

CHIRURGIE HIGH-TECH DU GENOU, DE LA HANCHE ET DU DOS DE LA RECHERCHE À LA CLINIQUE

DES IMAGES SCANNER EN 3D, DES INSTRUMENTS PERMETTANT LA NAVIGATION DURANT L'INTERVENTION, UN BRAS ROBOTISÉ: LA TECHNOLOGIE DE POINTE OCCUPE DÉSORMAIS UNE LARGE PLACE DANS LA CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE QUI A AINSI GAGNÉ EN PRÉCISION ET EN SÉCURITÉ. LORS DE LA CONFÉRENCE ORGANISÉE LE 20 JUIN PAR HIRSLANDEN À L'HÔTEL ALPHA PALMIERS À LAUSANNE, LES PROFESSEURS BRIGITTE JOLLÈS-HAEBERLI ET CONSTANTIN SCHIZAS ONT PRÉSENTÉ LES FULGURANTS PROGRÈS DE CETTE CHIRURGIE HIGH-TECH DEVANT UN LARGE PARTERRE D'AUDITEURS FASCINÉS.

LES PROTHÈSES TOTALES DE LA HANCHE ET DU GENOU

Dans la hanche comme dans les autres articulations, le cartilage permet aux os de glisser les uns sur les autres. En cas d'arthrose, il s'use progressivement et, lorsqu'il a disparu, les zones osseuses se retrouvent directement en contact les unes avec les autres, a rappelé le Prof. Brigitte Jollès-Haeberli, spécialiste en chirurgie orthopédique de la hanche et du genou. Il en résulte des douleurs et une raideur qui diminuent la capacité de marcher et celle de faire des activités physiques et, in fine, menace l'indépendance.

L'implantation d'une prothèse totale de la hanche, qui vise à restaurer la mobilité de l'articulation, est une intervention courante. Il s'en pratique 20'000 chaque année en Suisse où 300 habitants sur 100'000 portent un implant de ce type.

Les personnes âgées sont les premières visées et chez elles, les prothèses donnent de bons résultats. Mais de plus en plus de jeunes adultes sont concernés et, chez ces individus actifs et exigeants, ce n'est pas sans conséquences. Alors qu'au bout de vingt ans, 10% des prothèses doivent être révisées chez les plus de 75 ans, ce taux est de 50% chez les moins de 50 ans. Il est donc nécessaire d'augmenter la durée de vie des implants.

Amélioration des matériaux

Les grands progrès réalisés dans le domaine des prothèses de la hanche sont en partie dus à l'amélioration des matériaux utilisés pour fabriquer les surfaces articulaires. Aux couples métal/polyéthylène et métal/métal ont succédé ceux en céramique/polyéthylène, céramique/céramique etc. On utilise aujourd'hui couramment des céramiques de 4^e génération. Elles sont fabriquées à l'aide de nano-particules plus résistantes à l'usure et elles renferment des

additifs qui jouent le rôle d'air-bag et préviennent les fissures, tout en limitant leur propagation. De nouveaux couples prometteurs sont apparus sur le marché : produits en zircone resurfacé en céramique, ils combinent la résistance à l'usure de la céramique à l'extérieur et l'élasticité du métal à l'intérieur.

Les nouveaux matériaux ont permis d'augmenter la taille des têtes, mais aussi de réaliser des cupules à double mobilité (dans lesquels les deux têtes sont introduites l'une dans l'autre) qui accroissent la mobilité de l'articulation.

