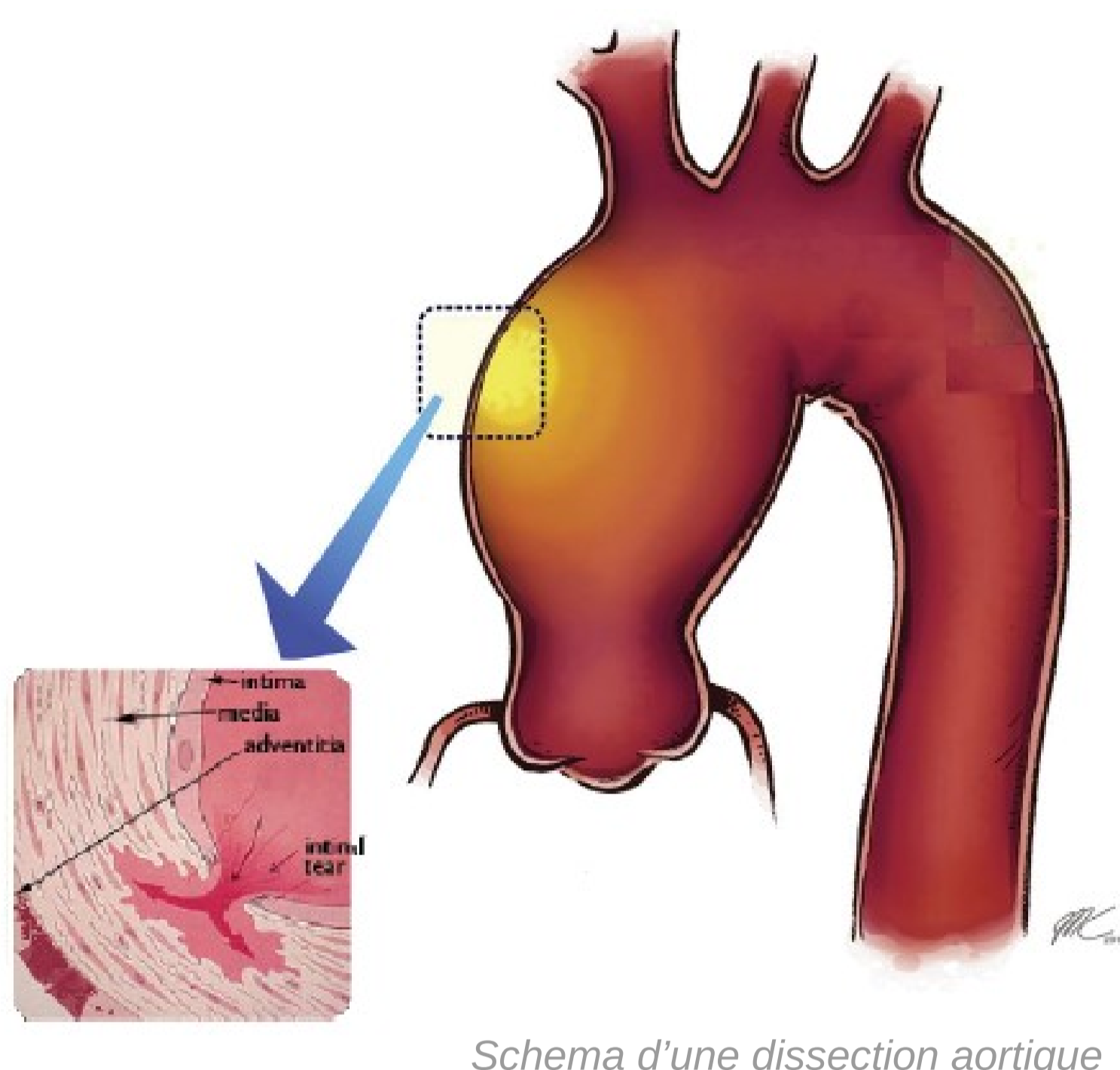
Auteurs

J. Brunet
B. Pierrat
E. Maire
J. Adrien
P. Badel

Partenaires



Contact :
joseph.brunet@emse.fr



Schema d'une dissection aortique

Introduction

Dissection aortique

- ▶ **Mortalité extrêmement élevée** – 50 % à 48h et 90 % à 3 mois
- ▶ **Mécanismes peu compris** – Les connaissances sur les phénomènes qui sont à l'origine de cet événement soudain sont sujettes à controverse
- ▶ **Importance de la micro-structure** – La structure microscopique de l'artère semble jouer un rôle prépondérant dans la propagation de la dissection.
- ▶ **Étude combinant imagerie et test mécanique** – Meilleur moyen pour comprendre les phénomènes à l'origine de la dissection aortique

Développement de machines expérimentales novatrices

Approche expérimentale

- ▶ **Test uniaxiaux** – Tests préliminaires sous rayons X.
- ▶ **Création de fissure intimale** – Développement d'un dispositif permettant la création de fissure intimale. Calibration par tomographie en cohérence optique
- ▶ **Essais traction-gonflement sous rayons X (GTX)** – Réalisation d'un test de traction-gonflement sur des carotides porcines à l'intérieur d'un tomographe à rayons X
- ▶ **Création d'une interface graphique** – Interface graphique sous Python pour rendre le contrôle de la machine simple
- ▶ **Corrélation d'image volumique** – Analyser les déplacements des différentes couches médiaie

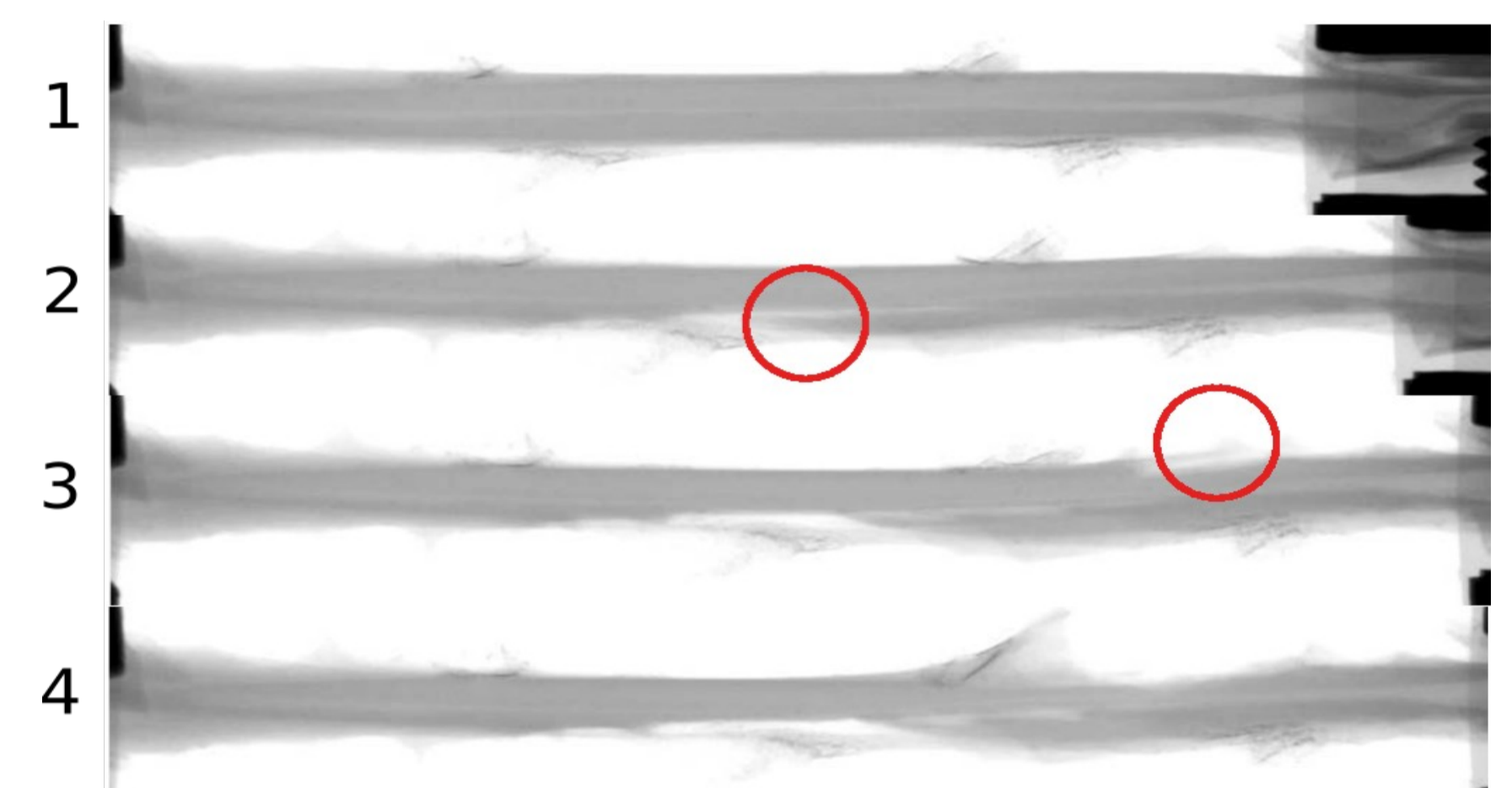
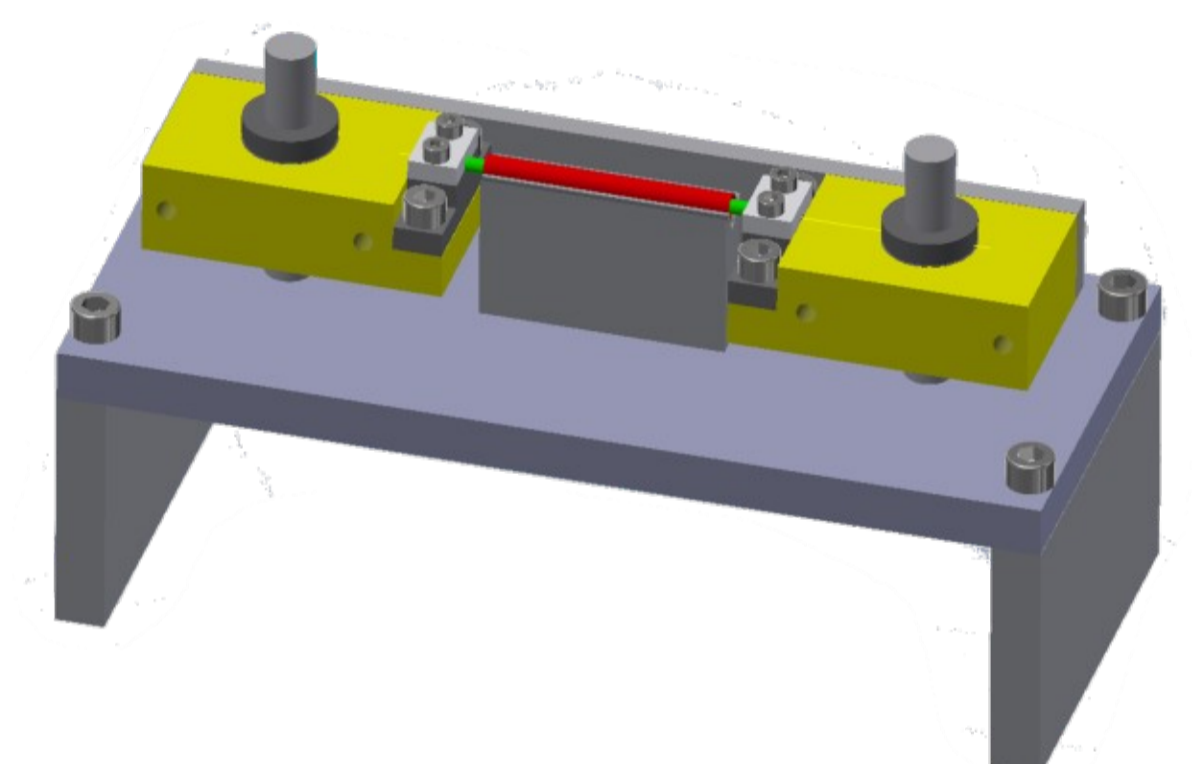
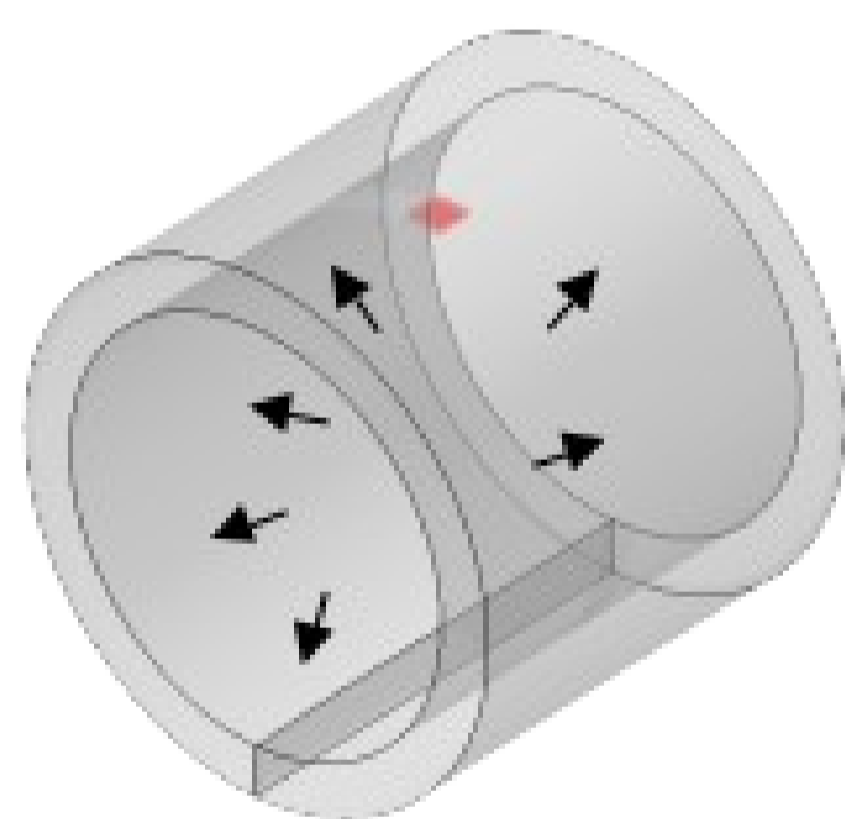


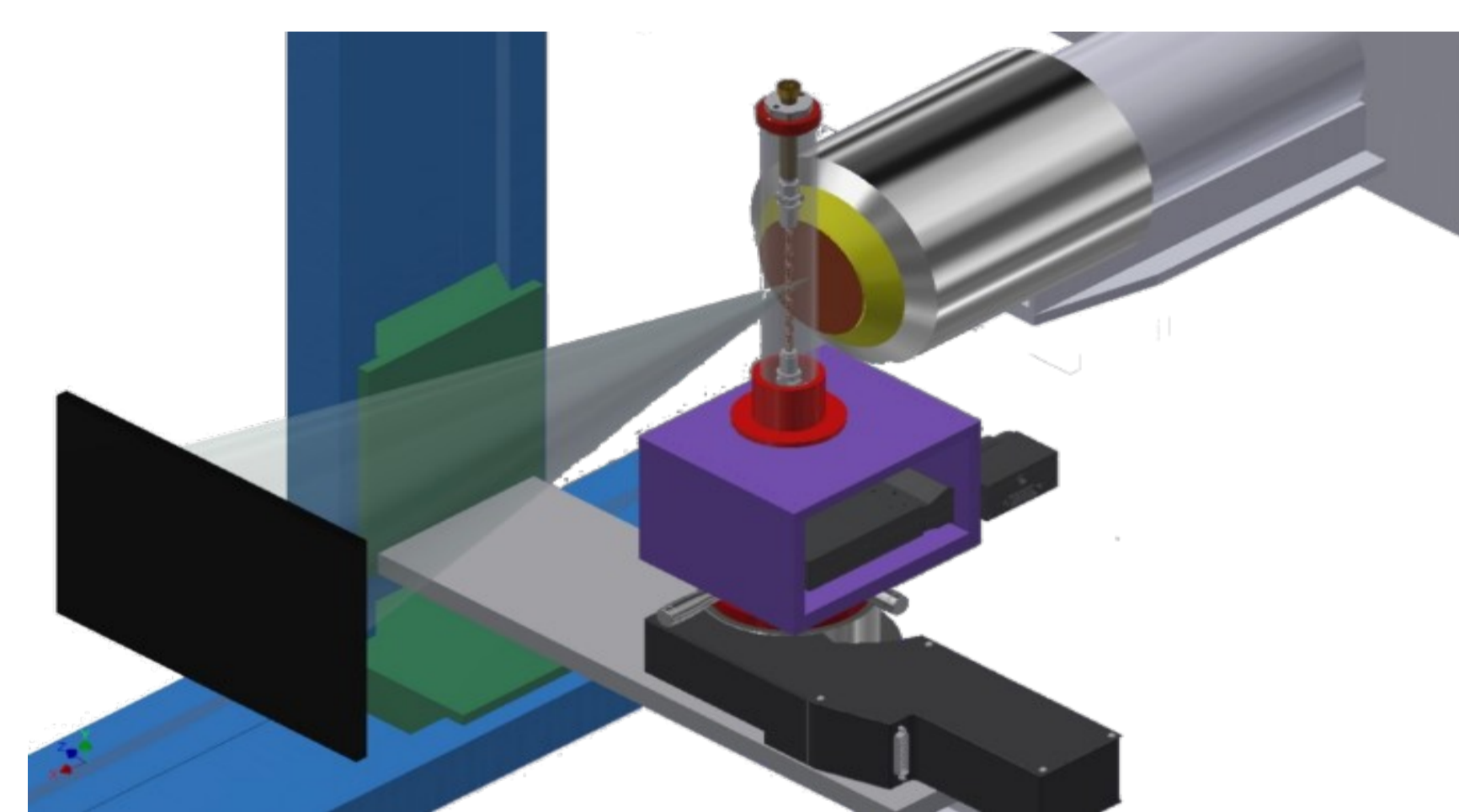
Image rayon X d'un test de traction



Dispositif de création de fissure intimale



Gonflement d'un model d'aorte à géométrie parfaite



Dispositif de traction-gonflement dans le tomograph à rayon X

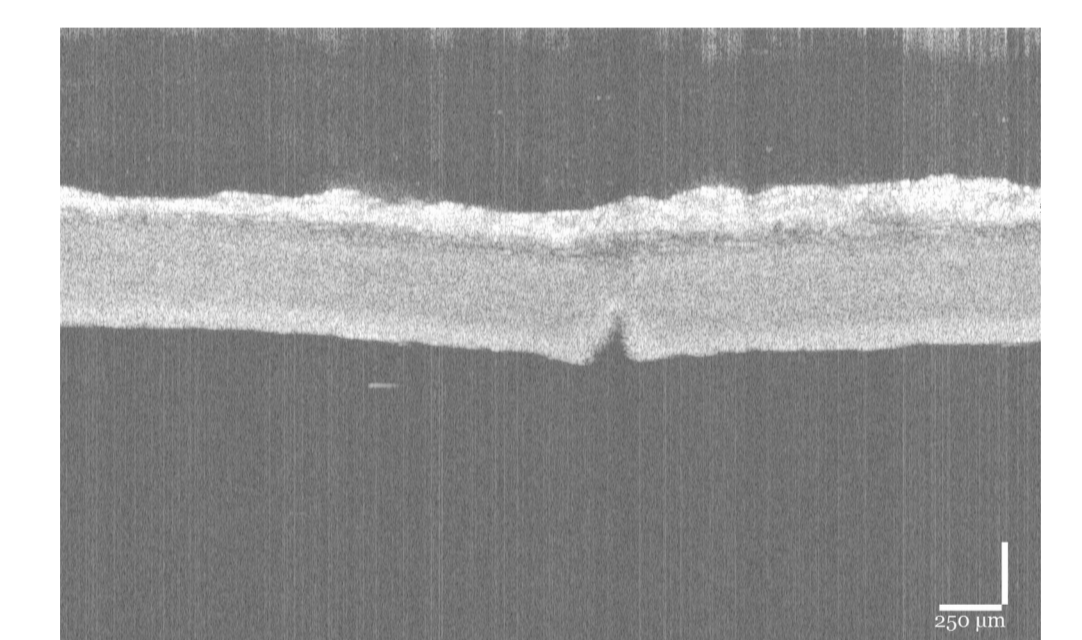
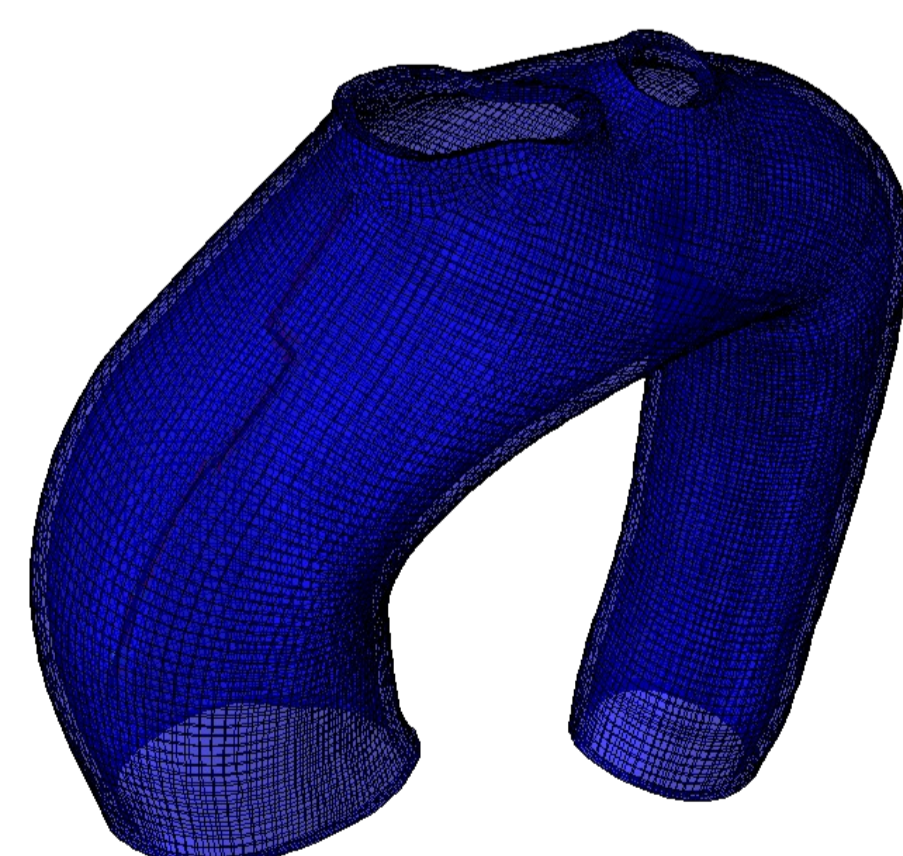


Image OCT de media avec fissure



Dispositif de traction-gonflement dans le tomograph à rayon X

Modélisation des phénomènes observés expérimentalement

Approche par modèles numériques

- ▶ **Étude de la propagation d'une fissure intimale** – Utilisation de la méthode des éléments finis étendus pour modéliser la rupture
- ▶ **Modélisation d'un test de traction-gonflement** – Avec géométrie idéalisée. Plan d'expérience complet dans trois cas différents de fissures intimales
- ▶ **Modélisation d'une dissection aortique** – Avec géométrie réelle. Pression interne physiologique de 180 mmHg. Propagation de la fissure intimale

Conclusions principales

Résultats et perspectives

- ▶ **Mode II est essentiel** – D'après un modèle cohésif basé sur des tests uniaxiaux la résistance au mode II est essentiel dans la rupture en traction de la paroi aortique
- ▶ **Influence des paramètres de rupture** – Les paramètres influençant le plus la propagation de la fissure intimale sont (par ordre d'importance): la résistance de la media, la déformation longitudinale, et la position de la fissure
- ▶ **Conditions 'in vivo' menant à une dissection** – La seconde campagne d'essais va explorer et quantifier les conditions permettant la propagation d'une dissection aortique en condition 'in vivo'.

Evaluating the therapeutic effect of lumbar belts: biomechanical interaction between belt design and patient morphology

INTRODUCTION

Low back pain

Societal issues

Economical issues

Position of lumbar belts:
Treatment and prevention of low back



Main objective: Determine the mode of therapeutic action of lumbar belts
Specific objective: Compare different lumbar belts on typical patient morphologies having hyperlordosis so as to provide design parameters affecting the therapeutic effect of the belts

Parties prenantes



Auteurs

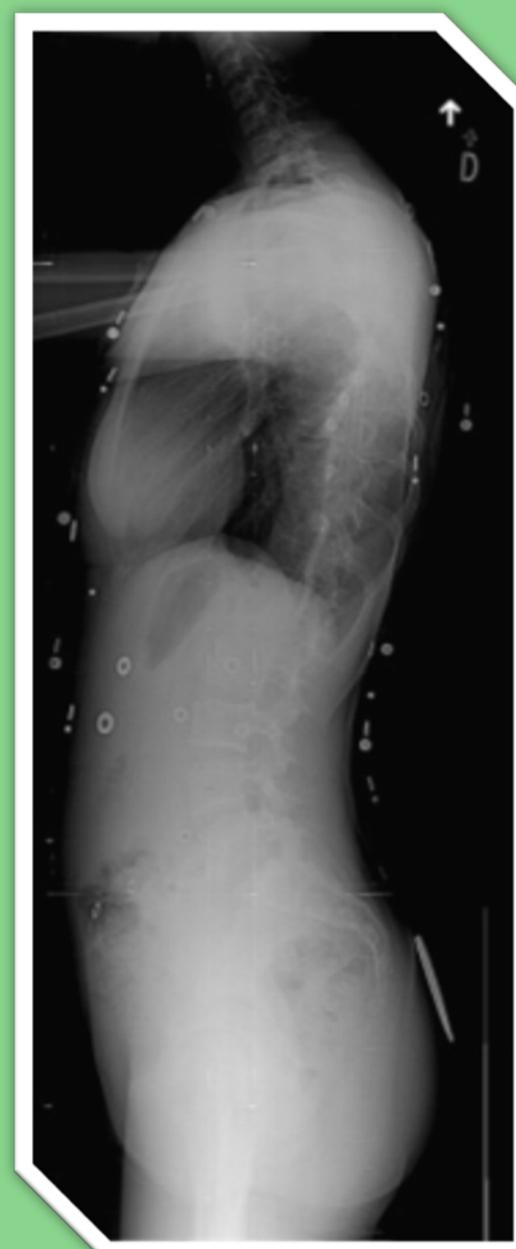
Woo-Suck HAN
Jérôme MOLIMARD
Baptiste PIERRAT
Romain PANNETIER

Partenaires

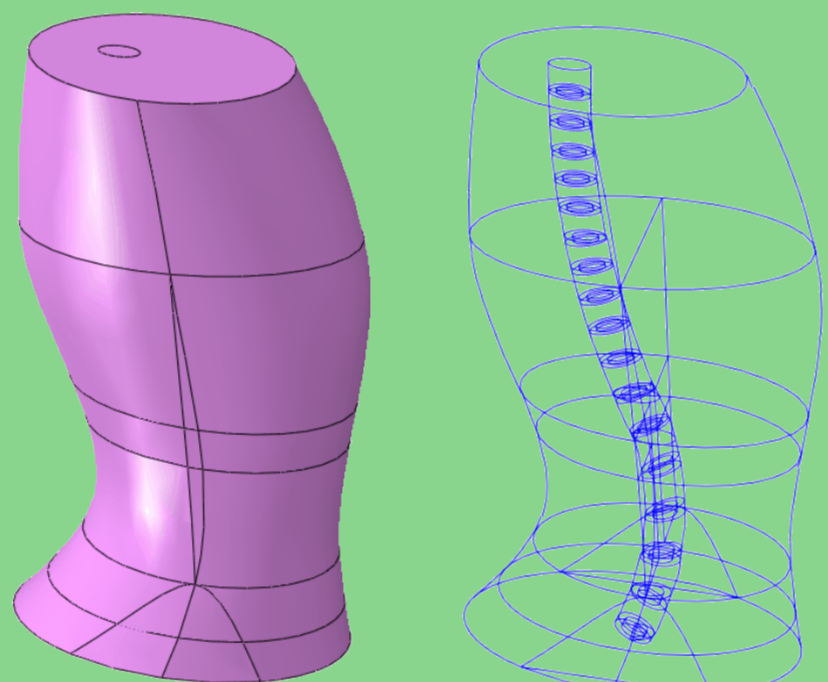


METHODS

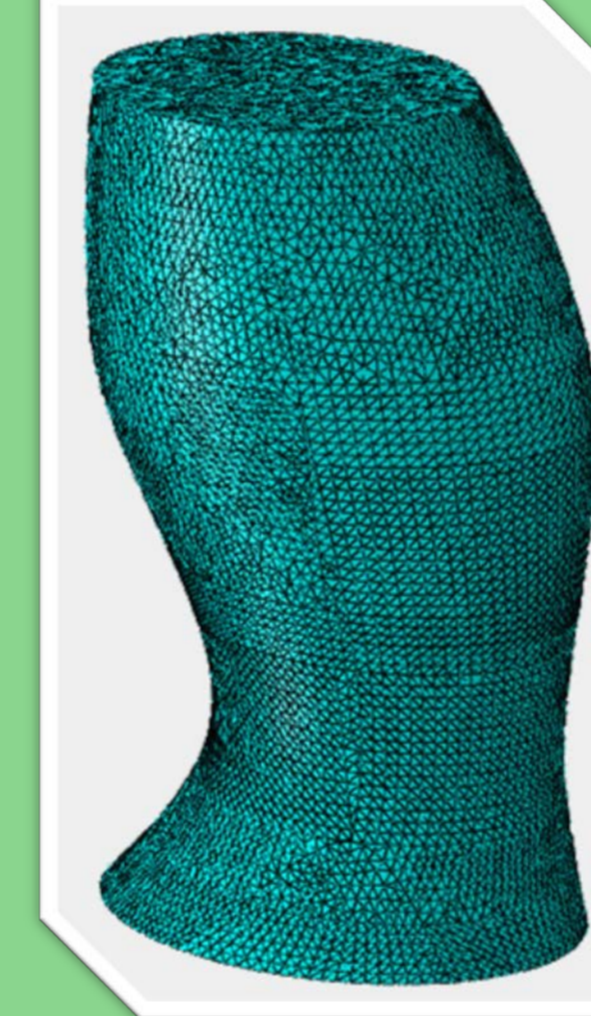
Geometrical modelling



- 4 typical patients: tall-large, tall-thin, small-large, small-thin
- Slope of the vertebral trays
- Height of vertebrae
- Thickness of disks
- Measurement of breast, size and hip



