Santé Digitale & Systèmes Intelligents *(*)*

Philippe Bidaud
philippe.bidaud@upmc.fr
ONERA - CORDINA

Dans le contexte de la FdR Santé régionale et des Plates-formes d'Innovation

(*) FdR Robotique et IA : Systèmes Intelligents portée par la Délégation Numérique de la région Nouvelle-Aquitaine à laquelle sont associées les directions concernées du pôle Développement Economique et Environnemental (DPI, DESRTT, etc.)

La feuille de route santé régionale 2023/2028

Une vision globale de la santé

TEMPS DE LECTURE
8 minutes

La feuille de route santé régionale

RÉGION Nouvelle-Aquitaine

Favoriser l'accès aux soins et aux soignants

Cette première priorité de la feuille de route santé intègre deux objectifs :

- → Lutter contre **la déprise** des soignants dans les territoires
- → Promouvoir les **nouvelles organisations** de travail et les **pratiques collaboratives** en santé

Alors qu'une baisse structurelle du nombre de médecins est encore attendue dans les prochaines années, la tendance doit être atténuée par la formation et les pratiques collaboratives. La feuille de route santé privilégie l'amélioration des conditio
des étudiants en santé durant leurs stages en zone rurale, l'hé
un frein d'accès à ces stages. Les stages et l'instal
seront favorisés dans les zones peu d
soutenues, notamment

Un territoire de bonne santé

Cette troisième priorité de la feuille de route comprend 3 objectifs :

- → Promouvoir des politiques publiques régionales favorables à la **santé et à un environnement préservé**
- → Affirmer une ambition de promotion de la santé et de prévention : miser sur **l'activité physique**
- → Poursuivre la politique **culture et santé**

Enfin, la Région agit sur les environnements : les environnements physiques avec, notamment, la **lutte contre les pollutions** (pesticides, perturbateurs endocriniens, pollution de l'air, de l'eau, etc) et les environnements de vie. Par exemple, les jeunes sont incités à pratiquer davantage d'activité physique. Des actions de sensibilisation **contre la sédentarité** pourront être menées dans les lycées, les centres de formation pour les apprentis, les missions locales et les instituts de formation des professionnels de santé.

L'E-SANTÉ EN RÉGION

Rester leader dans l'innovation en santé

Cette deuxième priorité de la feuille de route se déploie autour de cinq objectifs :

- → **Fabriquer les médicaments** et les dispositifs médicaux en Nouvelle-Aquitaine
- → Créer un **campus biotechnologique** régional
- → S'engager pour la **santé durable**, un facteur majeur de différenciation
- → Consolider des **secteurs phares en santé**
- → Maintenir un soutien offensif à la **recherche en santé**

Les défis technologiques TIC Santé & Smart Industrie
Et les jumeaux numériques en santé

Défis liés aux technologies médicales pour la santé des populations

- Intégrer les technologies de **l'imagerie médicale** (pour la reconstruction 3D par fusion d'imagerie médicales multi-modales), de la **robotique** et de la **réalité augmentée** dans l'assistance aux gestes médico-chirurgicaux.
- Individualiser les techniques de rééducation fonctionnelle et la **conception de systèmes de suppléance**, comme l'ensemble des outils concourant à la réparation du corps humain et à la compensation du handicap.
- Développer et déployer les **technologies du numérique pour l'autonomie** et la sécurité des personnes fragiles.
- Tirer partie des avancées dans le domaine de **l'Intelligence Artificielle pour traiter les données de santé** massiques contextualisées.

……

Défis liés à la transition technologique pour la réindustrialisation et la revitalisation de l'activité industrielle

- Développer des moyens technologiques permettant d'atteindre le bon niveau de productivité notamment en intégrant les technologies de **l'automatisation et de la robotisation**.
- Développer et rendre accessible les technologies nécessaires à **l'ingénierie des produits aux besoins** spécifiques liés à **l'adaptabilité des procédés** (plus souples et plus faciles à piloter), aux évolutions des chaînes de production, et plus largement de l'usine numérique du futur

……

Cellule de production robotisée et son jumeau numérique pour les procédés pharmaceutiques

