

GRECO : La chirurgie avec les robots

Groupement de Recherches et d'Études en Chirurgie rObotisée



Un institut fédératif de recherche
fondé par l'Université de Picardie Jules Verne
www.u-picardie.fr/recherche/greco/



Apprentissage Artificiel et Chirurgie Robotisée

Site porteur du projet GRECO

Responsable du projet Michel Lefranc

Fonction : directeur de l'Institut GRECO

Etablissement : Université de Picardie Jules Verne

**Partenaires
(opérateurs publics
et entreprises)**

Université de Picardie Jules Verne, Région Hauts-de-France,
Amiens Métropole, CHU Amiens-Picardie.

Objet du projet

Proposer des solutions d'optimisation visant à la sécurisation
et à la fiabilisation des actes opératoires dans le cadre général
d'une médecine individualisée permise par le développement
d'approches sous assistance robotisée et d'outils d'intelligence
artificielle (chirurgie prédictive)

Coût total du projet

6 485 K€ (dont 4 265 K€ à financer)



Résumé

Le projet AA4CR s'inscrit dans le cadre d'une dynamique scientifique centrée autour des problématiques de fiabilisation de l'acte opératoire à l'aide de l'assistance robotisée, d'une part, et d'autre part des techniques relevant de l'Intelligence Artificielle, dans l'objectif d'aider à la prise de décision en chirurgie.

Contrairement aux liens forts existant entre la biologie fondamentale et la pratique clinique au sein de nos unités de recherche, on constate une faible interaction entre la pratique médicale, et plus particulièrement chirurgicale, et les sciences telles que la robotique, la programmation informatique, l'intelligence artificielle. Or, tout particulièrement en chirurgie, la création de nouveaux outils de soins, d'assistance, d'aide au choix, d'aide à la planification, d'aide à la réalisation de l'acte opératoire nécessite une forte interaction entre ces acteurs.

Le rôle des structures universitaires est pourtant tout aussi important que pour les autres sciences fondamentales du vivant car il permet de guider l'évolution technologique de telle sorte qu'elle réponde à un besoin de santé. Les chirurgiens de demain devront s'approprier ces évolutions et les guider plutôt qu'elles ne s'imposent au monde médical et chirurgical.

Cette problématique s'inclut dans le cadre général d'une médecine personnalisée. A ce titre, structuré autour du GRECO (Groupement de Recherches et d'Etudes en Chirurgie rObotisée), il fédère 3 unités de Recherche de l'UPJV (CHIMERE, SSPC, MIS) ainsi que le Centre de Simulation en Santé du CHU d'Amiens (SimUSanté®).

AA4CR se focalise sur l'acte opératoire, sa sécurisation et sa reproductibilité au service du patient, grâce à sa robotisation, à sa simulation, mais aussi sa prédiction (et donc in fine l'amélioration de sa planification) par l'utilisation des Big data et de l'intelligence artificielle. A cela s'ajoute des problématiques connexes cruciales visant à travailler l'ergonomie et les usages de ces nouveaux procédés en vue d'optimiser leur acceptation tant par le patient que par les professionnels de santé.

Il vise à créer un pôle d'excellence scientifique à rayonnement international permis par une méthodologie d'innovation chirurgicale centrée sur la simulation en santé et l'amélioration du parcours de soins nommé « PICAR » (Process to Innovate in Care Assisted by Robots).

L'originalité du projet tient dans sa structuration transversale mêlant le savoir-faire fondamental (ingénieurs de spécialités différentes) et le savoir-faire clinique (chirurgiens de spécialités différentes) dans une approche centrée le besoin en santé.

AA4CR approche les « outils robots » comme des plateformes aux capacités multiples, et se donne l'objectif de créer de nouvelles applications sur ces plateformes répondant à un besoin clinique et en intégrant les contraintes médico-économiques dans la réalisation et structuration des projets de recherche.

Plus spécifiquement, AA4CR s'articule autour de 3 axes nécessitant pour chacun des investissements, notamment une plateforme robotique de téléchirurgie pour compléter les robots chirurgicaux existant déjà (robot à contrôle partagé), un calcul HPC, (dans le cadre du Datacenter « INFRA-NUM » amiénois), des moyens pour la création d'instrumentation personnalisé (ancillaire adapté aux plateforme robotisée, réalisation de mire de réglage, outils de réalité virtuelle et réalité mixte qui seront adaptés pour la réalisation des projets ainsi que des moyens humains.

