

Hôpital Robert Debré
Pôle de Chirurgie-Anesthésie

**Projet Chirurgie Robot-Assistée au
CHU mère-enfant Robert Debré**

Pr Alaa El Ghoneimi

Chef du service de chirurgie

Viscérale et Urologique

Pr Thierry Van Den Abbeele

Chef du pôle de Chirurgie-Anesthésie

Mars 2012

Remerciements et contributions

Nous remercions tous ceux qui ont participé à l'élaboration de ce projet et plus particulièrement :

- Monsieur le Pr Arnaud Bonnard, service de chirurgie viscérale
- Madame Christine Girier-Diebolt, directrice
- Monsieur le Pr Keyvan Mazda, chef du service d'orthopédie
- Madame Blandine Schaaff, ingénieur biomédical
- Monsieur le Pr Olivier Sibony, service de gynécologie-obstétrique

- **Introduction :**

La chirurgie mini-invasive (CMI) a bénéficié de progrès considérables au cours de ces deux dernières décennies et d'une diffusion importante au sein de la communauté médicale. Les chirurgiens d'adultes ont largement modifié leurs pratiques en effectuant une transition des approches ouvertes classiques avec contact direct des tissus vers une approche endoscopique ou laparoscopique où les informations visuelles prédominent sur les sensations tactiles. Cependant, en pédiatrie, l'adoption de ces techniques reste limitée à un petit nombre d'équipes, du fait des indications pédiatriques plus rares et surtout orientées vers la reconstruction alors que les indications chez l'adulte sont fréquentes et concernent les chirurgies d'exérèse. Par ailleurs, malgré l'amélioration constante de l'instrumentation laparoscopique de plus en plus adaptée aux enfants, les équipes les plus avancées demeurent limitées dans leurs indications de CMI du fait d'un espace opératoire confiné, de divers obstacles techniques (angles difficiles, positions non ergonomiques, collisions d'instruments) et surtout d'un apprentissage long et fastidieux de ces techniques.

Le développement récent de la chirurgie robot-assistée, particulièrement en Amérique du Nord et dans certains pays européens, semble apporter des réponses satisfaisantes à ces limitations et permet d'envisager l'extension des indications de la CMI dans le domaine de la chirurgie pédiatrique. Les avantages principaux de la chirurgie robot-assistée sont une vision tridimensionnelle vraie, une gestuelle améliorée, une aide à l'enseignement et à la simulation.

Le but du présent projet est de démontrer la pertinence de développer un programme de chirurgie robot-assistée à l'hôpital Robert Debré, c'est-à-dire dans un centre pédiatrique mère-enfant ayant déjà une expérience pionnière et unique en France dans le domaine de la CMI. Nous discuterons les principaux éléments que nous souhaitons mettre en œuvre pour la mise en place, l'évolution et la croissance d'un programme réussi de chirurgie pédiatrique robotique.

Préambule : historique et état de la chirurgie mini-invasive à l'hôpital Robert Debré

Les services de chirurgie pédiatrique de l'hôpital Robert Debré et particulièrement les services de chirurgie viscérale et urologie, d'orthopédie et d'otorhinolaryngologie sont des centres de référence internationale dans le domaine de la chirurgie mini-invasive (CMI) de l'enfant. En effet, depuis les années 90, ils ont activement participé au développement, à l'enseignement et à la recherche de ces innovations chirurgicales et en sont considérés comme des pionniers.

La rareté des centres pratiquant ce type de chirurgie avancée dans tous les domaines de la chirurgie pédiatrique ainsi que l'originalité des travaux produits ont donné aux services de l'hôpital Robert Debré une notoriété internationale incontestable. Cette notoriété s'est traduite par un grand nombre de publications dans des revues internationales et également dans des ouvrages américains et européens de référence en chirurgie pédiatrique (cf annexe publications). Les chirurgiens de Robert Debré font l'objet de nombreuses invitations internationales en tant que conférenciers, professeurs invités, ou enseignants.

L'enseignement de cette chirurgie fait partie intégrante de l'activité des services de chirurgie de Robert Debré. Particulièrement, le service de chirurgie viscérale et urologique organise annuellement, en partenariat avec l'industrie des instruments laparoscopiques, des sessions d'enseignement de la CMI au niveau international. Nous avons également créé le premier et unique diplôme inter-universitaire (DIU) de chirurgie laparoscopique pédiatrique en France, en partenariat avec l'université de Strasbourg et l'IRCAD (première inscription prévue en 2012).

Pourquoi passer de la chirurgie mini-invasive à la chirurgie robot-assistée ?

1. Les avantages de la chirurgie mini-invasive par rapport à la chirurgie ouverte classique

La chirurgie mini-invasive (CMI) a déjà démontré, au travers de l'expérience de nos équipes et les publications, des avantages importants par rapport à la chirurgie ouverte classique [1,2,3] particulièrement :

- une diminution significative de la durée d'hospitalisation
- une moindre morbidité pariétale
- une diminution de la douleur post-opératoire dans certaines indications
- un retour précoce aux activités scolaires des enfants.

Ces avantages sont associés à des résultats fonctionnels à long terme comparables à la chirurgie classique.