Planification et précision de la chirurgie

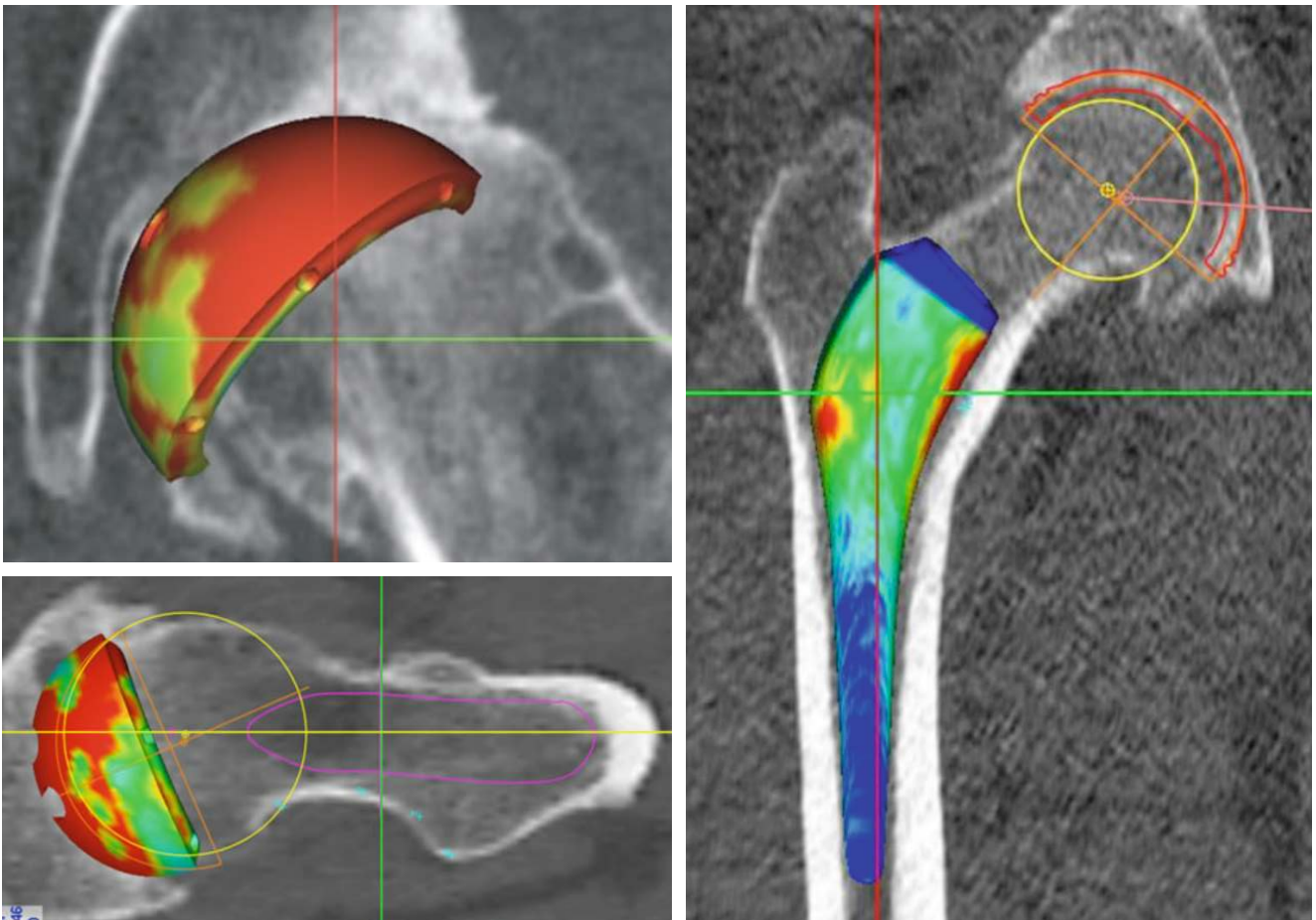
De nombreuses avancées ont aussi été faites dans la chirurgie, notamment dans la planification des interventions.

Habituellement, celle-ci se fait à l'aide de la radiographie du bassin qui fournit des images en deux dimensions, lesquelles sont sources d'erreurs. Il y a cinq ans, sont apparus des logiciels qui permettent de gérer les images de planification en 3D. Cela permet de mieux visualiser l'anatomie de l'articulation du patient et d'évaluer la taille de la prothèse - qu'il est d'ailleurs possible de fabriquer sur mesure. Mais aussi de positionner celle-ci de façon optimale et, avant l'intervention, de vérifier si elle est bien adaptée.

Lors de l'opération, les chirurgiens peuvent par ailleurs disposer de systèmes de navigation, sorte de GPS qui les aide à implanter la prothèse avec précision. Au fil du temps, les appareils sont devenus moins encombrants, mais ils nécessitent toujours l'utilisation de broches servant de repères dans les os au-delà du site opératoire lui-même, ce qui rendait l'intervention longue et coûteuse. La mise sur le marché d'un

robot de 3^e génération devrait changer la donne. L'un d'eux est actuellement en cours de tests au Swiss BioMebion Lab du CHUV que dirige le Prof. Brigitte Jollès-Haeberli. Moins encombrant que les dispositifs précédents, il peut être associé à un scanner 3D et permet de planifier l'opération juste avant de rentrer en salle. Il offre d'autre part une

précision de coupe inférieure à 1 millimètre et, dans la mesure où il augmente la surface de contact entre l'os et l'implant, il donne une meilleure stabilité immédiate à la prothèse. Dans le futur, il devrait donc être très utile pour la révision des prothèses de hanche.