Plate-forme d'innovation :
Combiner dans un **jumeau numérique** les données des modèles physiques, chimiques et biologiques, peut générer une réplique du processus physique **permettant d'optimiser les opérations** et de simuler des changements pour **l'adaptation des procédés** de fabrication des produits pharmaceutiques et la traçabilité de la production

Technologies clés :

- ✓ Simulation multi-physique
- ✓ Monitoring temps-réel des procédés et du systèmes (capteurs optroniques, biochimiques)
- ✓ Planification et optimisation de la production et prédiction
- ✓ Technologies pour la production agile (robotique mobile, effecteurs, contrôle, guidage interactif, etc.)
- ✓ Etc.

E-conception personnalisée & fabrication de prothèses, d'orthèses

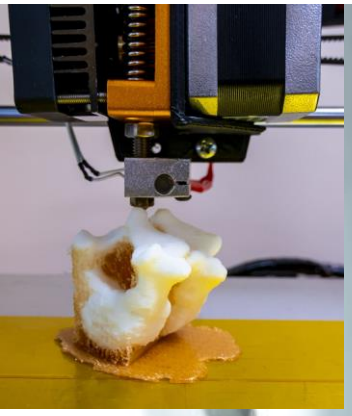


Plate-forme d'innovation :

Démontrer la valeur ajoutée par la continuité numérique (**patient numérique – procédés numériques dont la fabrication additive**) dans la pratique de la chirurgie réparatrice.

Technologies clés :

- ✓ Reconstruction 3D du squelette personnalisée
- ✓ Simulation biomécanique personnalisée
- ✓ Fabrication additive 3D (contrôlée) pour les dispositifs médicaux (matériaux composites à matrice polymère, Titane-Céramique)
- ✓ Assistance aux gestes par le recalage, positionnement et guidage par la robotique
- ✓ Etc.

Mocap et Mannequin numérique pour la conception des postes de travail (et médecine physique)

Plate-forme d'innovation :

Dispositif de **capture du mouvement** non-invasif et **assimilation des données** dans un **mannequin numérique** (commandé) pour **l'analyse des gestes et de l'activité physique.**

Technologies clés :

- Mannequin numérique du système musculo-squeletique.
- Dispositifs (optroniques) de capture du mouvement
- Commande des fonctions sensori-motrices
- Simulation des activités aux postes de travail et de leur variabilité
- Analyse des mouvements et évaluation des risques

Surveillance des personnes fragiles, aide à l'autonomie et aux interactions sociales

Plate-forme d'innovation :

Mise en place de plates-formes mobiles de **télémédecine pour le monitoring des patients à domicile**, les interactions avec les soignants et aidants et la stimulation des activités physiques et cognitives

Technologies clés :

- Robotique de télé-présence (aide à la télé-navigation en environnement encombré),
- Intégration de capteurs et du monitoring physiologiques et de l'activité physique.
- Suivi du patient par « jumeau numérique » et programmes personnalisés.
- Gestion de flottes de terminaux mobiles,
- Etc.