FEM model



Modelling of the lumbar belt:

$$P = \frac{T}{R}$$

Laplace Law

Validation of the model:

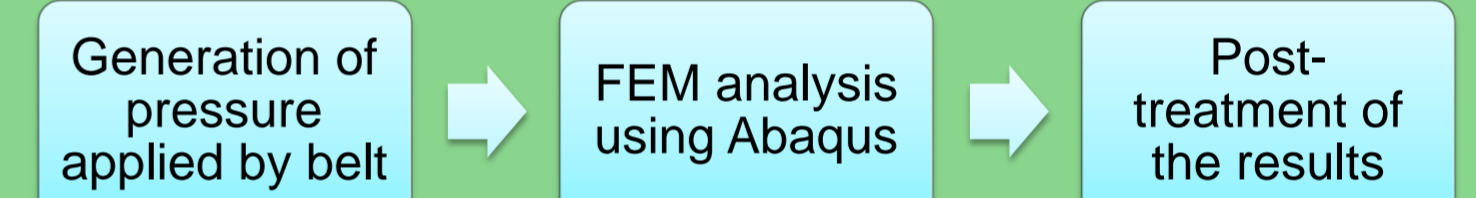
- Convergence test on the mesh
- Verification of Laplace law by pressure mapping measurement during a clinical study

Numerical simulation

Assumptions

- Application of Laplace Law: without friction between belt and human body, but with correct belt form and its position.
- Same mechanical properties to each body component for all patient models.
- Over-lordose of patients: about 53°

Flow chart of FEA

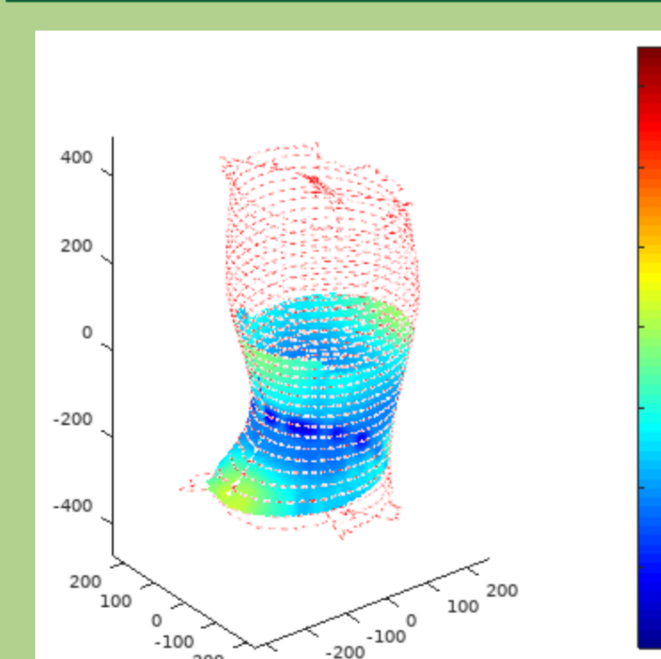


Output parameters

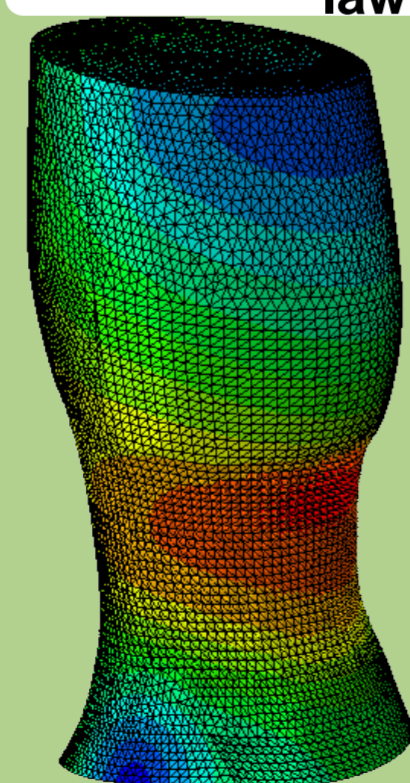
- **Therapeutic:** difference of lordosis angle
- **Mechanical:** maximal and minimal pressures on all disks, minimal moment of vertebrae,
- **Compliance:** mean applied pressure, 10% highest applied pressure, variation of the pressure.

RESULTS

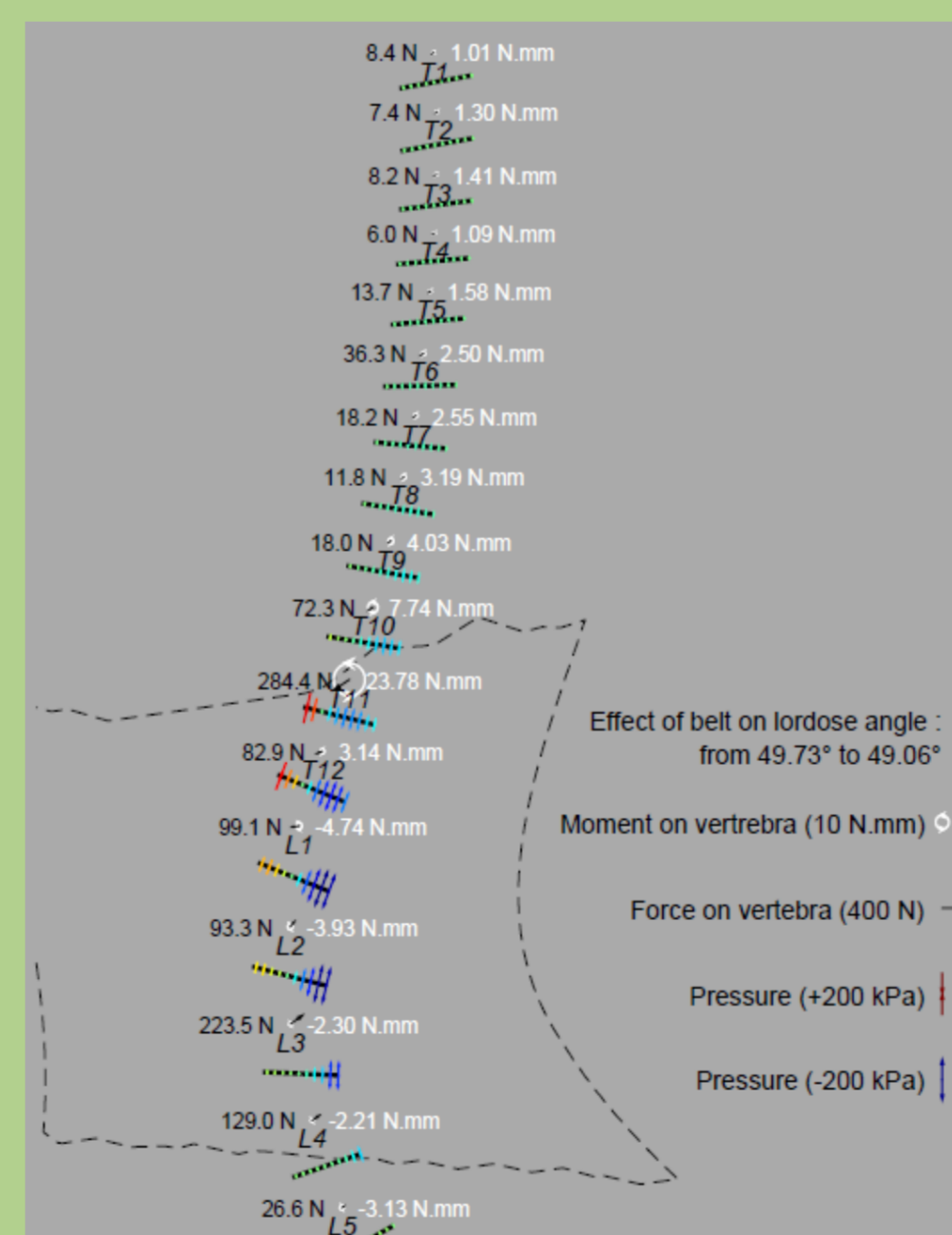
Typical FE results



Pressure distribution by Laplace law (mmHg)

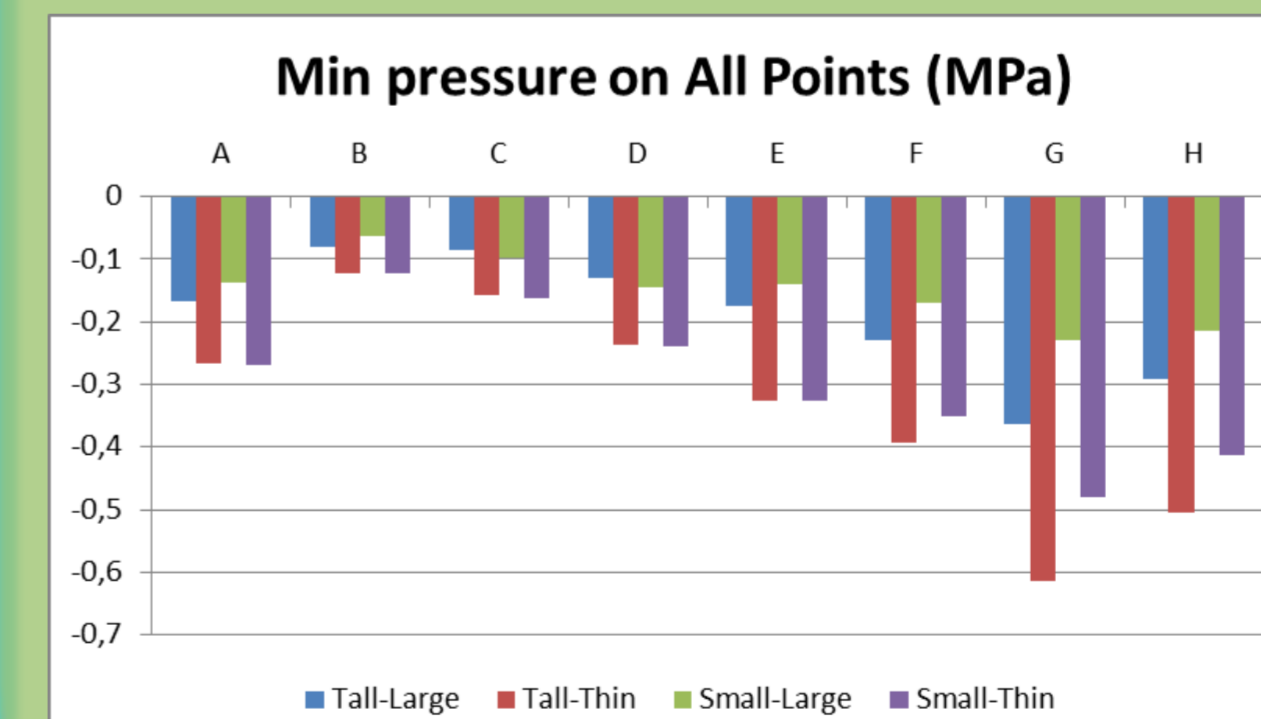
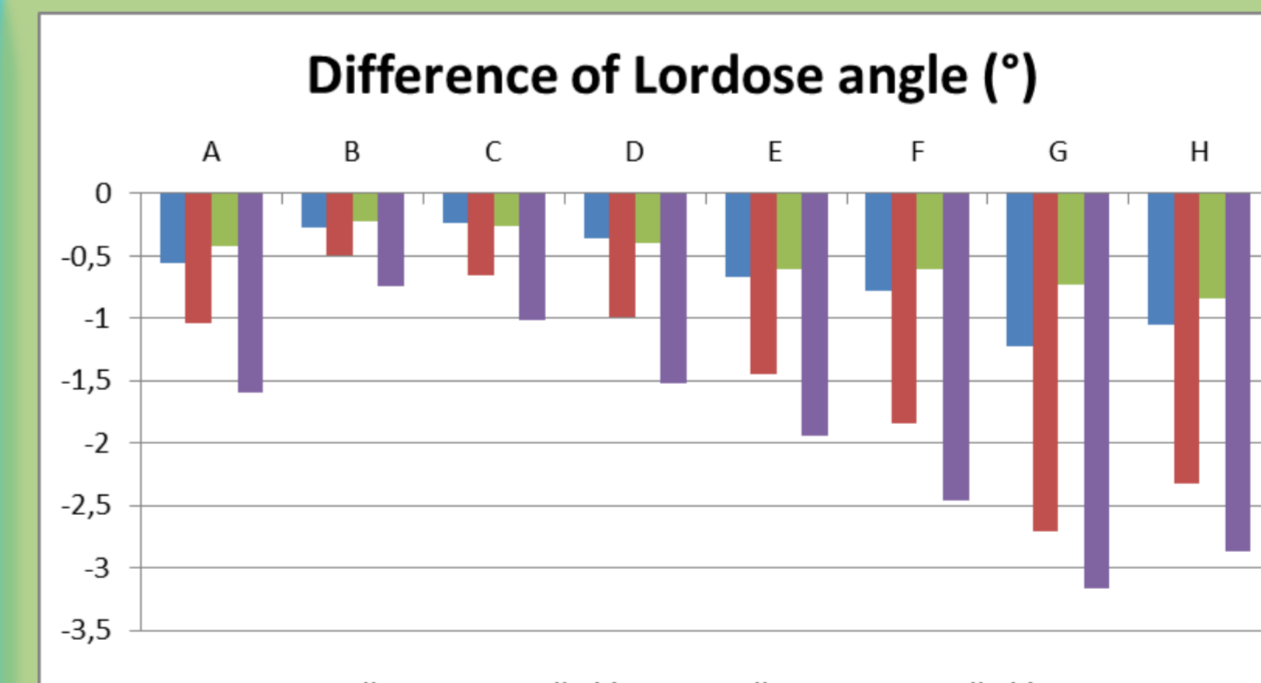


Deformed trunk (left) and pressure distribution on the disks (right)



Post-treatment for pressure & moments on vertebral column (Tall-Large)

Results of comparative study



Balance of different parameters on 4 typical patients with 8 lumbar belts

	Max Pressure - All Points (MPa)	Min pressure - All Points (MPa)	Min moment (N.mm)	Difference of Lordose angle (°)	Mean pressure (mmHg)	10% highest pressure (mmHg)	Variation of pressure (mmHg)
Max Pressure - All Points (MPa)	1,00	-0,94	-0,96	-0,70	0,78	0,49	0,43
Min pressure - All Points (MPa)	-0,94	1,00	0,93	0,93	-0,88	-0,54	-0,44
Min moment (N.mm)	-0,96	0,93	1,00	0,76	-0,84	-0,58	-0,45
Difference of Lordose angle (°)	-0,79	0,93	0,76	1,00	-0,77	-0,42	-0,41
Mean pressure (mmHg)	0,78	-0,88	-0,84	-0,77	1,00	0,67	0,46
10% highest pressure (mmHg)	0,49	-0,54	-0,58	-0,42	0,67	1,00	0,87
Variation of pressure (mmHg)	0,43	-0,44	-0,45	-0,41	0,46	0,87	1,00

Table of correlation coefficients among parameters

CONCLUSION

- Comparative study with 8 well-used lumbar belts on 4 typical patients
→ Lumbar belts **more efficient on thin patients than large ones.**
- Research of correlations among parameters
→ **Therapeutic and mechanical parameters highly correlated.**
→ **Few correlation between therapeutic and compliance parameters.**

PERSPECTIVES

- o In-silico trial with medical images of typical patients
- o **Optimisation** of belt design
- o Confrontation of key results to **clinical data**

Impact of physicochemical features of TiO₂ nanoparticles on their *in vitro* toxicity

Ozge Kose, Lara Leclerc, Jérémie Pourchez, Valérie Forest

Ingénierie des Biomatériaux et des Particules Inhalées (BioPI) - Centre Ingénierie et Santé - École des Mines de Saint-Étienne
ozge.kose@emse.fr

Introduction

Titanium dioxide nanoparticles (TiO₂ NPs) are one of the most commonly produced and widely used NPs on a global scale (1). Therefore, it requires the thorough identification of the hazards and potential adverse effects of TiO₂ nanoparticles on human (2). In this study, we examine the relationship between the physicochemical parameters of TiO₂ NPs (size, shape, crystal phases, and surface coating) and the toxicity they induced on lung cell lines.

Methodology

5 TiO₂ Nanoparticles
(15-30-60-120 µg/mL)

1. TiO₂ Nanoparticle characterization

- SEM
- TEM
- DLS
- BET
- RAMAN Spectroscopy

2. Exposure to cell lines

- Human lung epithelial cells (A549)
- THP-1 cells differentiated macrophages
- Co-culture (THP-1+A549)

3. Toxicity assessment

- Membrane damage (LDH release)
- Cell Metabolic Activity (MTT assay)
- Pro-inflammatory response (IL-8 and TNF-α production)
- Oxidative stress status

Results

1. TiO₂ Nanoparticles characterization

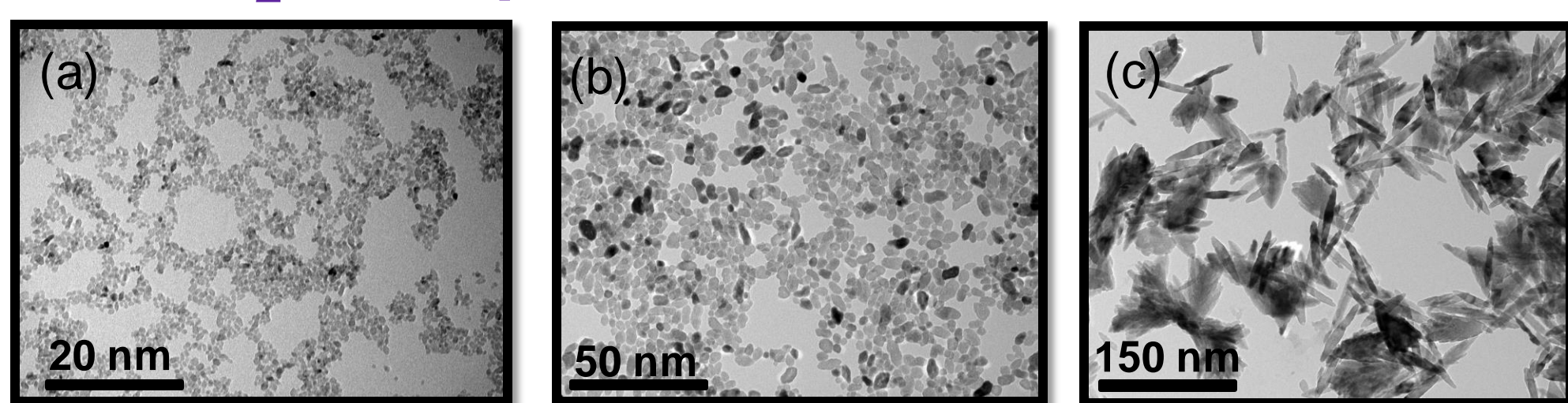


Fig. 1 TEM images of TiO₂ NPs. (a) Sample1- TiO₂, (b) Sample2- TiO₂, (c) Sample3- TiO₂

	SEM (nm)	SSA (m ² /g)	Zeta potential (mV)			Surface functionalization	Crystal line phase
			H2O d pH 6,5	DMEM + 10%FBS	RPMI + 10%FBS		
S1	15	146,50	11,5 ± 0,08	0,772 ± 0,19	10,5 ± 0,74	No	Anatase
S2	30	61,02	17,2 ± 0,71	8,36 ± 0,39	9,70 ± 0,55	No	Anatase
S3	100-250	40,78	7,17 ± 0,08	7,04 ± 0,83	10,5 ± 0,53	No	Anatase
S4	30	61,02	12,3 ± 0,49	8,47 ± 0,21	11,9 ± 0,50	APTES	Anatase
P25	25	55,4	8,91 ± 0,95	9,95 ± 1,58	8,91 ± 0,95	No	Anatase

Fig. 2 Physicochemical properties of tested TiO₂ NPs

Results

2. Toxicity assesment

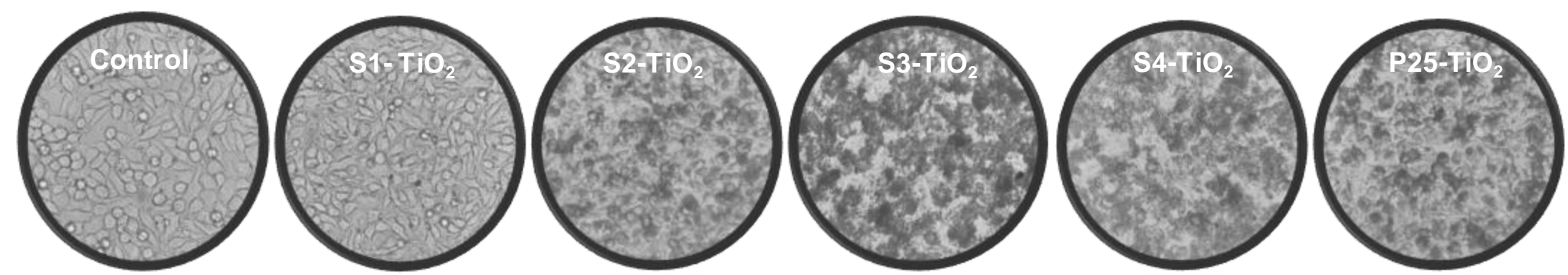


Fig. 3 Cell morphology of control CoCulture cells (A549+THP-1) and after exposure to 120µg/mL NPs

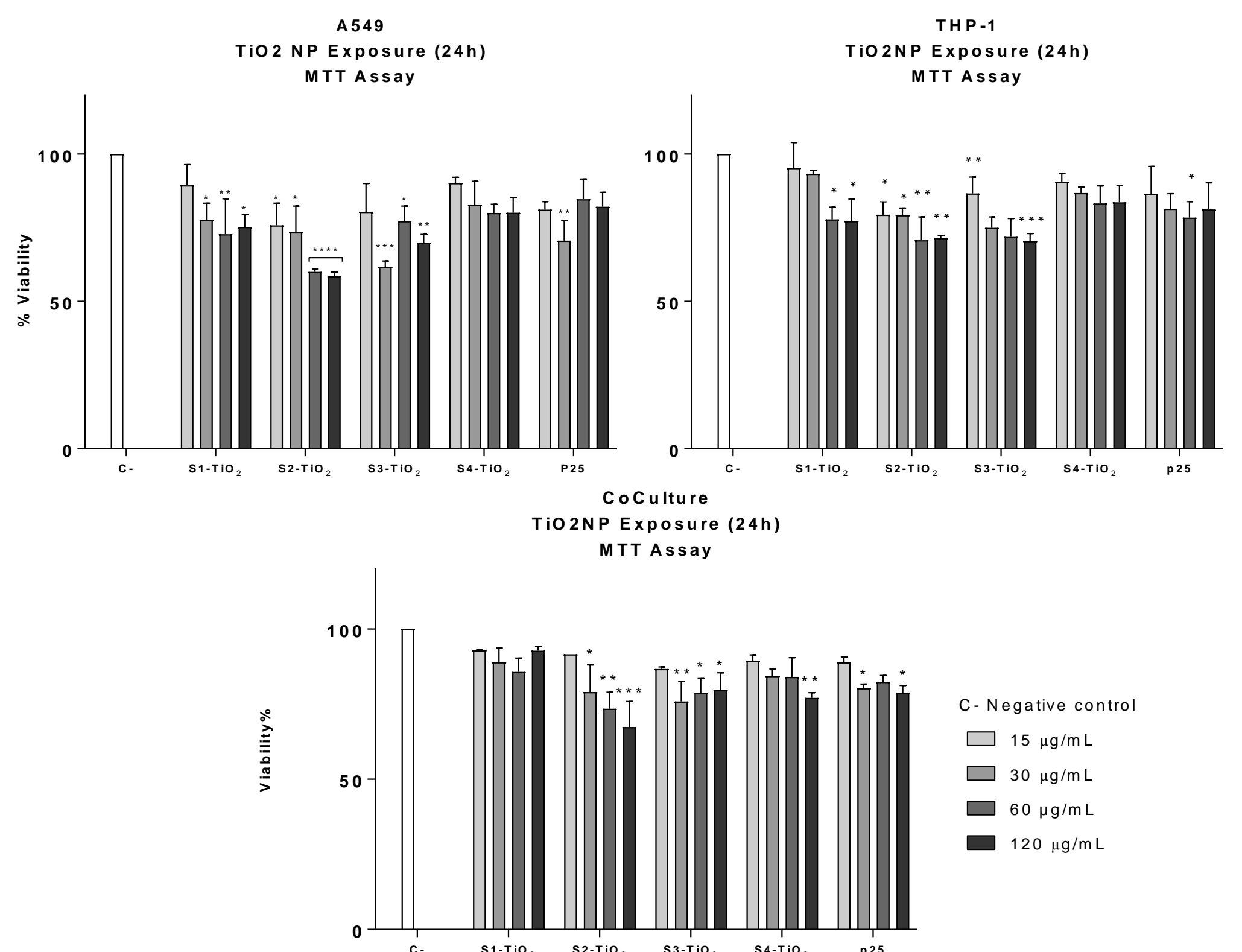


Fig. 4 Effect of TiO₂ nanoparticles on cellular toxicity by MTT assay (****P<0.0001, ***P<0.001, **P<0.01, *P<0.5)

	S1	S2	S3	S4	P25
LDH	-	-	-	-	-
IL-8/TNF-α	-	-	-	-	-
ROS	-	-	-	-	-

Table 1. Effect of TiO₂ particles on A549, THP-1 and Co-culture
-: no significant difference was found compared to control cells

Conclusion

- No significant LDH release, TNF-α or IL-8 production, ROS production were observed in A549 cells nor in co-culture exposed to NPs compared to control cells (unexposed to NPs).
- Cell damage was readily apparent in microscopic observations in all concentrations compared to control cells.
- Underlying mechanisms responsible for such toxic effects of TiO₂ NPs might be related to the different biological pathways.

References

- (1) Shi H, et al. (2013)
doi: 10.1186/1743-8977-10-15
- (2) Shah S, et al. (2017)
doi: 10.1155/2017/4101735

INSPIRING
INNOVATION
SINCE 1816

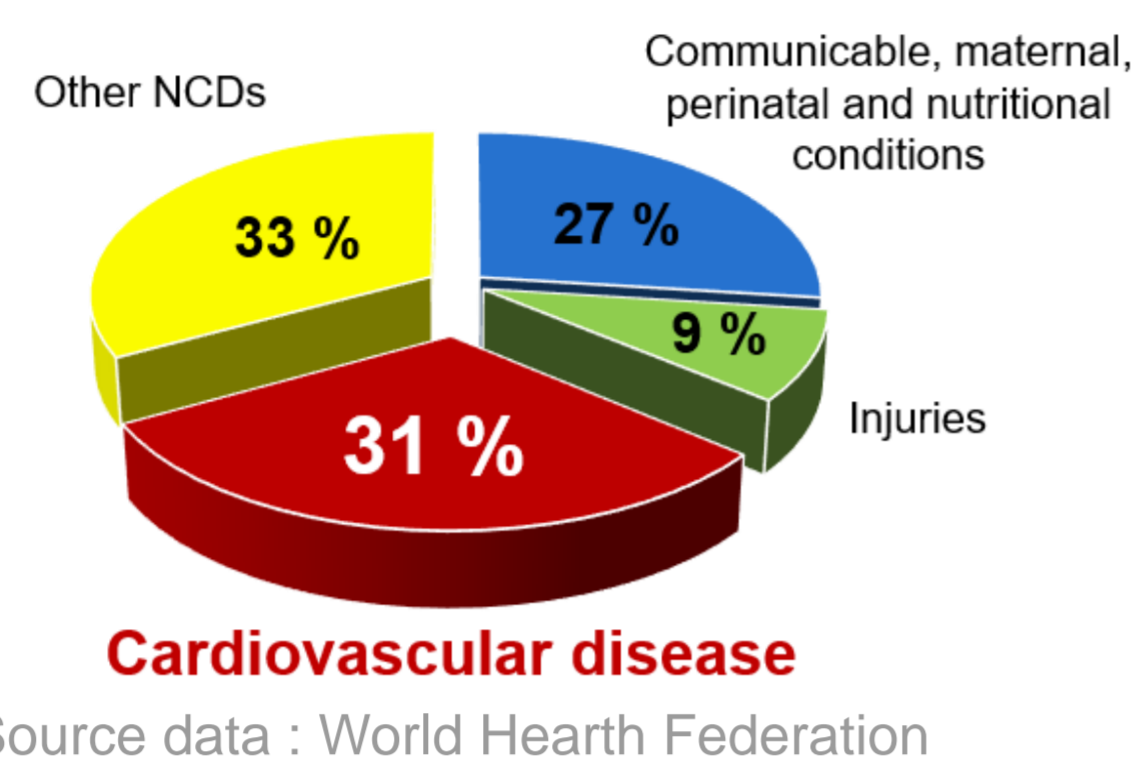
Micro-mechanics in the arterial tissues

Towards the *in-silico* multiscale analysis of the aneurysms

The clinical framework for the vascular pathologies

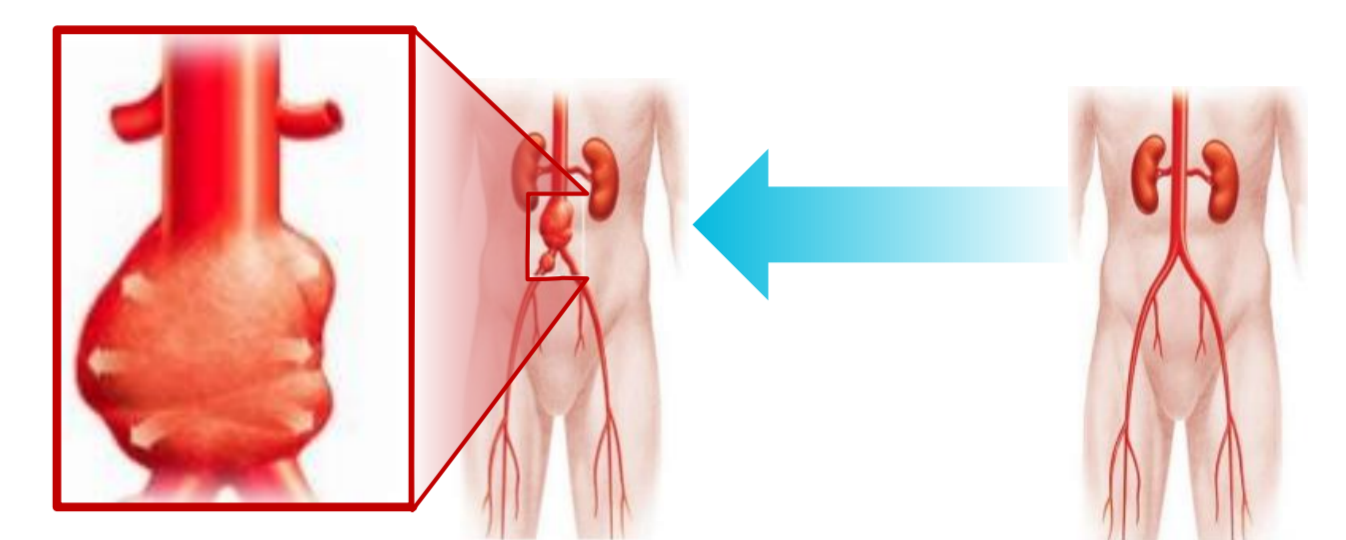
Aortic aneurysms

Cardiovascular diseases (CVDs)



CVDs are the leading cause of deaths worldwide, but their etiology is still debated.