2- Avantages de la chirurgie robotique par rapport à la chirurgie mini-invasive

Malgré une large expérience en CMI, les limites de cette chirurgie sont une vision 2D, une limitation des mouvements (trocar rectilignes rigides, peu mobiles), les difficultés d'abord

de certaines régions (petit bassin) et une faible ergonomie (fatigabilité des opérateurs et des aides). Les principales conséquences de ces limites sont :

- des difficultés lors de certaines interventions courantes (pyéloplasties, chirurgie des voies biliaires)
- des courbes d'apprentissages trop lentes
- des durées d'intervention trop longues
- le renoncement à certaines interventions qui pourraient bénéficier d'une approche mini-invasive (atrésies de l'œsophage, chirurgie tumorale, chirurgie du col vésical et aggrandissement vésical)

L'intérêt du robot sera de permettre l'approche mini-invasive pour un nombre plus important d'interventions grâce à une meilleure visibilité (image 3D), une plus grande précision et plus grande sécurité du geste chirurgical.

3- Les avantages d'un robot dans un hôpital universitaire pédiatrique

Depuis le développement de la Chirurgie Robot-Assistée et contrairement à la CMI, le leadership mondial est presque exclusivement nord-américain. L'étude de l'utilisation des robots en France montre clairement que les équipes pédiatriques n'ont pas encore pu émerger dans ce domaine. Jusqu'à ce jour, les robots chirurgicaux sont exclusivement implantés dans des structures de chirurgie d'adulte avec quelques chirurgiens pédiatres (Tours, Limoges, Lyon) ayant un accès limité à ces équipements car devant se déplacer avec leurs patients pour réaliser leurs interventions dans des salles opératoires dédiées aux adultes. Le résultat d'une telle pratique, avec un nombre trop limité des cas réalisés, est très limitant sur le plan de l'enseignement et de la recherche, et se solde par une trop faible visibilité des équipes pédiatriques françaises sur le plan des publications internationales dans le domaine de chirurgie robotique.

La situation américaine est bien différente. Plusieurs centres pédiatriques dont l'University of Chicago et le Boston Children Hospital, ont montré l'efficacité d'une utilisation spécifiquement pédiatrique d'un robot chirurgical. Grâce à ce modèle, ces équipes ont pu optimiser les techniques de chirurgie robotisée et ont largement contribué à redéfinir les indications pédiatriques dont l'expansion est continue [1-13].

Le projet de robotique que nous proposons s'intègre dans un hôpital mère-enfant, dont la partie d'activité pédiatrique sera largement prédominante (plus de 80 %). Par ailleurs, il ne se limite pas à la seule offre de soins mais est aussi étendu à l'enseignement et la recherche. Un des bénéfices mis en évidence dans de nombreuses publications anglosaxonnes est l'efficacité de la transmission des techniques de chirurgie mini-invasive vers les moins expérimentés avec un gain significatif dans les courbes d'apprentissage. Ceci est particulièrement critique dans la formation actuelle des internes et chefs de cliniques à la chirurgie laparoscopique standard dont la technicité importante rend l'enseignement difficile. Par exemple, dans notre expérience la pyéloplastie est pratiquée principalement par les chirurgiens seniors, tandis que les chefs de clinique réalisent seulement 25% des cas. Le pouvoir de transmettre la technique a été faisable seulement après les premières 30 cas réalisés pas le même chirurgien (publication soumise à l'European Urology 2012).

Les applications prévisibles de la chirurgie Robot assistée dans les activités de l'hôpital **Robert Debré**

L'objet du présent dossier est multidisciplinaire et concerne la plupart des équipes de chirurgie pédiatrique du site et également la chirurgie gynécologique.

Les indications de l'utilisation de la chirurgie robot assistée sont basées sur notre expérience de la chirurgie mini-invasive et également sur les publications internationales. Nous avons choisi d'isoler les indications qui pourraient bénéficier en principe de cette technologie.

1. Indications en urologie Pédiatrique

Le développement de la chirurgie robot assistée chez enfant est actuellement dominé par les interventions d'urologie pédiatrique. Les méthodes et les indications sont déjà bien établies dans la littérature récente [1, 2]. La quasi totalité des interventions en urologie pédiatrique sont actuellement réalisées avec succès par la chirurgie robot assistée : agrandissement vésical, reconstruction du col vésical, dérivation continente). Ce type de chirurgie complexe nécessite un abord chirurgical large avec des durées d'hospitalisation longues. Dans notre expérience, nous avons seulement pratiqué la dérivation continente, et malgré notre expertise, nous avons converti en chirurgie ouverte dans 30% des cas. La faisabilité en robotique est déjà démontrée sans le recours à la conversion [1, 2].

Le service de chirurgie viscérale et urologie pédiatrique constitue déjà la référence en matière de chirurgie mini-invasive chez l'enfant. L'estimation du nombre de cas annuels susceptibles de bénéficier de la chirurgie robot assistée est basée sur cette expérience.

Les indications principales sont détaillées en annexe II avec le chiffre actuel d'environ 50 interventions annuelles (activité 2011) réalisés par laparoscopie standard. Près d'une centaine de procédures sont actuellement réalisées en technique chirurgicale non laparoscopique du fait des difficultés techniques mais pourront bénéficier de la robotique (pyéloplasties non faisables par CMI en raison de l'âge de l'enfant, difficultés techniques, et/ou expérience de l'opérateur, tumeurs rénales et surrénales, comme cela est actuellement le cas outre-atlantique).