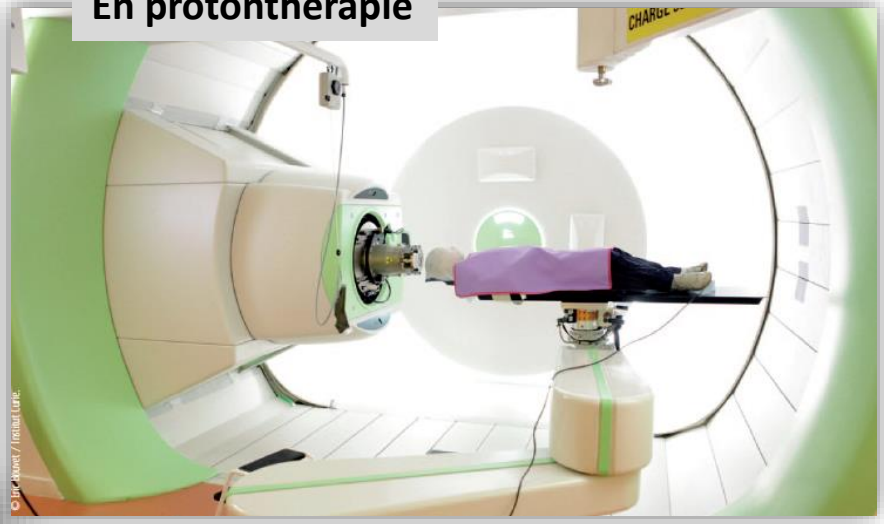
Bloc opératoire X.0

Vers la **transformation numérique des blocs opératoires** et plus généralement la pratique médicale, par **l'assistance aux gestes**, le **couplage a l'imagerie** pour le contrôle de la réalisation de l'acte interventionnel qui est plus que jamais au centre des préoccupations des professionnels de santé.

- ✓ Surveillance per-opératoire
- ✓ Données pré-opératoires
- ✓ Monitoring et aide à la décision
- ✓ Techniques de guidage et de planification des gestes
- ✓ Modèles et Réalité Augmentée,
- ✓ Imagerie multi-physique (intravitale)

L'état de l'art

En protonthérapie

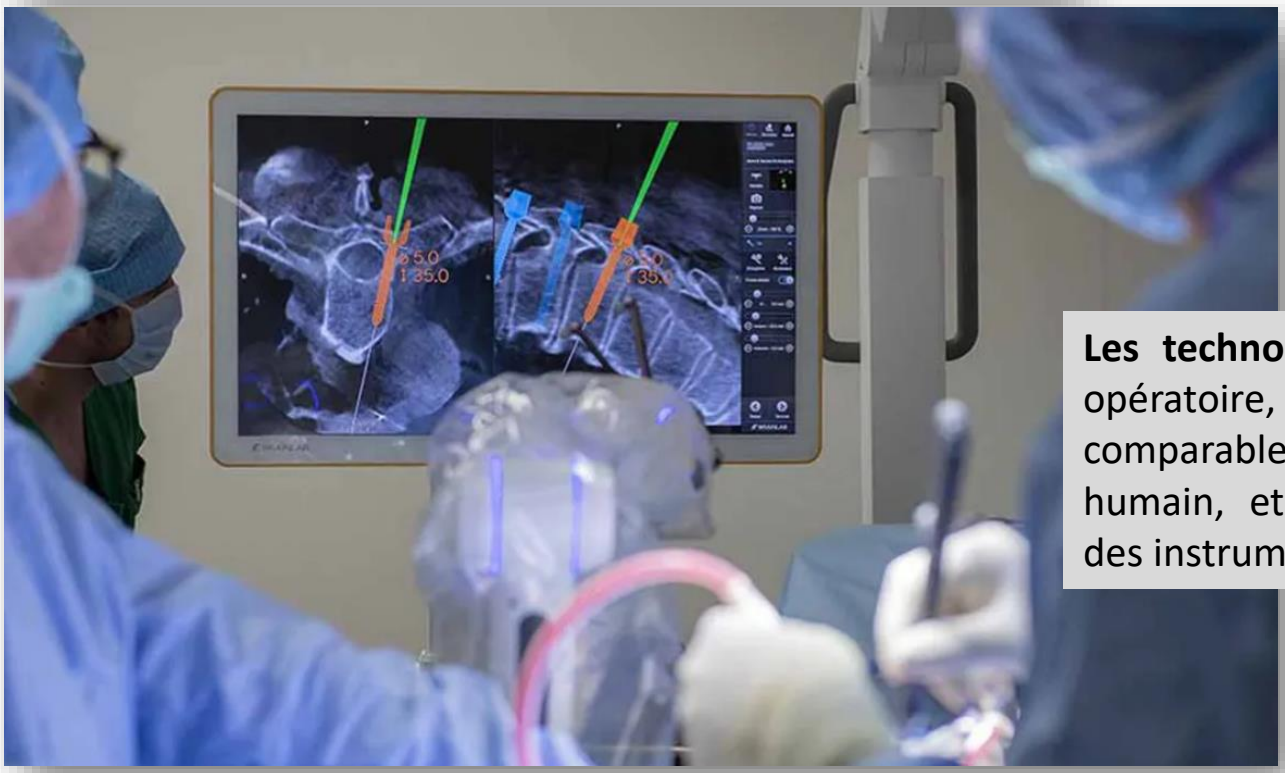


En radiothérapie per-opératoire

En neurochirurgie où ils apportent précision, répétabilité, endurance, stabilité et où ils sont utilisés avec des imageurs pour le positionnement des outils