Aneurysmatic disease



An aneurysm is an outward bulging caused by a weak region on a blood vessel wall.

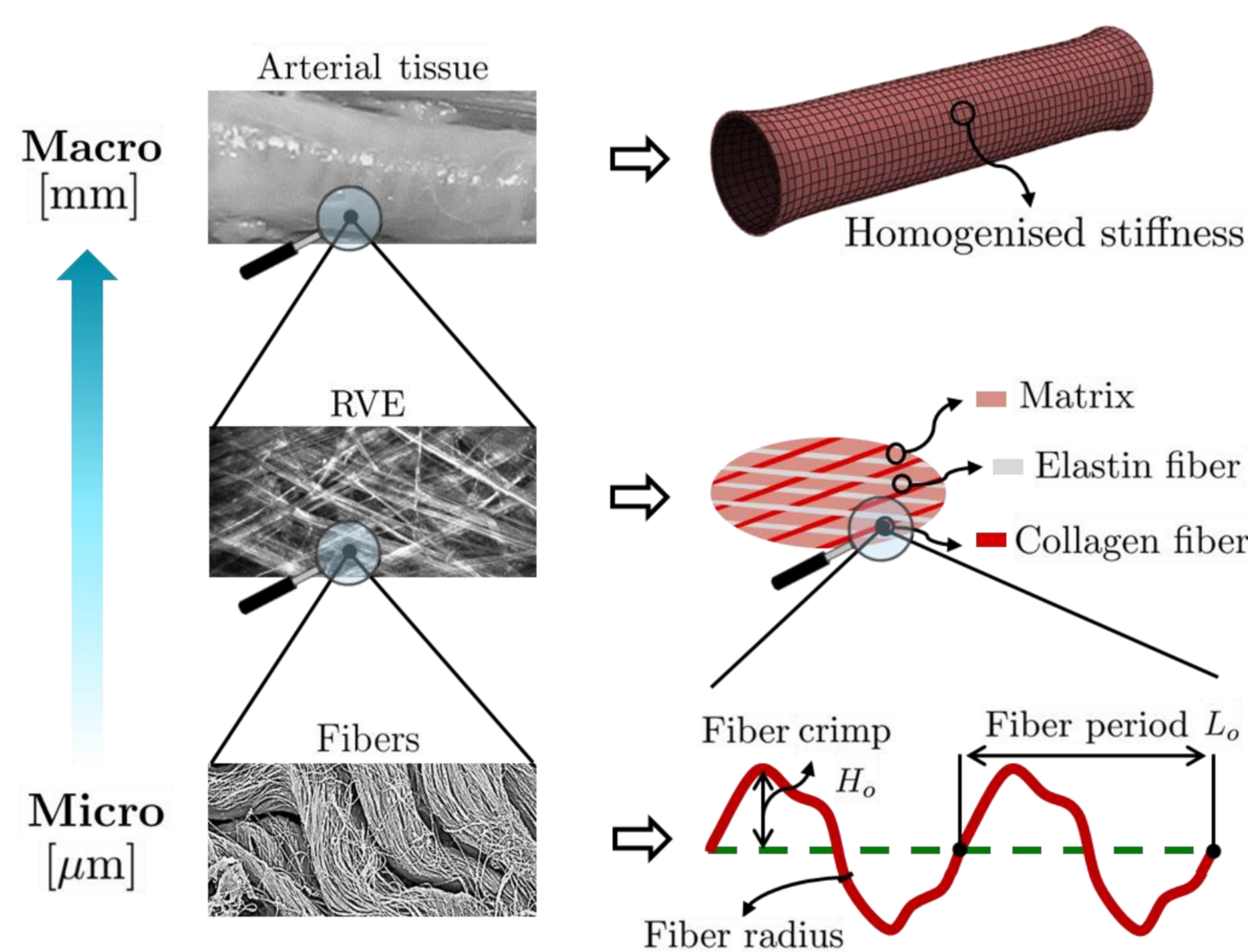
Therapeutic approaches



The *in-silico* simulation of arterial tissue mechano-biology

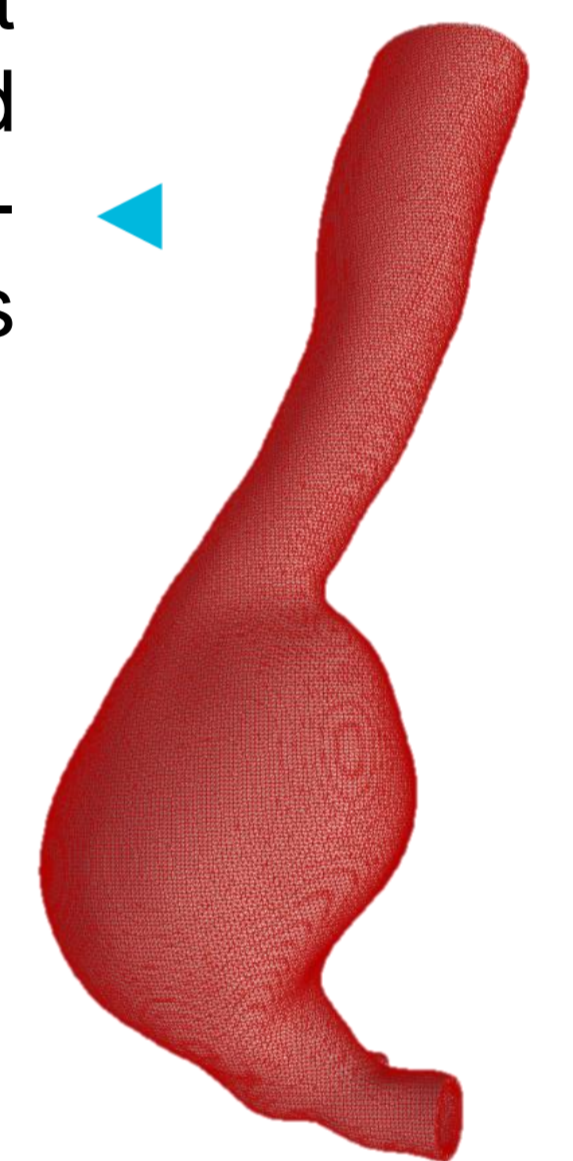
Biomechanical computational modelling

Multiscale modelling approach



Under the perspective of knowing more about the mechanisms involved in mechanics-related diseases of arterial tissues, the physio-pathological framework in biological structures is analysed via **biomechanical simulations**.

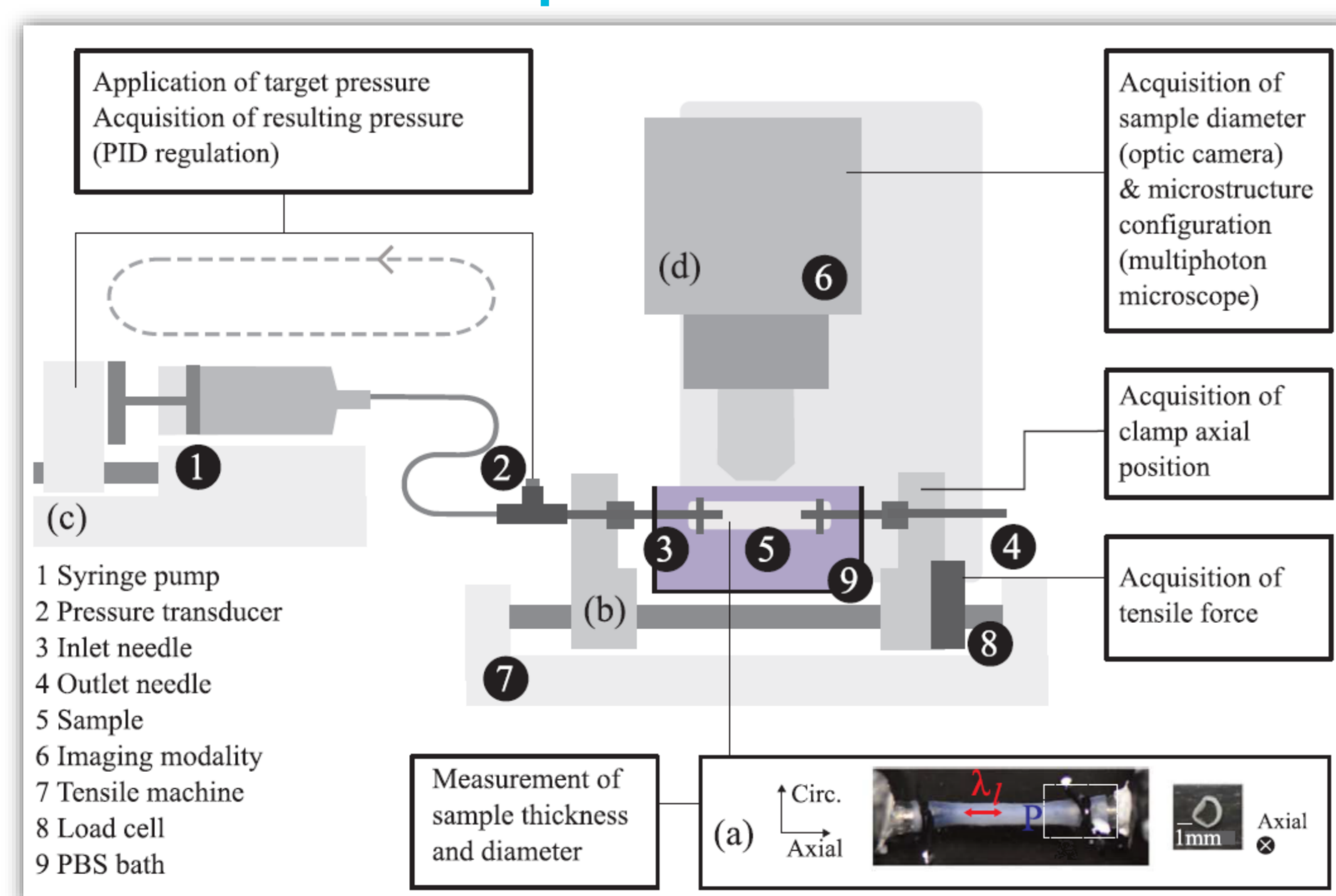
In the context of arterial tissue modelling, the **constitutive description** represents a key aspect especially with the view to better understanding the mechanisms that govern the onset of the vascular pathologies.



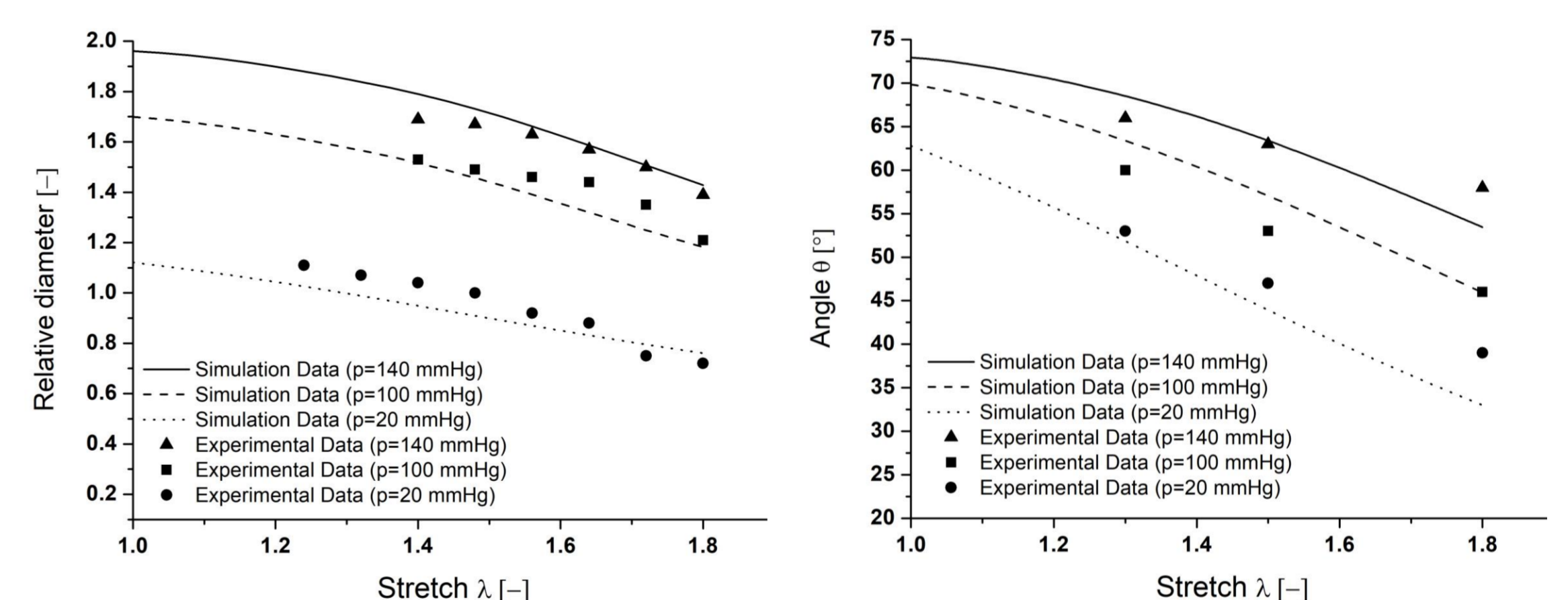
Towards the rupture risk assessment for the aneurysms

Develop a patient-specific computational tool

Experimental data

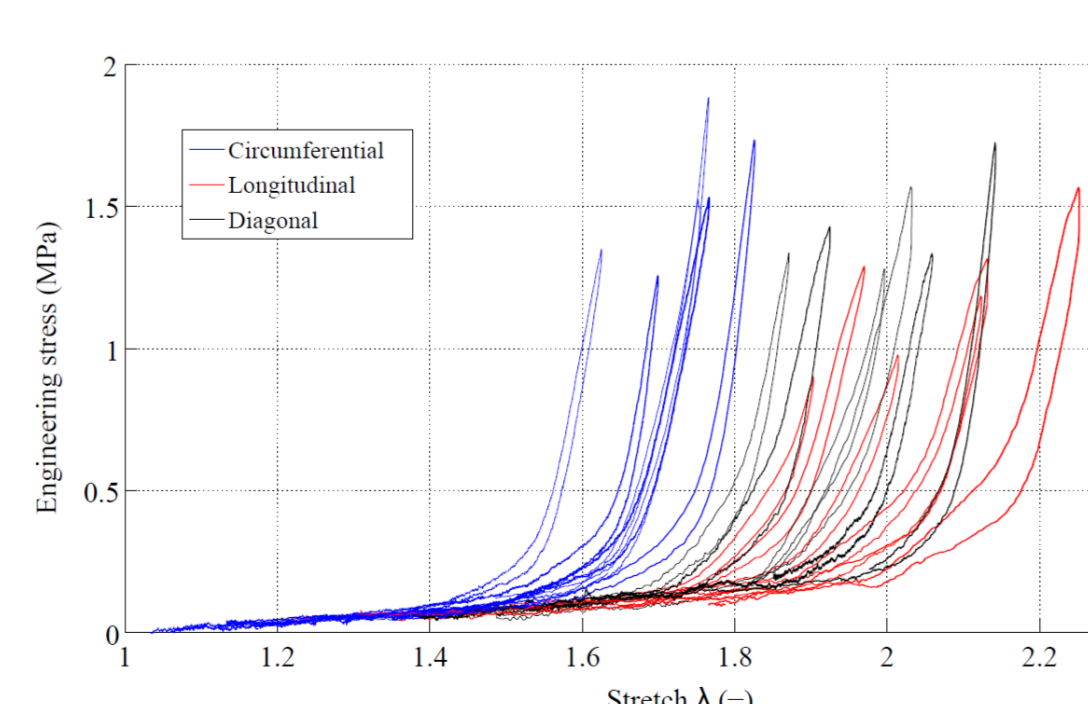


Micro- and macro-scale validation



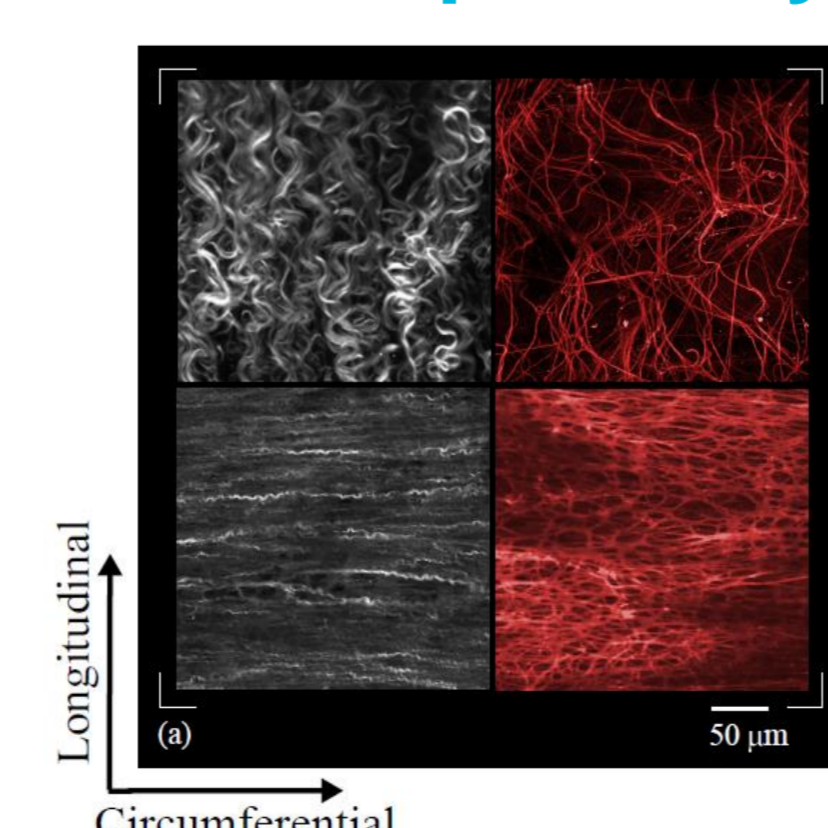
The preliminary results, based on the simulations of experimental test, validate the model at both micro and macro scales.

Macroscopic analysis



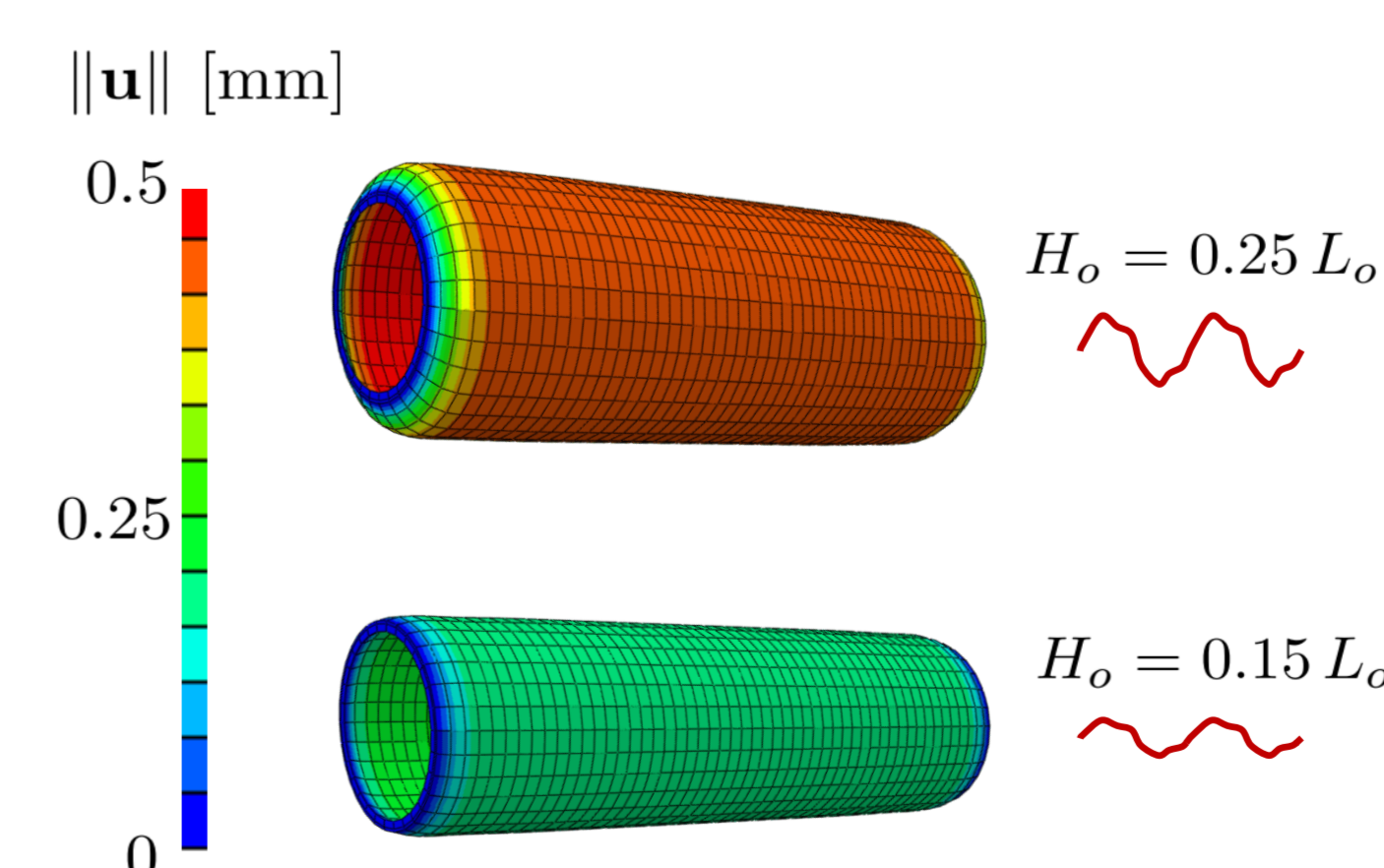
Acquisition of mechanical behaviour of arterial tissues.

Microscopic analysis



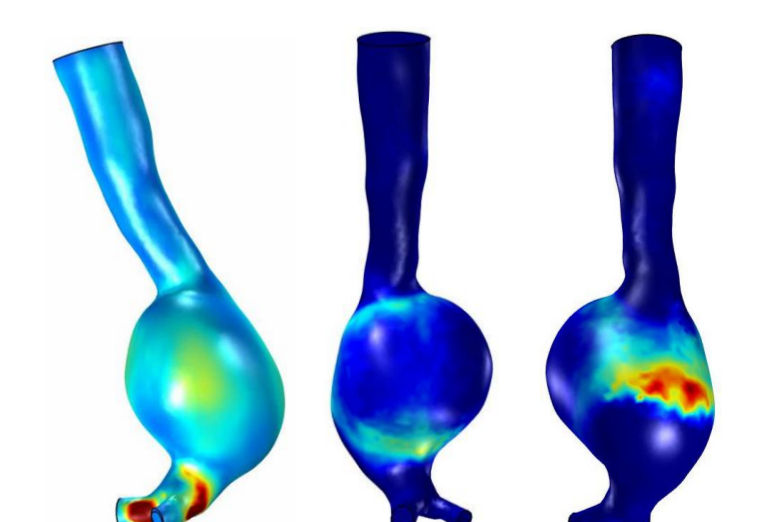
Acquisition of in-depth images of collagen and elastin network.

Collagen disorders investigation



The model allows to simulate mechanical tests analysing the influence of some collagen disorders on the macroscopic mechanical response of the arterial tissues.

Rupture risk analysis



Future works will show soundness and effectiveness of the established framework for assessing useful clinical quantities and risk indexes.

Contact : daniele.bianchi@emse.fr

Parties prenantes



Auteurs

Daniele Bianchi
Claire Morin
Pierre Badel

Partenaires



AArteMIS project

Aneurysmal Arterial Mechanics: Into the Structure

ERC Starting Grant funding n°638804

ÉCOLE D'HIVER IA & SANTÉ

27-29 janvier 2020
EEG et système neuro-moteur

St Étienne

Découverte et approfondissement (20h) :

- Cours méthodologiques
- Travaux pratiques sur des interfaces cerveau-machine
- Participation de g.tec
- Nombre maximum de participants : 40



CONTACT : ecole-ia-sante@mines-st-etienne.fr

<https://www.mines-stetienne.fr/manifestations/ecole-ia-sante/>

Daniel BAUMGARTNER¹ | Anne CHARPIOT² | Hella VUONG CHANEY² | Michaël LAMY¹
 Télécom Physique Strasbourg - Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie
¹ Équipe ICUBE MMB | ² CHU STRASBOURG
 Contact : daniel.baumgartner@unistra.fr

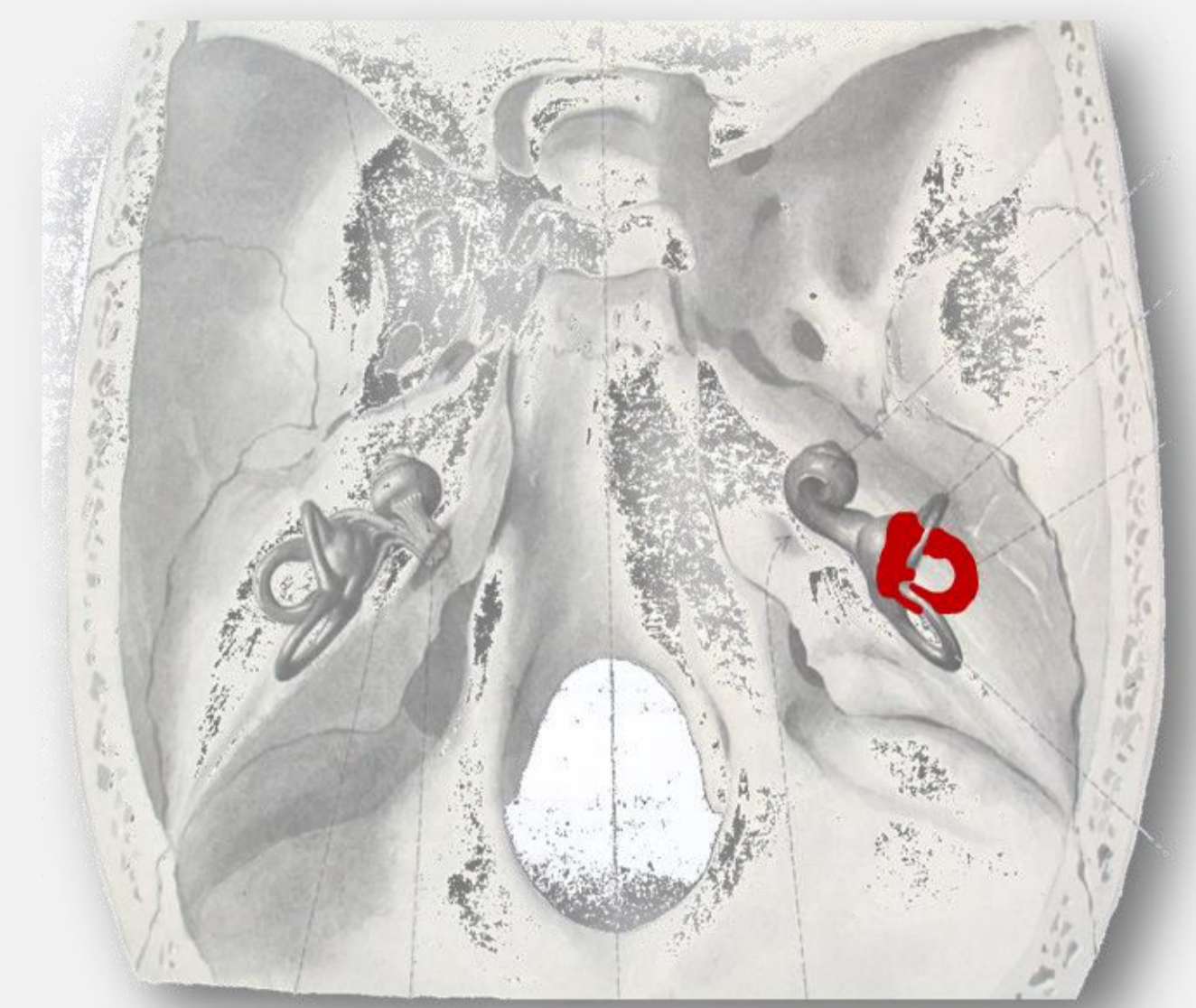
Contexte

Résumé

Les pathologies du système de l'équilibre humain résultent généralement en vertige. Afin de poser un diagnostic précis pour ensuite traiter le vertige, il est nécessaire pour le médecin ORL de connaître les physiologies normale et pathologique du vestibule de l'oreille interne. Cet « organe » périphérique mesure la cinématique de la tête qui permet d'asservir les muscles oculaires de façon à toujours conserver sur la rétine une image fixe d'un environnement en mouvement, la tête étant elle-même en mouvement. Ce projet a pour but d'élaborer un modèle par éléments finis 3D du vestibule. Un tel outil validé grâce à des données cliniques de patients, doit permettre de simuler les contraintes, déformations et écoulements micro-fluidiques qui sont à la source de l'information sensorielle. A terme, un tel modèle biomécanique pourrait être intégré dans un dispositif diagnostique d'identification des troubles de l'équilibre. De fait, la prise en charge du patient et son traitement seraient améliorés.