Développer la recherche en chirurgie robotisée selon 3 axes :

1. **« Sécuriser, fiabiliser et rendre reproductibles les actes chirurgicaux »** Les travaux de recherche doivent rendre accessibles les actes chirurgicaux optimisés à des patients fragiles, les sécuriser et les fiabiliser afin que les patients puissent bénéficier au maximum de l'apport des actes opératoires en minimisant les risques intrinsèques à un acte invasif. Outre cet aspect, les questions d'ergonomie et d'acceptabilité de ces nouveaux usages sont abordées afin que l'ensemble des acteurs de ce parcours de soins personnalisé puissent en bénéficier. La création d'une plateforme robotisée pour l'apprentissage de gestes complexes et/ou rares est également prévue dans cet axe.

2. **« Chirurgie prédictive »** : Permettre l'utilisation synchrone d'outils d'intelligence artificielle, d'algorithmes et de e-santé afin d'améliorer le planning opératoire, minimiser le caractère invasif, améliorer les résultats de l'acte et optimiser l'ensemble du parcours de soins. La planification précise de l'acte opératoire sur les données individuelles des patients (imagerie pré et per opératoire, etc.) est une spécificité de l'assistance robotisée. Cet axe vise à proposer des solutions originales visant à optimiser le planning opératoire et, in fine, minimiser le caractère invasif de l'acte opératoire et optimiser le parcours de soins du patient (interaction avec les chimiothérapies et immunothérapie en cancer, réhabilitation précoce et reprise des activités personnelles et professionnelles...). D'autre part, outre cette évaluation, il s'agit alors d'être en capacité de pouvoir rétrospectivement analyser les données liées au geste opéré afin de pouvoir améliorer – renforcer – par l'apprentissage automatique l'assistance procurée par les solutions d'I.A. de l'axe 1. In fine amélioration du résultat thérapeutique (contrôle lésion en cancérologie).

3. **Le « développement de nouvelles techniques opératoires »** par la chirurgie mini-invasive ayant des visées thérapeutiques s'articulant autour des traitements percutanés, approches combinées mêlant prise en charge percutanée et mini-invasif par endoscopie téléguidée. Ces approches sont alors envisagées soit en situation curative validée, soit dans le cadre de complément au traitement palliatif soit dans des concepts novateurs d'épargne d'organe (pas d'intervention chirurgicale secondaire après surveillance).

Les projets se déclineront comme suit

1) Projet Téléchirurgie

L'acquisition d'une base de télérobotique vise à développer les indications de chirurgies mini-invasives dans les pathologies des tissus mous (urologie, chirurgie digestive adultes et infantile, chirurgie thoracique). Le développement des indications et workflows se feront autour de 3 problématiques actuelles en chirurgie :

- Transplantation et télérobotique - Urgence et télérobotique - Chirurgie du médiastin et télérobotique. Les workflows actuels, les coûts ne permettent de proposer dans les situations d'urgence, timing opératoire serré, les sutures des micro vaisseaux ou encore la nécessité de stratégies combinées de prise en charge par téléchirurgie. L'objectif des recherches est d'établir des process opératoires permettant de réduire la morbidité des actes, les rendre moins invasifs dans une stratégie d'optimisation du workflow lié à l'outil de télérobotique.

2) Projet Ablation par RF tumeur foie et rachis sous assistance robotisée

L'objectif de ce projet est de proposer l'ablation par radiofréquence des tumeurs du foie et du rachis sous assistance robotisée. Outre la création d'un process chirurgical original utilisant le robot d'assistance partagée associé à l'imagerie per opératoire (Cone beam CT), l'objectif de ce projet est d'optimiser les résultats cliniques des ablations par radiofréquence en chirurgie hépatique comme rachidienne par la création d'un algorithme prenant en compte la lésion, son environnement fonctionnel, mais aussi la géométrie de l'aiguille, son positionnement dans l'espace, la répartition de la chaleur visant à aider par l'optimisation de la planification de ou des trajectoires de positionnement de l'aiguille tout comme les différentes zones d'ablation à réaliser (tel une dosimétrie en radiochirurgie), la destruction de la lésion tout en protégeant le tissu sain environnant. Un partenariat (convention de co-développement) avec la start-up Quantum Surgical est prévu autour de ce projet.

