



# ROBOTIC PARTY

Musée de Picardie – Amiens – le 27 juin 2022

Avec **STÄUBLI**

**Contacts :** Pr. Michel LEFRANC | [lefranc.michel@chu-amiens.fr](mailto:lefranc.michel@chu-amiens.fr) – directeur GRECO

Flavie HERBETTE-ENGELS | [flavie.herbette@u-picardie.fr](mailto:flavie.herbette@u-picardie.fr) | 06 75 98 42 03 –  
responsable partenariat et mécénat

<https://roboticparty.fr/>

Faires un don : <https://www.helloasso.com/associations/fondation-de-l-universite-de-picardie-jules-verne/formulaires/6>





# GRECO : La chirurgie avec les Robots

L'institut fédératif GRECO coordonne les équipes de recherche de l'Université de Picardie Jules Verne, investies dans des recherches fondamentales, recherches cliniques et pré-cliniques en chirurgie assistée par robot conjointement avec le CHU d'Amiens-Picardie.

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.

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

L'institut GRECO aborde 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.





## Une philosophie centrée sur le besoin en santé

*« Guider l'évolution technologique de telle sorte qu'elle réponde à un besoin de santé »*

Une prise en charge chirurgicale « classique » n'est que peu compatible avec les objectifs sanitaires actuels et aux besoins d'une population de plus en plus connectée, mobile et désireuse d'une récupération rapide.

Pour répondre à ces besoins, l'évolution de la chirurgie va vers des actes de moins en moins invasifs visant à optimiser les capacités de récupération des patients et à diminuer les douleurs post-opératoires.

Pour pouvoir réaliser ces actes de plus en plus complexes, les chirurgiens ont besoin :

- 1) De moyens permettant une excellente visualisation de l'organe à opérer et de son environnement – aujourd'hui permis par les technologies d'endoscopie/cœlioscopie utilisant des technologies d'affichage en très haute résolution (4K) et permettant une visualisation en 3D.
- 2) De pouvoir se repérer dans l'espace tout en limitant l'exposition des tissus - permis par l'utilisation des techniques de navigation, d'imagerie per-opératoire ou encore de virtualisation avec « réalité augmentée » que ce soit sous microscope, exoscopie ou simple lunette « connectée ».
- 3) D'outils d'assistance robotisée pour pouvoir opérer dans ces espaces contraints où la finesse des gestes demandés est décuplée.
- 4) De pouvoir en per-opératoire avoir des outils permettant la prise en compte de l'interaction de son acte avec le corps de son patient - permis techniquement par l'association robotique et imagerie intra-douleurs post opératoire.
- 5) Enfin de pouvoir avoir la capacité d'évaluer en cours d'intervention la qualité de son acte technologiquement permis par l'utilisation de l'imagerie opératoire.

**Seul le couplage des technologies modernes et tout particulièrement l'utilisation de l'assistance robotisée ouvre la voie à de nouvelles approches permettant une chirurgie sûre, facilement reproductible, efficace, tout en optimisant le parcours de soins.**



## Notre force : la pluridisciplinarité

Le GRECO est un institut fédératif de recherche fondé par l'UPJV, autour d'un objectif commun : développer la chirurgie robotisée.

Trois laboratoires de l'UPJV (CHIMÈRE, SSPC et MIS) et SimUSanté®, centre de simulation UPJV/CHU Amiens-Picardie, y sont associés.

Leur expertise se situe au croisement de la santé, de l'informatique, de la robotique et de l'automatique.

Les compétences de chacun des membres (enseignants-chercheurs, ingénieurs, praticiens hospitaliers...) sont mobilisées pour proposer des solutions chirurgicales innovantes et moins invasives, adaptées aux besoins des patients.

Cet institut est dirigé par :

- Le Pr Michel LEFRANC (Directeur, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier PU-PH, service de Neurochirurgie)

associé aux :

- Pr Richard GOURON (Directeur adjoint – PU-PH chef de service de chirurgie de l'enfant)
- Pr Pascal BERNA (Directeur adjoint, PU, Chirurgie Thoracique clinique Victor Pauchet)
- Dr François DEROUSSIN (Responsable Mécénat, PH, service de chirurgie de l'enfant)

L'institut GRECO regroupe :

- L'Équipe d'accueil (EA) n°7516 intitulée « CHIMERE – Chirurgie et extrémité céphalique : caractérisation morphologique et fonctionnelle » et dirigée par Monsieur le Professeur Bernard DEVAUCHELLE et Madame le Professeur Sylvie TESTELIN ;
- L'Équipe Bonus Qualité Recherche (BQR) intitulée « SSPC – Simplification des soins chez les patients complexes » et dirigée par Monsieur le Professeur Jean-Marc REGIMBEAU ;
- L'Équipe d'accueil (EA) n°4290 intitulée « MIS – Modélisation, Information et Système » et dirigée par Monsieur le Professeur Gilles DEQUEN ;
- Le Centre de pédagogie active en santé intitulé SimUSanté® et dirigé par Madame le Professeur Christine AMMIRATI.





## Un Institut : 3 missions

**Donner accès à des technologies innovantes d'assistance robotisée au bloc opératoire pour développer de nouveaux types de chirurgie.**

- Développer la recherche en chirurgie robotisée selon 3 axes :
  - « Sécuriser, fiabiliser et rendre reproductibles les actes chirurgicaux »
  - « Chirurgie Mini invasive » visant à améliorer le rétablissement précoce après chirurgie
  - « Chirurgie prédictive » permettant 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.
- Former (formation initiale et continue) les chirurgiens de toutes spécialités confondues aux actes réalisés sous assistance robotisée.
- Diffuser les apports de la chirurgie sous assistance robotisée au sein des communautés scientifiques et médicales locales, nationales et internationales.

## Un institut unique en son genre

Ces pratiques nécessitent une interaction forte entre praticiens hospitaliers, chercheurs en robotique, programmation informatique et intelligence artificielle.

Les médecins ont également un rôle fondamental à jouer dans la création de nouveaux outils de soins, d'assistance, d'aide au choix, d'aide à la planification ou d'aide à la réalisation de l'acte opératoire.

Charge aux professionnels de santé, aussi, de guider l'évolution technologique pour qu'elle réponde à un besoin en santé, propose une chirurgie sûre, améliore le service rendu au patient (diminution des temps d'hospitalisation, réhabilitation précoce, chirurgie ambulatoire).

Les solutions technologiques créées par les chercheurs du GRECO sont testées en simulation haute-fidélité au sein de SimUSanté®, avant d'être appliquées au CHU-Amiens Picardie ainsi qu'au sein d'autres centres partenaires du projet porté.