Mots clés

Système de l'équilibre, Oreille interne, Éléments finis, Micro-fluidique



Objectifs

Objectifs

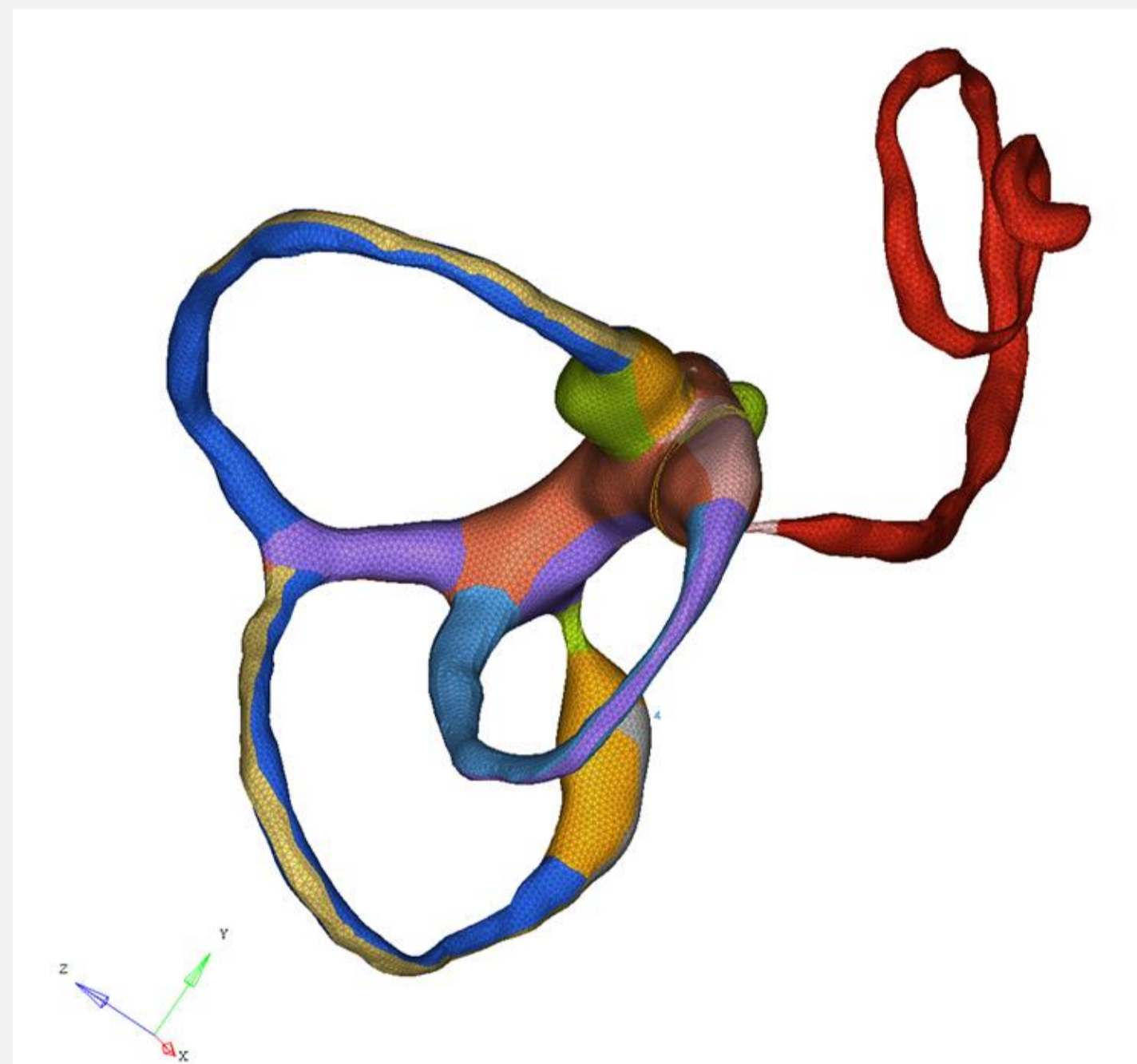
- Obtenir la **géométrie exacte** de la structure labyrinthique (CSC), de l'utricule et du saccule, en anatomie normale
- Mailler** cette géométrie pour **exploiter** dans le cadre d'un simulateur biomécanique
- Simuler** les contraintes et les déformations sur les structures souples (membranes, cupule), ainsi que les écoulements micro-fluidiques lors d'un mouvement de la tête
- Valider** le modèle par éléments finis du vestibule ainsi construit relativement à des données obtenues sur des patients et au moyen de vélocimétrie sur des prototypes en micro-fluidique
- Introduire de la **physiologie pathologique** dans le modèle pour mieux comprendre les troubles de l'équilibre liés à un dysfonctionnement du capteur périphérique

Approche envisagée

Modélisation par éléments finis au moyen de la suite ALTAIR HYPERWORKS™ v2017 (HYPERMESH™, HYPERCRASH™, RADIOSS™, HYPERGRAPH™, HYPERVIEW™)

Originalité

Structure anatomique extrêmement fragile + difficile d'accès chirurgical + difficile à manipuler expérimentalement + « sous » la résolution spatiale des principaux imageurs médicaux = recours à une modélisation numérique



Participants

Participants

- Daniel BAUMGARTNER | MCF
- Anne CHARPIOT | PU-PH
- Hella VUONG CHANEY | PH
- Michaël LAMY | IR

Équipes impliquées

- TPS | ICUBE | MMB
- CHU Strasbourg | Pole Tête-Cou | ORL

Plateforme impliquée

- TPS | ICUBE | MechaniCS

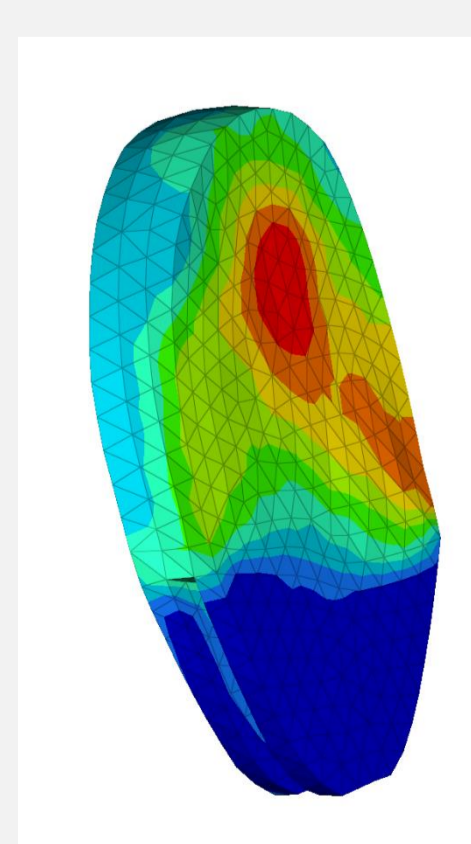
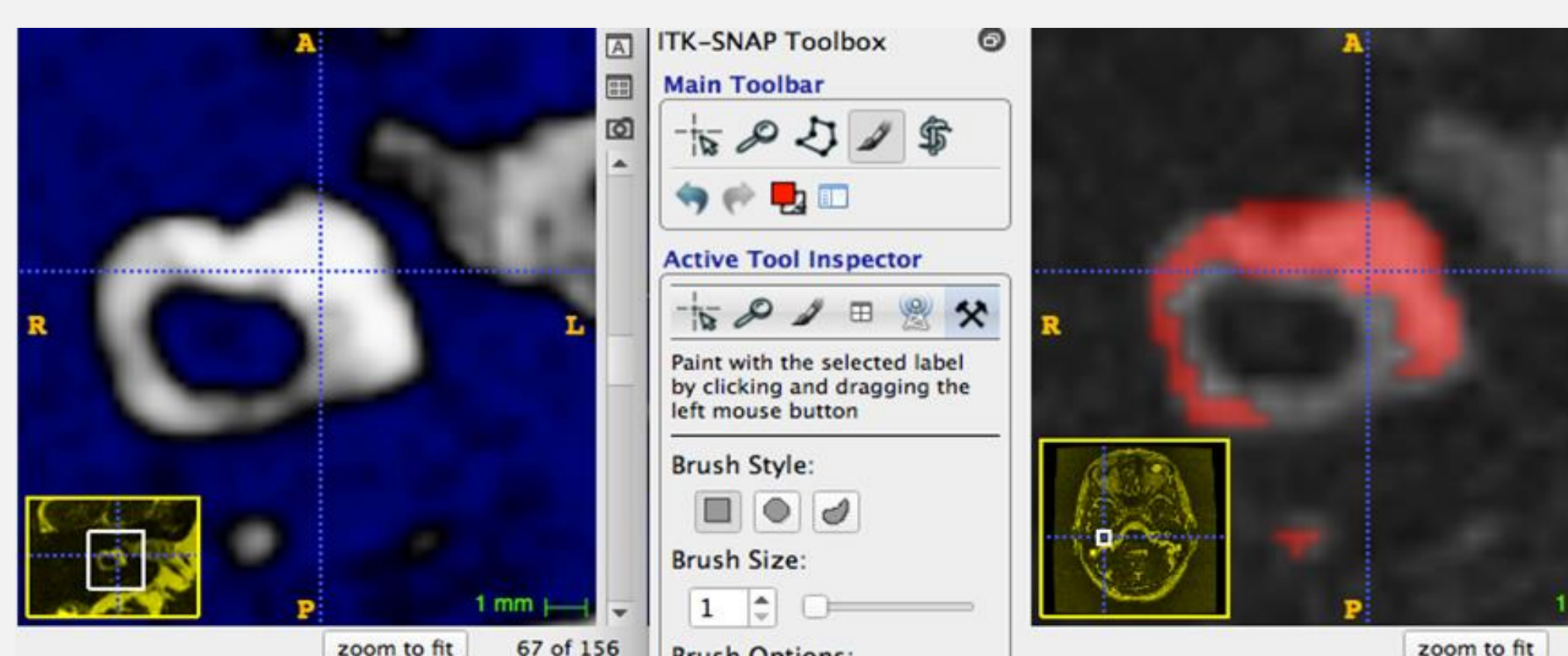
Axes impliqués

- TPS | ICUBE | IRMC
- TPS | ICUBE | CS

Bilan et perspectives

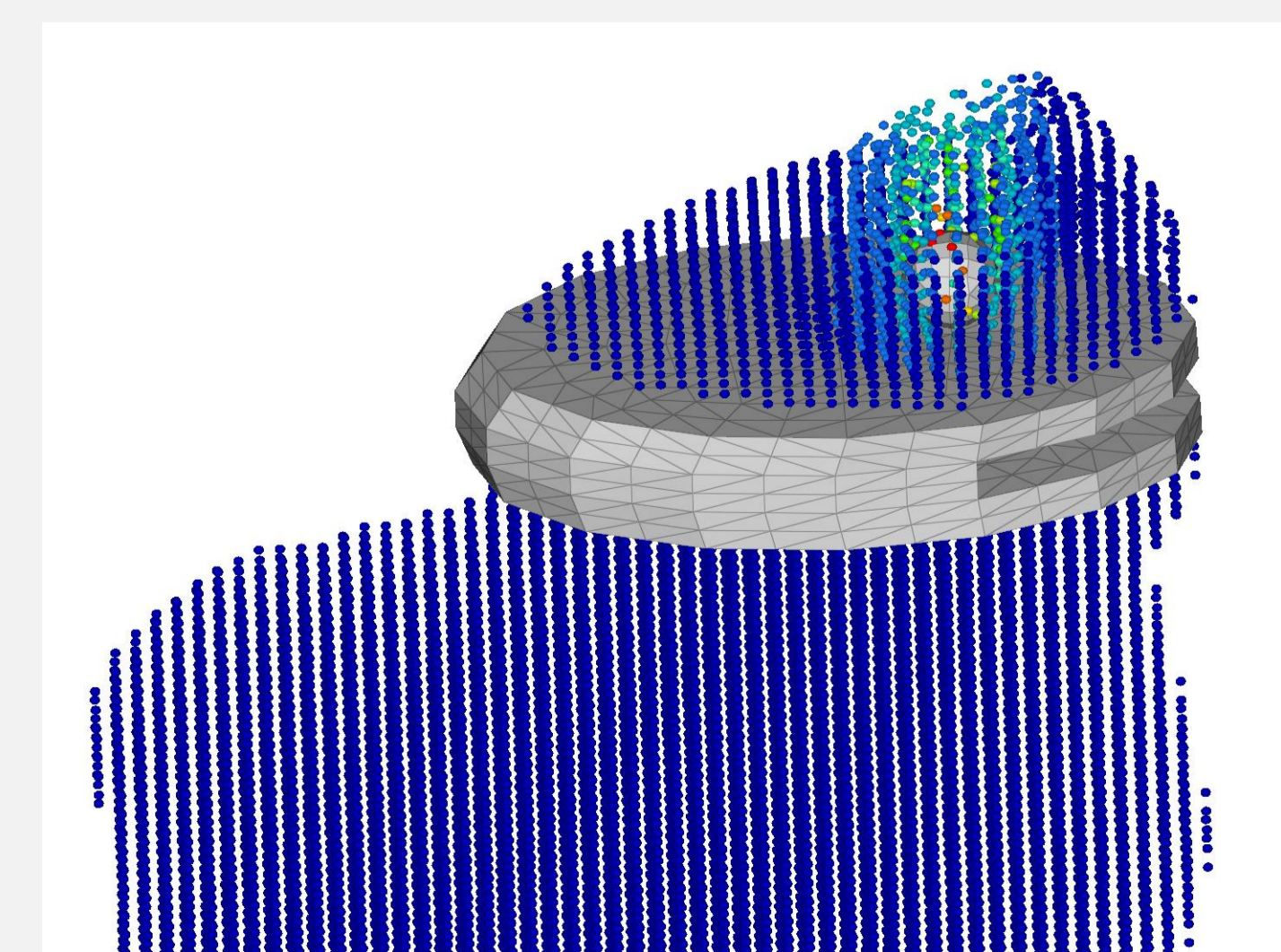
Bilan

- Construction d'une géométrie** exacte basée sur une IRM enrichie de données issues de coupes anatomiques (itk-SNAP)
- Développement d'un modèle** par éléments finis 3D du vestibule (HW v2017)
- Simulation de tests cliniques** courants (WHIT) et début de validation du modèle sur le canal latéral
- Mise en œuvre de la méthode Smoothed Particle Hydrodynamics** (SPH)



Perspectives

- Introduction de la pathologie** dans le modèle, notamment au moyen de la méthode SPH pour représenter l'écoulement d'endolymphe et son interaction avec les membranes, la cupule et les corps étrangers présents (otolites et otoconies), ainsi que par la modification des propriétés mécaniques des tissus biologiques en jeu



Comparison of Telephone Recordings and Professional Microphone Recordings for Early Detection of Parkinson's Disease, using Mel-Frequency Cepstral Coefficients with Gaussian Mixture Models

Introduction

- ▶ **PD vocal impairments** : *Hypokinetic Dysarthria* from the first stages of the disease
- ▶ Many studies about PD detection with good quality microphones, but very few with real recordings through **telephone channel**.
- ▶ **Questions** : - Can we detect early PD adapting a MFCC-GMM classic speaker recognition methodology ?
- Which are the best vocal tasks to detect early PD ?
- Comparison between telephone recordings and high quality microphone recordings.



Databases

- ▶ **High quality microphone Database** : 122 male participants (74 early PD and 48 HC)
Recorded with head mounted omnidirectional condenser microphone connected to a professional sound card
Sampling rate : 96kHz, frequency bandwidth for MFCC extraction : [20-7000Hz]
- ▶ **Telephone recordings Database** : 99 (out of the 122) male participants (63 early PD and 36 HC)
Call once a month an interactive answering machine from their own telephone (mobile or landline)
Sampling rate : 8kHz, frequency bandwidth for MFCC extraction : [300-3700Hz]
- ▶ **Vocal tasks** : diadochokinesia (DDK) tasks, reading, sentence repetitions, free speech, sustained vowels .. during 15 min

Methodology

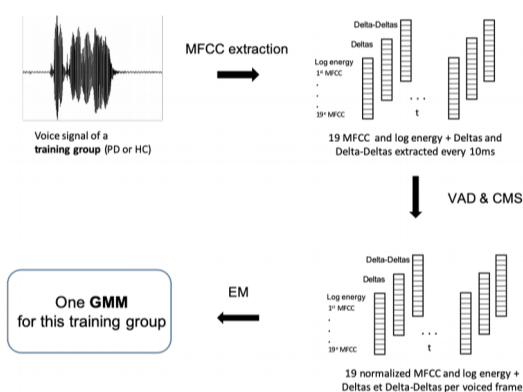


Fig: Training phase

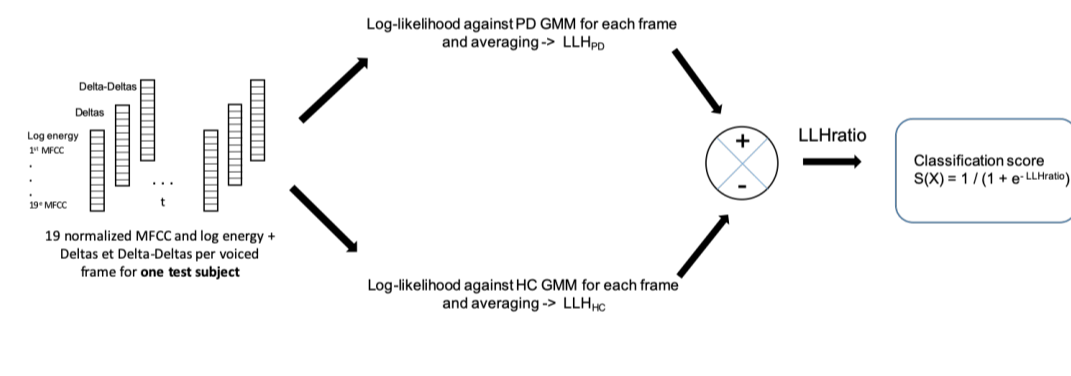


Fig: Test phase

Results

- ▶ **Comparison of speech tasks** (with high quality microphone) :
- *best tasks* : sentence repetition, reading and /pataka/ (Acc = 78 %) & *fusion* → Acc = 83 %
- *worst tasks* : sustained vowels (Acc = 61 %)
- ▶ **Comparison between professional microphone recordings, telephone simulations and real telephone recordings** (using all sessions for GMM trainings and either one or all sessions per test subject).

Table: Acc of PD vs HC at the EER threshold.

Tested tasks	Prof. Micro	Phone Simul.	Phone 1 session	Phone all sessions
Sentence repet ¹	78%	72%	63%	64%
Free speech	74%	71%	61%	64%
DDK	69%	68%	65%	75%
/pataka/	78%	75%	58%	68%
Fusion result²	83%	74%	-	-

¹ For professional microphone recordings and telephone simulation, reading tasks are added to sentences repetitions for trainings and tests

² Fusion of best tasks : Sentence repetition, reading and /pataka/

- **Telephone Simulation** (high quality microphone downsampled with narrow bandwidth) : 9% degradation

- **Real telephone recordings** : another 9% degradation (can be due to task execution quality, background noise ..)

- **Augmentation of test duration**: 10% improvement for phone recordings when ~5min of DDK instead of ~1min for the test

Conclusion

- ▶ Telephone performance degradations compared to high quality microphone seem partly due to : low sampling rate and bandwidth limitation and partly due to other environmental conditions (task execution quality, background noise..)
- ▶ 5min test of DDK tasks through telephone channel
→ Acc = 75 %

Perspectives

- ▶ Ongoing analyses with more recent SRE techniques, like x-vectors
- ▶ Fusion with global features (prosodic, articulatory, phonatory) may improve classification
- ▶ Step forward early PD telediagnosis with voice

Institution



Authors

Laetita Jeancolas
Graziella Mangone
Jean-Christophe Corvol
Marie Vidailhet
Stephane Lehericy
Badr-Eddine Benkelfat
Habib Benali
Dijana Petrovska-Delacrétaz

Partners



CIC: Centre d'Investigation Clinique





Autonomy evaluation of people with cognitive disabilities in an ecological environment

Parties prenantes



Auteurs

Zhengfeng DING*
Nicolas RAGOT*
Yohan DUPUIS*
Dr Sadeq HAOUZIR+
Xavier SAVATIER*

*ESIGELEC – IRSEEM
+Centre Hospitalier du Rouvray

Partenaires



Contact

nicolas.ragot@esigelec.fr

1 Context

- The **number of patients with cognitive impairment** losing their autonomy is **increasing** (e.g. 225,000 Alzheimer's dementia each year)
- Assessment of autonomy performed on the basis of evaluation grids to quantify the **degree of ability** of the patient to **perform the tasks of daily life**
- Bias** in the evaluation because of the **presence of a third party**

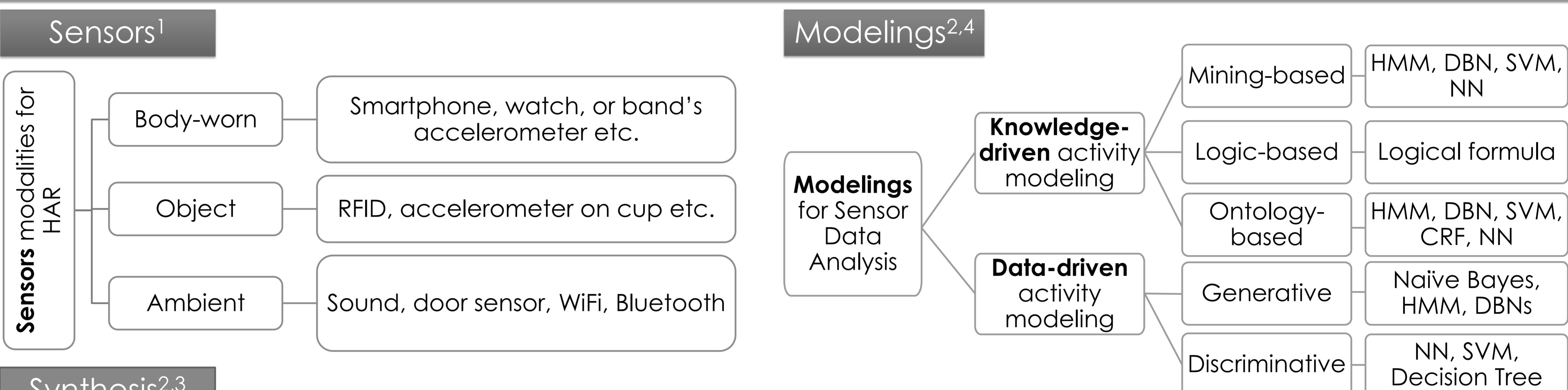
2 Objectives

- Need to develop a **tool for automatic evaluation of activities**
- Detect possible biases** from heterogeneous information sources

3 Resources

- Studio Numérique**: 20 m2 equipped with all the living spaces
- Equipped with presence sensors, door / cupboard contactors, electrical power measurements, flow meters, etc.
- Environment monitoring software, storage and data visualization

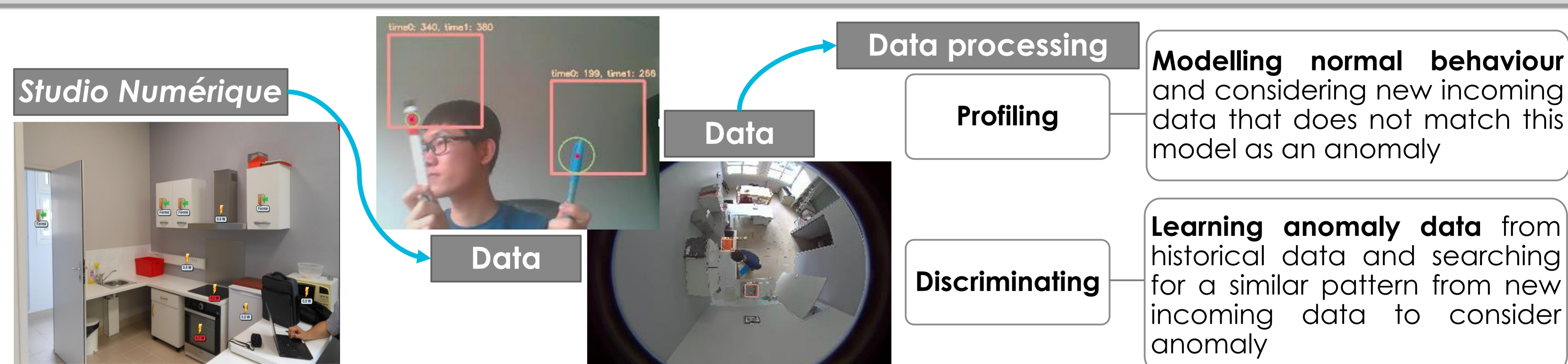
4 State of the art



Synthesis^{2,3}

Algorithm	Pros	Cons
Hidden Markov model	<ul style="list-style-type: none"> Simple Efficient model for learning sequential data Statistical model which handles noisy data 	<ul style="list-style-type: none"> "Cold start" problem Require a full description of the big data Requiring lots of trainings May cause biased label problem
Artificial neural network	<ul style="list-style-type: none"> Possibility to add new rules, by "adapting" its hidden layer for new information One of the best approach for the typical HAR problem 	<ul style="list-style-type: none"> Complex network architecture Feed-Forward Neural Network does not capture data dependency structure
Support vector machine	<ul style="list-style-type: none"> Provide a good out-of-sample generalization data when the problem is linearly separable 	<ul style="list-style-type: none"> Requiring 1-class SVM for anomaly detection when anomaly data instance is rare or unavailable

5 Flow chart processing



6 Perspectives

- Finish my bibliographic review by the end of October 2019
- Define the pipeline for sensor data analysis
- Achieve unsupervised learning
- Outperform existing works

7 References

- Hussain, Zawar, Michael Sheng, and Wei Emma Zhang. "Different Approaches for Human Activity Recognition: A Survey." arXiv preprint arXiv:1906.05074 (2019).
- Chen, Liming, et al. "Sensor-based activity recognition." IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews) 42.6 (2012): 790-808.
- Wang, Jindong, et al. "Deep learning for sensor-based activity recognition: A survey." Pattern Recognition Letters 119 (2019): 3-11.
- Bakar, U. A. B. U. A., et al. "Activity and anomaly detection in smart home: A survey." Next Generation Sensors and Systems. Springer, Cham, 2016. 191-220.