3) Projet Optimisation de la chirurgie du rachis sous assistance robotisée

Le GRECO propose des travaux de recherche et développement autour de l'assistance robotisée (convention de co-développement signé en 2011 avec la société Medtech®, renouvelée avec la société Zimer Biomet Robotics®)

Cela a permis d'ores et déjà la réalisation de 4 premières mondiales et plus de 15 articles dans des revues internationales à comité de lecture et impact factor significatif.

- o 2017 : Chirurgie robotisée sur colonne vertébrale d'un enfant atteint d'une scoliose grave (Dr François DE-ROUSSEN, Pr. Richard GOURON, Dr Michel LEFRANC et Pr. Christine AMMIRATI).
- o 2016 : Ablation par radiofréquence avec assistance robotisée d'une tumeur osseuse (Dr Michel LEFRANC, Dr Bruno BONNAIRE et Pr. Antoine GABRION) ;
- o 2015 : Résection d'une hernie discale par voie mini-invasive endoscopique sous assistance robotisée (Dr Michel LEFRANC et Pr. Johann PELTIER) ;
- o 2014 : Arthrodèse circonférentielle à foyer fermé avec pose de vis dans le rachis sous assistance robotisée (Dr Michel LEFRANC, Dr Anthony FICHTEN et Pr. Johann PELTIER).

L'objectif de cette axe est de pouvoir développer des stratégies opératoires et des algorithmes de permettant de prédire les résultats cliniques (chirurgie prédictive)

a. Prédiction brèche corticale

Un premier travail consiste en convention avec la société Spinegard® de prédire la brèche corticale en chirurgie du rachis. En effet, si l'assistance robotisée permet de réduire significativement le risque par une augmentation de la précision des outils, ces outils sont limités par une stratégie de chirurgie guidée sur l'image (soit à partir de données d'imagerie pré ou peropératoire sans information en temps réel). Ainsi une modification inattendue de l'anatomie (rotation dans une pathologie vertébrale instable, défaut d'installation du patient lors du démarrage de l'acte opératoire qui peut entraîner une erreur non vue par l'assistance robotisée - il sera précisément faux). Seul une boucle avec une information en temps réel (impédancemétrie) permettra de confirmer la corrélation en temps réel entre la prédiction sur l'image et la constatation per-opératoire. L'impédancemétrie présente l'avantage d'un signal très différent entre les différentes structures de l'os (corticale et spongieux) mais aussi les autres tissus (canal) permettant de prévenir la brèche corticale. Ce signal serait couplé au robot permettant d'informer le chirurgien du risque ainsi de stopper le process et d'amener les actions correctrices nécessaire à la poursuite du geste en sécurité.

b. Prédiction reconstruction fracture vertébrale

Les cimentoplasties et kyphoplasties sont une stratégie largement admise de reconstruction des fractures vertébrales. Ce geste a été invention à Amiens par les Pr Galibert et Pr Deramond en 1981. Cette invention constitue encore aujourd'hui l'article en français le plus cité dans le monde médical. Lors d'une fracture vertébrale, la restauration et la consolidation de la fracture sont des éléments importants pour diminuer le risque de douleurs dorso-lombaires. Le bon positionnement des implants intra vertébraux est essentiel pour la restauration de la hauteur vertébrale. Le GRECO a montré une amélioration significative de la restauration de la hauteur vertébrale sous assistance robotisée. L'objectif de projet est de permettre au chirurgien de ne pas uniquement planifier le positionnement des implants dans le corps vertébral mais de modéliser en 3D les résultats de sa planification sur le corps vertébral pour l'aider. L'objectif est ainsi d'aider à optimiser le positionnement au sein de la vertèbre fracturée des implants par l'utilisation d'algorithme d'IA permettant en fonction de la trajectoire planifiée, l'âge du patient, la qualité de l'os (unité hounsfield sur le scanner) via une visualisation en 3D de la restauration en fonction du planning proposer par le chirurgien.

c. Equilibre sagittal (bending)