FIGURES 1, 2, 3 - Planification 3D de la pose d'une prothèse de la hanche

Cette technique permet de vérifier la stabilité de l'implant et de contrôler la qualité de la reconstruction de la hanche.

Restaurer la mobilité du genou

Comme celui de la hanche, le cartilage de l'articulation du genou s'use peu à peu sous l'effet de l'arthrose. Quand il est trop endommagé, l'articulation devient raide et l'on a des difficultés à marcher. La pose d'une prothèse restaure la mobilité du genou et donne un appui sans douleur ; elle permet ainsi de reprendre des activités physiques dans les meilleures conditions possibles.

Actuellement, 20'000 prothèses du genou sont implantées en Suisse chaque année et ce nombre ne cesse d'augmenter. Les jeunes adultes font en effet des activités physiques de plus en plus contraignantes pour leurs genoux, de même d'ailleurs que certaines personnes âgées. Par ailleurs l'obésité, qui crée une surcharge sur l'articulation, gagne du terrain. C'est pourquoi on estime qu'en 2030, le nombre d'individus ayant une prothèse du genou sera 7,5 fois plus élevé qu'il l'était en 2005.

Dans ce domaine aussi, il est donc nécessaire d'augmenter la longévité des implants et d'améliorer leur résistance aux contraintes. Cela passe par une amélioration du positionnement des prothèses, de la reconstruction de l'axe complet de fonctionnement de la jambe et du dessin des implants. Toutes ces pistes sont actuellement explorées.

Pour planifier l'opération, les chirurgiens ont d'abord utilisé des scanners donnant des images 3D du genou. Ils sont désormais passés à l'étape suivante: après avoir simulé l'intervention, ils élaborent des guides de coupe sur mesure qui

s'appliquent à l'anatomie exacte du patient. Une fois imprimés en 3D et stérilisés, ces guides permettent de positionner la prothèse afin de reconstruire l'axe complet du fonctionnement de la jambe.

Cette procédure permet au chirurgien de travailler avec une plus grande précision, tout en disposant d'un instrument facile à utiliser et peu invasif. Elle réduit aussi la durée de l'intervention, ce qui diminue les saignements et la quantité de produits anesthésiants nécessaires.

Le Prof. Brigitte Jollès-Haeberli a comparé 100 patients qu'elle a opérés à l'aide de cette instrumentation sur mesure avec 300 autres chez lesquels elle avait posé le même implant, avec la même chirurgie, mais en utilisant des instruments standards. Il en ressort que les personnes du premier groupe ont presque 8° de flexion de plus que les autres, ce qui leur permet par exemple de se mettre à genoux ou de monter et descendre plus facilement des escaliers.

Outre les guides de coupe, les chirurgiens disposent aussi depuis deux ans d'une instrumentation complète sur mesure à usage unique. C'est un gain à la fois pour eux et pour le patient.

Les progrès ne s'arrêtent pas là puisqu'en juin 2018 sont apparues les premières prothèses complètes entièrement fabriquées sur mesure. À partir de l'anatomie du genou usé du patient, il est possible de reconstruire celle de son genou tel qu'il était originellement et d'adapter ainsi l'implant à la morphologie de son articulation.



FIGURES 4, 5 - Genou: un implant sur mesure

Adapté à chaque patient, il permet de reproduire l'alignement de sa jambe et la forme de son genou tels qu'ils étaient auparavant.

Une prothèse du genou électronique et connectée

Une fois l'implant posé, il reste à savoir comment il se comporte lorsque la personne qui le porte mène ses activités quotidiennes. Il serait aussi très utile de pouvoir détecter précocement son usure au niveau de la partie plastique intermédiaire, ce qui permettrait, en cas de besoin, de ne remplacer que la partie mobile. Comme le dit le Prof. Brigitte Jollès-Haeberli avec humour, «il est plus simple de changer les roues que la voiture !».