Rehabilitation robotics for empowering people with disabilities



Parties prenantes



Auteurs

Nicolas Ragot
Romain Rossi

Partenaires



Contact

nicolas.ragot@esigelec.fr
http://adapt-project.com/index.php
#ADAPTproject

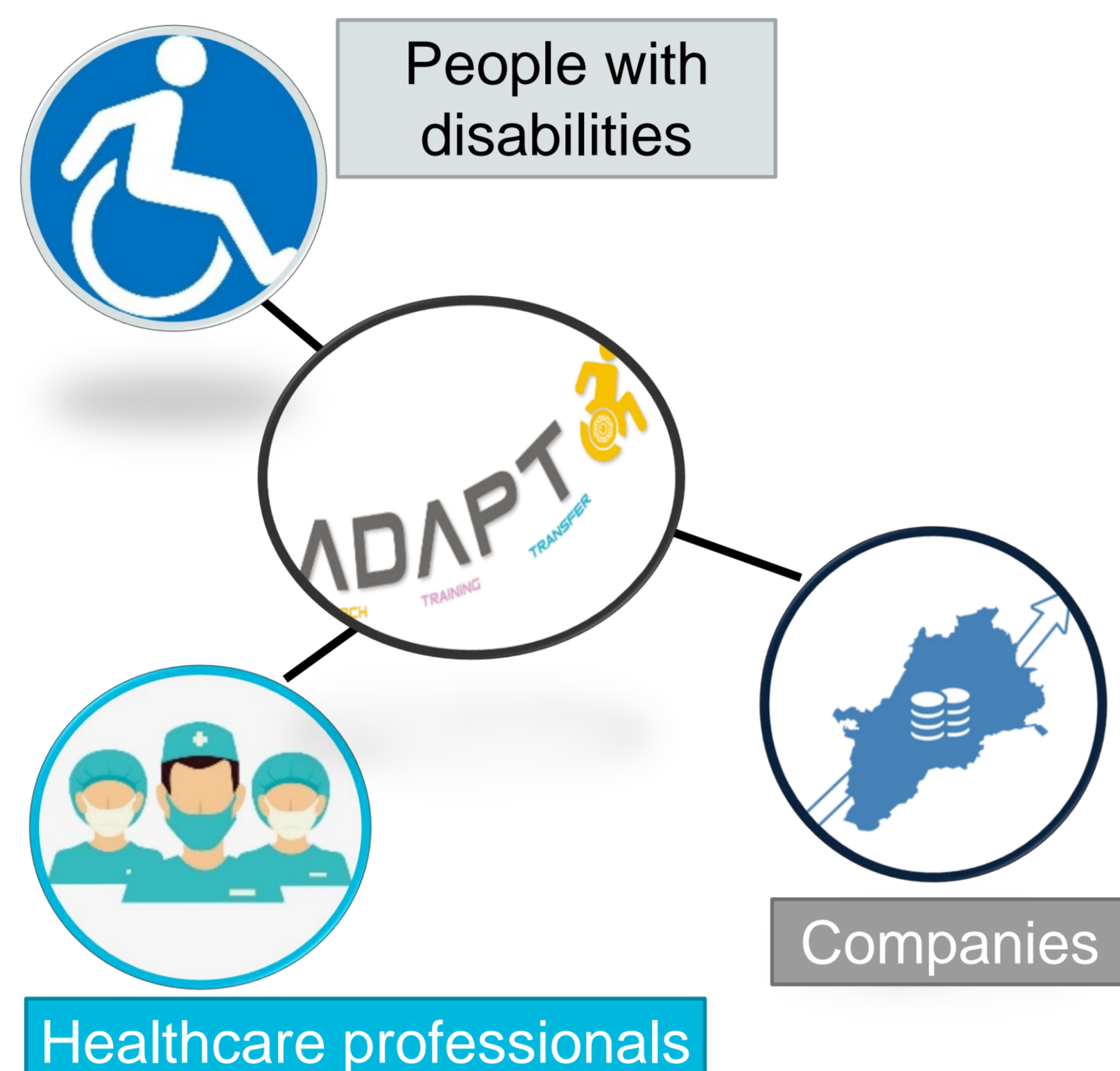
CONTEXT

- **Ageing societies** & increase in **chronic disabilities** are irrevocable trends in the EU,
→ Loss of autonomy; impairment of social interaction and quality of life.
- **Key role** of innovative Assistive Technologies, including Social Assistive Robotics and **smart Electrical Powered Wheelchairs** as effective tools to **empower disabled and aged people** and improve social inclusion
- **Issues still remain** for the **uptake of Assistive Technologies**: interoperability, limited involvement of users, lack of healthcare professional training program

PROJECT OVERVIEW

- **ADAPT** « Assistive Devices for empowering disAbled People through robotic Technologies »
- Call for project : **INTERREG VA France Channel England**
- Duration : **4 years**
- T₀ : May 09th 2017 / Tend : June 30th 2021
- **Budget : 8,7M€ / 5.9M€ ERDF**
- **15 partners** : 7 FR / 8 UK – An interdisciplinary team
 - Universities
 - Hospitals
 - Health networks and economic clusters
 - Companies

FOR WHO?



WHAT ARE THE MAIN OUTPUTS?



WP #1
Simulator for wheelchair driving in virtual reality



WP #2
Driving assistances for a powered wheelchair & patient's monitoring systems

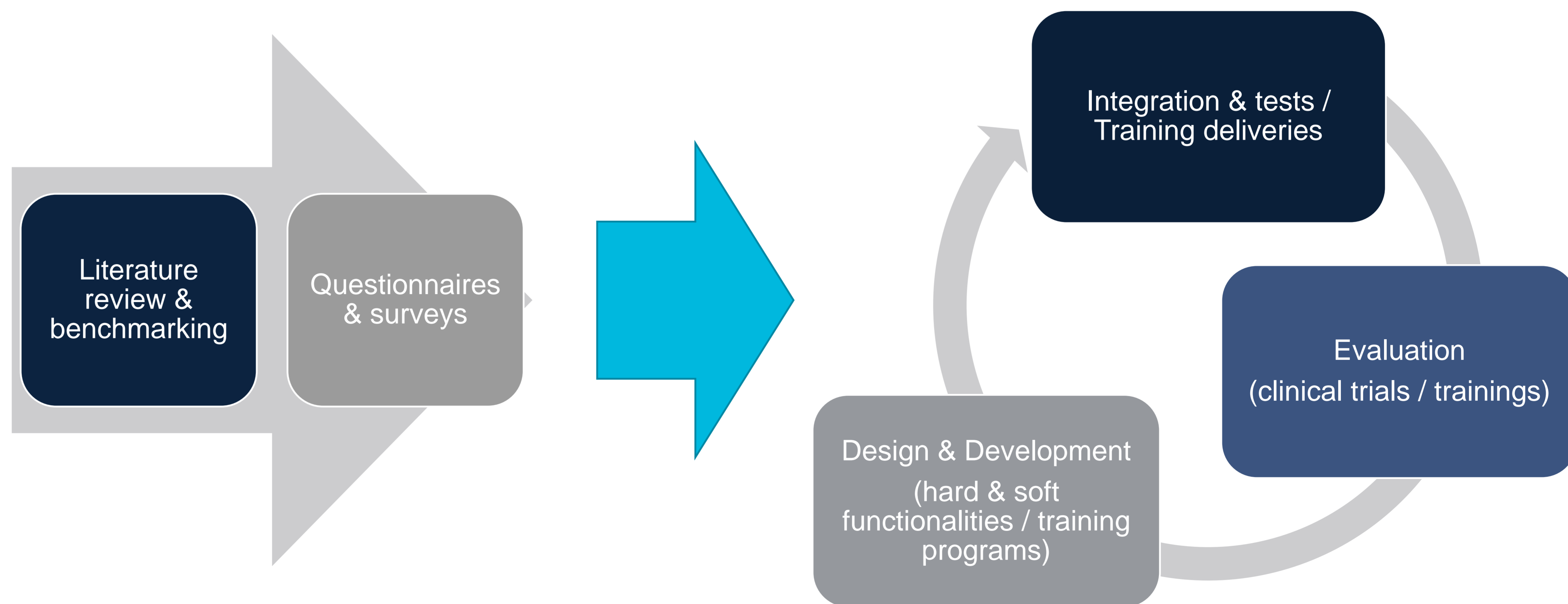


WP #3
Training about assistive technologies for the healthcare professionals



WP #4
Agreements between research labs and companies

METHODOLOGY



RESULTS

WP #1
Preliminary tests of the simulator for EPW driving in VR



WP #2
Clinical trial at PSH with INSA's wheelchair & technologies



WP #3
1st unit of the training program

WP #4
Mapping interactive tool of the stakeholders

Les troubles psychotiques débutants

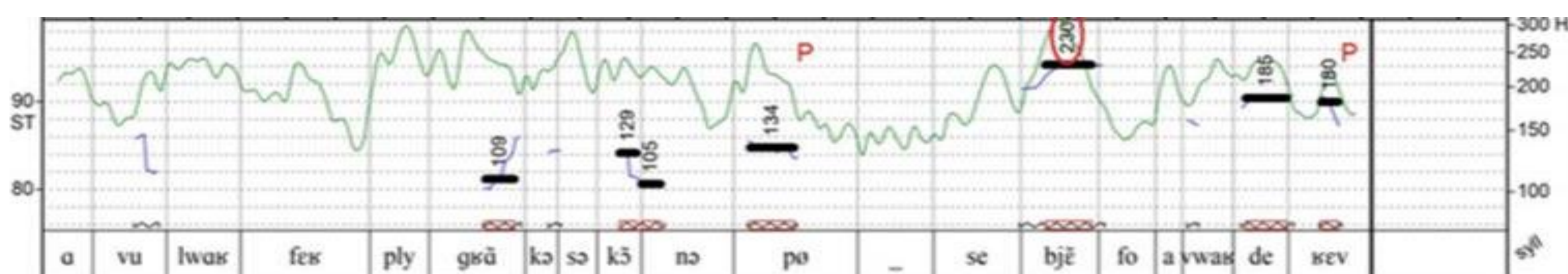
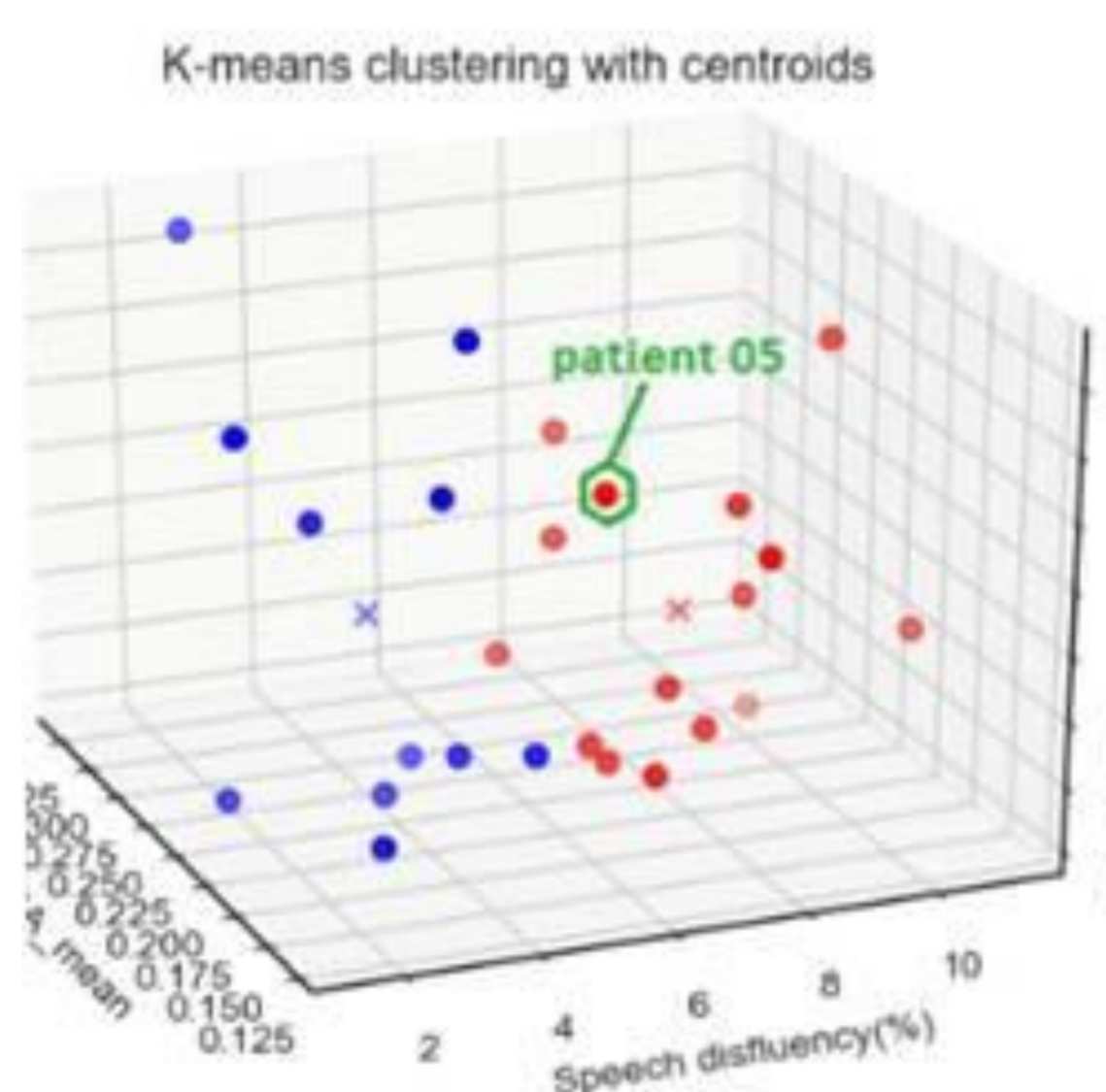
- ▶ **Prévalence des troubles schizophréniques d'environ 0,8 à 1,3%**. Troisième pathologie en terme d'incapacité (chez les sujets de 15 à 44 ans après l'addiction à l'alcool et la dépression) selon le rapport de l'Organisation mondiale de la Santé de 2001
- ▶ **Physiopathologie mal connue**, le modèle explicatif actuel est le modèle diathèse-stress
- ▶ **Modèle diathèse-stress** qui conjugue une vulnérabilité intrinsèque et un stress issu d'expériences vécues et de facteurs environnementaux
- ▶ **L'identification précoce** et les interventions rapides au décours de l'évolution de la pathologie maximisent les effets thérapeutiques et améliorent la qualité de vie du patient

Mise en évidence de biomarqueurs

- ▶ Pathologie d'**installation progressive et très variable** d'un individu à l'autre
- ▶ **Symptômes divers et peu spécifiques** dans la phase prodromique qui précède la période d'état de la schizophrénie
- ▶ Plusieurs biomarqueurs ont été proposés afin de mieux prédire le devenir des patients et de proposer des **stratégies thérapeutiques personnalisées**
- ▶ **Cohorte LONGIPEP** : Constitution d'un patienthèque qui vise à recueillir les données clinico-biologiques, neurophysiologiques et d'imagerie chez les patients suivis dans le cadre d'une psychose débutante

Les marqueurs linguistiques

- ▶ **Les pré-traitements** (orthographe, élimination de la parole du psychiatre (à l'écrit), de la ponctuation, annotation du corpus, élimination de la parole du psychiatre (audio), découpe par thème abordé)
- ▶ **Analyse de la cohérence sémantique** (Latent Semantique Analysis, LSA)
- ▶ **Analyses morphosyntaxiques** (nombre total de mots, nombre de mots uniques, nombre de mots lexicaux, nombre de mots de certaines catégories grammaticales, nombre de propositions, la disfluenza verbale, etc.)
- ▶ **Analyses prosodiques**
- ▶ **Analyses narratives**
- ▶ **Résultats prometteurs** équipes anglo-saxonnes, identifier les patients qui développeront un trouble psychotique avec une précision de 79 à 83%.



L'aide à la décision :

- ▶ Ces marqueurs linguistiques peuvent être combinés avec les données cliniques et paracliniques recueillies dans le cadre du suivi du patient afin de participer à la création d'outil d'aide à la décision
- ▶ **Constitution d'un modèle algorithmique composite** associant différentes modalités (neuroimagerie/clinique/linguistique/biologique) pour la prédiction de l'évolution clinique des patients inclus (Koutsouleris)
- ▶ **Analyse diachronique** qui pourrait permettre d'identifier une dynamique évolutive qui renseignerait sur le stade de la pathologie

Contact : christophe.lemey@chu-brest.fr

Parties prenantes



UBO
Université de Bretagne Occidentale



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

Auteurs

Christophe Lemey
Philippe Lenca
Romain Billot
Yannis Haralambous
Sofian Berrouiguet
Michel Walter

Partenaire



CHRU
BREST
CENTRE HOSPITALIER
REGIONAL UNIVERSITAIRE

Projet COMRADES: COordinated Multi-Robot Assistance DEployment in Smart Spaces

Introduction

- ▶ **Objectifs du projet** – « Étudier l'intégration de robots multiples hétérogènes dans des espaces intelligents, dans une architecture qui est suffisamment flexible et fonctionnelle pour servir à des scénarios d'assistance à la personne avancés »
- ▶ **Collaboration** – IMT Atlantique, équipe IHSEV, et IMT Lille Douai, URIA
- ▶ **But de ces projets** – Permettre une mise en place de collaboration entre les équipes de l'institut en offrant des séjours/budgets déplacements pour celle-ci.

La collaboration

IHSEV
Interactions Humaines Systèmes et
Environnements Virtuels

Services de soin avancés :

- **Rangement** d'une pièce
- **Suivi** des activités humaines
- **Recherche** d'objets

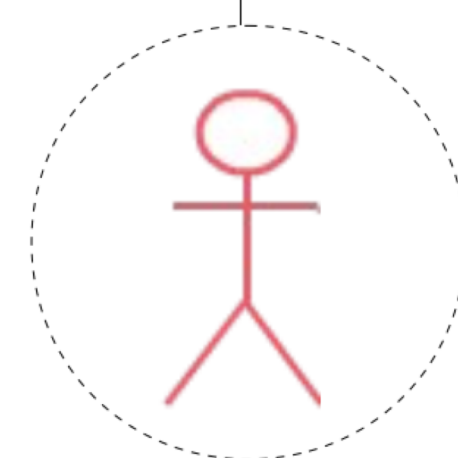
Assignation de tâches



URIA
Unité de Recherche en
Informatique et Automatique

Exploitation de l'Intelligence Artificielle

- **Système de soin** basé sur des robots – agents
- **Planification** des tâches
- **Assigner et exécuter** des tâches en tenant compte de l'humaine
- **Espaces Intelligents**



Pourquoi intégrer des robots dans les espaces intelligents ?

2 paradigmes principaux pour AAL (Ambient Assisted Living)

Espaces intelligents

Robots compagnons

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| I. <u>Rôle proactif</u> | I. <u>Rôle réactif</u> |
| II. Suivi des activités | II. Accompagnement |
| III. Profilage des usagers | III. Assignation de tâche/exécution |
| IV. Alerter personnel médical | IV. Intervention ciblée |

2 paradigmes principaux pour AAL

Espaces intelligents

Robots compagnons

- I. **Complexité élevée de tâches** qui nécessitent de **collaboration** (par exemple distribution de repas/médecine aux patients)
- II. **Augmenter la performance** des tâches dont le caractère est distribué.
- III. Faire émerger une **intelligence artificielle hybride**

Conclusions, suites

- ▶ **Synthèse : Human in the Loop** – Différents projets des deux équipes permettraient d'analyser les activités de l'humain et ses préférences dans le cadre d'un environnement ubiquitaire.
- ▶ **Questions qui se posent** – Comment qualifier un comportement normal/anormal ? Comment et quand modéliser une personne en tant qu'agent collaboratif/compétitif ? Comment modéliser des comportements irrationnels à domicile ?
- ▶ **Ouverture sur d'autres collaborations** – Dépôts de projets collaboratifs (ANR, Europe) ou de thèse en commun.

Publications dans le cadre du projet

- P. Papadakis, A Use-Case Study on Multi-View Hypothesis Fusion for 3D Object Classification, Multi-View Relationships in 3D Data workshop, IEEE International Conference on Computer Vision, 2017
- M. Lujak, P. Papadakis, A. Fernandez, Endowing Mobile Robot Teams with Ambient Intelligence for Improved Patient Care, International Workshop on Artificial Intelligence and Robotics, 2017
- Lujak M., Bouraqadi N., Doniec A., Fabresse L., Fleury A., Karami A., and Lozenguez G.: Towards Robots-Assisted Ambient Intelligence, 5th International Conference on Agreement Technologies 2017
- P. Papadakis, C. Lohr, M. Lujak, A.-B. Karami, I. Kanellos, G. Lozenguez A. Fleury, System Design for Coordinated Multi-Robot Assistance Deployment in Smart Spaces, IEEE International Conference on Robotic Computing, 2018

Parties prenantes



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

Auteurs

Panagiotis Papadakis
Marin Lujak

et al. (d'IMT A et IMT LD)

Partenaires

Financement du fond
d'amorçage de l'Institut
Mines-Télécom



IMT Mines Alès
École Mines-Télécom

EuroMov - Digital Health in Motion

Creation of a joint research unit between EuroMov, University of Montpellier and LGI2P, IMT Mines Alès

New interdisciplinary research unit that focuses on Digital Health in Motion to computationally understand the aetiology of healthy and unhealthy human movement and its determinants as a source of inspiration for cognitive automation.

Manifesto: cross-fertilize artificial intelligence, movement and clinical sciences to uncover health-oriented behavioral and digital plasticity.

Three **research themes** and two **cross-cutting axis** at the crossroads of:

- ▶ Movement sciences: psychology, neurosciences, physiology,
- ▶ Health sciences: sports medicine, gerontology,
- ▶ Computer sciences : artificial intelligence, software engineering, computer vision.



Contact person

Jacky Montmain

Directeur du LGI2P,
IMT Mines Ales, Univ
Montpellier

Jacky. Montmain@mines-ales.fr

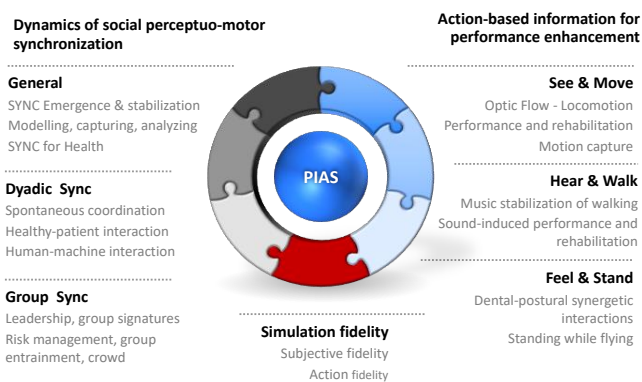
Partners



Mines Alès is certified by:



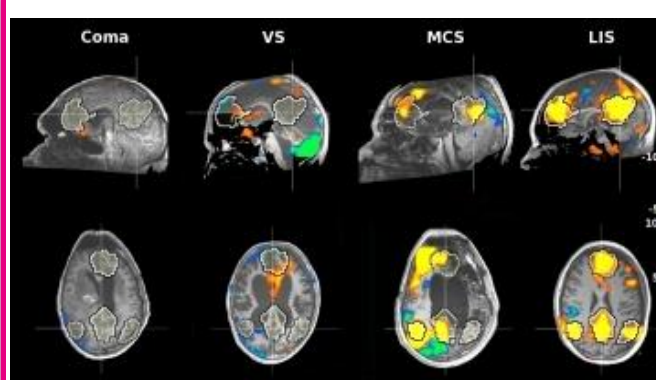
Perception in Action & Synchronization



Objectives: Uncover the laws governing **human perception in moving agents (Perception in Action) and human-environment synchronization.**

Monitoring and Improving Behaviors

Objectives: Provide humans (end-users, caring people, coaches) with **advices to improve their behaviors** in order to reach better health, quality of life or athletic performance. Reciprocally, take inspiration from movement and health data analysis or models to **improve software engineering or artificial intelligences techniques** themselves.



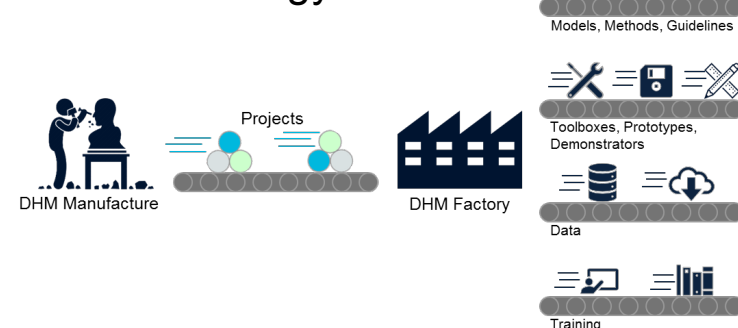
Brain connectivity in various states of consciousness.

Learning and Complexity

Objectives: Better understand **learning and complexity in intelligent agents** (humans or machines), with health-oriented applications. Focus on **reasoning, enactive learning** (learning by doing) and **behavioral complexity**. **Bidirectional translational research** to better cure patients with stroke or low back pain, two pathologies with major societal impact.

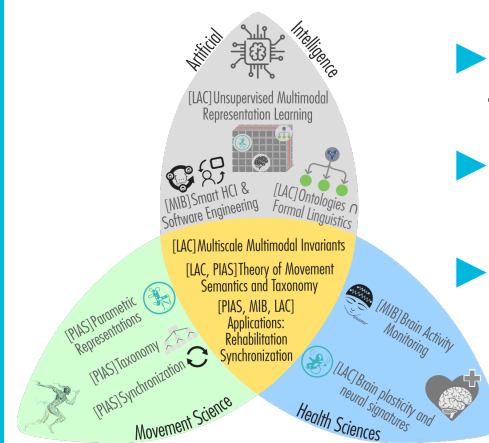
DHM Factory

- ▶ Improve reproducibility of results,
- ▶ Accelerate translational research and technology transfer.



Semantics and Taxonomy of Movement

- ▶ Define movement taxonomies,
- ▶ Model semantics with linguistic formalisms,
- ▶ Identify invariants to reason about movement.

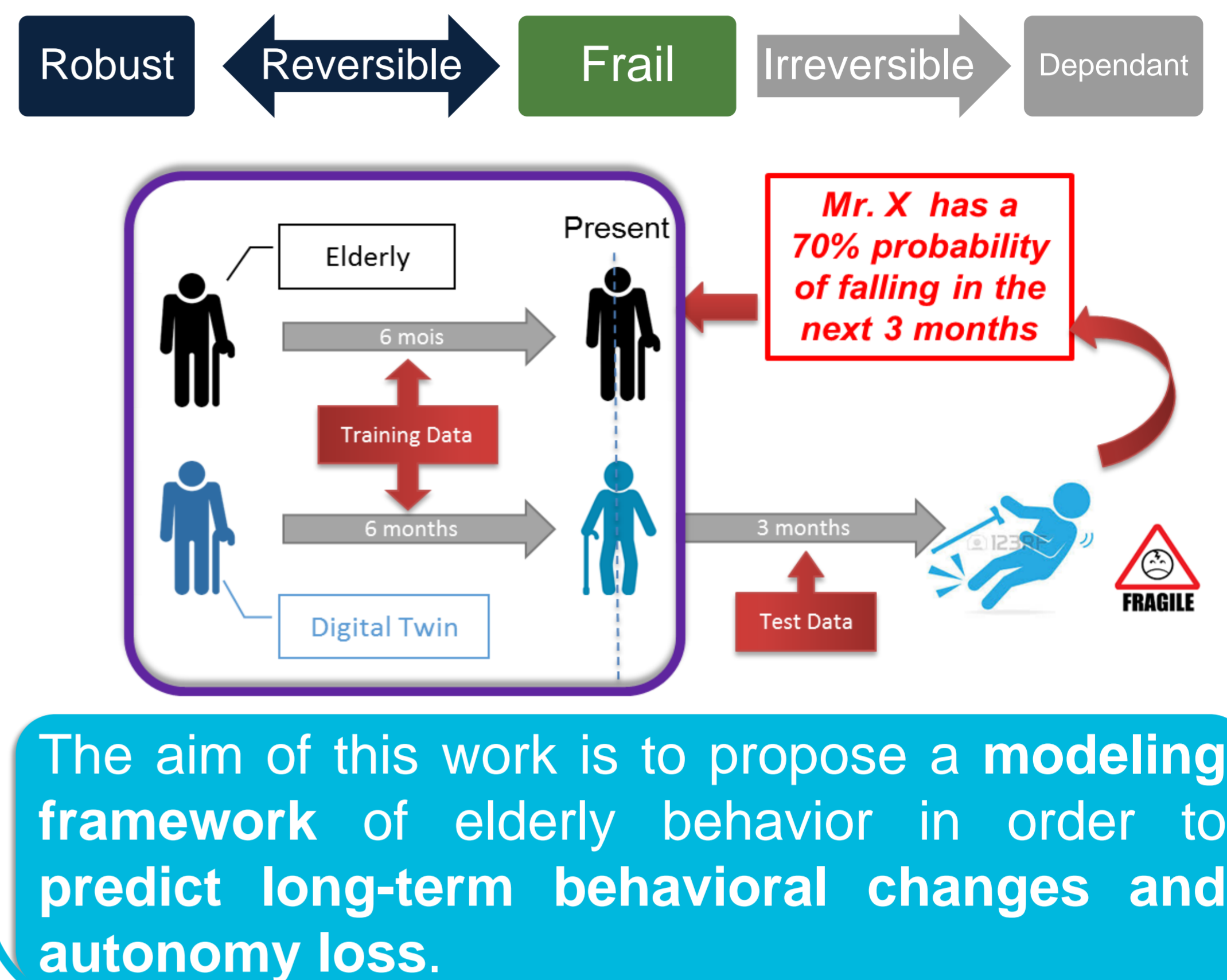


Digital Twin : A Data-Driven Modeling of Elderly Behavior Living in a Smart Home

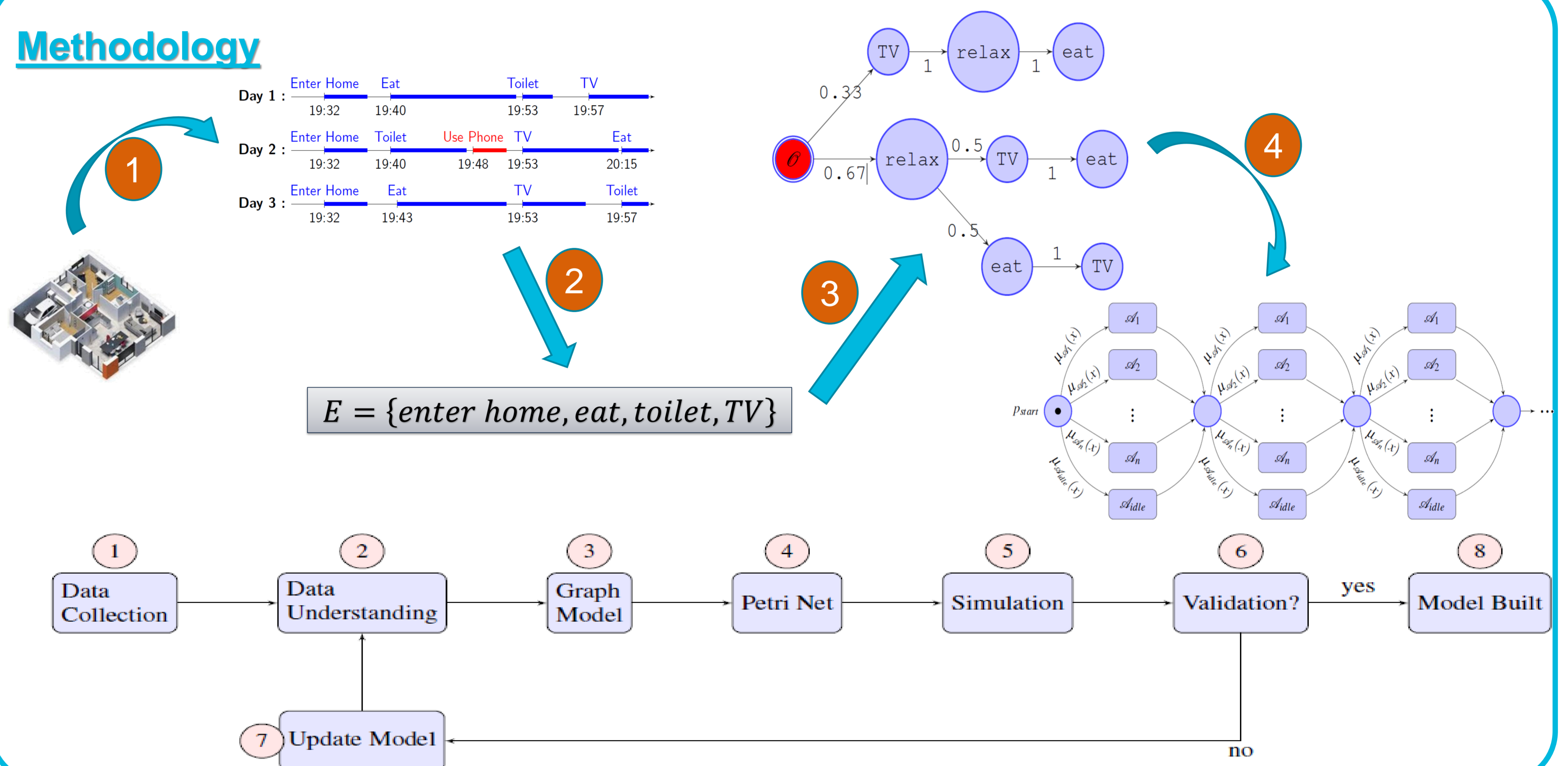
Introduction

- The global population of elderly people aged 60 years and more was 600 million in 2000 and is expected to rise to around 2 billion by 2050,
- New challenges for the healthcare system due to the lack of infrastructure and resources in the future
- Healthcare system must move from a reactive paradigm to a more proactive one: **health monitoring at home**,
- Recent advances in pervasive technologies have opened new opportunities such as **smart homes**