Les outils robots sont ici considérés comme des plateformes de soutien, aux capacités multiples. De nouvelles applications cliniques sont d'ailleurs encore à découvrir et à développer, par les membres du GRECO.





## GRECO : un créateur d'applications cliniques en chirurgie sous assistance robotisée

Les innovations chirurgicales étaient jusqu'à aujourd'hui engagées grâce à l'expérience des équipes chirurgicales ou simplement du fait du hasard ou de sérendipité.

L'ère de la robotique oblige aujourd'hui les chirurgiens à changer de paradigme en terme d'innovation.

Les équipes chirurgicales qui ont un accès à des plateformes de robotique doivent aujourd'hui se former en fonction des outils utilisés pour des techniques dédiées et ne pas aller au-delà de ce qui est validé pour ces processus.

Ces contraintes sont réglementaires et correspondent à des normes sanitaires ou des marquages dédiés (norme de la Communauté Européenne CE ou la U.S Food and Drug Administration FDA).

Ce mode d'enseignement et de diffusion de l'innovation technologique n'incite pas au développement de nouvelles techniques chirurgicales car il contraint l'utilisateur à une technique décrite et validée.

**« Notre méthode permet de répondre aux besoins de sécurité pour les patients grâce à la conception, la modélisation, le développement de l'acte en simulation très haute fidélité (salles miroirs avec les blocs opératoires du CHU) ».**





## PICAR: Une méthodologie de recherche basée sur la simulation en santé

Ce frein peut être dépassé par l'utilisation d'un procédé inédit de développement de techniques chirurgicales baptisé PICAR (Process to Innovate in Care Assisted by Robots).

La méthode PICAR est dédiée à la recherche clinique et préclinique et est basée sur la simulation en santé.

Ce procédé a pour but de faire le lien entre une idée technique avec assistance robotique devant répondre à un besoin clinique et la mise en application réelle chez nos patients.

Elle permet toutes les étapes de validation nécessaires (techniques et réglementaires) permettant le développement chez l'homme.

C'est la modélisation en simulation qui fait ce lien fort entre l'idée et la validation réglementaire.

### La méthode PICAR

- 1) Utilise des plateformes robotiques matures dont la sécurité répondant aux normes européennes a été démontée par l'industrie des produits des industriels partenaires et adaptés à la nouvelle technique (hors marquage ou en vue de leur obtention).
- 2) Permet de démontrer la sécurité clinique et la réponse clinique adaptée au besoin.
- 3) Facilite l'obtention des accords des autorités sanitaires et réglementaires pour la réalisation de la recherche clinique sur l'homme.

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





## Projets GRECO – UPJV que vous pouvez soutenir







# Projet e-Moove

2019 -

En cours

**Chirurgiens porteurs** : Pr LEFRANC, J BOSCHE, D DURAND

**Laboratoires** : CHIMERE; MIS; SimUSanté - **Disciplines** : Neurochirurgien, neurologie

**Partenaire** : ELIVIE

**Robot utilisé** : ROSA (Robot de visée) capteurs de mouvements

**Budget** : 170k€

L'un des principaux objectifs du projet « e-Moove » est d'offrir une solution d'analyse de posture grâce à des capteurs connectés.

L'idée est de réaliser cette analyse du mouvement en environnement ouvert, dans des conditions réelles et non en laboratoire permis grâce à des capteurs intelligents discrets, ne perturbant pas l'activité de la personne testée et se retrouvant dans des vêtements (textiles intelligents).

L'élaboration d'algorithmes d'IA pour la reconnaissance automatique de ces mouvements permettant au dispositif de marquer les données issues des capteurs lorsqu'un « mouvement caractéristique » est détecté.

L'enchaînement de ces événements pourra ensuite être visualisé sous la forme d'une séquence animée représentant le modèle virtuel humain (Avatar 3D), balisée par des indications de situation.

Ce dispositif permettra une analyse fine du comportement « moteur » des patients et ainsi une adaptation des thérapeutiques.

Ce type de surveillance « intelligente » est parfaitement adapté aux patients atteints de dégénérescence neurologique comme la maladie de Parkinson.



# Predivert

Prédiction de la restauration hauteur vertébrale en traumatologie rachidienne

2022 -

En cours

**Chirurgiens porteurs** : Pr LEFRANC, Pr DEQUEN

**Laboratoires** : CHIMERE; MIS; SimUSanté - **Discipline** : Chirurgie du rachis

**Partenaire** : ECENTIAL

**Robot utilisé** : Robot de visée

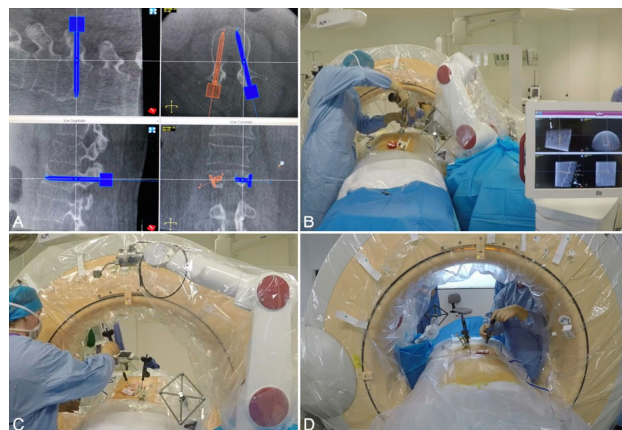
**Budget** : 350k€

Les cimentoplasties et kyphoplasties constituent des stratégies de reconstruction des fractures vertébrales largement admises. Ce geste, conçu et pratiqué sur Amiens pour la première fois par les Pr. Galibert et Pr. Deramond en 1981, fait, à ce jour, toujours référence au sein du monde médical. La restauration et la consolidation de la fracture vertébrale sont des éléments importants pour diminuer le risque de douleurs dorso-lombaires. Ainsi, le bon positionnement des implants intra vertébraux reste un élément essentiel permettant la restauration de la hauteur vertébrale. Récemment, les équipes médicales membre du GRECO ont montré une amélioration significative de cette restauration de la hauteur vertébrale lorsque l'intervention se pratique sous assistance robotisée.

Le présent projet s'inscrit dans le thème de l'aide à la décision à la planification chirurgicale. Ainsi, sur la base d'une imagerie médicale, le principal matériel de départ sera la modélisation 3D de la fracture et plus largement de la colonne. La décision visée concerne le positionnement des implants dans le corps vertébral ainsi que la planification pour aboutir à ce positionnement (i.e. rotation, translation et finalement trajectoire du bras robotisé). Afin de permettre le cycle de renforcement de cette assistance, une étude rétrospective des données issues du bras robotique mais également du contexte de l'intervention (âge du patient, qualité de l'os, etc.) sera conduite. L'objectif visé ici est de pouvoir prédire, la dynamique de restauration en fonction scénario de planning proposé par le chirurgien.