La chirurgienne travaille depuis vingt ans sur l'analyse ambulatoire de la marche. Le laboratoire qu'elle dirige au CHUV a développé, avec l'EPFL et l'aide du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (FNS), une première procédure permettant d'étudier le comportement du genou avec la prothèse implantée. Un logiciel contrôlant un système de capteurs (gyroscopes et accéléromètres 3D) permet d'enregistrer les paramètres de la marche du patient.

Pour aller plus loin, il fallait pouvoir analyser, en temps réel, ce qui se passe à l'intérieur du genou, afin de savoir quels sont les mouvements relatifs de l'implant, comment se fait la répartition des contraintes, quel est l'échauffement du genou, etc.

C'est dans ce but que le projet de recherche SImOs (Smart Implants for Orthopedic Surgery) a été lancé, en collaboration avec cinq laboratoires de l'EPFL et l'entreprise Symbios Orthopédie SA. Soutenu par le FNS, il a pour objectif d'élaborer une prothèse électronique intelligente et connectée.

Un premier modèle miniature a déjà été réalisé. Les chercheurs ont mis tous les capteurs à l'intérieur d'une prothèse de genou qu'ils ont placée dans une jambe robotisée et ils ont alimenté cette dernière avec les paramètres de marche de patients. Ce dispositif fonctionne à l'aide d'une genouillère renfermant une antenne magnétique qui permet de donner des instructions aux capteurs sur les paramètres à mesurer, puis de récupérer ces données pour les analyser sur un ordinateur, une tablette ou un smartphone. Les équipes sont maintenant en train de mettre au point la production de polyéthylène et espèrent recevoir la norme CE, afin de pouvoir distribuer leur prothèse électronique en Europe.

Pour financer ces recherches de pointe, le Prof. Brigitte Jollès-Haeberli et le Prof. Constantin Schizas ont créé la Fondation Prospectus grâce à laquelle ils espèrent recueillir 2 millions de francs.

CHIRURGIE DE LA COLONNE

La colonne vertébrale (le rachis) se compose de 7 vertèbres cervicales, 12 thoraciques et 5 lombaires et elle est prolongée par le sacrum, a rappelé le Prof. Constantin Schizas, spécialiste en chirurgie orthopédique. Elle soutient le corps, tout en protégeant la moelle épinière.

Maladie du canal étroit

De nombreuses pathologies peuvent affecter le dos. Chez les personnes âgées, la plus fréquente est la maladie du canal étroit. Avec le vieillissement, le canal lombaire se rétrécit et comprime les nerfs situés à l'intérieur. On développe alors ce qu'on nomme une claudication neurogène qui se traduit dans les jambes, lors de la marche, par des douleurs, ainsi que par une perte de la sensibilité et de la force. Dès que l'on s'assoit, ces symptômes disparaissent. Cette maladie peut devenir handicapante et elle diminue la qualité de la vie.

Le diagnostic passe par l'anamnèse qui permet au médecin de savoir ce que ressent le patient - on peut en effet avoir un canal rétréci sans aucun symptôme. Il est ensuite confirmé par une IRM.

Le Prof. Constantin Schizas et ses collègues ont développé une méthode qui permet de mieux identifier les personnes qui devront être opérées. En fonction de la morphologie de leurs nerfs, les patients ont été divisés en quatre groupes. Ceux ayant un canal très rétréci (grades C et D) répondent mal aux traitements conservateurs (infiltrations et médicaments) et auront tôt ou tard besoin d'une opération. À l'inverse, chez ceux qui ont un canal un peu moins étroit (grades A et B), la chirurgie ne donne pas de bons résultats. Cette «classification de Lausanne», comme on l'a nommée, est maintenant largement utilisée en Europe et même bien au-delà.

Libérer les nerfs

L'intervention chirurgicale la plus fréquente vise à libérer les nerfs comprimés. Elle se pratique sous microscopie opératoire. Il est parfois nécessaire, notamment chez les personnes qui ont des déformations de la colonne, de fixer ensemble plusieurs vertèbres. On stabilise alors la colonne à l'aide de vis qu'il faut faire entrer dans le pédicule ; la minceur de cette structure qui relie l'avant et l'arrière des vertèbres rend l'opération délicate.