L'état de l'art

En orthopédie pour pose de prothèses totales ou partielles de la hanche ou totales du genou, assistées par le robot Mako

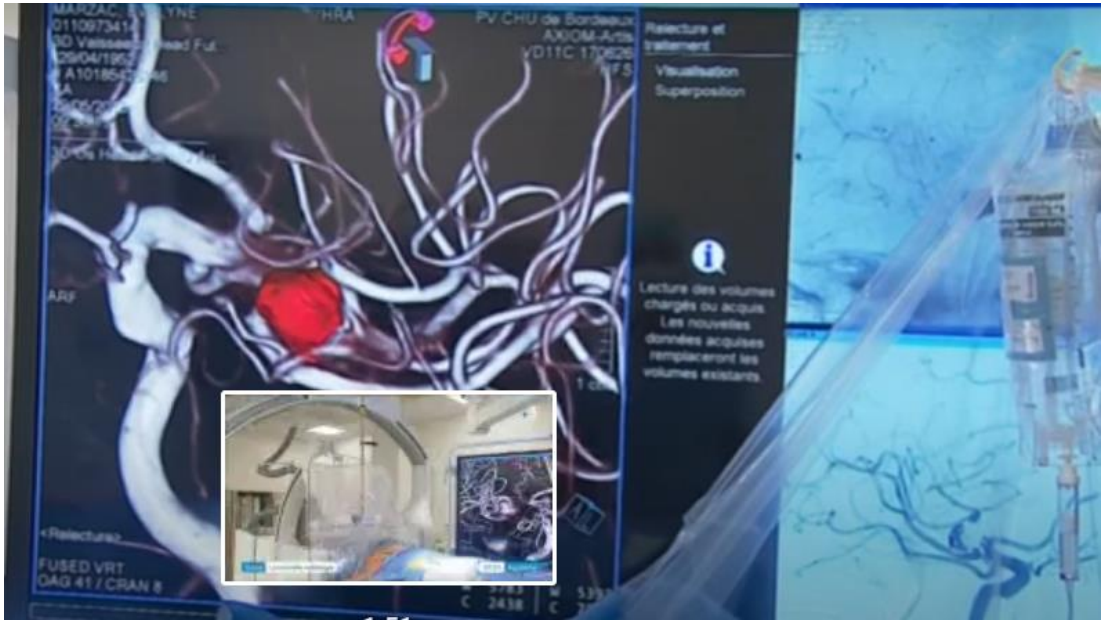


Les technologies d'imagerie 3D per-opératoire, de neuro-navigation, comparable à un GPS dans le corps humain, et une assistance robotisée des instruments chirurgicaux.

L'état de l'art en région

Les systèmes d'imagerie interventionnel (l'angiographie 3D) permettent la localisation des instruments (catheter) par rapport aux structures anatomiques, le guidage, le monitoring, etc.

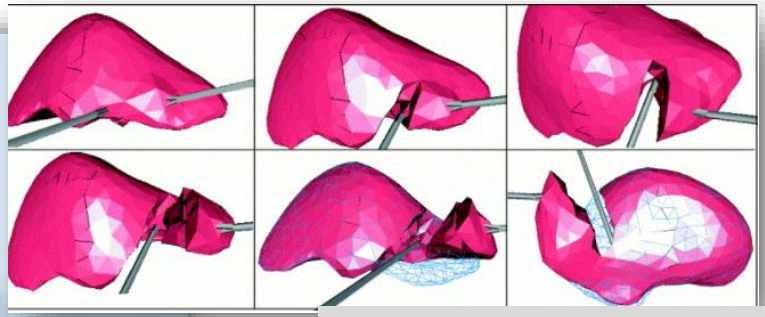
L'hôpital Pellegrin de Bordeaux s'est doté de 3 nouvelles salles d'interventions en 3D dont une robotisée unique en France