Les différentes étapes du projet sont :

- Conception de l'outil de modélisation 3D du corps vertébral [T0 – T0+18] ; *(A noter que cette phase est conjointe au projet Bending)*
- Détermination des trajectoires à partir d'un scénario [T0+8 – T0+24] ;
- Etude rétrospective et prédiction de la dynamique de restauration [T0+12 – T0+24]



Ref : Neurosurg Spine. 2018 Nov 30;30(2):289-295. doi: 10.3171/2018.8.SPINE18197.

Robot-assisted intravertebral augmentation corrects local kyphosis more effectively than a conventional fluoroscopy-guided technique

Sultan Alsalmi, Cyrille Capel, Louis Chenin, Johann Peltier, Michel Lefranc

PMID: 30544363 DOI: 10.3171/2018.8.SPINE18197

# Projet Bending

2022 -

En cours

**Chirurgiens porteurs :** Pr LEFRANC, Pr GOURON, Dr DEROUSSEN, Pr DEQUEN

**Laboratoires :** CHIMERE; MIS; SSPC - **Discipline :** chirurgie du rachis

**Partenaire :** ECENTIAL

**Robot utilisé :** Robot de visée

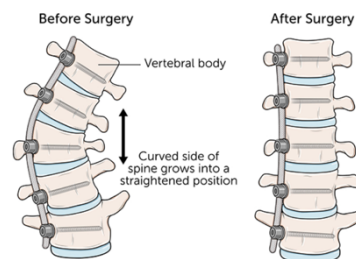
**Budget :** 350k€

Une problématique importante en chirurgie du rachis est la restauration de l'équilibre sagittale et coronale lors de la réalisation des arthrodèses et ou « teetering ». La situation actuelle suppose, a minima, l'usage d'outils d'évaluation permettant de définir des objectifs de restaurations est de rigueur. Pour la plupart, ils sont basés sur l'imagerie pré-opératoire (e.g. imagerie EOS). Toutefois, en pratique, les restaurations lors des actes opératoires sont uniquement basées sur l'expérience de l'équipe chirurgicale d'une part et sur les constatations per-opératoire d'autre part.

Le présent projet « bending » s'inscrit dans le champ de l'aide à la décision pour la planification chirurgicale. Plus spécifiquement, il vise à permettre au chirurgien de faciliter l'optimisation de son planning opératoire par la prédiction, par la simulation, de la restauration de l'équilibre sagittal et coronale. In fine, sur la base des données du patient recueillies dans le cadre préopératoire, la solution envisagée proposera des scénarii de placement des implants. Ces scénarii couvriront le choix des implants selon leurs caractéristiques (cages intersomatiques, taille, lordose, tension sur le câble, etc.) et permettront de simuler la courbure prédite par la modélisation de la tige d'arthrodèse, cela afin de pouvoir satisfaire à l'objectif thérapeutique. Pour finir, l'outil envisagé permettra la vérification per-opératoire du respect des corrections apportées par rapport au planning. Ces différents points entreront dans une logique de renforcement par l'apprentissage basée sur l'étude rétrospective des données.

Les différentes étapes du projet sont :

- Conception de l'outil de modélisation 3D du corps vertébral [T0 – T0+18] ; *(A noter que cette phase est conjointe au projet de restauration de la hauteur vertébrale).*
- Simulation des scénarii de placement des implants basé sur l'imagerie [T0+8 – T0+24] ;
- Etude rétrospective et renforcement de la prédiction de la courbure [T0+12 – T0+24]





# PossibiLITT

2020

En cours

**Chirurgiens porteurs :** Dr AUBIGNAT, Pr LEFRANC, Dr TIR, Pr DEQUEN

**Laboratoires :** CHIMERE; MIS - **Disciplines :** Neurochirurgien, neurologie

**Partenaire :** Medtronic

**Robot utilisé :** Robot de visée

**Budget :** 500k€

Possibilities of use Magnetic Resonance Imaging (MRI)-Guided Laser Interstitial Thermal Therapy (LITT) in treatment of movement disorders.

La prise en charge des mouvements anormaux résistants aux thérapeutiques médiales est un vrai challenge pour le clinicien. Depuis de nombreuses années la chirurgie par stimulation cérébrale profonde a fait preuve de son efficacité dans la maladie de Parkinson, le tremblement essentiel et les syndromes dystoniques. Néanmoins certains patients ne sont pas éligibles à ses procédures chirurgicales lourdes du fait de contre-indications ou de comorbidités importantes. Récemment une nouvelle technologie a émergée permettant la réalisation de chirurgie lésionnelle par laser guidé par IRM : Laser Interstitial Thermal Therapy (LITT).

Le LITT a prouvé son efficacité et sa sécurité d'utilisation dans la prise en charge d'épilepsies et de certaines tumeurs cérébrales.

Nous organisons une recherche clinique visant à confirmer l'intérêt du LITT couplé à l'assistance robotisées pour confirmer l'intérêt de cette technique dans l'apaise en charges des tremblements pharmaco-résistants évaluant sa sécurité, travaillant sur l'optimisation des trajectoires mais aussi su rune prédiction du résultat à distance du geste fonction des données cliniques et radiologiques des patients.





# MIRRACL

Mini Invasive Robotic Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament  
2021 - En cours

**Chirurgiens porteurs :** Dr DEROUSSEN , Dr RATTIER, Pr DEQUEN

**Laboratoires :** SSPC; MIS - **Disciplines :** orthopédie ; pédiatrie

**Partenaire :** interne GRECO

**Robot utilisé :** Robot de visée et IA

**Budget :** 500k€

Pour reconstruire un ligament croisé après sa rupture, chez un enfant, comme chez un adulte, la ligamentoplastie est la chirurgie de référence. Elle consiste en l'insertion d'une greffe à la place du ligament rompu introduite dans deux tunnels osseux percés au niveau du fémur et du tibia. Une des difficultés de cette chirurgie est le bon positionnement des tunnels. En effet, mal positionnés, ces tunnels peuvent provoquer une défaillance de la greffe entraînant une instabilité persistante du genou et un risque de re-rupture. Chez le jeune enfant, des tunnels mal positionnés peuvent entraver la croissance.

L'assistance du robot pour le positionnement des tunnels permettrait de diminuer les erreurs et imprécisions de positionnement de tunnels par rapport à une chirurgie classique où le chirurgien décide de visu et par son expérience du positionnement des tunnels.

Le robot de guidage permet d'enregistrer l'anatomie du patient grâce à des images en 3D données par un scanner. Il peut ensuite guider le geste du chirurgien pour que la trajectoire du tunnel soit identique à la trajectoire planifiée.

Le positionnement des tunnels est une des étapes primordiales de la reconstruction du ligament croisé antérieur. La reconstruction la plus anatomique a été recommandée pour restaurer la biomécanique articulaire. Mal positionnés ou non anatomiques, ces tunnels peuvent provoquer une défaillance de la greffe avec troubles cinématiques, re-rupture et instabilité persistante. De plus chez l'enfant, il est primordial de respecter le cartilage de croissance fémoral au risque de provoquer des troubles de croissance graves.

Par conséquent, le positionnement précis et anatomique des tunnels est la clé d'une reconstruction réussie du LCA. Différentes études évaluent la position optimale de ces tunnels.

Plusieurs méthodes ont été explorées pour aider une réalisation précise : fluoroscopie per-opératoire, système de navigation, réalisation de gabarit personnalisé en impression 3D. Chez l'enfant, il a été réalisé des contrôles O-arm du bon positionnement et de l'éloignement suffisant de la broche guide avant le forage du tunnel fémoral.

Dans le cadre de l'étude MIRRACL (Mini Invasive Robotic Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament) nous avons déjà pu montrer la possibilité d'un positionnement des tunnels conforme à une planification. Dans le cadre de cette étude la planification du positionnement était réalisée à partir d'un positionnement théorique idéal basé sur des constatations anatomiques.

Notre projet de recherche est le développement d'un outil de modélisation du ligament croisé qui permettra d'adapter le positionnement des tunnels pour obtenir une isométrie.

En effet, bien que positionnés d'un point de vue théorique idéal, l'isométrie lors de la cinématique du genou n'est pas garantie car nécessite une inter-dépendance des deux tunnels. La modélisation permettra de simuler l'inter-dépendance des tunnels et de fournir au chirurgien un positionnement permettant d'obtenir la ligamentoplastie la plus efficiente.





Projet Porté par

dont le GRECO est partenaire

## ZYGOMA

Placement mini-invasif d'implants zygomatiques robot-assisté

10/12/2020

**Chirurgiens porteurs :** Dr OLIVETTO, Dr BETTONI, Pr TESTELIN

**Laboratoires :** CHIMERE; IFF - **Discipline :** Maxillo-faciale

**Partenaires :** Neodent, creadent

**Robot utilisé :** Robot de visée, Robot Rosa

**Budget :** 100k€

Safety, flapless and immediate loaded robot assisted zygomatic implant placement.

La réhabilitation des édentations anciennes du maxillaire est une problématique. Le manque d'hauteur de l'os qui s'est résorbé ne permet pas la pose d'implants dentaires standards.

La solution la plus utilisée actuellement est la chirurgie pré-implantaire. Elle comporte des greffes osseuses avant la pose des implants dentaires espacés par de longues étapes de cicatrizations de plusieurs mois avant le port d'une prothèse dentaire définitive.

L'implant zygomatique est un implant dentaire extra-long qui peut être utilisé en alternative des chirurgies pré-implantaires. Son principe est d'être ancré directement là où l'os est toujours présent et de qualité : l'os zygomatique.

Le placement de l'implant zygomatique est une intervention délicate. L'étape de forage doit apporter la sécurité nécessaire dans cette région anatomiquement riche (orbite, fosse infra-temporale, base du crâne, nerfs...). La technique actuelle nécessite un large décollement des tissus et une fenêtre osseuse sinusienne pour visualiser la totalité du trajet de forage. Elle n'est alors utilisée que par des chirurgiens expérimentés.

Le développement d'une technique chirurgicale planifiée, à la fois plus fiable mais également mini-invasive est possible actuellement grâce à la robotique. La prédiction du positionnement des implants permettra d'anticiper la fabrication des prothèses dentaires. Cela permettra de proposer une réhabilitation dentaire en un seul jour dans des situations complexes nécessitant actuellement de longs mois de prise en charge.

Rosa zygoma : mise en place d'implants zygomatiques avec installation de la prothèse en un jour.

Les réhabilitations dentaires implanto-portées offrent aux patients un confort et une stabilité indéniables par rapport aux prothèses amovibles classiques. Néanmoins dans certaines situations, le capital osseux est insuffisant (édentation complète ancienne ou chirurgie reconstructrice maxillaire) et nécessite au préalable la réalisation de greffes osseuses d'apposition ou de comblement sinusien, retardant la réhabilitation prothétique. Pour répondre à cette problématique, des implants longs appelés implants zygomatiques destinés à être insérés dans le corps de l'os malaire (os de la pommette) ont été développés. Pourvu d'une meilleure stabilité mécanique, ces implants imposent néanmoins un décollement chirurgical plus important prolongeant la convalescence des patients.

Partant de ce postulat, le projet Rosa-zygoma a pour but d'utiliser la précision de la chirurgie robot-assistée pour optimiser la trajectoire osseuse des implants malgré les différentes contraintes anatomiques existantes sur le trajet (nerf maxillaire, muqueuse sinusienne, muqueuse buccale,...) et offrir ainsi la possibilité d'un protocole mini-invasif per-cutané facilitant considérablement les suites opératoires. Ce projet permettra aussi de proposer aux patients édentés une procédure en 24h avec la possibilité de la mise en charge d'une prothèse le jour même de l'intervention (contre 9 mois à 1 an dans certaines stratégies implanto-portées avec nécessité de greffe osseuse préalable).





# DARA/4Liver

Decision Aid and Robotic Arm for Percutaneous Liver Tumor Resection

**Chirurgiens porteurs :** Pr REGIMBEAU

**Laboratoires :** SSPC; MIS - **Discipline :** Chirurgie Digestive

**Partenaire :** interne à UPJV CHU. Ouvert sur partenaires.

**Robot utilisé :** Robot de visée

**Budget :** 300k€

Optimisation des procédures d'ablathérapie percutanée des tumeurs du foie par l'assistance robotique.

La destruction par ablathérapie (radiofréquence ou micro-ondes) des tumeurs du foie intéresse principalement les tumeurs primitives de type carcinome hépatocellulaire et les métastases hépatiques de cancers colorectaux. Cette pathologie concerne 150 000 nouveaux cas aux USA, 400 000 en Europe dont 35 000 cas français. La moitié de ces patients développeront des métastases hépatiques de cancers colorectaux représentant ainsi leur première cause de décès. Toutefois 20% à 30% d'entre eux, atteints de métastases hépatiques de cancers colorectaux, peuvent être traités par les procédés d'ablathérapie, associés ou non à de la chimiothérapie. Par ailleurs, les procédés d'ablathérapie par voie per cutanée peuvent se concevoir à visée curative ou en complément d'un traitement palliatif [Engstrand, J EJSO 2018]. Plus spécifiquement, en France, il est réalisé 5 500 procédures d'ablathérapies percutanées principalement composées de radiofréquence (RFA) et cela sous échographie ou au scanner [Farge O, Ann Surg, 2012][ Ann Surg, 2014].

Ce procédé est aussi appelé Thermablation. Malgré les avantages de la thermablation, certaines difficultés persistent. L'accès à certains sites, notamment ceux situés haut sous le diaphragme ;

- La trop grande proximité des gros vaisseaux ;
- La taille de la lésion.

Ces trois points constituent des éléments de récurrence locale dans 5% à 10% des cas [Benhaim, L HPB, 2018].

Le projet DARA/4Liver vise à proposer des solutions de planification du plan de traitement afin d'optimiser le geste chirurgical à l'aide d'un bras robotisé programmable. Ainsi, « l'optimisation » du geste consiste, au regard du contexte patient, en le calcul d'une solution permettant de satisfaire au mieux les contraintes chirurgicales liées au geste. In fine, cette solution s'apparente en une planification des radiofréquences à appliquer à la lésion couplée aux différentes séquences (i.e. rotations et translations) du bras robotisé permettant de les réaliser. Cette approche, outre l'optimisation du geste à proprement parlé, permet son évaluation, d'une part en pré traitement dans le cadre de simulations, et d'autre part en post thérapeutique. Cette évaluation post thérapeutique permet notamment d'élargir les indications des traitements percutanés par ablathérapie dans le cadre des métastases hépatiques de cancers colorectaux, soit :

- en situation curative validée ;
- dans le cadre de complément au traitement palliatif ;
- dans des concepts novateurs d'épargne d'organe n'impliquant pas d'intervention chirurgicale secondaire après surveillance.

Au final DARA/4Liver combine l'optimisation du geste de thermablation et de sa sécurité grâce à l'utilisation d'un robot porte-instrument programmable d'une part, et à la reproductibilité du geste pouvant préalablement validé en simulation. Sur un plan technique, le projet DARA/4Liver s'appuie sur des méthodes originales d'aide à décision, relevant de l'Intelligence Artificielle, intégrant les paramètres du contexte patient. Cette « numérisation » du geste de thermablation, grâce à son caractère reproductible offre, de plus, la possibilité d'envisager des études rétrospectives, s'appuyant sur des modèles prédictifs, et permettant, à terme, une évaluation rapide post procédure visant à estimer la récurrence.

Le procédé de segmentation 3D permet une « numérisation » du volume de la lésion. L'usage du bras robotisé permet d'établir un repérage spatial de la lésion. Grâce à ces deux informations, nous sommes alors en mesure de pouvoir envisager une optimisation du « geste ».





Projet porté par

dont le GRECO est partenaire

# Osforface

Chirurgie osseuse faciale

**Chirurgiens porteurs :** Pr TESTELIN, Dr BETTONI

**Laboratoires :** CHIMERE; IFF - Discipline : Maxillo-faciale

**Partenaires :**

**Robot utilisé :** CARLO (Robot laser)

**Budget :** 350k€

Couper les os de la face par un trait de section de 200 $\mu$  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.







Projet porté par  **Institut Faire Faces** Réparer les visages dont le GRECO est partenaire

# Ostéotomie fonctionnelle

**Chirurgiens porteurs :** Pr TESTELIN, Dr BETTONI

**Laboratoires :** CHIMERE; IFF - Discipline : Maxillo-faciale

**Partenaires :** AOT

**Robot utilisé :** CARLO (Robot laser)

**Budget :** 350k€

L'ouverture du thorax pour une chirurgie cardiaque ou pulmonaire se fera donc de façon naturelle, complètement planifiée, naviguée, robotisée et moins invasive.

Cette ligne sinueuse qui ouvre le sternum est la solution idéale qui permet d'écarter les deux côtés de la cage thoracique le temps de l'intervention puis de la refermer sans besoin de contention étant donnée la finesse de la section osseuse et le respect des structures biologiques à l'échelle microscopique.

Ainsi il y a moins de risque infectieux (pas de contact), pas de nécrose osseuse (pas de chaleur) et pas de matériel de synthèse (corps étranger).



Projet porté par

dont le GRECO est partenaire

# Ostéotomie crânienne

**Chirurgiens porteurs :** Pr TESTELIN, Dr BETTONI, Dr CAPEL

**Laboratoires :** CHIMERE; IFF - **Disciplines :** Maxillo-faciale, Neurochirurgie

**Partenaire :** AOT

**Robot utilisé :** CARLO (Robot laser)

**Budget :** 350k€

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.





Projet porté par

dont le GRECO est partenaire

# Ostéotomie laser robot-assistée

**Chirurgiens porteurs :** Pr TESTELIN, Dr BETTONI

**Laboratoires :** CHIMERE; IFF - **Discipline :** Maxillo-faciale

**Partenaires :** AOT

**Robot utilisé :** CARLO (Robot laser)

**Budget :** 150k€

CARLO® est l'abréviation de Cold Ablation Robot-guided Laser Osteotome. Il s'agit du premier dispositif chirurgical permettant une découpe osseuse par laser.

En effet, CARLO® combine à la fois une tête laser (YAG), un bras robotique tactile, un système de navigation 3D et un logiciel spécifique offrant le choix au chirurgien d'une planification préopératoire ou peropératoire sans limite géométrique. Il est donc possible de concevoir des découpes osseuses complexes mais aussi des reconstructions en auto contention sans nécessité de matériel d'ostéosynthèse.

Initialement développé en chirurgie maxillo-faciale dans le cadre d'une chirurgie orthognathique, CARLO® deviendra un outil pluridisciplinaire incontournable obligeant les chirurgiens à redéfinir les bases de leurs pratiques vis-à-vis des structures osseuses. Dans le cadre de l'EQUIPEX FIGURES l'acquisition d'un premier robot CARLO® dédié à la clinique et d'un second réservé à la recherche constitue une opportunité d'amélioration des pratiques chirurgicales et le développement d'une chirurgie innovante qui se veut précise, mini-invasive et personnalisée.



PREFECTURE DE LA SOMME





# Discaccess

Biopsies disco-vertébrales assistées

**Chirurgiens porteurs :** Pr GOEB

**Laboratoires :** CHIMERE - **Discipline :** Rhumatologie

**Partenaires :** interne UPJV CHU Amiens - ouvert partenaires.

**Robot utilisé :** Robot de visée

**Budget :** 150k€

Professeurs Vincent Goëb (1) & Michel Lefranc (2,3)

1 - Service de Rhumatologie, Pole Autonomie, CHU Amiens-Picardie, UPJV, Amiens

2 - Service de Neurochirurgie, Pole Autonomie, CHU Amiens-Picardie, UPJV, Amiens

3 - GRECO groupement de recherche et d'études en chirurgie robotisé, UPJV, Amiens

Les biopsies disco-vertébrales (BDV) sont fréquemment réalisées dans la prise en charge des patients atteints d'infections de la colonne vertébrale (spondylodiscites) sans germe identifié, ou de métastases vertébrales sans cancer primitif mis en évidence. L'analyse de ces BDV permet d'obtenir une preuve bactériologique et/ou histologique de la maladie et d'établir une stratégie thérapeutique précise.

Nous avons développé au CHU d'Amiens-Picardie une technique de BDV sous assistance robotisée. Celle-ci a pour objectifs d'être (i) plus précise que les techniques actuelles, (ii) plus confortable pour le patient, et (iii) de réduire la durée moyenne de séjour des patients hospitalisés.

La BDV est réalisée au bloc opératoire par un duo rhumatologue/neurochirurgien guidé par un robot. La précision de la biopsie repose sur l'acquisition de l'anatomie rachidienne 3D par un scanner à capteur plan couplé au robot. Cette technique s'acquiert rapidement et permet aux médecins d'être autonomes de la 1ère consultation au diagnostic étiologique, puis au traitement. Cette technique est cependant dépendante de la disponibilité d'un bloc opératoire équipé.



# ENDODIS

**Chirurgiens porteurs :** Dr CHIVEAU, Dr YZET.

**Laboratoires :** CHIMERE - **Discipline :** Endovasculaire

**Partenaire :** SIEMENS

**Robot utilisé :** Cor path corindus (Robot de téléchirurgie endovasculaire)

**Budget :** 5.500k€

Le projet Endodis est basé sur deux constats :

Le nombre de centre pour la réalisation de thrombectomie cérébrale (intervention qui consiste à déboucher les artères du cerveau en cas d'AVC) est insuffisant et les temps de transfert entre les centres hospitaliers sont trop longs. Or, il s'agit d'une véritable course contre la montre pour préserver les neurones en cas d'AVC, chaque minute, ce sont 200 millions de neurones qui sont détruits.

Le projet Endodis qui consiste à prendre en charge les patients à distance avec l'aide d'une assistance robotique peut répondre à ces problématiques. En effet la finalité du projet, fruit de la coopération avec Siemens fournisseur du robot Corpath GRX, Corindus vise à réduire les temps de prise charge des AVC et donc le handicap par la réalisation de thrombectomie cérébrale à distance. Ce robot est déjà utilisé au CHU d'Amiens, premier centre Français à en être équipé en routine clinique, pour la réalisation d'embolisation d'anévrismes cérébraux (intervention qui consiste à boucher ces anévrismes). L'assistance robotique permet notamment d'offrir plus de précisions dans le déploiement des dispositifs médicaux lors de ces interventions délicates.

Fort de cette expérience nous envisageons donc maintenant les prochaines étapes du projet qui seront la première réalisation d'une thrombectomie cérébrale robot assistée et les premières procédures à distance sur fantômes.





# Rosa-ImplantIC

**Chirurgiens porteurs :** Dr KLOPP

**Laboratoires :** CHIMERE; MIS - **Discipline :** Cervico-Faciale

**Partenaires :** Interne UPJV CHU Amiens. Ouvert partenariats

**Robot utilisé :** Rosa (Robot de visée)

**Budget :** 250k€

L'implant cochléaire est une technologie développée depuis plus de 30 ans et qui permet de stimuler de façon électrique le nerf auditif en fonction de la fréquence des sons. Il est réservé aux patients souffrant de surdité sévère à profonde non améliorée par des appareils auditifs conventionnels.

L'implant se compose de 2 parties, une partie externe servant à capter le son et le transformer en signal électrique qui sera envoyé à la partie interne, composée d'une antenne et d'un faisceau d'électrodes capables de stimuler directement le nerf auditif.

Une intervention chirurgicale minutieuse sous microscope est donc nécessaire pour accéder à la cochlée où les électrodes seront introduites manuellement par le chirurgien.

Les progrès actuels de la robotique ont permis d'envisager des techniques chirurgicales moins invasives et plus sûres, avec dans notre cas, un fraisage guidé par le robot selon une trajectoire pré-établie sur l'imagerie pré-opératoire du patient ainsi qu'une insertion robotisée des électrodes dans la cochlée.

Une première intervention d'implantation cochléaire complètement robotisée a pu être réalisée le 20 octobre 2019 avec le robot Rosa® (Zimmer biomet robotics, Montpellier France) couplé à un scanner à capteurs plan (Cone beam CT, CB-CT) O'arm® (medtronic, Minneapolis, USA). Depuis cette première mondiale, 9 patients ont pu bénéficier de cette nouvelle technique.

Les projets de notre équipe sont notamment de développer la planification de la trajectoire de fraisage grâce à l'intelligence artificielle. En analysant le meilleur « chemin » jusqu'à la cochlée, cette planification informatique nous permettrait d'augmenter à la fois la sécurité du geste mais également d'améliorer les performances de l'implant.





# Optimisation du parcours de soins grâce à la robotique en chirurgie thoracique

Projet porté par



dont le GRECO est partenaire

**Chirurgiens porteurs :** Pr BERNA

**Discipline :** Pneumologie

**Partenaire :** Clinique Victor Pauchet

**Robot utilisé :** Da Vinci (Robot de téléchirurgie)

**Budget :** 200k€

Optimisation du parcours de soins grâce à la robotique en chirurgie thoracique

Le Professeur Pascal BERNA, chirurgien thoracique et son équipe ont réalisé en avril 2022 une Segmentectomie du poumon par chirurgie robot assistée en ambulatoire, en utilisant le robot Da Vinci X de la société Intuitive Surgical.

Il aura fallu 6 mois de mise au point de protocoles de RAAC (réhabilitation améliorée après chirurgie), de formation des équipes paramédicales et de maîtrise de la chirurgie mini invasive. Fort de cette expertise, il a pu réaliser en ambulatoire une intervention lourde du thorax qui nécessite habituellement plusieurs jours d'hospitalisation.

Cette intervention a été proposée à une patiente âgée d'une cinquantaine d'années affectée par un cancer du poumon afin de retirer un segment de lobe pulmonaire inférieur droit associé à un curage ganglionnaire.

La patiente est restée hospitalisée moins de 11 heures dans le service de chirurgie ambulatoire de la Clinique Victor Pauchet. Après être sortie le soir même de l'intervention chirurgicale, elle n'a consommé que 7 grammes de paracétamol en post opératoire.

Le résultat carcinologique définitif est très satisfaisant avec des marges saines. La chirurgie robotique constitue une formidable avancée technologique dans la prise en charge des patients. Les avantages attendus de la robotique, dans ce type de chirurgie sont indéniables : opération moins invasive, récupération du patient plus rapide, risques et infections postopératoires diminués.

Cette opération chirurgicale moins invasive, grâce à la robotique, facilite la capacité du patient à bénéficier de la démarche RAAC -Récupération Rapide Après Chirurgie. Voici un exemple des thématiques du GRECO : permettre d'améliorer la qualité des soins et leurs efficacités grâce à la robotique.





# Projet Prédi-brèche

**Chirurgiens porteurs :** Pr LEFRANC, Pr GOURON, Dr DEROUSSEN.

**Laboratoires :** CHIMERE; MIS

**Partenaire :** Développé en interne

**Robot utilisé :** Robot de visée

**Budget 300K€**

**Prédiction de la brèche pédiculaire :** Prédi-brèche

L'objectif de ce projet consiste à prédire la brèche corticale en chirurgie du rachis. L'instrumentation doit rester dans l'os en chirurgie du rachis dans un objectif biomécanique et de sécurité. Le risque d'une brèche de cet os cortical est la création d'une lésion de la moelle épinière ou de la racine nerveuse à proximité et ou une perte du gain mécanique de l'arthrodèse. 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 per-opératoire sans information temps réel). Ainsi une modification inattendue de l'anatomie (rotation dans une pathologie vertébrale instable, défaut d'installation patient lors du démarrage de l'acte opératoire...) peut entraîner une erreur non vue par l'assistance robotisée (le robot sera ici précisément faux). Seule une boucle avec une information en temps réel permettra de confirmer la corrélation entre la prédiction sur l'image et la constatation per-opératoire. Nous souhaitons pour cela utiliser les données créées par le robot lors de la chirurgie (interactions chirurgien/corps patients/robot) associées à une analyse en IA du signal du tracking du robot et du capteur de force permettent d'objectiver une anomalie lors de la réalisation de l'acte. L'information sera donnée au chirurgien qui pourra alors réaliser les actions de vérifications et ou de corrections avant de poursuivre son intervention, information permettant alors de prévenir la brèche corticale.







# Projet prédiLITT

2022 – en cours

**Chirurgiens porteurs :** Pr LEFRANC, Pr CONSTANS

**Laboratoires :** CHIMERE; MIS

**Partenaires :** Développé en interne

**Robot utilisé :** Robot de visée

**Budget :** 350k€

La thérapie laser LITT est indiquée dans le traitement d'épilepsie pharmaco résistante (hamartomes, sclérose hippocampe, dysplasie, ...) tumeurs intracrâniennes (gliomes, etc.) mais également à viser de traitement en pathologie du mouvement en particulier les tremblements pharmaco résistant.

Une des problématiques majeurs pour la thérapie est l'optimisation de la trajectoire qui déterminera la possibilité de couvrir complètement la lésion. La seconde problématique est de s'assurer que la lésion réalisée est définitive par une lecture automatisée des données de spectroscopie. En effet, Le neurochirurgien sur les bases de ses connaissances anatomiques se doit de proposer une trajectoire (voir 2 en cas d'impossibilité de couvrir l'ensemble de la lésion à ablater) en prenant le moindre risque (respect des zones électives, trajectoires a vasculaire et à distance des sillons) mais aussi permettre de couvrir l'entièreté de la lésion. La destruction complète de la lésion est prédictive de la réussite de la chirurgie mais ces lésions sont le plus souvent à un sein de structures profondes à proximité de zones extrêmement sensibles qu'il faut absolument préserver.

L'objectif de ce travail vise à optimiser grâce à l'utilisation d'un algorithme la (les) trajectoire(s) afin de limiter le risque lié à la chirurgie tout en optimisant la destruction complète de la cible. Ce projet sera mené avec l'équipe de recherche CHIMERE (UPJV) et le GRECO.

Ce projet comporte une première étape de segmentation des images avec un logiciel dédié puis une modélisation informatique de la (les) trajectoire(s) après repérage de la cible et des éléments périphériques à éviter tout en optimisant l'angle d'insertion, la couverture de l'ablation réalisée par l'équipe d'ingénieurs informatiques.





# Projet RA3D Surgery for children

**Chirurgiens porteurs :** Pr GOURON, Pr LEFRANC, Dr DEROUSSEN

**Laboratoires :** SSPC; MIS

**Partenaires : en cours**

**Robot utilisé :** Robot de visée

**Budget :** 550K€

Utilisation de l'assistance robotique pour améliorer la sécurité et la reproductibilité d'indications existantes en chirurgie de l'enfant. Développement à partir de modélisation en 3D de la pathologie et des contraintes liées à l'enfant pour simulation complète de l'acte. Réalisation de protocole de recherche à partir de ces simulations pour obtention des autorisations légales.

**Zone géographique couverte :** Monde

## Description du projet :

La première indication développée en chirurgie de l'enfant par notre équipe a été la vis ilio-sacrée en 2017 (Lefranc M, et al. Neurosurg Focus 2018), aboutissant à une première mondiale (MIRI : Mini Invasive Robotic instrumentation of Ilioscral screw).

La seconde indication est la reconstruction du ligament croisé antérieur chez l'enfant sous assistance robotisée. Ceci s'est fait après l'accord de l'ANSM et d'un comité d'éthique validant un protocole de recherche croisé (MIRRACL : Mini Invasive Robotic Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04183803). Ce protocole de recherche comporte les simulations complètes sur une impression en 3D d'un genou d'enfant modélisant les contraintes du cartilage de croissance. Cette intervention était une première mondiale réalisée fin 2019 et révélée en février 2020. D'autres indications en chirurgie de l'enfant peuvent bénéficier de la précision de l'assistance robotique :

Principaux objectifs : Utilisation de la chirurgie robotisée chez l'enfant dans plusieurs indications. Sécuriser, rendre reproductible et diffusable les techniques chirurgicales. Optimiser le parcours de soins par la simplification du geste sous assistance robotisée.

- **Stratégies d'optimisation des techniques innovantes déjà réalisées.** Ce lot de travail propose d'utiliser des moyens d'imageries 3D moins irradiants et transportables pour diminuer l'irradiation des patients au cours des procédures robot-assistées (Vis ilio-sacrée MIRI Mini Invasive Robot-assisted Iliosacral screw insertion) et/ou améliorer le workflow pour diminuer le temps opératoire (protocole MIRRACL Mini Invasive Robot-assisted Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament). Amélioration de l'irradiation et du workflow la technique S2AI (Sacral Alar-Iliac Screw) par assistance robotique (S2AI-RA3D : Sacral Alar-Iliac Screw Robot-Assisted 3D). Cette technique est utilisée pour réaliser des arthrodèses vertébrales étendues au sacrum dans un grand nombre de centres en Europe et au monde. Sa navigation et son



assistance robotique ont déjà été décrite par d'autres équipes. Le but est d'en développer le processus sur notre modèle robotique par utilisation du processus PICAR (process to innovate in care assisted by robots). Conception, simulation et apprentissage du geste sur impression 3D.

- *Ressources demandées : acquisition d'un système d'imagerie amplificateur de brillance 3D robot compatible*
- **Développement d'une technique robot-assistée de vertebral body tethering lombaire par voie postéro-latérale.** Ce lot de travail est dédié au développement de l'assistance robotique de la mise en place de vis pédiculaire par voie postéro-latérale sans fusion pour garder la mobilité et de permettre une correction souple par tresse en polyester dans le cadre de scoliose à potentiel de croissance. Cette technique se développe au niveau thoracique par assistance vidéo mais dans la région lombaire la mise en place d'une tresse antérieure n'est pas complètement logique car provoque un effet de cyphose. Pour garder la lordose physiologique, la voie postérieure est logique mais complexe. Il s'agit de viser des pédicules sans atteindre l'articulation inter-apophysaire postérieure car cela entraînerait une fusion. L'assistance robotique est l'outil idéal et reproductible pour cela car il possède déjà les autorisations réglementaires pour des visées pédiculaires dans les indications de fusion. Cette technique n'existe pas encore et doit être développée en simulation puis ensuite utilisée en routine et transmise aux équipes intéressées.
  - *Ressources demandées : acquisition d'un système d'imagerie amplificateur de brillance 3D robot compatible*
- **Développement de techniques de vissage avec guidage robot-assisté.** Ce lot de travail est dédié au développement de technique de vissage osseux dans un certain nombre de chirurgie orthopédique. Le vissage est parfois le traitement de certaines pathologies (épiphysiolyse), de certaines fractures mais peut servir aussi à moduler la croissance osseuse. Développement du processus par la méthode PICAR pour obtention des autorisations réglementaires. Association à l'imagerie par amplificateur de brillance 3D. Conception, simulation et apprentissage du geste sur impression 3D. aboutissant à une première réalisation sur le patient.
  - *Ressources demandées : acquisition d'un système d'imagerie amplificateur de brillance 3D robot compatible*
- **Protocole « Bump-RA3D ».** Ce lot de travail vise à développer une technique robot-assistée de résection du bump (Bump-RA3D), qui est une des séquelles des épiphysiolyse peu déplacées chez l'enfant, grandement pourvoyeur d'arthrose chez l'adulte. Ce « bump » entraîne un conflit fémoro-acétabulaire par effet came. Ce « bump » peut être réséqué sous arthroscopie mais cette chirurgie est très difficile car l'abord chirurgical est étroit et le repérage difficile. Le guidage de la résection par le robot est réalisable avec du matériel existant. Développement du processus par la méthode PICAR pour obtention des autorisations réglementaires. Protocole de recherche nécessaire. Association à l'imagerie par amplificateur de brillance 3D. Conception, simulation et apprentissage du geste sur impression 3D. aboutissant à une première réalisation sur le patient.
  - *Ressources demandées : 36 mois de thèse de doctorat ou 24 mois de post-doctorat acquisition d'un système d'imagerie amplificateur de brillance 3D robot compatible*
- **Projet «Virtual bone cutting guide- RA3D ».** Ce lot de travail propose de développer un applicatif innovant d'assistance robotique pour le guidage intra-opératoire des coupes osseuses. Pour la réalisation d'ostéotomies complexes, des guides de coupe sur mesure à



partir de l'imagerie sont commercialisés et fabriqués sur mesure. Le principe du guide de coupe virtuel sera de porter l'instrument par le robot pour réaliser l'ostéotomie de manière moins invasive avec contrôle haptique. Éviter donc la dissection et l'exposition nécessaire pour placer un guide coupe conventionnel. Protocole de recherche nécessaire.

- *Ressources demandées : 36 mois de thèse de doctorat ou 24 mois de post-doctorat*
- **Projet « Réalité augmentée et ostéotomies complexes ».** Les ostéotomies complexes en orthopédie doivent corriger des déformations osseuses des membres ou du bassin. La visualisation en intra-opératoire par réalité augmentée du résultat à attendre en fonction du site d'ostéotomie peut permettre de rendre le résultat plus adapté à la planification et au souhait du chirurgien en fonction de la pathologie. Le but est d'optimiser le trait d'ostéotomie, d'améliorer le résultat pour à terme un meilleur résultat fonctionnel pour le patient.
  - *Ressources demandées : 12 mois ingénieurs, acquisition d'un système de lunettes à réalité augmentée et logiciel.*
- **Plateforme de simulation, de validation et de formation 3D.** Afin de permettre à la fois la simulation préopératoire mais également à des fins de formation, ce lot de travail suppose la conception et la mise à disposition d'un environnement virtuel immersif permettant de simuler au mieux les conditions de la future intervention sous assistance robotisée.
  - *Ressources demandées : 12 mois ingénieurs, acquisition d'un système immersif (CAVE, ou Casque RV), mise à disposition d'un environnement 3D.*



# Projet Dissection sous muqueuse

**Chirurgiens porteurs :** Dr YZET

**Laboratoires :** CHIMERE; MIS

**Partenaires :** BONE 3D

**Robot utilisé :** Robot de visée

**Budget :** 150k€

Les tumeurs digestives précancéreuse et cancéreuse de l'estomac, du colon et du rectum étaient jusqu'à peu résecable par voie chirurgicale. Les progrès en endoscopie digestives permettent actuellement d'enlever ses lésions de manière micro invasive sans avoir recours à une chirurgie ouverte par la réalisation d'une coloscopie ou d'une fibroscopie. Cette technique appelée dissection sous muqueuse (DSM), s'est progressivement imposée en Europe comme la technique endoscopique de référence pour la résection des tumeurs digestives précancéreuse et cancéreuses superficielles supérieures à 20 mm de diamètre. Cependant, l'accès à la formation de la DSM reste encore limité. La création d'un modèle de simulation réaliste pour l'apprentissage de la DSM, permettrait donc la diffusion large de cette technique à l'ensemble de la communauté des gastroentérologues et bénéficieraient ainsi à un maximum de patients.