Dans le domaine du rachis comme dans celui de la pose de prothèse de la hanche et du genou, la technologie assiste le chirurgien. L'une des techniques utilisées en routine est le neuro-monitoring qui permet une surveillance de la fonction neurologique. Il consiste, pendant l'intervention, à stimuler le cortex cérébral du patient avec de petites électrodes placées sur sa tête et, à l'aide d'électrodes placées sur ses jambes, à vérifier que les muscles fonctionnent correctement, donc que l'influx nerveux circule. En cas de problème, il est ainsi possible d'intervenir aussitôt pour éviter les séquelles neurologiques.

Pour planifier leur intervention, les spécialistes du rachis ont, eux aussi, recours à un système de navigation. Une radiographie 3D du patient est effectuée quelques jours avant l'opération et les images sont transférées à un ordinateur. Il faut ensuite faire correspondre leurs différents éléments avec l'anatomie du patient (ce qu'on appelle le matching). Pour opérer, le chirurgien utilise des instruments dotés de boules réfléchissantes dont l'image, captée par des caméras, est retransmise sur un écran. Il peut ainsi voir en temps réel comment sont positionnés les implants, ce qui permet d'accroître la sécurité de la pose.

Les techniques de navigation ont connu une grande avancée avec la mise au point de la fluoroscopie en trois dimensions qui utilise un appareil de radiographie tournant autour du patient sur 360° pendant l'opération. Il n'est alors plus nécessaire de faire un examen par scanner

préopératoire, ni de passer par la phase du matching, ce qui accroît la précision de l'intervention. En outre, une fois les implants posés, une acquisition d'images permet de vérifier qu'ils se trouvent dans la bonne position avant de refermer la plaie.

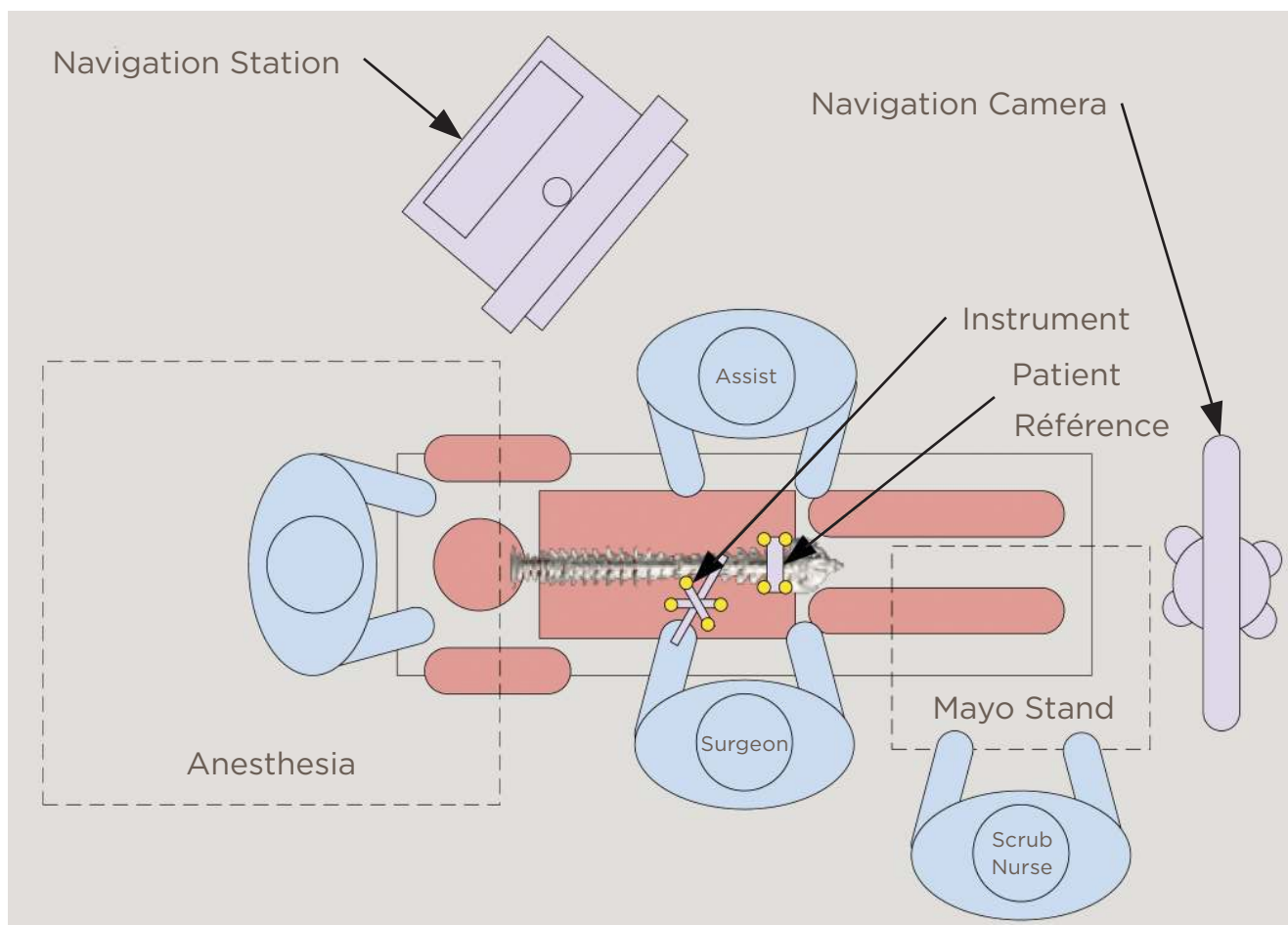


FIGURE 6 - Un système de navigation pour la chirurgie du rachis

Les instruments utilisés sont munis de boules réfléchissantes dont l'image, captée par des caméras, est retransmise sur un écran. Durant l'intervention, le chirurgien peut ainsi voir en temps réel comment sont positionnés les implants, ce qui permet d'accroître la sécurité d'opération.

Opérations robotisées

Le chirurgien peut aussi se faire assister par un robot. Dans le cas du rachis, il s'agit d'un bras robotisé qui définit la trajectoire selon laquelle l'implant doit être placé. Cette technique nécessite encore de faire un scanner préopératoire et de planifier la trajectoire des implants. Mais cet inconvénient pourra être évité grâce à une nouvelle génération d'appareils combinant le bras robotisés et des images 3D qui arrive sur le marché.

La comparaison de ces différentes techniques montre que chez les patients opérés à l'aide de

méthodes traditionnelles (sans imagerie 3D ni robot) le taux de vis idéalement placé est de 93,6%, alors qu'il est de 94,2% avec le robot et de 95,8% avec l'imagerie 3D. La différence est donc minime. Toutefois, les techniques d'assistance à la chirurgie présentent plusieurs avantages. Elles permettent de faire des interventions minimalement invasives, elles diminuent les doses d'irradiations que reçoivent les équipes travaillant au bloc opératoire et elles servent d'outil de contrôle de qualité à la fin de l'opération. En outre, elles sont aux jeunes chirurgiens ce qu'un simulateur de vol est aux apprentis pilotes et sont utiles à l'enseignement.



FIGURE 7 - Nouvelle génération de chirurgie robotique

Elle combine, pendant l'opération, le robot et les images 3D fournies par le scanner et permet de faire de la chirurgie minimalement invasive

Quel sera le futur ?

Dans le futur, la principale innovation serait de pouvoir définir quel type d'intervention est le mieux adapté à chaque patient.

Sur le plan technologique, la robotique devrait évoluer et permettre notamment la libération des nerfs comprimés. La réalité augmentée, actuellement en plein développement, pourrait permettre de projeter les images 3D non plus sur

un écran, mais sur le patient lui-même. Par ailleurs, les progrès réalisés dans l'intelligence artificielle ouvriront peut-être la voie au diagnostic par ordinateur.

Quoi qu'il en soit, la technique ne saurait remplacer l'examen clinique et les qualités humaines et elle n'est pas prête à se substituer au chirurgien.

L'EXPERTISE EN TOUTE CONFIANCE

HIRSLANDEN LAUSANNE

CLINIQUE BOIS-CERF

AVENUE D'OUCHY 31

CH-1006 LAUSANNE

T +41 21 619 69 69

F +41 21 619 68 25

CLINIQUE-BOISCERF@HIRSLANDEN.CH

HIRSLANDEN LAUSANNE

CLINIQUE CECIL

AVENUE RUCHONNET 53

CH-1003 LAUSANNE

T +41 21 310 50 00

F +41 21 310 50 01

CLINIQUE-CECIL@HIRSLANDEN.CH

WWW.HIRSLANDEN.CH/LAUSANNE