2. Indications en chirurgie digestive et thoracique

Près de 500 actes ont été réalisés sous coelioscopie dans l'année 2010 avec environ 50% des actes concernant la chirurgie viscérale et thoracique.

Les indications principales sont la chirurgie des malformations congénitales. En chirurgie digestive, cela concerne les duplications digestives, les malformations des voies biliaires (kystes du cholédoque), les atrésies de l'œsophage et d'autres malformations comme les malformations ano rectales (MAR). Certaines publications récentes soulignent la faisabilité en chirurgie robot-assistée dans ces malformations pour un résultat fonctionnel semble t'il équivalent à la voie d'abord classique chirurgicale [4, 5, 6]. Les interventions de chirurgie des voies biliaires sont actuellement réalisées sous coelioscopie à partir de l'âge de 6 mois, mais les sutures bilio-digestives sont techniquement difficiles et non exemptes de complications dans notre expérience récente (10 enfants opérés sous coelioscopie dans les 2

dernières années et une fuite anastomotique dans 5 cas, spontanément résolutive mais prolongeant la durée d'hospitalisation de quelques jours). L'apport d'un instrument nous permettant de suturer comme à ciel ouvert serait d'un apport considérable permettant dès lors de réduire la morbidité et la durée d'hospitalisation [6]. Les interventions anti reflux type Nissen, parfaitement réalisées sous laparoscopie, sont toutefois difficile à réaliser en chirurgie mini invasive quand une gastrostomie a déjà été posée préalablement. En effet, chez l'enfant, l'espace de travail est encore réduit et l'abord de la région hiatale est plus difficile. Dans cette indication, le robot semble apporter un plus considérable avec de bons résultats à long terme [7, 8]. Environ 40 à 50 interventions anti reflux sont réalisées dans notre service chaque année sous coelioscopie.

En chirurgie thoracique, les pathologies concernées sont les hernies diaphragmatiques congénitales, actuellement également réparées sous coelioscopie. La difficulté de mise en place de certains points sur le diaphragme serait diminuée avec un instrument tel que le robot. 5 hernies ont été ainsi opérées en 2010 dans notre service. Les publications rapportées concernent également les hernies diaphragmatiques de Morgagni ou même les éventrations diaphragmatiques avec nécessité d'une plicature [9, 10]. Chez les enfants atteints de myasthénie, l'indication d'une thymectomie est possible. Réalisée par voie thoracoscopique dans notre service, il semble que la robotique permette une courbe d'apprentissage diminuée et des durées opératoires équivalentes [11]. De façon extensive, la résection de masses médiastinales a également été rapportée, soulignant l'apport considérable d'instruments avec une liberté de mouvement dans les 3 plans de l'espace [12].

En cas de malformations congénitales pulmonaires, toute résection nécessitant une suture peut bénéficier aussi de la chirurgie robot-assistée. 25 résections pulmonaires sous thoracoscopie ont été réalisées de 2007 à 2010. La suture des bronches et le contrôle des vaisseaux pulmonaires pourraient être facilité par l'emploi du robot. Le développement en cours de système de contrôle de l'hémostase type Ligasure® ou Ultracision® pour le robot, permettrait sans aucun doute d'étendre nos indications aux résections pulmonaires [13]. De même la chirurgie des malformations de l'aorte type double arc, actuellement réalisée sous thoracoscopie pourrait sans aucun doute être réalisée avec l'aide du robot.

Toutes résections digestives nécessitant une résection anastomose pourraient également être concernées. Ce sont le cas par exemple des Maladie inflammatoires du tube digestif (environ 10-15 par an) et qui n'ont pas encore été rapportées dans la littérature.

3. Indications en chirurgie ORL

La chirurgie mini-invasive a été développée en ORL depuis de nombreuses années notamment chez l'adulte. Le service d'ORL de l'hôpital Robert Debré est un service référent international dans le domaine de la chirurgie mini-invasive des sinus et fosses nasales ainsi que du larynx, particulièrement dans le domaine des malformations congénitales et des pathologies tumorales et inflammatoires (cf. publications des services). L'utilisation des robots en ORL pédiatrique n'a pour l'instant fait l'objet que de publications anecdotiques, essentiellement du fait de l'instrumentation actuelle encore peu adaptée à la taille réduite des voies aériennes de l'enfant et de la rareté des pathologies. Nous sommes convaincus que les développements spécifiquement pédiatriques rendus nécessaires par la large

utilisation de la robotique en chirurgie digestive et urologique pédiatrique permettront des innovations adaptées aux procédures endoscopiques (cure de diastèmes laryngo-trachéaux, reconstructions laryngotrachéales, chirurgie transorale de la base du crâne, micro-anastomoses vasculaires et nerveuses...).

4. Indications en microchirurgie et chirurgie orthopédique

La chirurgie robot-assistée a déjà trouvé de larges applications en coelioscopie cardio-thoracique, viscérale, urologique, et gynécologique, mais est encore au stade expérimental pour la microchirurgie. Les travaux expérimentaux sur les anastomoses vasculaires et nerveuses sont encore rares mais prometteurs. La faisabilité a été montrée dans le cadre de lambeaux libres microanastomosés à l'aide du robot chirurgical, et ce malgré l'absence d'ancillaires dédiés à la microchirurgie [14, 15].