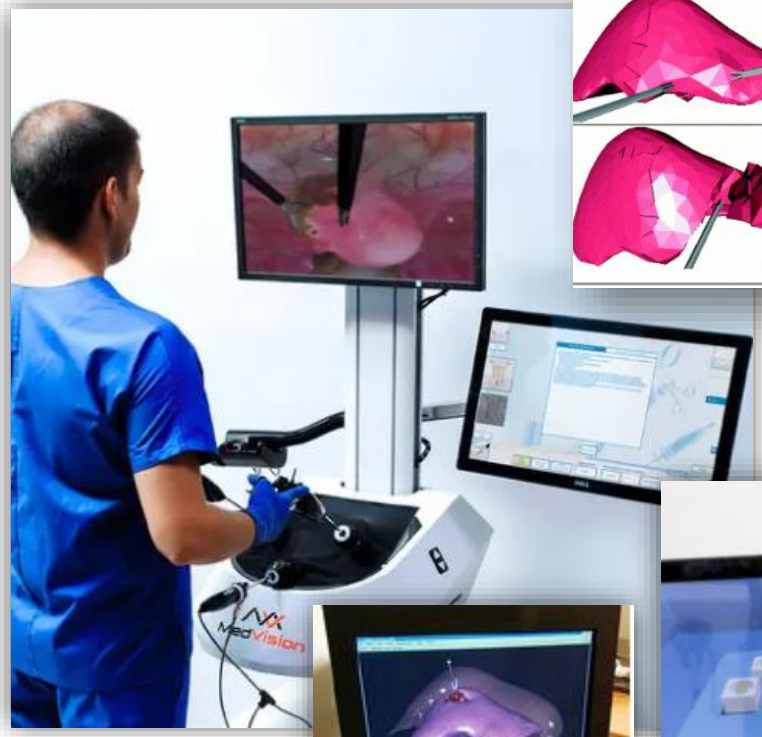
Proposant au chirurgien une « fusion » des images 2D et 3D pour le traitement endovasculaire par la pose de stents et le traitement des anévrismes cérébraux par embolisation .

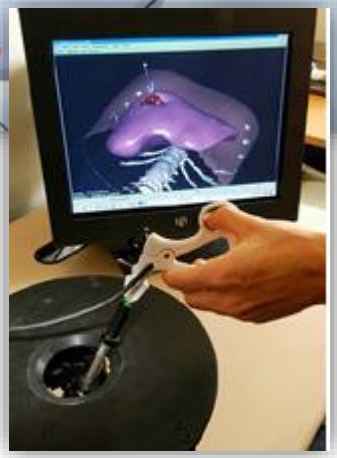
L'état de l'art

Systèmes de formation à la chirurgie mini-invasive avec des **environnements de simulation physique des interactions** et un retour d'effort haptique.



Modélisation physique des tissus mous en grande déformation avec maillage adaptatif





Interfaces à retour d'effort pour **l'apprentissage des gestes** laparoscopiques et autres

Positionnement de la Nouvelle Aquitaine

à travers un démonstrateur d'Innovation

Positionnement : Valoriser les acquis au CHU de Bordeaux (+ autres établissements hospitaliers) et le potentiel des acteurs de recherche et de l'industrie notamment dans les domaines de l'optronique et imagerie, de la modélisation-simulation, de la robotique interactive.

Les apports particuliers aux technologies des acteurs de la region :

- **Imagerie 3D** (protogrammétrie active) : Imagerie 3D (ex focus**/**defocus SFF/SFD), Reconstruction, super-résolution, multi-spectale, etc.
- **Modélisation 3D** : Simulation physique/HPC et hybride, reconnaissance, contraintes interventionnelles.
- **RV-RA et haptique** : Guidage du geste opératoire et monitoring
- **Intégration numérique :** Architectures informatiques pour la continuité digitale, certificabilité/sécurité des systèmes

- Endoscopie pour la vision 3D (par DFD, scan-laser, etc.)
- Reconstruction 3D - Endo-SLAM Navigation par égo-localisation
- Classification des tissus pour l'aide

au diagnostic par caméra multi-spectrale

- Optique adaptative – correction des abbérations
- Caméra & source laser pour exogenous fluorescence diagnosis (EFD)
- Camera endoscopique avec source structurée