Objectives

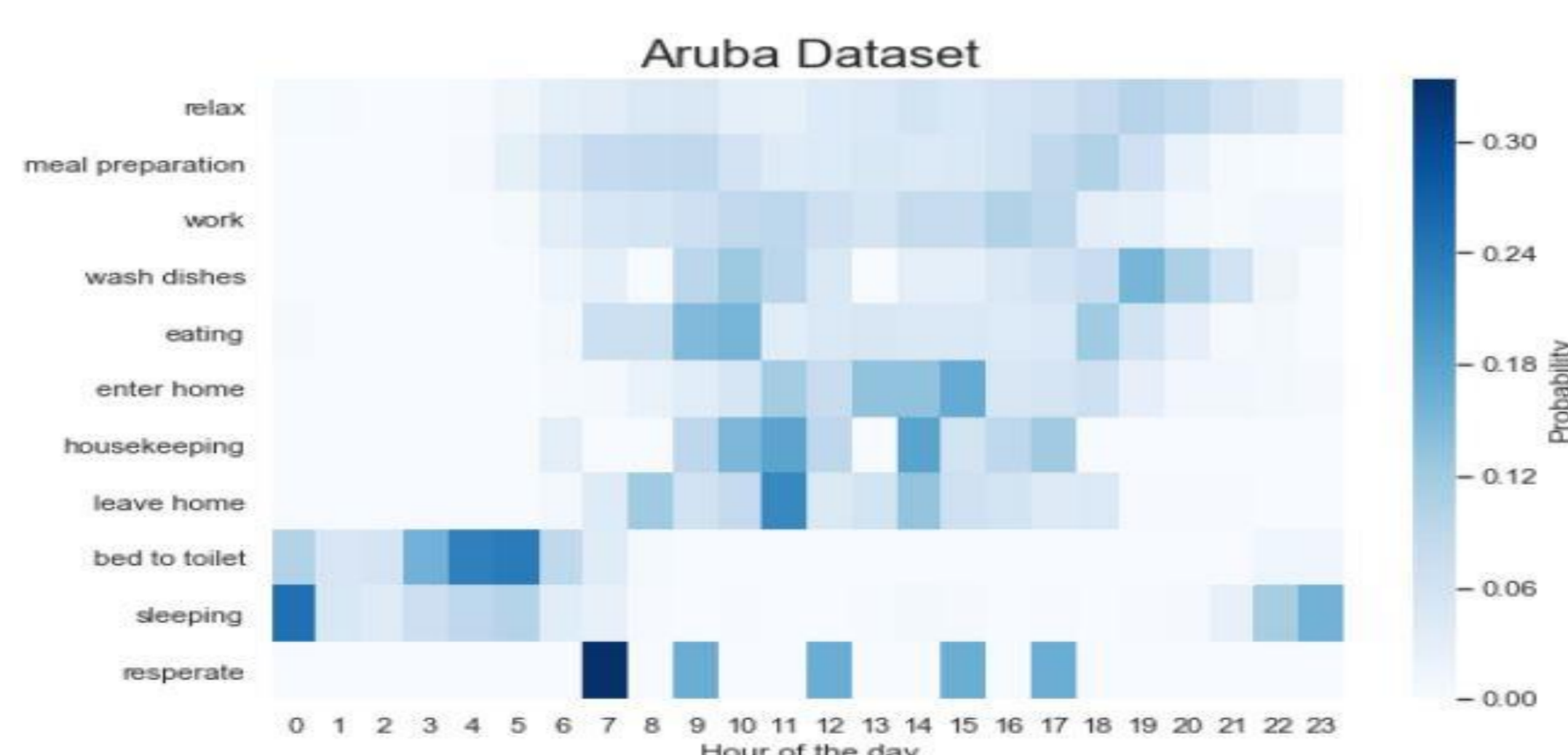


Methodology

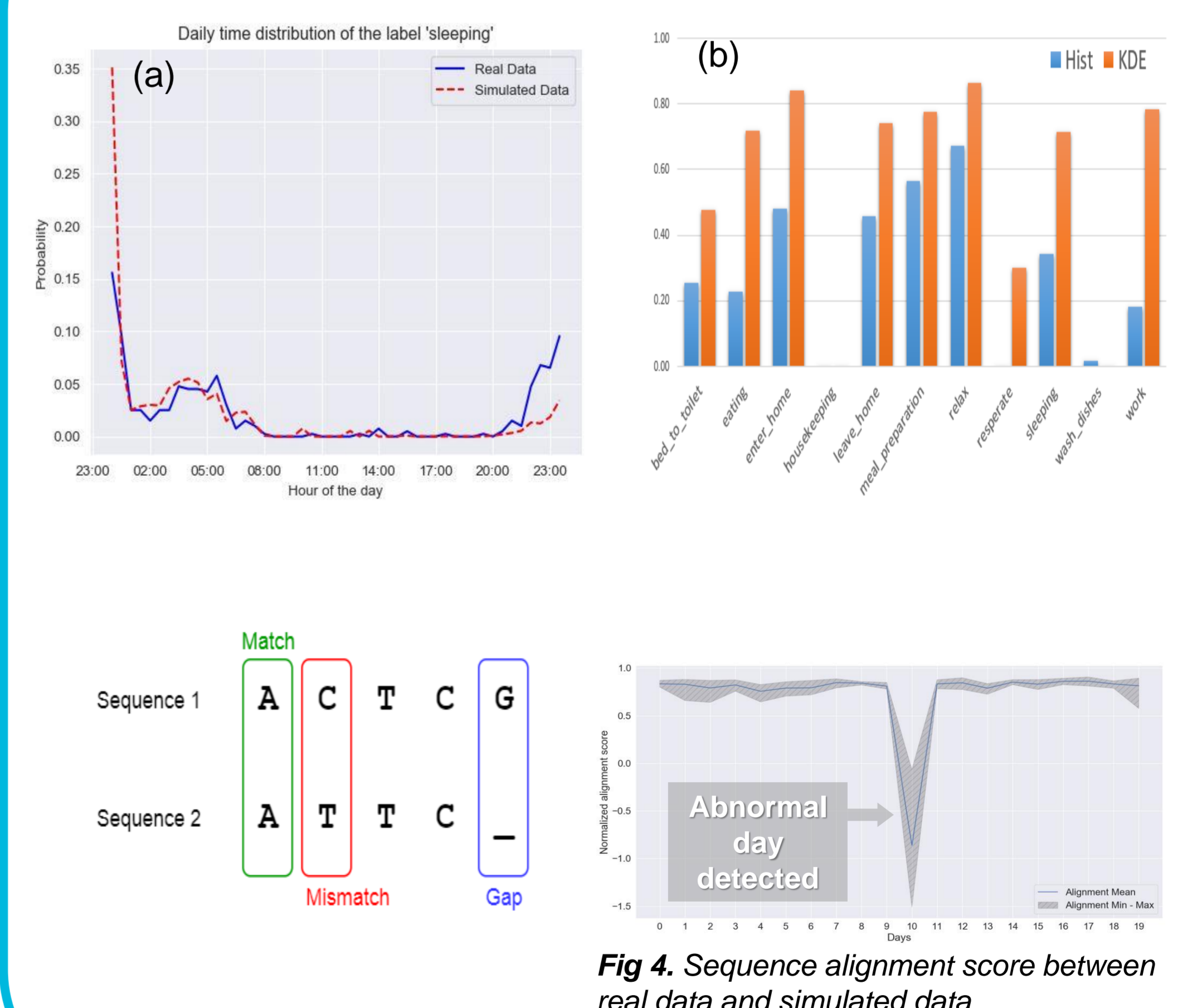


Case Study : Aruba Dataset

- Elderly Woman living Alone
- 34 sensors installed
- 11 activities captured
- 220 days of data recorded



Results



Conclusion

- The digital twin model allows the modeling of human activity using a training activity log,
- The model can be used to detect abnormal behaviors By comparing simulated behavior and real data,
- For future work, we plan to use the model for behavior prediction.

Parties prenantes



Auteurs

Cyriac Azefack
Vincent Augusto
Raksmei Phan
Xiaolan Xie

Partenaires



LOIRE - HAUTE LOIRE
SERVICES DE SOINS
ET D'ACCOMPAGNEMENT
MUTUALISTES



Caractérisation de la Maladie d'Alzheimer à travers l'écriture manuscrite acquise sur Tablette graphique

Introduction

- **Motivation:** caractériser la maladie d'Alzheimer à un stade débutant (AD) et via les paramètres spatiotemporels de l'écriture manuscrite sur tablette.
 - **Objectif: Aide à la décision**
- **Problème complexe: difficulté de diagnostic**
 - Population Alzheimer non homogène
- **Etat de l'art**
 - Extraction de paramètres spatiotemporels globaux
 - Tests statistiques ou méthodes de classification (LDA)
 - Hypothèse forte de ces travaux : Population Alzheimer homogène

Notre approche

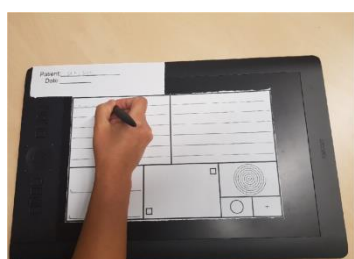
- **Analyse de la dynamique spatiotemporelle du tracé**
 - Prise en compte de la dynamique de la vitesse le long du tracé
- **Apprentissage semi-supervisé: émergence de sous-groupes homogènes sur toute la population (Alzheimer, MCI et sujets contrôlé)**
 - Clustering hiérarchique (CAH) : Tâche 1
 - K-medoids avec distance élastique (Dynamic Time Warping): Tâche 3
 - Formalisme bayésien agrégeant l'information contenue dans chaque cluster pour la classification : Tâche 3

Parties prenantes



Extraction de paramètres

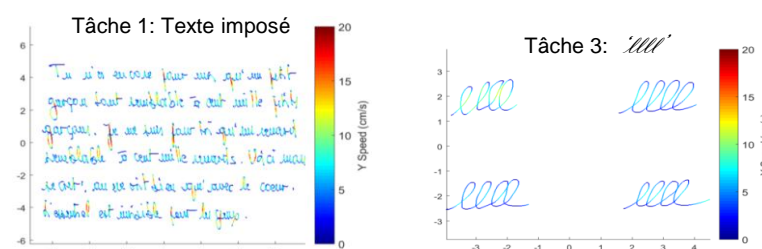
- Participants: 29 Alzheimer débutant (AD), 28 Personnes Contrôle (HC) et 87 Troubles cognitifs légers (MCI) tels que MMSE ≥20 et âge ≥60
- Suite de points $(x(n), y(n))$



$$V_x(n) = \Delta x(n) / \Delta t(n)$$

$$V_y(n) = \Delta y(n) / \Delta t(n)$$

Tablette Wacom avec feuille lors d'une acquisition



Module de la vitesse instantanée sur le tracé manuscrit

Clustering et sélection de paramètres (Texte imposé)

- **Sélection de paramètres avec l'Information Mutuelle (entre clusters et classes)**

- Discrétisation des paramètres sur 5 bins et CAH. Critère : Information Mutuelle
- Processus itératif pour sélectionner les meilleurs paramètres

→ Paramètres sélectionnés:

- F1: nombre de points à accélération verticale nulle sur la trajectoire en l'air (changements de signe de la vitesse verticale)
- F2: temps entre mots
- F3: jerk vertical sur la trajectoire sur tablette

Cluster	HC			MCI			AD			Total
	MMSE	Age	Taille	MMSE	Age	Taille	MMSE	Age	Taille	
CL1	29,5±0,7	81,0±8,5	2	28,0±0	83,0±0	1	17,8±3,0	80,8±3,7	4	7
CL2	28,7±1,5	72,0±6,1	3	27,4±2,2	80,6±5,5	50	23,4±2,9	79,8±7,3	22	75
CL3	28,6±1,4	73,3±5,9	23	28,3±1,8	75,0±9,1	36	24,6±3,5	80,0±5,6	3	62
Total	28,7±1,3	73,7±6,2	28	27,8±2,1	78,3±7,7	87	22,7±3,5	79,9±6,6	29	144

Deux tendances:

- ✓ Dominance Alzheimer (CL2)
- ✓ Dominance Contrôlé (CL3)
- ✓ Classe MCI répartie sur CL2 et CL3

Auteurs

Christian KAHINDO
Mounim A. ELYACOUBI
Sonia GARCIA-SALICETTI
Anne-Sophie RIGAUD
Victoria CRISTANCHO-LACROIX

Partenaires



K-medoids et formalisme bayésien (Boucles)

- **Classification Bayésienne**

Clustering des boucles : K-medoids et distance élastique sur la vitesse instantanée

→ Probabilité a posteriori d'une classe C_k connaissant les données D_i :

$$P(C_k / D_i) = \frac{P(D_i / C_k) \times P(C_k)}{P(D_i)}$$

avec $P(D_i / C_k) = \prod_{j=1}^{N_i} P(B_j^i / C_k)$ et $P(D_i) = \sum_{k=HC, AD} P(D_i / C_k) P(C_k)$

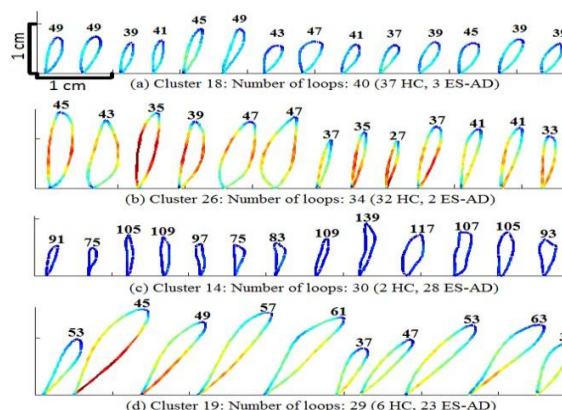
où D_i : les boucles « / » d'une personne donnée i , C_k : profil cognitif (AD, HC)

et B_j^i : Plus proche Medoid de la $j^{\text{ème}}$ boucle de la personne i

$$P(B_j^i / C_k) = \frac{P(C_k / B_j^i) \times P(B_j^i)}{P(C_k)} \text{ avec } P(B_j^i) = \frac{N_{cluster-k}}{N_{Total}}$$

→ Classification d'une personne donnée i (avec données D_i)

$$C_k^* = \arg \max_{k=HC, AD} P(C_k / D_i)$$



Exemples d'échantillons et leur nombre de points correspondant, dans 4 clusters (le nombre de boucles de chaque classe est indiqué par cluster)

Leave-one-out: 53 sujets (27 AD, 27 HC) en apprentissage et 1 en test (54 plis)

	LDA Codage global (V_x, V_y)	Bayes Codage global (V_x, V_y)	Bayes Codage semi-global (V_x, V_y)	Bayes Codage local ($V_x(n), V_y(n)$)
Classification	59.3 %	60.4±2.1%	64.4±3.4%	75.9±1.9%
Spécificité	51.9%	64.4±2.5%	65.2±3%	75.2±3.7%
Sensibilité	66.7%	56.3±3.2%	63.7±2.8%	76.7±2.9%

→ Amélioration relative de 28% par rapport à l'état de l'art (LDA): on constate l'apport du clustering (+1.1%) puis de toute la dynamique (+15.5%)

→ Les paramètres globaux font perdre beaucoup d'information

Conclusion et perspectives

- Force de notre approche: un seul paramètre cinématique, la vitesse, donne 75,9% de classification en validation (+28% par rapport à l'état de l'art)
- Fusion avec d'autres paramètres spatiotemporels séquentiels (accélération, jerk, pression, direction, courbure, etc.)
- Extension de l'approche à d'autres tâches d'écriture

M. A. El-Yacoubi, S. Garcia-Salicetti, C. Kahindo, A. S. Rigaud, and V. Cristancho-Lacroix. "From aging to early-stage Alzheimer's: uncovering handwriting multimodal behaviors by semi-supervised learning and sequential representation learning", Elsevier, Pattern Recognition (PR), vol. 86, pp. 112-133, 2019.

Kahindo, C., El Yacoubi, M., Garcia-Salicetti, S., Rigaud, A. S., Cristancho-Lacroix, V., "Characterizing Early Stage Alzheimer through Spatiotemporal Dynamics of Handwriting", IEEE Signal Processing Letters (SPL), DOI: [10.1109/LSP.2018.2794500](https://doi.org/10.1109/LSP.2018.2794500), 2018

Contact : {christian.kahindo, mounim.el_yacoubi, sonia.garcia} @telecom-sudparis.eu

Contexte et objectifs

► **Contexte:**

- La détérioration cognitive a un impact négatif dans les activités fonctionnelles
- L'activité physique peut être une thérapie pour préserver ou améliorer l'autonomie d'un patient en état de fragilité
- Le maintien en autonomie du patient âgé permet d'optimiser la charge des professionnels de santé dans la gestion des situations de dépendance de plus en plus importantes dans les années à venir

► **Objectifs:**

- Sol Sensitif pour acquisition des données de la marche et du parcours
- Mettre en place des activités physiques interactives simples et intuitives
- Analyser les capacités cognitives à travers une activité ludique
- Fournir des nouveaux marqueurs de fragilisation/fragilité de la démarche en situation de vie de tous les jours
- Recours à des "Jeux Sérieux" exploitant les signaux recueillis

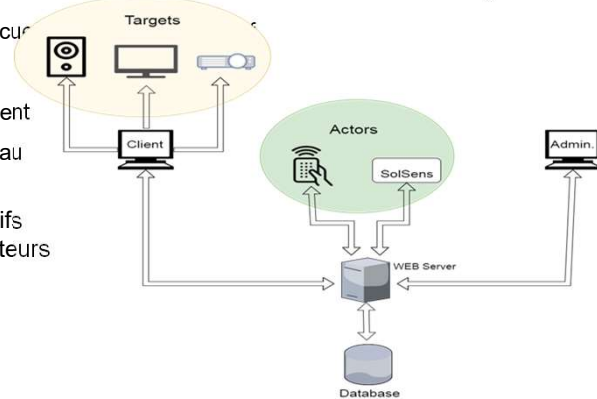
Système logiciel

► Système multi-interface : Interface Médecin / Interface Patient

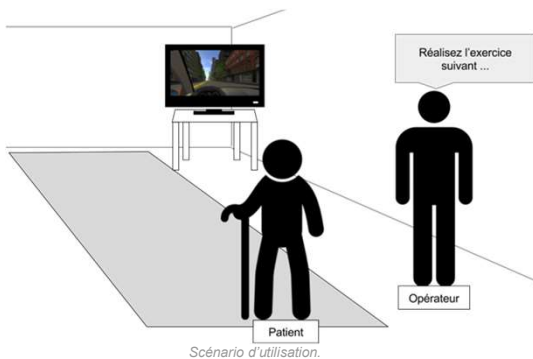
► Plusieurs écrans et haut-parleurs peuvent être connectés au système

► Analyse multimodale de données : Sol Sensitif, dispositifs ambulatoires (accéléromètres, centrales inertielles), capteurs environnementaux

► Mesures enregistrées dans une base de données



Architecture matérielle du système.



Scénarios d'utilisation

- Proposition de scénario d'usage du Sol Sensitif dans un environnement écologique
- Test de tâches quotidiennes en s'inspirant du Naturalistic Action Test (NAT)
- Elaboration de scénarios de trajets en ligne droite ou en parcours complexe avec interface de réalité virtuelle 3D et réalité augmentée
- Proposition de jeux en « première et troisième personne »



Parties prenantes



Une école de l'IMT

Auteurs

Jérôme Boudy - Télécom Sud Paris
André Thépaud, IMT-Atlantique
Christophe Lohr IMT-Atlantique
Jérôme Kerdreux, IMT-Atlantique
Patricio Tula, IMT-Atlantique
Anthony Fleury, IMT Lille-Douai
Gérard Dray, IMT-Mines Alès
Pierre Jean, IMT-Mines Alès
Stefan Janaqi, IMT-Mines Alès
Jean-Louis Baldinger, Télécom Sud Paris
Bernadette Dorizzi, Télécom Sud Paris
Mossaab Hariz, Télécom Sud Paris
Nesma Houmani, Télécom SudParis

Expertises

Programmation graphique
Architecture logicielle
Simulation
Traitement de données
Gestion de ressources
Systèmes embarqués

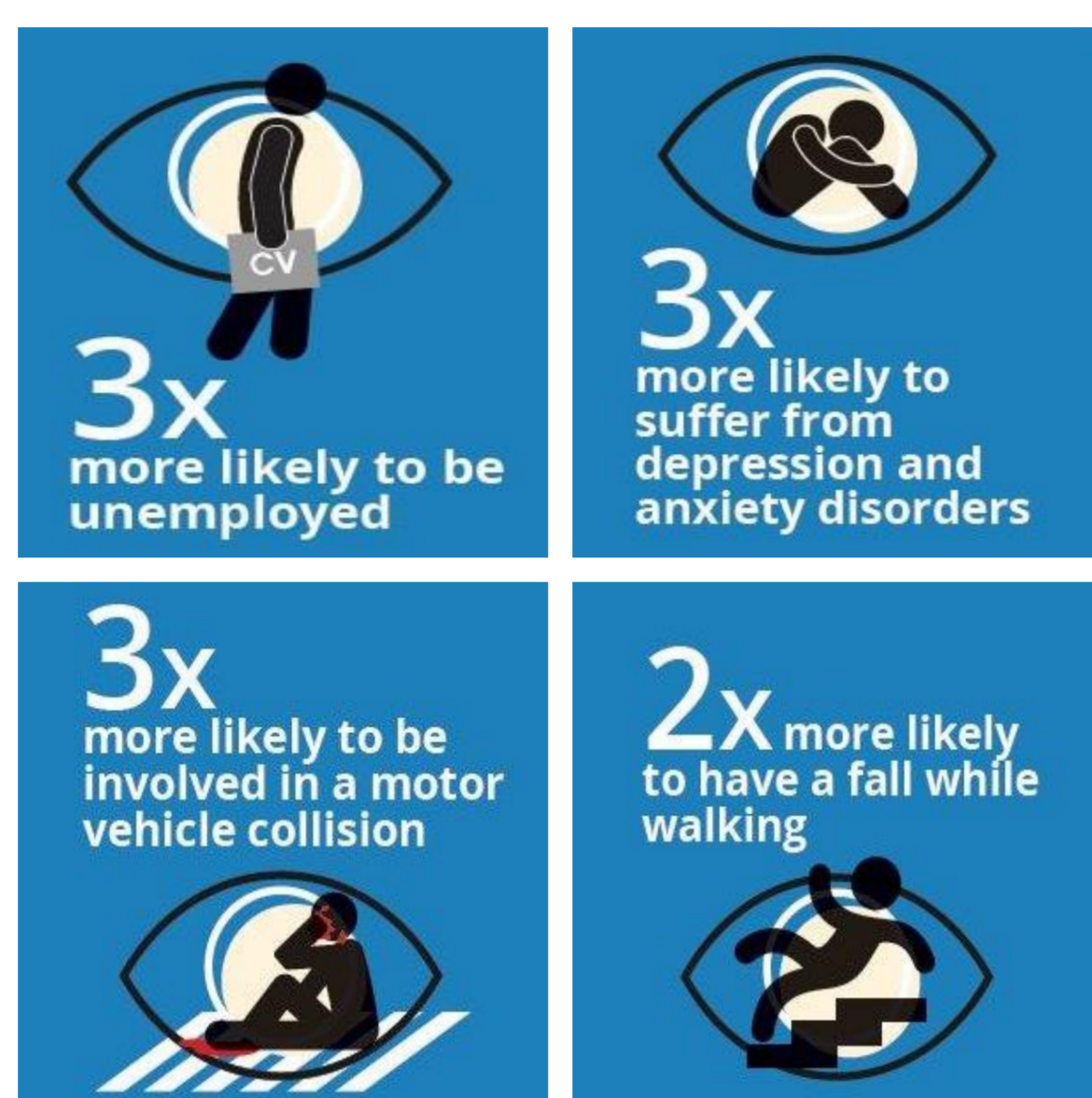
Principales plateformes

- NodeJS
- ThreeJS
- Bootstrap
- SensFloor
- MongoDB
- JQuery
- PlanckJS

Gestion de l'éclairage pour l'aide à la mobilité autonome des personnes âgées souffrant de basse vision

Contexte et problématique générale

Selon les données récentes de l'OMS



Source : OMS

- ▶ À l'échelle mondiale, d'après les estimations, environ **1,3 milliard de personnes** vivrait avec une forme de **déficience visuelle**
- ▶ La majorité des personnes atteintes de déficience visuelle ont **plus de 50 ans**
- ▶ Dans leur **jeunesse**, **81 %** de ces personnes ne souffraient d'**aucun trouble visuel**
- ▶ Le nombre de personnes atteintes de déficience visuelle va **tripler** dans les **10 prochaines années**
- ▶ Dans le monde, près de **37,3 millions de chutes** suffisamment **graves** pour nécessiter des soins médicaux ont lieu chaque année
- ▶ L'**âge**, conjugué à des **environnements inadaptés** à une population vieillissante, est l'un des **principaux facteurs de risque** de chute.

Partenariat international

Étude de l'influence des conditions lumineuses sur la perception visuelle des malvoyants

- ▶ La représentation de l'environnement n'est pas modifiée
- ▶ Le champ de vision n'est pas restreint et demeure accessible dans sa globalité
- ▶ **Aucun appareil** n'a besoin d'être **porté** que ce soit sur la tête ou à différents autres endroits du corps préservant ainsi les mouvements naturels
- ▶ Les **deux mains** demeurent **libres** pour effectuer les activités quotidiennes
- ▶ Les **conditions d'éclairage** peuvent être **adaptées** au contexte environnant ainsi qu'à la déficience visuelle réduisant ainsi les contraintes de rééducation
- ▶ La **vision résiduelle** demeure **stimulée** ce qui est fortement recommandé par tous les professionnels travaillant dans le domaine de la basse vision

Protocoles expérimentaux

Investigations menées et en cours

- ▶ Trois des déficiences visuelles les plus répandues sont prises en compte :
 - le scotome central
 - la vision tubulaire
 - la vision floue
- ▶ L'étude vise à déterminer l'impact de trois caractéristiques de la lumière sur la mobilité des malvoyants :
 - niveau lumineux et température de couleur
 - contrastes achromatiques
 - contrastes chromatiques
- ▶ **Premiers résultats** : P. Katemake, A. Radsamrong, É. Dinet, C.W. Heng, Y.C. Kuang, V. Kalavally, A. Trémeau, *Influence of LED-based assistive lighting solutions on the autonomous mobility of low vision people*, Building and Environment 157, pp. 172-184, 2019

Parties prenantes



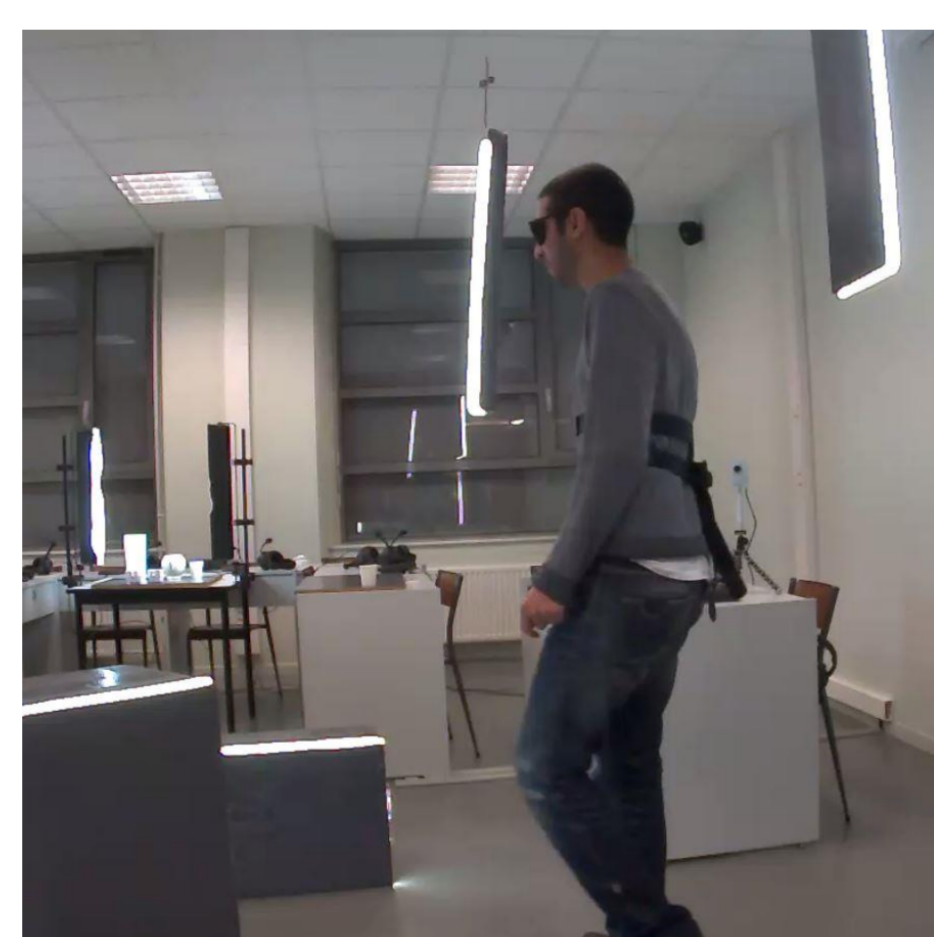
Auteurs

Éric Dinet
Patrice Brand

Partenaires



Dispositif Etolya
Source : Anaxi Technology



Exemple d'expérimentation :
Étude de l'impact des contrastes achromatiques sur la mobilité
Source : Laboratoire Hubert Curien

Parties prenantes



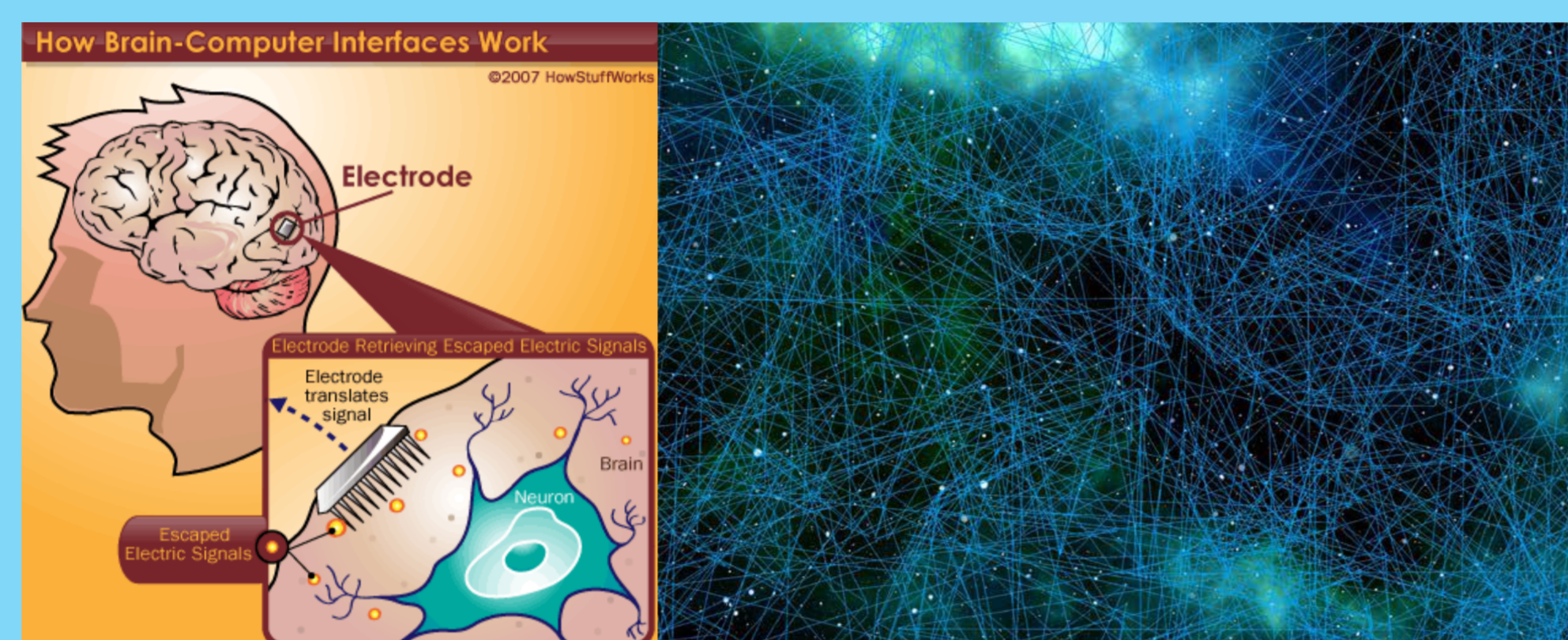
Auteurs

Pr. Rodney O'Connor
Dr. David Moreau
Dr. Esmâ Ismailova
Dr. Charles Rezaei-Mazinani

Partenaires

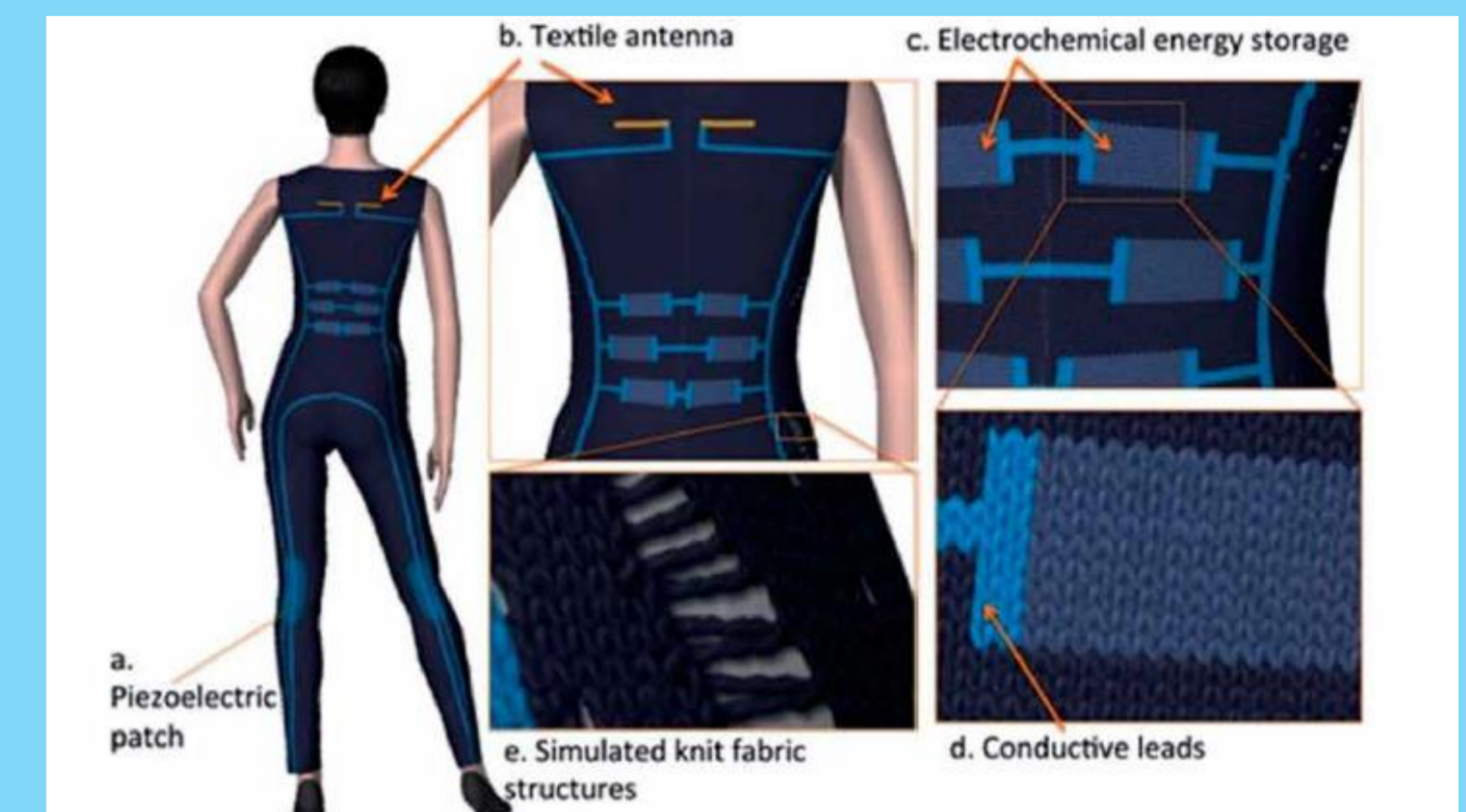


Neuro-ingénierie



Concevoir et développer des dispositifs microélectroniques pour stimuler et enregistrer le cerveau

Textiles bioélectroniques



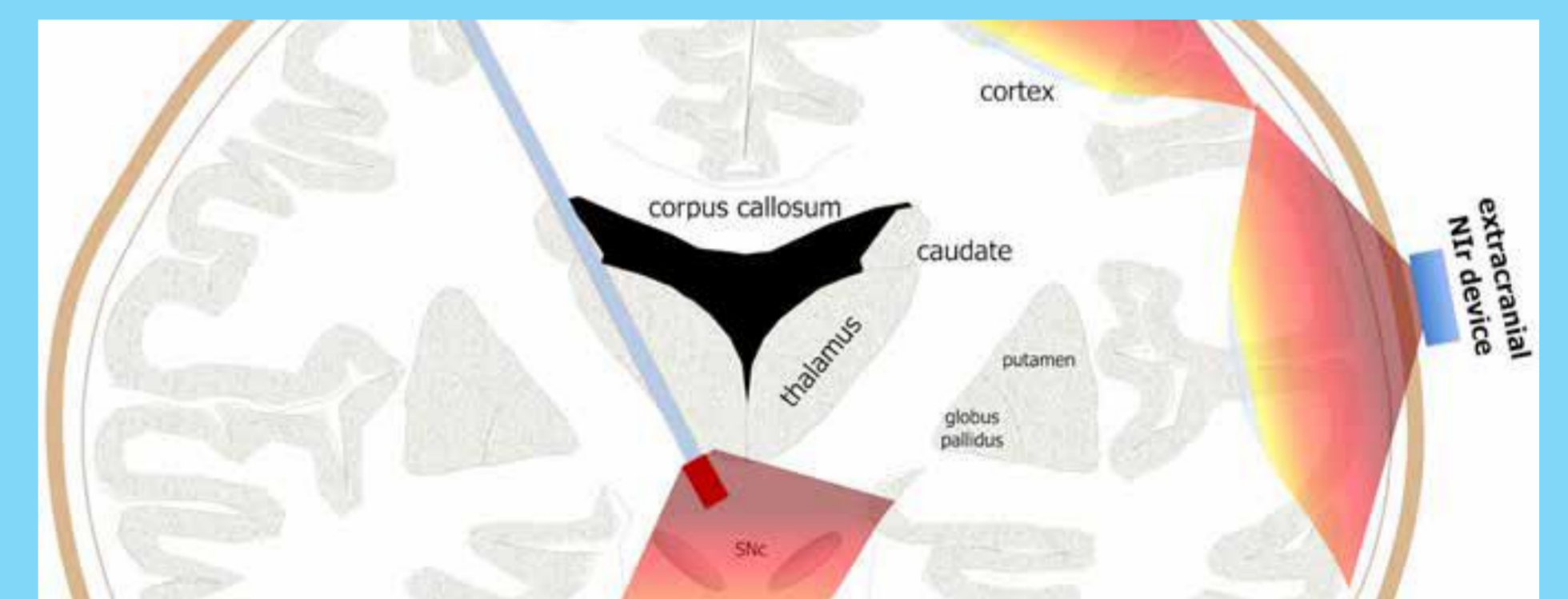
Combiner les forces du textile et de l'électronique pour développer de nouvelles formes de capteurs et d'actuateurs

Médecine Bioélectronique



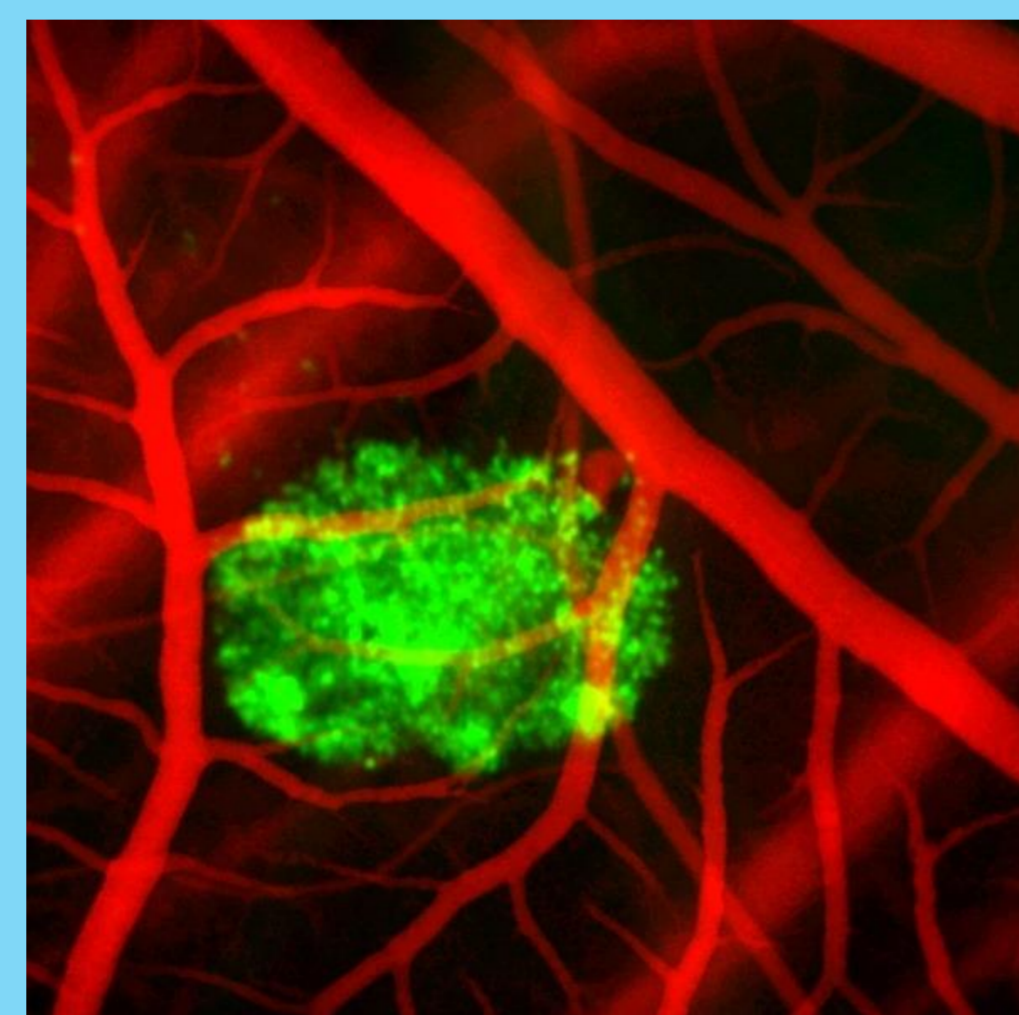
Développer des dispositifs microélectroniques biocompatibles implantables pour le traitement de maladies

Interfaces neuro-optiques



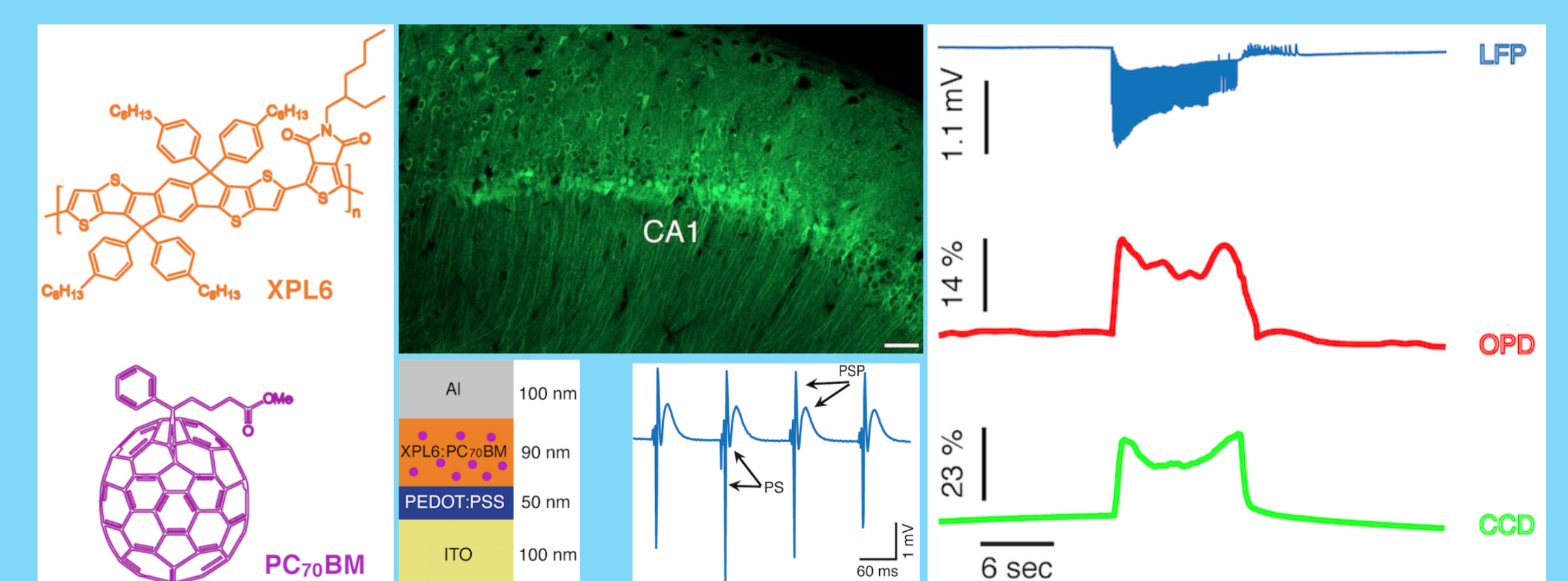
Stimuler le cerveau avec de la lumière infrarouge pour le traitement de maladies neurodégénératives et pour assister les neurochirurgiens

Bioélectronique anticancéreuse



Développer des dispositifs microélectroniques pour détecter et traiter les tumeurs cancéreuses

Opto-Bioélectronique et IA

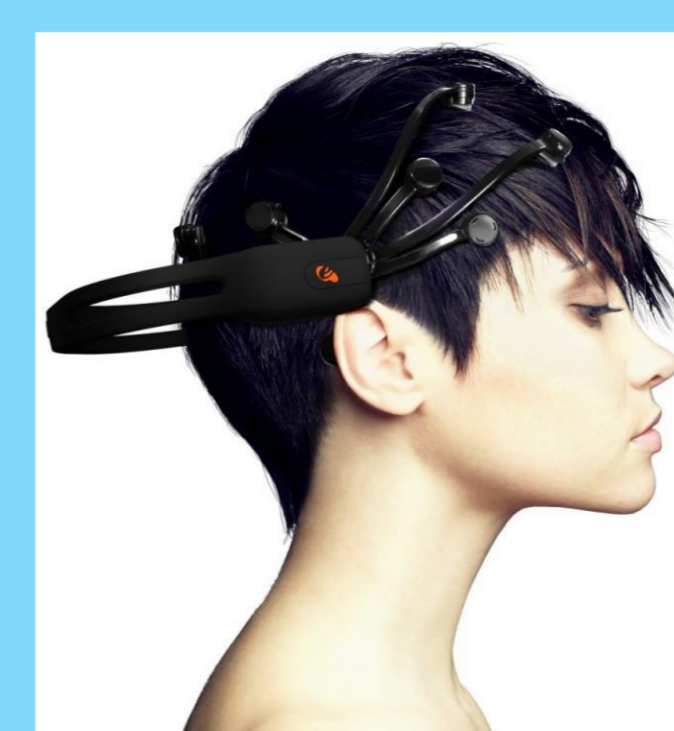


Développer des photodétecteurs organiques pour détecter les signaux calciques. Analyser l'encodage des informations neuronales par l'IA.

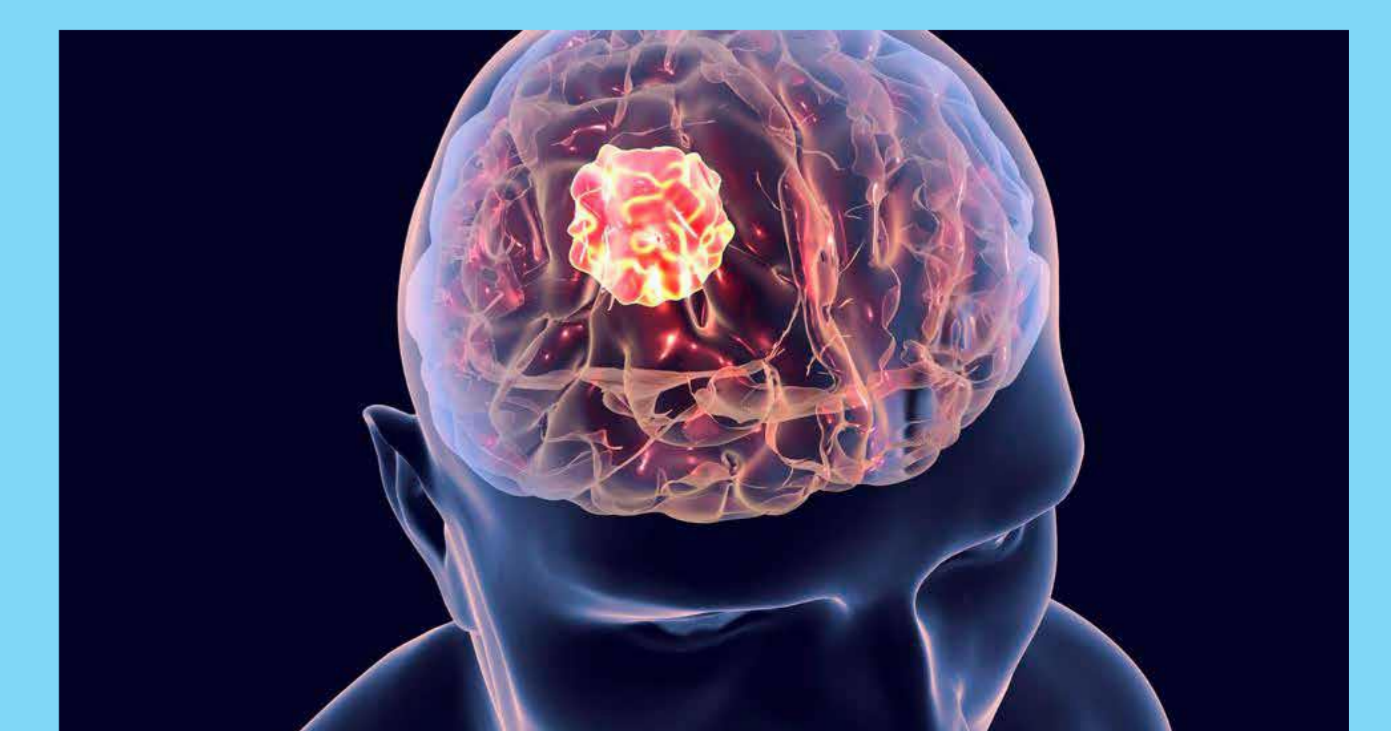
Applications



Neuroprothèses



Interfaces cerveau-machine



Traitements anticancéreux

Ismailova, **IEEE FLEPS conference**, 2019
Someya et al., **Nature** 540, 379-385 2016

Rezaei-Mazinani et al., **J. Mater. Chem. C**, 7, 2019
Moreau et al., **J. Biophotonics**, 11(2), 2018

Parties prenantes



Auteurs

Yaneck Gottesman

Partenaires



Motivations

- ▶ Capteurs / Imageurs usuels n'enregistrent qu'une information très partielle sur l'échantillon étudié
- ▶ Potentiel de détection et d'extraction des caractéristiques morphologiques et physiques des objets d'intérêt limité

Objectifs de la plateforme

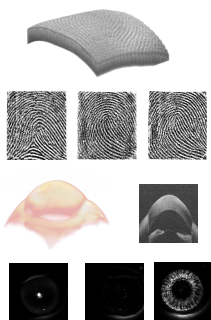
- ▶ Prototypage sur-mesure des imageurs (ex : C-OCT, microscope à ouverture synthétique)
- ▶ Enregistrer des informations riches (multimodalité) et fines (avec référencement métrologique) de l'interaction entre la lumière et le tissu biologique
- ▶ Dépasser les limites conventionnelles d'observation
- ▶ Modélisation physique de l'interaction lumière-matière et de l'imageur à partir des données acquises
- ▶ Possibilité de manipuler l'échantillon de façon numérique (jumeau optique) pour
 - En extraire des représentations variées (image, champ de vitesse de déformation, morphologie 3D, spectre optique,...)
 - Simuler la réponse de l'échantillon sous d'autres conditions expérimentales que celle utilisée
 - Sous des conditions difficilement réalisables expérimentalement

Complex Optical Coherence Tomography (C-OCT)

→ Détection de fraudes identitaires

- ▶ Technologie de source laser utilisée (SG-DBR) avec stabilité de phase inédite
- ▶ Mesure 3D de la lumière rétro-diffusée (intensité et phase) par l'échantillon
- ▶ Accès au spectre optique sur l'ensemble du volume de l'objet
- ▶ Imagerie fonctionnelle (Doppler)
- ▶ Ces signaux permettent
 - Des traitements des signaux singuliers (par exemple pour améliorer la qualité des images de coupes en profondeur)
 - Mesurer les déformations temporelles du tissu (dont déformations élastiques, champ de vitesse 3D – travail en cours)
- ▶ Possibilité probable d'observer des échantillons fortement diffusants et aberrants sans optique adaptative – travail en cours

Ce dispositif (1 brevet) a été développé pour réaliser un capteur biométrique sécurisé (détection de fraudes identitaires). Transfert technologique (BioDigital) vers Idemia effectué en 2018. Nous sommes intéressés à exploiter l'approche instrumentale développée pour des applications médicales également



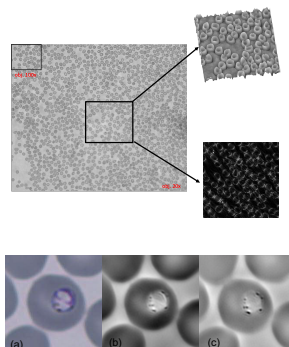
Détection de fraude biométrique (haut) par apposition d'un leurre sur empreinte digitale (bas) par utilisation d'une lentille sur laquelle une réplique d'iris est imprimée

Microscopie à synthèse d'ouverture grand champ Label-free

→ Simplification du diagnostic du paludisme

- ▶ Données produites : intensité (absorption) et phase optique (Morphologie 3D) de l'échantillon à différents λ .
- ▶ Imageur GigaPixel avec facteur de sur-résolution comprise entre 2-6 (avec possibilité de dépasser la résolution des microscopes à immersion)
- ▶ Manipulation du jumeau optique numérique : Re-focalisation, correction des aberrations optique sur l'épaisseur de l'échantillon, imagerie champ-clair/champ sombre à postériori (par simulation échantillon+Microscope) ...
- ▶ Les modalités d'intensité et de phase permettent une exploitation des données particulièrement efficace pour le diagnostic médical (traitement des images, IA)
- ▶ Imagerie Label-Free

Collaboration en cours avec TRIBVN et Genethon/Genopole. Exemple d'application - Détection du paludisme sans marqueur sur simple lame de microscopie. Sensibilité de la charge parasitaire : 1/1million. Autre application (biologie fondamentale) - étude des mécanismes de différenciation des cellules souches (projet CellAvie avec le Genopole et Genethon)



Détection des compartiments cellulaires d'hématies parasitées (Paludisme)
 (a) Microscope conventionnel obj. 100X NA1.3
 (b) & (c) Microscope à ouverture synthétique. (b) phase, (c) intensité

Contact : yaneck.gottesman@telecom-sudparis.eu / bernadette.dorizzi@telecom-sudparis.eu

Personnes impliquées : B. Dorizzi, E. Brunet, P. Horain, J. Klossa, M. Chollat, D. Ouagne, D. Stockholm, J. Angulo

Segmentation de stents dans des données médicales à rayons-X corrompues par les artéfacts

Motivations

La segmentation automatique des données est une étape indispensable pour traiter la masse d'images qui afflue des hôpitaux. La **diversité des dispositifs d'acquisition et des biomatériaux** nécessite la mise en place de techniques qui évitent le plus possible l'utilisation de connaissances *a priori*.

Objectifs

- ▶ **Segmenter des stents** dans des données de microtomographie pour comprendre leur comportement *in vivo*.
- ▶ Construire un algorithme de segmentation non-supervisée, précis et robuste aux **artéfacts** et aux **calcifications**.

Parties prenantes

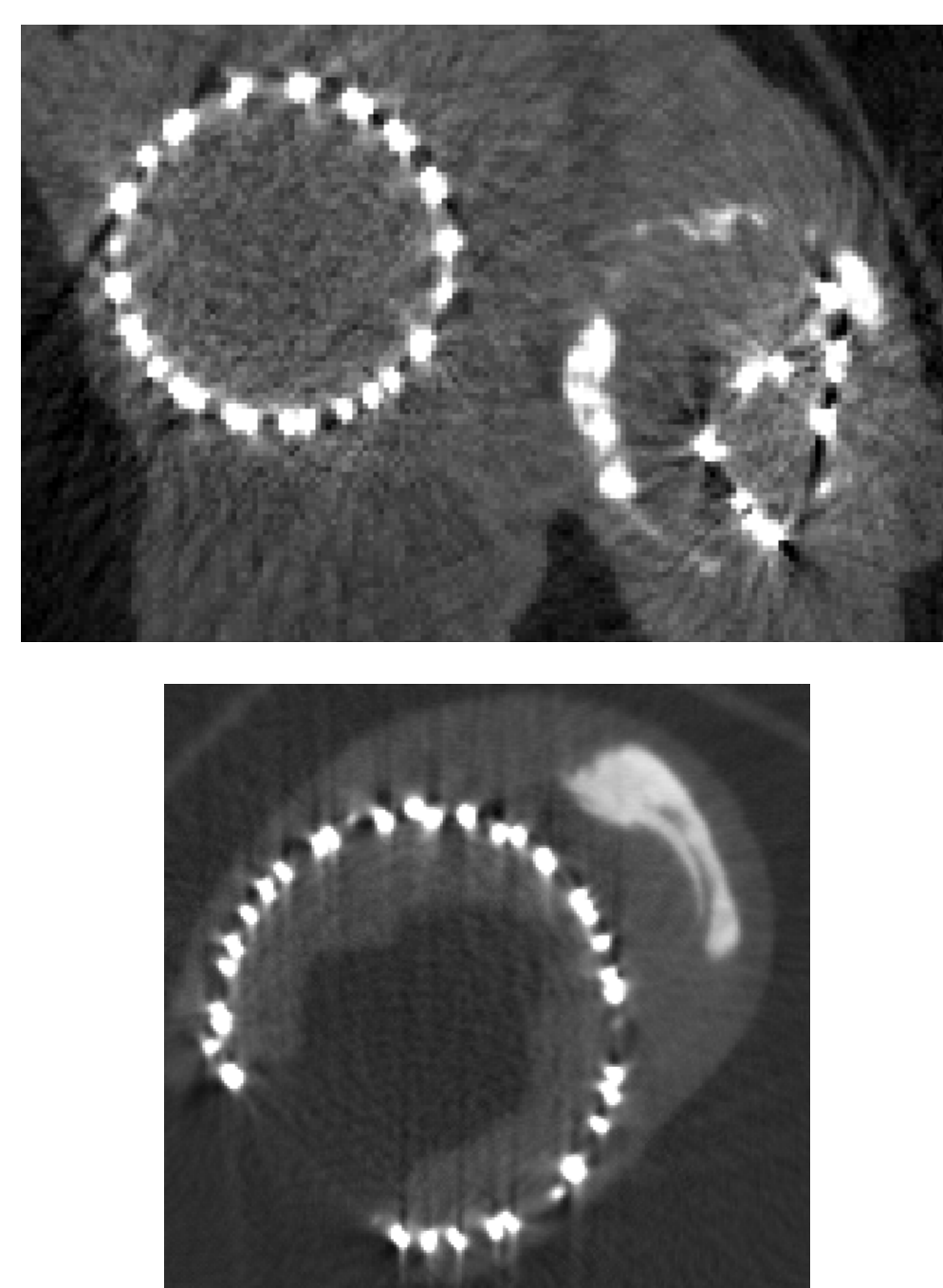
GEPROVAS

ICUBE

École d'ingénieurs
Télécom Physique
Université de Strasbourg

Auteurs

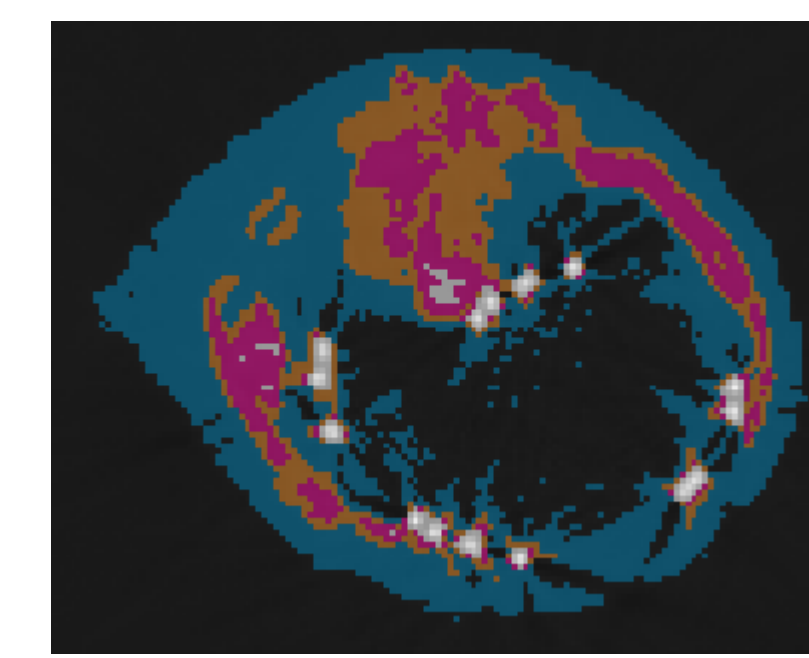
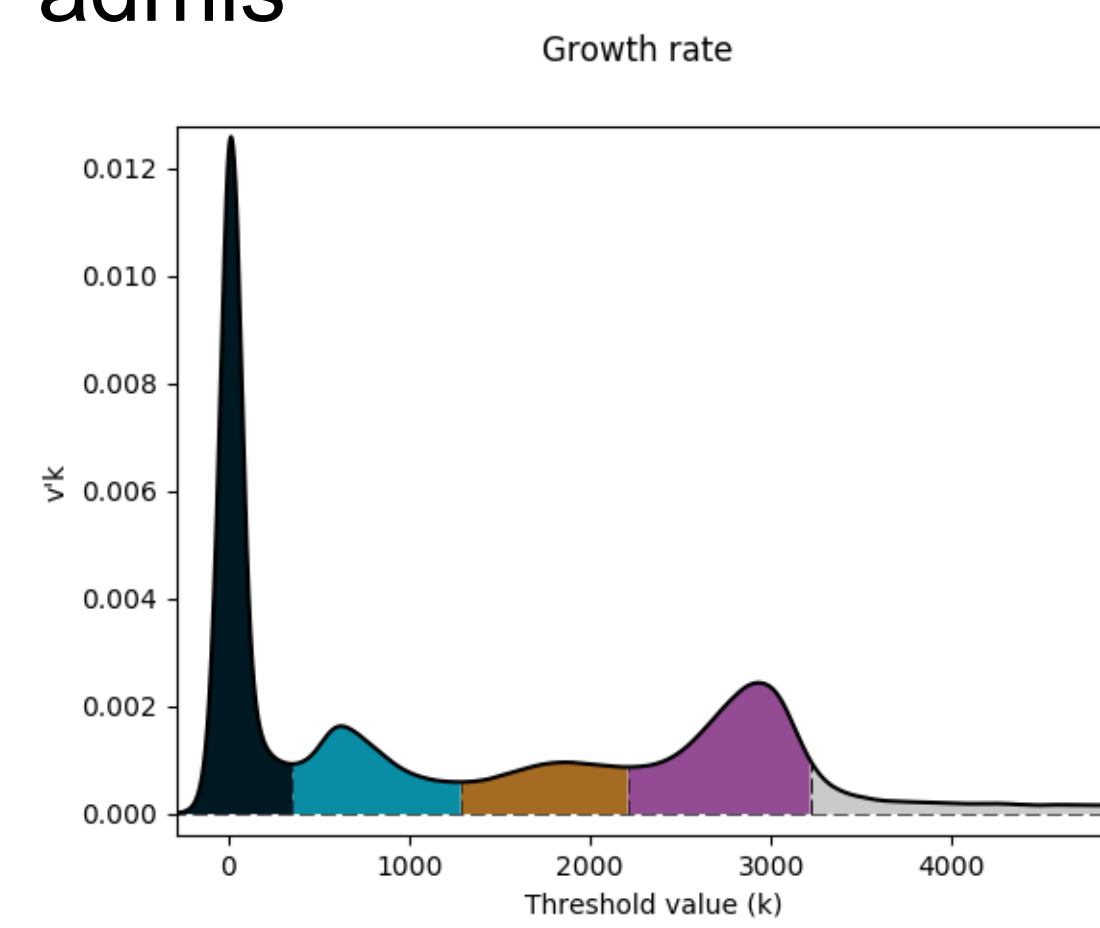
Hugo Gangloff
Emmanuel Monfrini
Christophe Collet
Nabil Chakfé



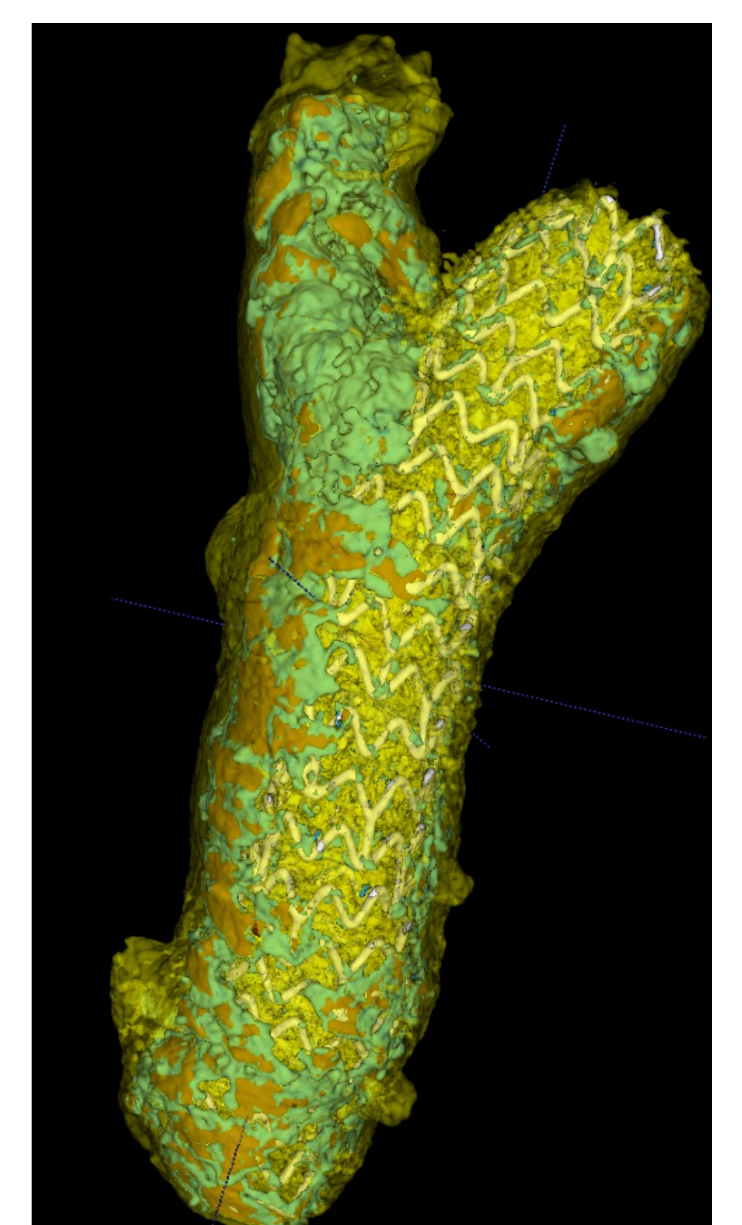
Exemples de données de départ

Segmentation grossière

- ▶ **Seuillages successifs** et détection du nombre de voxels admis



Coupe (2D)



Volume (3D)

Segmentation fine

- ▶ Les prétraitements permettent d'améliorer la construction du parcours de la chaîne de Markov.

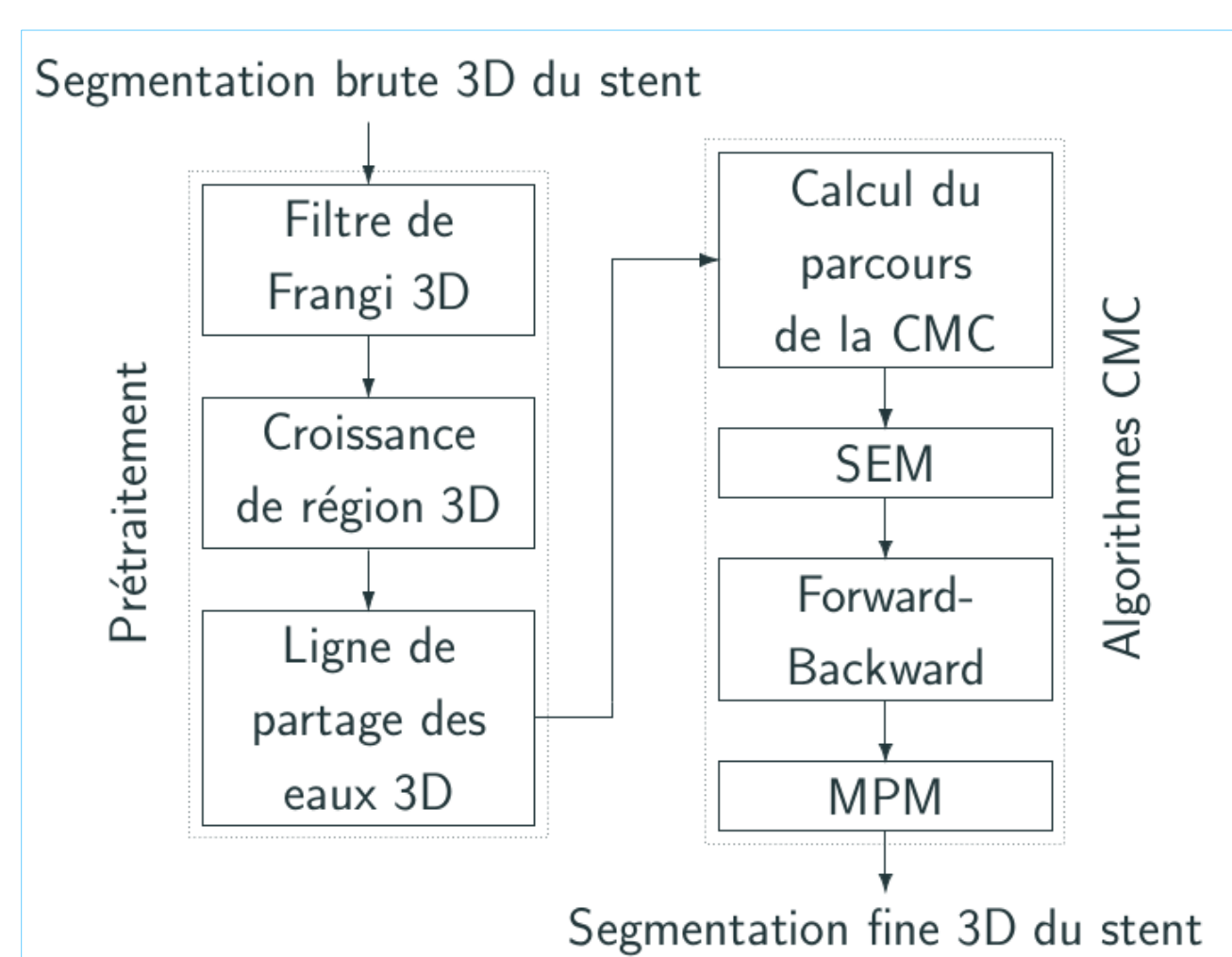
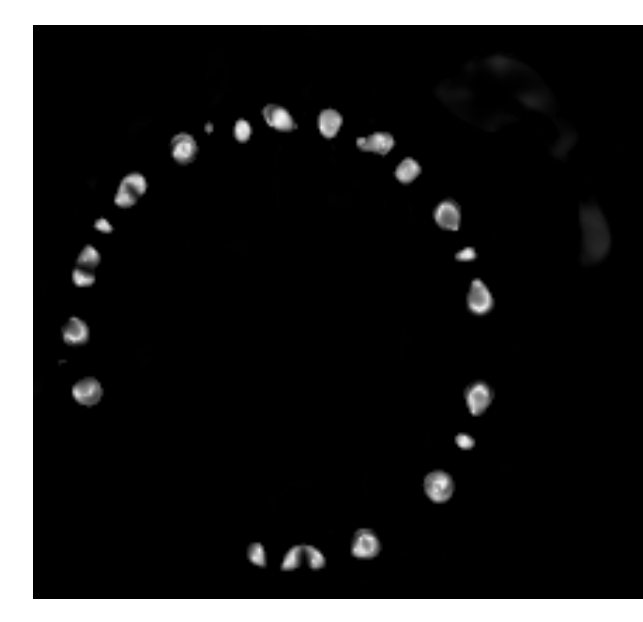
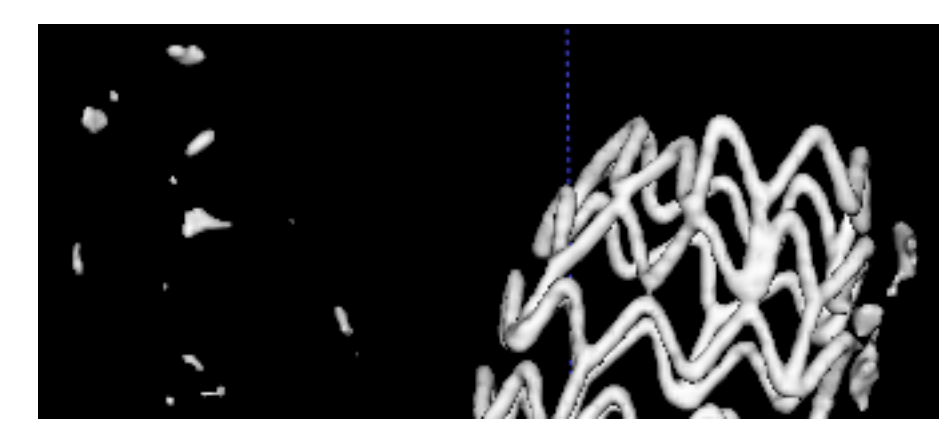


Schéma de la procédure de segmentation fine



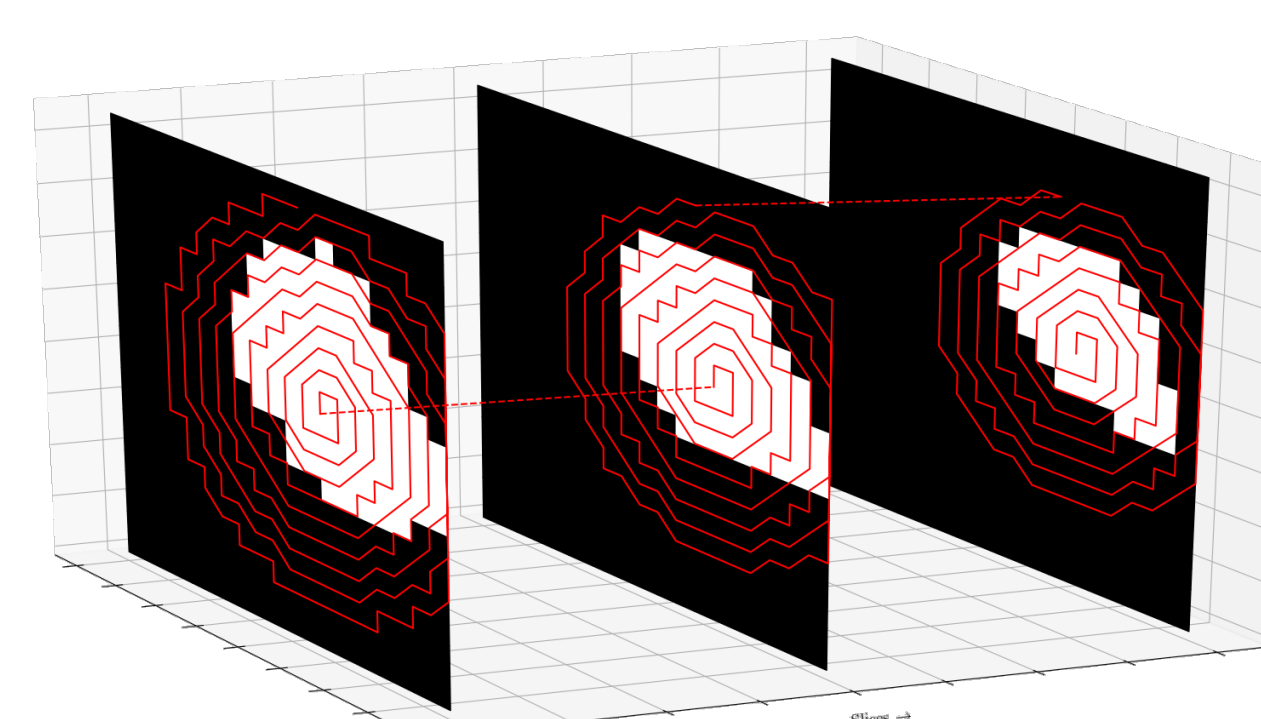
Filtre de Frangi



Croissance de région



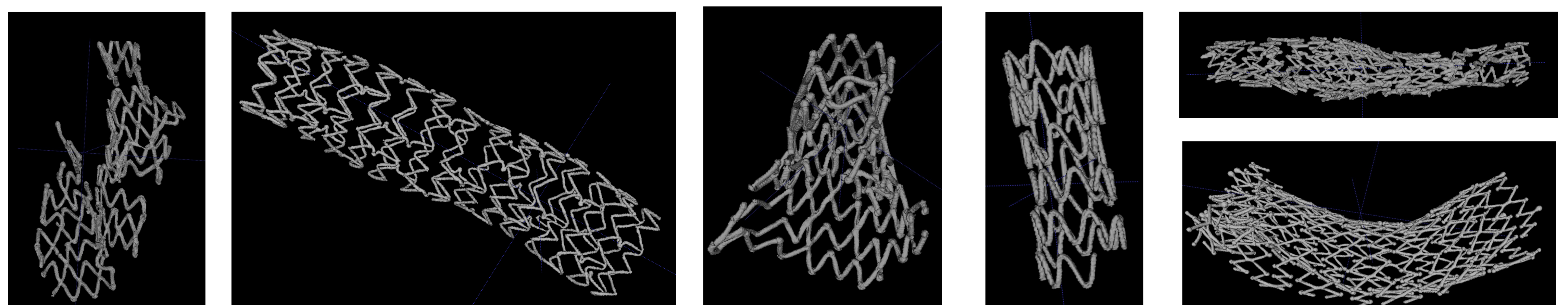
Ligne de partage des eaux



Parcours de la chaîne de Markov en 3D

- ▶ Le parcours de la chaîne de Markov est élaboré de manière à lisser les éléments dégradés du stent.

Résultats sur la base de données



Illustrations de segmentations de stent (3D)

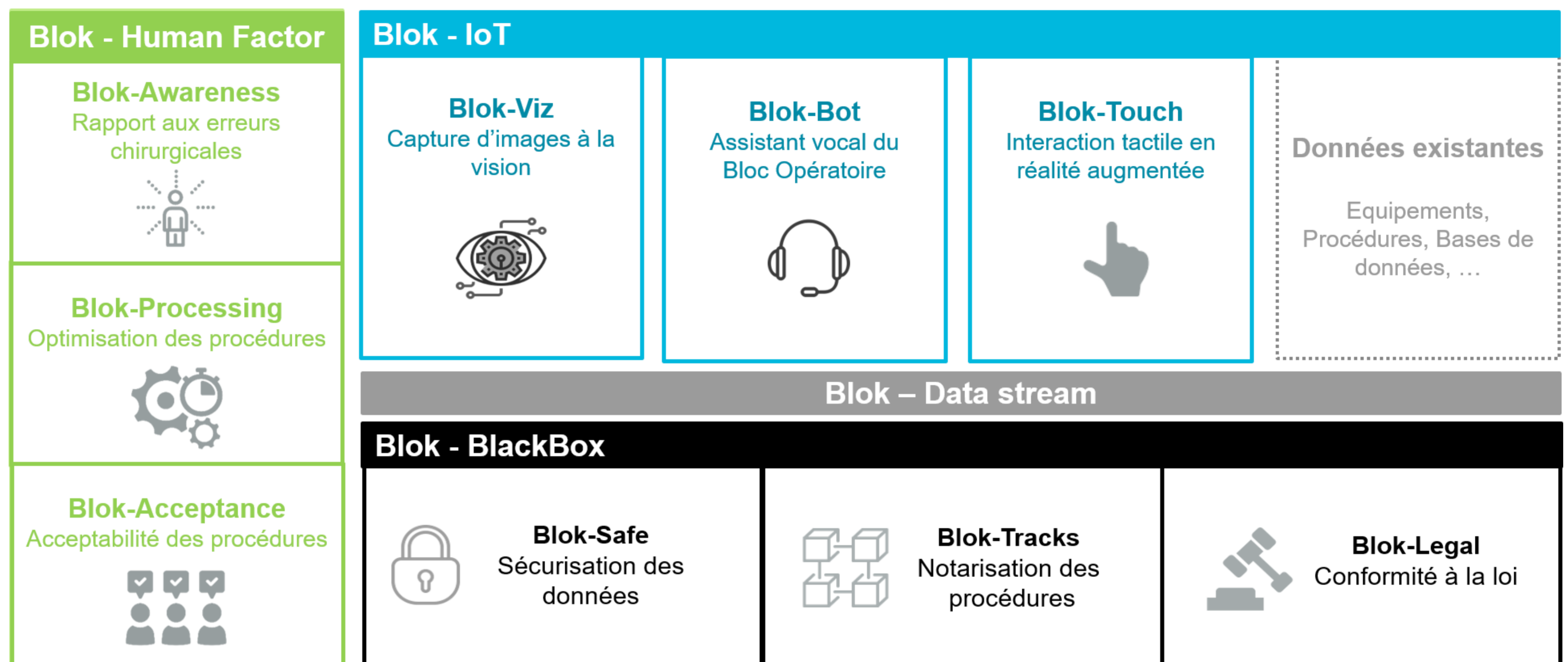
Conclusion

- ▶ La méthode est **rapide**, **non-supervisée**, **sans a priori** sur le stent, et **robuste** aux deux difficultés principales : artéfacts et calcifications.
- ▶ Les maillages 3D reconstruits des segmentations permettent l'étude des **causes de défaillance** de différents modèles de stents.
- ▶ La segmentation des calcifications bruitées par les artéfacts fait actuellement l'objet de recherches.

Chaire Innovation Bloc Opérateur Augmenté

OK-BLOK : Co-pilote, tour de contrôle et boîte noire du bloc chirurgical

Dispositif disruptif qui repose sur un triptyque « humain-physique-digital » de capture, protection & notarisation de données en temps réel, accompagné d'aide à l'amélioration des pratiques des différentes parties prenantes du bloc opératoire, notamment dans leur rapport aux erreurs survenues lors d'actes chirurgicaux.



Blok-IoT

Collecte de toutes les données du bloc opératoire.

- ▶ **Blok-Viz** : Dispositif de capture vidéo asservi aux yeux du chirurgien du champ opératoire rapproché avec fonction photographique
- ▶ **Blok-Bot** : Dispositif intelligent de capture audio et d'interaction vocale avant, pendant et après l'opération (pre, per, post)
- ▶ **Blok-Touch** : Interaction tactile sur les images de réalité augmentée représentant le patient

Blok-BlackBox

Outil permettant de collecter, sécuriser et notariser les données du bloc opératoire.

- ▶ **Blok-Data Stream** : Intégration des données multimodales avec synchronisation spatio-temporelle
- ▶ **Blok-Safe** : Stockage sécurisé des données opératoires multimodales par cryptage et anonymisation sur serveurs souverains. Désilotage sécurisé des données pour traitement & analyse des événements et des résultats de la chirurgie.
- ▶ **Blok-Tracks** : Notarisation sur blockchain JuriGreen™ de tout ce qui se passe pendant l'opération. Chaque partie prenante de la chirurgie accède à sa « piste personnelle » par clé secrète.
- ▶ **Blok-Legal** : Cadre légal autour de l'accès aux données par l'ensemble des parties prenantes notamment en cas de litige.

Blok-Human Factor

Reconnaissance des vulnérabilités et facteurs de risques liés au facteur humain

- ▶ **Blok-Awareness** : Etude du rapport à l'erreur dans le monde chirurgical en comparaison au monde de l'aviation
- ▶ **Blok-Processing** : Suivi en temps réel des opérations de chirurgie à travers une vision « Process » de l'activité de l'équipe opératoire et analyse a posteriori du déroulement de ces opérations
- ▶ **Blok-Acceptance** : Mesure de l'acceptabilité du projet de Bloc Opérateur Augmenté et identification des leviers à mettre en œuvre

Contact : margot.decaminel@imt.fr

Ecoles



Start-up