Les avantages sont liés à l'amélioration de la précision du geste opératoire par lissage et démultiplication du mouvement humain, en réduisant le tremblement physiologique, et par l'acquisition de la vision tridimensionnelle du champ opératoire [16]. La précision des sutures vasculaires et nerveuses et la viabilité des lambeaux sont améliorés. En effet, le déplacement de 5 millimètres de la commande n'entraîne qu'un déplacement de 1 millimètre sur le site opératoire. La faisabilité et le gain en terme de précision ont ensuite été confirmés in vitro pour les sutures nerveuses [15].

La chirurgie robot-assistée semble pouvoir autoriser la pratique de certains gestes microchirurgicaux courants en chirurgie de la main, même si aucune étude spécifique in vivo n'a encore été publiée [17]. Une société savante a déjà été créée pour promouvoir les applications de la télémicrochirurgie à la main: Robotic Assisted Surgery of the Hand Society (www.rash-society.org). Il n'y a pas à ce jour de centre de référence pédiatrique pour le développement de cette technique, alors que Robert Debré est le centre de référence de microchirurgie pédiatrique. Les systèmes à deux consoles (maître et esclave) présentent l'avantage par rapport à la microchirurgie conventionnelle, de permettre à deux opérateurs pilotant chacun le robot chirurgical, de pratiquer ensemble des réparations vasculo-nerveuses microchirurgicales, sans collision d'instruments et donc de gagner du temps opératoire [18]. Ce gain de temps est important, notamment pour des interventions de replantation ou revascularisation, de durée particulièrement longue, et où le temps d'ischémie est un facteur pronostique important. Une autre application au membre supérieur sera la chirurgie des paralysies obstétricales du plexus brachial, avec la réalisation de sutures et greffes nerveuses avec un abord mini-invasif [15, 19].

- Applications en orthopédie et chirurgie plastique

- dans le cadre de l'urgence pour les plaies complexes de la main et les replantations (Robert Debré est centre de référence SOS main)
- pour les interventions programmées de microchirurgie en chirurgie reconstructrice post traumatique et post résection tumorale (lambeaux libres, transferts d'orteil, transferts osseux vascularisés). Les sites sont variés et en

collaboration transversale avec toutes les autres disciplines chirurgicales : main et membre supérieur, maxillo-faciale et ORL, membre inférieur

- utilisation pour les sutures et greffes nerveuses dans la prise en charge des paralysies obstétricales du plexus brachial
- formation des jeunes chirurgiens à cette technique, pouvant être intégrée dans un DU de microchirurgie ou de chirurgie du membre supérieur

En conclusion, le développement des techniques de télémicrochirurgie est encore au stade expérimental, cependant son essor en pratique clinique est imminent et devrait à terme remplacer la microchirurgie conventionnelle. L'acquisition d'un robot s'inscrit résolument dans la modernité [20].

5. Indications en chirurgie gynécologique adulte (service de gynécologie obstétrique de l'hôpital Robert Debré)

La place de la robotique en chirurgie gynécologique est récente mais cependant promise à une forte croissance. Le confort, l'ergonomie de la technique, la qualité et la précision des dissections menées et la facilitation de certains gestes d'apprentissage longs comme les sutures sont des valeurs ajoutées indéniables à la coelioscopie traditionnelle utilisée pourtant depuis très longtemps en gynécologie.

Les principales indications de l'utilisation de ce robot dans notre service de gynécologie seront :

- les hystérectomies pour pathologie bénignes
- les myomectomies
- les prolapsus
- la chirurgie de la stérilité

Entre 50 et 100 patientes par an pourraient bénéficier d'une chirurgie robot assistée (cf annexes II et III). La courbe d'apprentissage est reconnue par tous comme plus rapide que celle de la coelioscopie. Cela devrait permettre d'accroître rapidement notre file active de patientes pouvant bénéficier de cet apport.

La mise en route rapide dans le cadre de la gynécologie classique devrait nous permettre d'acquérir rapidement la maîtrise de ce nouvel outil et d'entamer des recherches en thérapeutique anténatale.

Les principales voies de recherche de l'utilisation du robot concernent la chirurgie in utero en collaboration avec les chirurgiens néonataux de l'hôpital Robert Debré pourraient ainsi être :

- la destruction laser des anastomoses placentaires dans les syndromes transfuseur transfuse rencontrés dans les grossesses gémellaires monochoriales biamniotiques.

- La section de valves de l'urètre postérieur dans le cadre de mégavessie de diagnostic précoce.
- La destruction de brides amniotiques délétères pour le fœtus.

La mise en place d'un robot au bloc commun de l'hôpital Robert Debré, devrait ainsi nous permettre une meilleure prise en charge de nos patientes ainsi que l'élaboration de protocoles de recherche en thérapeutique fœtale.

Etude de faisabilité à l'hôpital Robert Debré

1. Populations cible

Les annexes II et III décrivent, à partir des données PMSI 2010 et 2011, le recrutement potentiel sur l'hôpital Robert Debré concernant les principaux actes rapidement accessibles à la robotique car déjà pratiqués en chirurgie mini-invasive. Les indications pédiatriques correspondraient à environ 230 cas, la gynécologie adulte à 50 cas au minimum. (A noter que les DMS indiquées sont globales et peuvent varier de façon importante pour les patients ayant des séjours dans diverses unités de l'hôpital, particulièrement en médecine et néonatalogie).

Nous avons démontré que le recrutement actuel de l'hôpital Robert Debré permet l'utilisation optimale du Robot toute au long de l'année de façon autonome.

Néanmoins, en raison de rareté des robots accessibles aux chirurgiens pédiatres dans la région parisienne, notre projet est également d'encourager une collaboration étroite avec les autres services parisiens de chirurgie pédiatrique. Cette collaboration sera développée dans les directions suivantes :

- a) optimiser l'utilisation du robot dans les indications pédiatriques
- b) partager la formation et la recherche sur la chirurgie mini invasive et robotique avec les autres centres parisiens (AP-HP, hors AP-HP, et les structures privées)

2. Bloc opératoire et principales procédures.

La structure actuelle du bloc opératoire est adaptée à l'installation d'un robot selon les normes internationales recommandées qui sont de l'ordre de 540 kg/ m² de charge sans la table d'opération (1,2 t/m² de charge sur le bloc de Robert Debré). Comme recommandé par de nombreux auteurs, une salle dédiée et suffisamment spacieuse sera aménagée dans le bloc opératoire commun multidisciplinaire de l'hôpital. Ceci permettra d'éviter les mobilisations du robot susceptibles d'altérer son fonctionnement et de raccourcir l'intervalle entre chaque procédure robotique. Les équipes chirurgicales pédiatriques sont déjà sur place et auront un accès quotidien, l'équipe de gynécologie-obstétrique aura un accès hebdomadaire ou en collaboration avec les équipes pédiatriques. Le bloc opératoire de Robert Debré dispose d'un câblage vidéo permettant une retransmission des images dans diverses salles de réunion de l'Hôpital (dont l'Amphithéâtre Etienne Vilmer d'une capacité de 100 personnes) et permettra aussi la réalisation de cours et de visioconférences.

La stérilisation des optiques nécessite une procédure particulière basse température actuellement disponible à l'Hôpital Henri Mondor à l'AP-HP. Ceci nécessitera d'adapter le nombre d'optiques disponibles aux délais de stérilisation. Les sites « adultes » AP-HP, hors Henri Mondor, utilisant déjà un robot ont évalué ces besoins moyens à 3 optiques/patient opéré.

3. Formation des équipes

La formation initiale spécifique avant l'utilisation du robot par l'équipe chirurgicale et l'équipe para médicale doit être complètement prise en charge par les industriels fabricants du robot. Ceux-ci propose un suivi étroit au cours de l'utilisation jusqu'à l'autonomie de l'équipe.

Par ailleurs le partenariat avec l'IRCAD (Strasbourg) dans le domaine de l'enseignement de la chirurgie mini-invasive nous aidera dans cette formation.

4. Investissement financier

a) Achat initial du Robot

Les coûts d'acquisition d'un robot de dernière génération comportant une double console est de l'ordre de 2,2 millions d'euros hors taxe. Le projet de l'hôpital Robert Debré est résolument tourné vers l'innovation, la formation et le développement des spécificités pédiatriques, pour lesquels le concept de double console (maître-apprenti) est absolument indispensable.

L'investissement est important par rapport aux achats habituels des équipements du bloc opératoire. Cet investissement pourrait avoir les sources suivantes :

- AP-HP : intérêt majeur pour l'image d'excellence et l'innovation technique, de recherche et d'enseignement
- Mécénats : particuliers, industries, sociétés, manifestations de collecte d'argent de type « fund raising », : intérêt majeur pour les donateurs, la chirurgie robot assistée est une chirurgie dont l'impact médiatique est important surtout dans le domaine de la pédiatrie fort peu concerné jusqu'à présent.
- Conseil régional d'IdF : Paris deviendrait ainsi le centre français d'excellence en chirurgie robotique de l'enfant.

b) Contrat d'entretien

La maintenance est de l'ordre de 175 000 euros hors taxe annuelle et si l'on admet un fonctionnement sur 5 ans le coût total s'élève à 2,9 millions d'euros hors taxe. Elle correspond au minimum à 4 jours ouvrables annuels de « non-disponibilité » du robot pour la chirurgie pour la prestation de maintenance préventive.

c) Achat des consommables

L'expérience des 3 robots actuellement en fonctionnement sur l'AP-HP permet d'identifier des dépenses de 876 000 euros pour toutes les procédures effectuées sur le marché 2010-2011 (comportant pinces, trocars, housses, renouvellement d'optiques...).

Une étude récente du CHU de Lille a comparé le coût comparatif des consommables chirurgicaux en gynécologie (colpohystérectomie élargie) en 2008 et 2009 entre chirurgie par laparotomie/chirurgie coelioscopique standard/chirurgie robotisée (3 bras) (cf tableau IV). Le surcoût moyen par rapport à la coelioscopie classique est de 837 euros par intervention en diminution de 40 % par rapport à la première année d'utilisation (1313 euros) sans variation des tarifs de consommables. Un surcoût d'environ 280000 euros serait donc à prévoir sur la base de 280 patients annuels ce qui représente environ 8 à 9 % des recettes (3.2 millions d'euros annuels) et les recettes moyennes d'une journée d'hospitalisation par patient (1037 euros, cf tableau III).

d) Retombées

S'agissant d'un des seuls robots installés dans un hôpital pédiatrique en France, le projet sera résolument orienté vers la recherche clinique, la mise au point d'instrumentation pédiatrique adaptée, l'enseignement et les publications nationales ou internationales. Ceci devrait se concrétiser au travers de contrats de recherche clinique, de l'obtention de brevets et de la valorisation des publications (SIGAPS, MERRI).

5. Suivi et indicateurs

Les cas opérés par robotique seront suivis de façon appropriée et prospective avec un audit régulier des résultats sur le plan médical, sur les progrès accomplis et sur la satisfaction des patients. Des réunions scientifiques seront organisées afin de diffuser les résultats et améliorer la qualité. Les résultats seront comparés par rapport aux techniques notamment mini-invasives déjà pratiquées par les équipes du site (qualité des suites opératoires, études coût/efficacité, durée d'hospitalisation, impact familial...). Une collection complète de vidéos enregistrées des procédures chirurgicales sera instituée de façon à faciliter les audits de chirurgie et la formation des jeunes chirurgiens. Un programme spécifique de formation des internes et chefs de clinique à la robotique sera institué avec des niveaux différents en fonction de l'ancienneté. Ce programme d'éducation pourra aussi être proposé à des équipes extérieures désireuses.

Conclusion

L'Hôpital Robert Debré est un exemple unique en France dans le développement multidisciplinaire des différentes techniques de chirurgie mini-invasive. L'évolution vers la chirurgie robotique va nous permettre de promouvoir enfin le développement pédiatrique optimal de cette technologie en France et de sélectionner les indications optimales qui pourront en bénéficier.

Notre activité multi-disciplinaire déjà fortement établie dans le domaine de la chirurgie mini-invasive, nous permettra d'assurer un nombre optimal annuel de procédures indispensable pour maintenir une activité de chirurgie robotique (cf chapitre application de la chirurgie robotique). Notre notoriété dans le domaine, nous permettra de nous associer aux centres d'excellence de chirurgie robotique pédiatrique nord-américains avec une collaboration étroite dans les domaines de recherche et d'enseignement (cf. lettre adressée par les centres de Boston et Chicago annexe V).

Références bibliographiques

1. Sorensen MD, Johnson MH, Delostrinos C, Bice JB, Grady RW, Lendvay TS. Initiation of a pediatric robotic surgery program: institutional challenges and realistic outcomes. *Surg Endosc.* 2010;24(11):2803-8.
2. Orvieto MA, Gundeti MS. Complex robotic reconstructive surgical procedures in children with urologic abnormalities. *Curr Opin Urol.* 2011;21:314-21.
3. Bonnard A, Fouquet V, Carricaburu E, Aigrain Y, El-Ghoneimi A. Retroperitoneal laparoscopic versus open pyeloplasty in children. *J Urol.* 2005;173:1710-31
4. Albassam A, Gado A, Mallick MS et al. Robotic assisted anorectal pull-through for anorectal malformations. *J Pediatr Surg,* 2011;46:1794-7
5. Obasi PC, Hebra A, Varela JC. Excision of oesophageal duplication cysts with robotic assisted thoracoscopic surgery. *JLS,* 2011;14:244-7
6. Dawrant MJ, Najmaldin AS, Alizai NK. Robot-assisted resection of choledochal cyst and hepaticojejunostomy in children less than 10 kg. *J Pediatr Surg.*2010;45:2364-8
7. Margaron FC, Oiticica C, Lanning DA. Robotic-assisted laparoscopic Nissen Fundoplication with gastrostomy preservation in neurologically impaired children. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2010; 20:489-92
8. Copeland DR, Boneti C, Kokoska ER et al. Evaluation of initial experience and comparaison of the Da Vinci surgical system with established laparoscopic and open pediatric Nissen fundoplication surgery. *JLS.* 2008;12:238-40
9. Slater BJ, Meehan JJ. Robotic repair of congenital diaphragmatic anomalies. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2009; 19:S123-7
10. Anderberg M, Kockum CC, Arnbjornsson E. Morgagni hernia repair in a small child using Da Vinci robotic instruments-a case report- *Eur J Pediatr Surg.* 2009;19:110-2
11. Ruckert JC, Ismail M, Swierzy M et al. Thoracoscopic thymectomy with the Da Vinci robotic system for myasthenia gravis. *Ann N Y Acad Sci.*2008;1132:329-35
12. Meehan JJ, Sandler AD. Robotic resection of mediastinal masses in children. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2008;18:114-9
13. MeehanJJ, Phearman L, Sandler A. Robotic pulmonary resections in children: series report and introduction of a new robotic instrument. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2008;18:293-5
14. Katz R, Rosson G, Taylor J, Singh N (2005) Robotics in microsurgery: Use of a surgical robot to perform a free flap in a pig. *Microsurg* 25: 566-9
15. Nectoux E, Taleb C, Liverneaux P (2008) Nerve repair in telemicrosurgery: an experimental study. *J Reconstruct Microsurg* 4: 261-5

16. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M (2001) Transatlantic robotassisted telesurgery. *Nature* 413: 379–8
17. Taleb C, Nectoux E, Liverneaux P (2008) Telemicrosurgery: a feasibility study in a rat model. *Chir Main* 28: 104-8
18. Taleb C, Nectoux E, Liverneaux P. Limb replantation with two robots: a feasibility study in a pig model. *Microsurg* 2009;29:232-235
19. E. Nectoux, C. Taleb, P. Liverneaux Réparation nerveuse par télémicrochirurgie : étude expérimentale Cours européen de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la main
20. Saraf S. Role of robot assisted microsurgery in plastic surgery. *Indian J Plastic Surg* 2006;39:57-61

Annexe I

Publications des équipes chirurgicales de Robert Debré dans le domaine de la chirurgie mini-invasive

- Chirurgie viscérale et urologique :

1. Helmy T, Blanc T, Paye-Jaouen A, El-Ghoneimi A. Preliminary experience with external ureteropelvic stent: alternative to double-j stent in laparoscopic pyeloplasty in children. *J Urol*. 2011 Mar;185(3):1065-9.
2. Esposito C, Caldamone AA, Settimi A, El-Ghoneimi A. Management of boys with nonpalpable undescended testis. *Nat Clin Pract Urol*. 2008 May;5(5):252-60.
3. Bonnard A, Demarche M, Dimitriu C, Podevin G, Varlet F, François M, Valioulis I, Allal H; GECl (Groupe d'Etude de Coelioscopie Pédiatrique). Indications for laparoscopy in the management of intussusception: A multicenter retrospective study conducted by the French Study Group for Pediatric Laparoscopy (GECl). *J Pediatr Surg*. 2008 Jul;43(7):1249-53
4. Bonnard A, Zamakhshary M, Wales PW. Outcomes and management of rectal injuries in children. *Pediatr Surg Int*. 2007 Nov;23(11):1071-6
5. Bonnard A, Paye-Jaouen A, Aizenfisz S, El Ghoneimi A. Laparoscopically harvested omental flap for recurrent tracheoesophageal fistula in a newborn baby. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007 Dec;134(6):1592-3.
6. Jea A, Al-Otibi M, Bonnard A, Drake JM. Laparoscopy-assisted ventriculoperitoneal shunt surgery in children: a series of 11 cases. *J Neurosurg*. 2007 Jun;106(6 Suppl):421-5.
7. de Lagausie P, Bonnard A, Berrebi D, Lepretre O, Statopoulos L, Delarue A, Guys JM. Abdominal lymphangiomas in children: interest of the laparoscopic approach. *Surg Endosc*. 2007 Jul;21(7):1153-7.
8. Bonnard A, Fouquet V, Berrebi D, Hugot JP, Belarbi N, Bruneau B, Aigrain Y, de Lagausie P. Crohn's disease in children. Preliminary experience with a laparoscopic approach. *Eur J Pediatr Surg*. 2006 Apr;16(2):90-3.
9. Grapin C, Bonnard A, Helardot PG. [Laparoscopic surgery of Meckel's diverticulum]. *Ann Chir*. 2006 Mar;131(3):222-3. Epub 2006 Feb 23.
10. Bonnard A, Segulier-Lipszyc E, Liguory C, Benkerrou M, Garel C, Malbezin S, Aigrain Y, de Lagausie P. Laparoscopic approach as primary treatment of common bile duct stones in children. *J Pediatr Surg*. 2005 Sep;40(9):1459-63.
11. Cook A, Houry A, Bagli D, McLorie GA, El-Ghoneimi A, Farhat WA. The development of laparoscopic surgical skills in pediatric urologists: longterm outcome of a mentorship-training model. *Can J Urol*. 2005 Oct;12(5):2824-8.
12. Bonnard A, Fouquet V, Carricaburu E, Aigrain Y, El-Ghoneimi A. Retroperitoneal laparoscopic versus open pyeloplasty in children. *J Urol*. 2005 May;173(5):1710-3
13. El-Ghoneimi A. Laparoscopic management of hydronephrosis in children. *World J Urol*. 2004 Dec;22(6):415-7.
14. Bonnard A, Malbezin S, Ferkdadji L, Luton D, Aigrain Y, de Lagausie P. Pulmonary sequestration children: is the thoracoscopic approach a good option? *Surg Endosc*. 2004 Sep;18(9):1364-7.
15. de Lagausie P, Bonnard A, Benkerrou M, Rorlich P, de Ribier A, Aigrain Y. Pediatric laparoscopic splenectomy: benefits of the anterior approach. *Surg Endosc*. 2004 Jan;18(1):80-2.

16. Le Mandat-Schultz A, Bonnard A, Belarbi N, Aigrain Y, De Lagausie P. Intrahepatic foreign body laparoscopic extraction. *Surg Endosc.* 2003 Nov;17(11):1849.
17. Carricaburu E, Enezian G, Bonnard A, Berrebi D, Belarbi N, Huot O, Aigrain Y, de Lagausie P. Laparoscopic distal pancreatectomy for Frantz's tumor in a child. *Surg Endosc.* 2003 Dec;17(12):2028-31.
18. Bonnard A, Mougnot JP, Ferkdadji L, Huot O, Aigrain Y, De Lagausie P. Laparoscopic rectopexy for solitary ulcer of rectum syndrome in a child. *Surg Endosc.* 2003 Jul;17(7):1156-7.
19. Farhat W, Khoury A, Bagli D, McLorie G, El-Ghoneimi A. Mentored retroperitoneal laparoscopic renal surgery in children: a safe approach to learning. *BJU Int.* 2003 Oct;92(6):617-20
20. Halachmi S, El-Ghoneimi A, Bissonnette B, Zaarour C, Bagli DJ, McLorie GA, Khoury AE, Farhat W. Hemodynamic and respiratory effect of pediatric urological laparoscopic surgery: a retrospective study. *J Urol.* 2003 Oct;170(4 Pt 2):1651-4
21. de Lagausie P, Berrebi D, Michon J, Philippe-Chomette P, El Ghoneimi A, Garel C, Brisse H, Peuchmaur M, Aigrain Y. Laparoscopic adrenal surgery for neuroblastomas in children. *J Urol.* 2003 Sep;170(3):932-5.
22. El-Ghoneimi A, Farhat W, Bolduc S, Bagli D, McLorie G, Aigrain Y, Khoury A. Laparoscopic dismembered pyeloplasty by a retroperitoneal approach in children. *BJU Int.* 2003 Jul;92(1):104-8
23. El-Ghoneimi A. Paediatric laparoscopic surgery. *Curr Opin Urol.* 2003 Jul;13(4):329-35.
24. El-Ghoneimi A, Farhat W, Bolduc S, Bagli D, McLorie G, Khoury A. Retroperitoneal laparoscopic vs open partial nephroureterectomy in children. *BJU Int.* 2003 Apr;91(6):532-5.
25. de Lagausie P, Rorlich P, Benkerrou M, de Buys Roessingh A, Malbezin S, el Ghoneimi A, Aigrain Y. [Laparoscopic splenectomy in children: experience and results]. *Arch Pediatr.* 2001 Jun;8(6):584-7.
26. Bonnard A, de Lagausie P, Leclair MD, Marwan K, Languepin J, Bruneau B, Berrebi D, Aigrain Y. Definitive treatment of extended Hirschsprung's disease or total colonic form. *Surg Endosc.* 2001 Nov;15(11):1301-4.
27. Peyromaure M, Cappele O, Desgrandchamps F, el Ghoneimi A, Bedrossian J, Thervet E, Legendre C, Teillac P, Le Duc A. [Kidney harvesting in living donors with manually assisted laparoscopy: technique and results]. *Prog Urol.* 2000, Dec;10(6):1127-30.
28. El-Ghoneimi A, Sauty L, Maintenant J, Macher MA, Lottmann H, Aigrain Y. Laparoscopic retroperitoneal nephrectomy in high risk children. *J Urol.* 2000 Sep;164(3 Pt 2):1076-9.
29. Steyaert H, Hendrice C, Lereau L, Hayem C, el Ghoneimi A, Valla JS. Laparoscopic appendectomy in children: sense or nonsense? *Acta Chir Belg.* 1999 May-Jun;99(3):119-24.
30. El-Ghoneimi A, Valla JS, Steyaert H, Aigrain Y. Laparoscopic renal surgery via a retroperitoneal approach in children. *J Urol.* 1998 Sep;160(3 Pt 2):1138-41.
31. Valla JS, Guilloneau B, Montupet P, Geiss S, Steyaert H, Leculee R, El Ghoneimi A, Dahman M, Volpe P. Retroperitoneal laparoscopic nephrectomy in children: preliminary report of six cases. *J Laparoendosc Surg.* 1996 Mar;6 Suppl 1:S55-9
32. Valla JS, Guilloneau B, Montupet P, Geiss S, Steyaert H, el Ghoneimi A, Jordana F, Volpe P. Retroperitoneal laparoscopic nephrectomy in children. Preliminary report of 18 cases. *Eur Urol.* 1996;30(4):490-3.

33. el Ghoneimi A, Valla JS, Limonne B, Valla V, Montupet P, Chavrier Y, Grinda A. Laparoscopic appendectomy in children: report of 1,379 cases. *J Pediatr Surg.* 1994 Jun;29(6):786-9.

Chirurgie orthopédique :

34. Lefevre Y, Ilharreborde B, Huot O, Morel E, Fitoussi F, Presedo A, Penneçot GF, Mazda K. Thoracoscopy in children less than 20 kg for the management of spinal disorders: efficacy at long-term follow-up. *J Pediatr Orthop.* 2011 Mar;31(2):170-9.
35. Karami M, Ilharreborde B, Morel E, Fitoussi F, Penneçot GF, Mazda K. Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) for the treatment of scoliotic rib hump deformity. *Eur Spine J.* 2007 Sep;16(9):1373-7.

Chirurgie ORL :

36. Hautefort C, Teissier N., Viala P., Van Den Abbeele T. Balloon dilation laryngoplasty for subglottic stenosis in children : 8 years' experience. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012 accepté.
37. Teissier N, Kaguelidou F, Couloigner V, François M, Van Den Abbeele T. Predictive factors for success after transnasal endoscopic treatment of choanal atresia. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008 Jan;134(1):57-61.
38. Denoyelle F, Froehlich P, