

Le projet FollowKnee

Entretien avec Julien Castet, en charge de la Recherche à Immersion.

Louis-José Lestocart

Spécialiste en réalité augmentée, la société Immersion (Bordeaux) participe au projet multidisciplinaire RHU (Recherche Hospitalo-Universitaire en santé) lancé en janvier 2018. Ce projet de prothèse de genou sur-mesure connectée national, d'une durée de 5 ans est nommé FollowKnee. Il comprend notamment le CHRU de Brest, l'UBO (Université de Bretagne Occidentale), l'IMT Atlantique (Institut Mines Télécom Atlantique) l'INSERM ainsi que des partenaires techniques (Imascap¹, la société SLS, b<>com², ID2Santé³, et le Commissariat à l'Énergie Atomique de Grenoble. Coordonné par le LaTIM (Laboratoire de Traitement de l'Information Médicale) de l'INSERM, il est doté d'un budget de 24 millions d'euros dont un tiers vient de l'État via l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). La prothèse fabriquée par impression 3D détient des capteurs miniatures développés par le CEA de Grenoble afin de déceler toute infection ou défaut mécanique et d'aider le patient dans sa rééducation.



Lancement du projet de recherche Followknee à Brest en janvier 2017. Immersion utilisera la Réalité Mixte pour assister les chirurgiens et les professionnels de santé dans la pose d'une prothèse de genou connectée.

Quel rôle joue Immersion dans le projet FollowKnee ?

Nous intervenons à la fois sur la partie théorique et la partie technologique du projet. Nos partenaires sont venus nous voir pour la vision holographique

afin d'équiper les chirurgiens de dispositifs mobiles leur permettant d'avoir à leur disposition des informations numériques concernant le patient et la planification au cours d'une opération. Il ne fallait pas un écran statique, mais un affichage d'informations critiques di-

rectement sur le patient pour la bonne réalisation de l'opération.

Cet affichage d'imagerie se fait dans le casque de réalité augmentée Microsoft HoloLens ?

C'est un des enjeux. Il y a une première phase d'analyse, de compréhension des besoins, de l'environnement, du profil utilisateur, pour faire une étude sur les meilleurs dispositifs technologiques répondant à ces besoins. Avant même d'obtenir le projet, on a fait une étude préliminaire en échangeant avec les partenaires et on s'est rapidement rendu compte que l'HoloLens était une des meilleures solutions. Ne serait-ce que parce qu'il laisse libres les mains du chirurgien. L'idée est d'avoir un affichage en parallèle, en simultané de l'opération. On a d'abord pensé qu'on pouvait utiliser une tablette. Mais le procédé est plus contraignant pour le chirurgien et peu adapté : il faut qu'il visualise d'abord ce qu'il doit faire, puis qu'il pose la tablette, revienne à l'opération, reprenne la tablette, etc. L'HoloLens était vraiment le dispositif qui convenait le mieux.

La société Nomadec emploie aussi l'HoloLens, en étant plus axée sur la télé-médecine d'urgence (malaise ou accident).

L'HoloLens leur apporte par affichage des informations sur la biologie et les signes vitaux de la personne en situation d'urgence. Notre projet est différent. La plupart des choses autour de l'HoloLens jusqu'à présent sont des proto-concepts. On met en avant un usage et une technologie associée pour montrer la valeur ajoutée que celle-ci peut apporter et on essaye de déclencher derrière une mise en pratique opérationnelle. La spécificité de notre projet, c'est de rentrer dans une procédure complète où l'HoloLens se déploie dans les salles de chirurgie. L'objectif est opérationnel. À la première phase d'étude, succède une seconde phase de mise en pratique, de prototypage marquée par des tests, sur des éléments probants pour l'opération. Puis vient une troisième phase avec à nouveau des tests cette fois sur les personnes à opérer. Suit toute une partie de certification jugeant de la pertinence et de la compatibilité de ce dispositif avec une salle d'opération. Au final, on doit posséder

un ensemble de solutions à mettre en place sur le marché, validé par des professionnels et les institutions, agrémenté, et correspondant à des cibles de marché comme les États-Unis ou l'Europe.

Des opérations se font aux États-Unis avec des Oculus Rift depuis environ 2015.

Oui, mais dans le contexte chirurgical, ces techniques sont utilisées comme des marqueurs. On filme avec une caméra et, à partir de cette capture, on affiche sur un écran des informations associées à l'opération. Il s'agit d'affichage déporté. Avec n'importe quel système d'imagerie, on affiche aujourd'hui dans un hôpital des informations associées à une opération et au patient, sans support holographique. Il n'y a pas à ma connaissance de travaux aboutis avec un HoloLens en un tel contexte. Il y a bien eu une vidéo il y a quelques mois, réalisée à l'hôpital Avicenne, annonçant la première opération par HoloLens [avec plate forme collaborative entre chirurgiens se trouvant sur d'autres continents, ndlr]. C'était filmé en temps réel et on pouvait la voir sur le net⁴. Mais, dans ce cas, il y a une faible utilisation du potentiel de l'HoloLens. Le chirurgien l'utilise essentiellement pour afficher de l'information à l'intérieur du casque. Peut importe la position. L'HoloLens ne sert qu'à un affichage secondaire. Le chirurgien lève la tête ; ça lui permet de voir des informations 3D et d'avoir des informations plus standards affichées. Rien n'est affiché directement sur le patient. Il n'y a pas la composante la plus intéressante de la réalité augmentée aujourd'hui : la possibilité de superposer des données numériques de manière cohérente en matière d'espace et de temps, en relation avec ce qui se joue dans le réel. Nous, nous cherchons à aller un peu au-delà des capacités premières de l'HoloLens. On doit creuser pour créer des éléments pertinents pour les utilisateurs que sont les chirurgiens.

Dans l'opération de l'hôpital Avicenne, n'y a-t-il pas une superposition d'hologramme sur le corps du patient ?

Si, mais en utilisant les capacités de l'HoloLens par défaut. L'opération porte sur l'épaule.

Le chirurgien affiche l'élément 3D calculé sur l'HoloLens. Après il peut le déplacer lui-même avec des petits mécanismes pour le faire aller à gauche, à droite, en bas, en essayant tant bien que mal de le faire correspondre à l'environnement réel. Notre pari est d'obtenir une automatisation de ce système, un vrai challenge sur la précision, sur la robustesse de cette reconnaissance-là. Pour que le chirurgien n'ait pas à manipuler une IHM quelconque affichant de l'information sur le patient, et que tout se passe de manière automatique. Avec la grosse difficulté d'aller piocher de l'information – ça c'est un peu technique... En fait, l'idée est de connecter l'HoloLens à une chaîne d'acquisition de données 3D. Dans la démo de l'opération d'Avicenne, ils font une application dédiée au cas qu'ils vont traiter. Le modèle 3D associé est alors très fermé et maîtrisé. Nous aimerions nous que l'HoloLens soit connecté à un logiciel (fait par un autre partenaire du projet) qui prenne en entrée l'état du patient et, via un algorithme, permette d'automatiser différentes étapes proposant au chirurgien les diverses phases à suivre pour l'implantation de la prothèse. Le chirurgien prépare son opération en se disant « *je vais faire comme ça, comme ça, comme ça* », et ça se retrouve automatiquement pushé dans l'HoloLens pour que celui-ci serve d'afficheur et fasse remonter ces infos pendant l'opération. Le gros challenge technique, c'est vraiment d'avoir cette continuité de manière transparente, que l'utilisateur n'ait pas à préparer une application pour chaque opération et qu'on se retrouve devant quelque chose d'un peu laborieux faisant perdre du temps.

Immersion a développé lui-même l'HoloLens dans ce sens-là ?

C'est un des gros défis de ce projet démarré le 23 janvier 2017. Cela nécessite : 1) de s'intégrer dans une procédure certifiée permettant d'avoir un outil utilisable et opérationnel ; 2) d'avoir pour le chirurgien une expérience adaptée à sa demande. Il faut aussi prendre en compte des problématiques d'affichage comme ne pas trop occulter la vision du patient et permettre cet affichage au cours de l'opération. En ce qui concerne le tracking,

il faut être capable d'afficher de manière très fine, très robuste, des éléments sur le genou en cours d'opération. Trois aspects qui sont un vrai challenge. On sort d'un proto-concept, de la simple démonstration des capacités du dispositif pour passer à quelque chose de plus opérationnel que sensationnel. Pour faire en sorte que l'HoloLens soit utilisable, devienne presque indispensable.

La prothèse est donc dotée de capteurs eux-mêmes reliés ou connectés à différents centres hospitaliers pour suivre son évolution.

Voilà le principe de la chaîne globale. La spécificité de la prothèse du genou, c'est que 1) chaque personne est un cas à part entière – donc on personnalise cette prothèse ; 2) les contraintes données par les instances en charge de cette question font qu'au bout d'un mois, en cas de problème, le seul recours est de réopérer, de changer la prothèse. Il faut donc à la fois avoir une prothèse personnalisée et pouvoir réagir beaucoup plus rapidement dans ce délai, pour pouvoir adopter une solution médicamenteuse, un antibiotique, ou quelque chose de plus léger pour le patient. Ce qui permet d'éviter de repasser par une opération importante et d'augmenter le risque pour le patient. Il y a donc la volonté d'être plus optimal et plus rapide. Notamment vu l'augmentation qu'il peut y avoir en terme de demande ; les chirurgiens n'allant pas se multiplier non plus face à elle. Pour la mise en place de cette prothèse, on scanne le patient, on regarde son problème, le logiciel dont je vous parlais précédemment, l'analyse et suggère un modèle 3D adapté au cas du patient. Ce logiciel élaboré par un de nos partenaires va aussi donner les différentes étapes potentielles au chirurgien qui, lui, va planifier son opération. La prothèse en impression 3D est alors équipée de capteurs. Pour ça on recourt à des DHnet [modèle de collaboration internationale en recherche, ndr], des jauges de contraintes. Donc on installe quelques capteurs un peu critiques sur la prothèse. Une fois que l'opération est réalisée grâce à la réalité augmentée et que la prothèse est mise en place, le genou est activé via un dispositif récupérant des informations de manière ponctuelle. La connexion n'est pas

journalière. On fait une lecture juste quand on en a besoin. Via un Smartphone, via une tablette, en Bluetooth, on est capable de voir si la prothèse est trop contrainte sur tel aspect, s'il y a un début d'inflammation, pour avoir une idée de la manière dont la prothèse est acceptée par le corps...

Oui, voir s'il n'y pas de rejet.

... et lancer la procédure nécessaire en fonction du cas ou de la lecture. Pour en revenir au projet de recherche global – cofinancé dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir du gouvernement et programme lié au Grand emprunt, géré par les ministères en lien avec le sujet et piloté par l'ANR –, j'insiste sur le fait qu'il n'est pas habituel. Chargé du département recherche d'Immersion, je suis habitué à monter beaucoup de projets avec des collaborateurs, souvent l'ANR, etc. Là, on sort du cadre standard. Le projet a vocation à toucher un marché. Il y a un niveau de TRL [Technology readiness level, ndr], un niveau de finition de ce qui va être réalisé en recherche et développement plus important que dans les projets classiques. D'où la spécificité du financement et l'investissement d'avenir de l'État.

La prothèse est faite par une imprimante 3D ?

Oui, c'est une impression 3D [alliage de métal et de céramique, ndr], c'est SLS France qui s'en charge.

Quel est le rôle du logiciel Shariing ?

En plus d'équiper le chirurgien d'un HoloLens, le deuxième enjeu est d'essayer de créer un écosystème permettant à toute l'équipe en charge de l'opération d'avoir des informations liées à l'opération. De pouvoir voir en parallèle ce que le chirurgien est en train d'analyser. C'est là qu'intervient la connexion entre l'HoloLens et Shariing. Il faut intégrer le visualisateur holographique à Shariing, pour que le chirurgien ne se retrouve pas isolé dans sa tâche, avec des informations que seul lui peut voir. Les assistants doivent aussi pouvoir voir ce qu'il est en train de réaliser et ce que la planification est en train de lui dire. Il y a donc deux niveaux. Un dédié à l'idée du chirurgien mobile avec son HoloLens, et l'autre, à l'infor-

mation des personnes se trouvant dans le bloc opératoire, via Shariing, pour établir une forte connexion entre les deux.

Le chirurgien sera donc seul à avoir l'HoloLens.

Pour l'instant, oui. Pour les autres, la seule « fenêtre » de collaboration se fait par Shariing. Les assistants pourront informer le chirurgien de ce qu'il est en train de faire, amener des annotations, discuter de manière complète avec lui via ce logiciel.

Les affichages de Shariing se feraient sous quelle forme ?

On ne sait pas trop pour le moment. On peut imaginer un écran tactile, des écrans dédiés à certains métiers. Il faut réaliser une étude in situ, aller sur le lieu même. On va passer un peu de temps dans le bloc opératoire pour se rendre compte de l'impact technologique que tout ça peut avoir, quel est l'encombrement dans une salle de ce genre, etc. Il y a encore beaucoup à découvrir et à adapter en fonction des données du terrain. Mais nous avons cinq ans pour développer cette expérience de Réalité Mixte.

Interview réalisé le 9 février 2018.

¹ Imascap (Brest), racheté par le groupe américain Wright Medical en 2017, développe des solutions logicielles pour la planification préopératoire.

² Institut de recherche technologique (Rennes).

³ Centre d'innovation technologique dédié au développement de la santé en Bretagne (Rennes).

⁴ Cf. <http://chu93.aphp.fr>