Une problématique importante en chirurgie du rachis est la restauration de l'équilibre sagittale et coronale lors de la réalisation des arthrodèses. Actuellement, si des outils d'évaluation et d'objectifs de restaurations sont disponibles (imagerie EOS), les restaurations lors des actes opératoires est uniquement basé sur l'expérience de l'équipe chirurgicale et des constations per-opératoire. Le projet bending vise à permettre au chirurgien à prendre des coordonnées spatiales précises de ses implants dans l'espace en per opératoire et comparer à un planning précis pré opératoire. Le logiciel créé permettra d'aider le chirurgien au choix des implants (cages intersomatiques, taille, lordose ...)

mais aussi à la réalisation des courbures (modélisations de la tige d'arthrodèse selon les distances et courbure permettant le respect du planning pré opératoire) des tiges d'arthrodèse pour obtenir son objectif thérapeutique. Il permettra également la vérification per opératoire du respect des corrections apportées par rapport au planning.

4) Projet chirurgie du genou sous assistance robotisée

Logiciel d'aide à la planification

La rupture du LCA est une pathologie fréquente. Le traitement chirurgical est le traitement de choix chez les enfants et patients sportifs. La technique chirurgicale consiste en une reconstruction du LCA par une ligamentoplastie. Une autogreffe de tendons ischio-jambiers ou une greffe de tendon patellaire peut être utilisée pour reconstruire le LCA. Pour un résultat clinique optimal, la reconstruction doit suivre les principes de base de la biomécanique du LCA ainsi que son anatomie en assurant un positionnement idéal du greffon.

Différents types de visée existent pour le positionnement des tunnels chez l'adulte comme chez l'enfant (de l'intérieur vers l'extérieur ou inversement), de plus chez l'enfant s'ajoute la possibilité selon le technique de réaliser un tunnel évitant ou traversant le cartilage de croissance. Ces différentes techniques procurent des avantages et des inconvénients selon les auteurs mais gardent comme point commun la nécessité d'une précision des tunnels.

Le GRECO développe une approche sous assistance robotisée (protocole MIRRACLE) en cours de réalisation. L'objectif de ce projet est d'optimiser la planification des tunnels grâce à l'utilisation de l'IA et le big data. En effet, la collecte des infos sur le positionnement exact des tunnels en 3D et les résultats cliniques post opératoires permettront de définir un outil permettant d'optimiser le positionnement des tunnels à partir des données anatomiques, la collecte des résultats cliniques post opératoires mais aussi l'analyse du déroulé du pas via le projet e-mOove.

5) e-mOove

Le principal objectif du projet e-mOove est d'offrir une solution d'analyse de posture grâce à des capteurs connectés. L'idéal est de réaliser cette analyse du mouvement en environnement ouvert, dans des conditions réelles et non en laboratoire. Cela peut être réalisé grâce à des capteurs intelligents discrets, ne perturbant pas l'activité de la personne testée. Ils peuvent se retrouver dans des vêtements (textiles intelligents).



Fig.1 : Captation, analyse et rendu 3D d'une situation de marche.

Les centrales inertielle (IMU) ont fait leur apparition récemment dans le domaine de la mocap. Munies de gyroscopes, accéléromètres et magnétomètres, ces composants principalement utilisés dans les appareils de navigation permettent de calculer une orientation dans l'espace (orientation par rapport au sol, dans les trois axes). Lorsqu'ils sont utilisés à plusieurs et disposés sur un humain (sur les membres, le buste, la tête), le calcul de l'orientation relative de chacun de ces dispositifs par rapport aux autres permet de construire un « squelette » global très précis. Les progrès de la technologie permettent de trouver ces capteurs dans un format miniature, extrêmement précis et robuste, tel que le montre la marionnette numérique développée au MIS et permettant la mesure en temps réel du déplacement dans les 3 dimensions. L'objectif du projet e-mOove est d'analyser le comportement « moteur » d'un ensemble de personnes via ce type de capteur. Elle permettra d'évaluer finement les résultats des actes opératoires orthopédiques et neurochirurgicaux permettant une analyse quantitative et holistique du mouvement et de la restauration permis par les stratégies chirurgicales.



Fig. 2 : Socle d'outils et modules spécifiques

6) Projet Carlo® :

Il existe depuis peu un nouveau bras chirurgical robotisé guidé par la navigation qui permet de couper l'os grâce à un LASER spécifique avec une précision inégalée.

Le robot autorise toutes les formes imaginables de découpe de l'os, ce qui induit une nouvelle conception des traitements, des voies d'abord osseuses ou des réparations. De fait, une nouvelle conception de l'ostéosynthèse c'est-à-dire une remise en question de la manière de consolider le montage entre les deux fragments d'os est possible. Si, actuellement, il est nécessaire d'utiliser des plaques, des vis, des clous le plus souvent en matière métallique (titane). L'emboîtement sans matériel devient possible avec cette technologie de découpe laser.

En effet les découpes osseuses peuvent être faites selon les techniques identiques à celle utilisées en menuiserie ou ébénisterie: Tenon- mortaise, queue d'aronde, dents de scie, ondulée, mi-bois pour un assemblage précis et solide sans matériel ajouté avec une coaptation quasi parfaite des fragments osseux.

L'anatomie est respectée sans intrusion de matériel étranger dans le corps et il n'y aura pas de temps chirurgical supplémentaire de dépose du matériel d'ostéosynthèse comme actuellement. Ce bras robotisé redonne au chirurgien la maîtrise de l'art de la main (son artisanat). Couper les os de la face par un trait de section de 200µ est bien plus précis que les méthodes mécaniques actuelles utilisant les scies, les fraises et même les ultrasons avec l'énorme avantage d'une chirurgie sans contact grâce à l'utilisation du LASER qui découpe l'os selon le prévisionnel décidé sur l'imagerie du patient avec un principe de navigation classique. L'absence de dégagement de chaleur, le respect des structures osseuses à l'échelle microscopique garantissent une meilleure cicatrisation. Les procédures complètement automatisées avec une section entièrement robotisée diminuent les risques opératoires avec une modification toujours possible en temps réel.

Cette méthode révolutionnaire de chirurgie osseuse est une méthode assurant fiabilité, reproductivité, performance et efficacité!

Les malformations crâniennes diagnostiquées à la naissance et mettant en jeu le pronostic cérébral et la croissance faciale nécessitent une chirurgie très précoce (souvent avant l'âge d'un an) ayant pour but de reconformer la boîte crânienne pour libérer l'expansion cérébrale et assurer une forme harmonieuse et symétrique. La section de la voûte crânienne longtemps assurée par les moyens mécaniques (scies et ostéotomes) a fait place aux ultrasons plus précis mais non planifiés et aléatoires. L'utilisation du CARLO, laser robotisé permettra en toute sécurité avec une planification optimale de proposer tous types de découpes de la voûte crânienne autorisant l'expansion progressive du cerveau et une croissance faciale harmonieuse grâce au respect tissulaire. Tous les autres abords de la boîte crânienne pourront s'envisager avec ce bras robotisé avec planification adaptable à chaque instant et même en per opératoire.

7) Projet Téléthromboavc :

L'objectif du projet est de devenir un centre de référence et de formation pour la neuroradiologie, la radiologie /cardiologie interventionnelle et la chirurgie endovasculaire robot assistée ainsi que de répondre au besoin d'accès (proximité des soins) des populations souffrant d'un AVC grâce à la télérobotique.

En effet, pouvoir couvrir l'ensemble de la région pour la thrombectomie cérébrale dans la région sud des Hauts-de-France, les patients vivant dans les zones limitrophes de la région sont très éloignés du centre de thrombectomie (CHU Amiens-Picardie). Il existe donc une perte de chance pour nos patients, car chaque minute perdue sont des neurones perdus. La mise en place d'un système de thrombectomie à distance permettrait de mieux couvrir la région et donc de mieux prendre en charge nos patients.

Il s'agit d'un projet multidisciplinaire associant la Chirurgie vasculaire et cardiologie interventionnelle (Matériel utilisable par ces 3 équipes) avec un objectif de couverture territoire d'un besoin en santé (rapprocher grâce à la téléchirurgie endovasculaire les patients souffrant d'un AVC d'un centre de thrombectomie)

2 robots sont actuellement disponibles : Robocath (Rouen,France) / Corpath GRX (Corindus/Siemens) (USA). Un partenariat avec une de ces deux sociétés est pressenti pour le développement du projet.

Robocath, plutôt dédié cardiologie avec des perspectives dans l'avenir de développer le secteur de la radiologie et de la neuroradiologie. Quelques cas réalisés à Rouen.

Corindus, plutôt dédié cardiologie mais vient d'obtenir l'autorisation des institutions Américaines (FDA) pour réaliser des procédures de neuroradiologie. Plus de 5000 cas réalisés en cardiologie et un cas viennent d'être réalisés en neuroradiologie. Plusieurs cas de traitements cardiologiques réalisés à distance (entre New York et San Francisco).

Etapas de développement pressenti :

Etape locale SimUSanté®/GRECO/CHU Amiens-Picardie :

- Formation des équipes à l'utilisation du robot. => Simulation du cas sur modèle en silicone et réalisation à SimUSanté®
- 1^{ère} embolisation périphérique (le radiologue interventionnel opère depuis le bloc de neuroradio du CHU Amiens-Picardie – équipe de radiologie interventionnelle présent en salle CHU) + Etude clinique sur > 10 patients pour assurer sécurité processs
- 1^{ère} artériographie cérébrale périphérique (le radiologue interventionnelle opère depuis SimUSanté® des patients du CHU Amiens Picardie – équipe de radiologie interventionnelle présent en salle CHU) + Etude clinique sur > 10 patients pour assurer sécurité processs
- Modélisation modèle anévrisme intracrânien et validation à SimUSanté®
- 1^{ère} embolisation d'anévrisme cérébrale - Objectif : 25 embolisations d'anévrisme la première année sur le CHU Amiens-Picardie
- 1^{ère} embolisation périphérique à distance (depuis SimUSanté®) = le radiologue interventionnel opère depuis SimUSanté® des patients du CHU Amiens Picardie – équipe de radiologie interventionnelle présent en salle CHU) + Etude clinique sur > 10 patients pour assurer sécurité processs

Développement en parallèle à SimUSanté® des procédures de thrombectomie cérébrale avec le robot (adaptation matériel)

Développement en parallèle à SimUSanté® des procédures à distance avec le robot

- 1^{ère} thrombectomie robotisée pour AVC
- Formation des équipes de Saint-Quentin à l'utilisation du robot à SimUSanté®.
- 1^{ère} embolisation périphérique à distance : par exemple une embolisation de fracture de rate
Nombre de cas à définir avant l'étape suivante (>10)

1^{ère} thrombectomie robotisée à distance

Etape nationale

Devenir le centre de formation pour le traitement endovasculaire à assistance robotique

Devenir le centre de formation pour le traitement endovasculaire à assistance robotique à distance

PLAN DE FINANCEMENT PREVISIONNEL

La structure présente déjà des partenaires industriels forts :

- Le Groupe Zimmer® biomet robotics (groupe international ayant racheté la start-up Française Medtech® ayant créé le robot ROSA®). L'ensemble de la branche Robotique est encore entièrement française (structure juridique gardée) et son développement se réalise en France (Augmentation du nombres d'employé ingénieurs depuis la reprise de plus de 50 nouveaux locaux sur Montpellier ...). Un contrat de co-développement a été signé avec l'entreprise depuis 2011 et se poursuit. Un Robot Rosa® est à disposition pour la recherche et formation au sein du centre SimUSanté®
 - Medtronic® France est un autre partenaire de la structure qui, via la réponse au dialogue compétitif réalisé par le CHU Amiens-Picardie autour du projet du service de Neurochirurgie centrée sur l'excellence, le mini-invasif et l'ambulatoire, permet la présence et l'entretien au sein du centre SimUSanté® d'un scanner per opératoire et d'une navigation chirurgicale. Le projet vise en partenariat avec le groupe Medtronic® en l'acquisition du robot de téléchirurgie créé par la société au sein du centre SimUSanté®. La convention de partenariat visera à permettre la création de process chirurgicaux originaux. La maintenance du scanner per opératoire (et autres outils tel que robot de téléchirurgie) est déjà financée (1000K€ sur la durée du projet)
 - La société Novaspine® basée à Salouël (Hauts-de-France) et spécialisée dans la création d'implants chirurgicaux. La société participe à la création d'ancillaire et outillages nécessaires à la réalisation des actes opératoires.
 - La société Créaplast® concevant et réalisant des éléments anatomiques en matières plastiques, destinés à la simulation chirurgicale, à la formation, à la présentation d'instruments, d'implant et/ou de prothèses basé à Verton (Hauts-de-France). Ils créent avec l'institut les mannequins nécessaires au développement de l'innovation chirurgicale.
 - La société élievie® spécialisée dans la prise en charge des patients au domicile s'est engagé en le financement d'un doctorant dans le cadre du projet e-mOove et l'analyse du mouvement chez les patients souffrants de la maladie de parkinson
- D'autres partenaires industriels francophones sont envisagés, en particulier la société Spinegard® dans la formalisation d'une interaction inépédancemétrie temps réel et robotique pour la sécurisation d'implants rachidien. L'objectif est de permettre la prédiction du danger (brèche corticale) avant la lésion nerveuse.

Les partenariats seront réalisés via des conventions permettant d'utiliser les bases robotiques développées par les partenaires industriels lui donnant la possibilité de créer de nouvelles applications cliniques répondant à un besoin en santé (modèle similaire au Modèle Iphone et ses apps) tout en respectant la propriété intellectuels et brevet des deux partis.

Moyens demandés :

Le projet AA4CR présente des besoins d'équipements en particulier le robot de téléchirurgie dont il est demandé le financement, la participation au financement de l'amplificateur 3D permettant la réalisation et le développement en chirurgie orthopédique du projet MIRRACLE (400K€), la participation au moyen d'une convention de co-développement à l'achat du robot développé par la société QUANTUM (200K€), la participation via une convention de co-développement à une plateforme robotisée endovasculaire (robotcath ou corindus d'un montant de 700K€) et un calculateur dans le cadre de la création des algorithmes IA (HPC MatriCS : 150 k€)

Il présente la nécessité de création d'adaptateur ancillaire, mannequins à partir d'impression 3D, petit outillage (115 K€) absolument nécessaire pour la création, évaluation et validation des procédés chirurgicaux créés.

Un besoin important est le financement humain des acteurs de la recherche (collectes de données, chercheurs sciences et chirurgiens correspondants à 920 K€) (5 Thèses de doctorat : 500k€ ; 3 années Post'Doc : 180 k€ ; 3 stages de Master chirurgien : 30k€ ; 5 stages de Master de Sciences : 30k€ 3 Assistants de Recherche Clinique : 180k€)

CHIFFRAGE DU PROJET

Apprentissage Artificiel et Chirurgie Robotisée.

	Immobilier	Equipement à financer	Equipement financé	RH
- HPC MatriCS	//	150 K€	//	//
- Plateforme de téléchirurgie (Eintein – Medtronic®)	//	1000K€	//	//
-Plateforme de robotique (contrôle partagé – Rosa®)	//	//	750	//
-Plateforme Robot Quantum	//	300K€	//	
Plateforme Robot Carlo®	//	500K€	//	//
-Plateforme Robot endovasculaire	//	700K€	//	//
-Scanner per opératoire type conebeam CT (O'arm® medtronic)	//	//	500K€	//
-Ampli 3D type Zhiem 3D	//	350K€	//	//
-Maintenance des outils de robotique et imagerie chirurgicale	//	//	500K€	//
- Création d'ancillaires spécifiques pour nouveaux actes opératoires (mires de recalage, forêts, instrumentation adaptés...)	//	100K€	//	//
-Coûts mannequins imprimés en 3D	//	15 K€	//	//
-6 thèses de doctorat	//	//	100K€	500K€
-3 années post'Doc	//	//	//	180K€
-5 stagiaires de Master de sciences	//	//	//	30K€
-5 stagiaires de Master chirurgie	//	//	//	30 K€
-3 assistants de recherche clinique	//	//	//	180K€
-Bâtiments SimUSanté® (bloc opératoire entièrement simulé)	Financé cout estimé à 1000K€)	//	//	//
Coûts du Projet par catégories	1000K€	2415€	1850€ (déjà financé)	1220K€
Coût total du projet	7185 K€			
Cout total du Projet à financer	4965 K€			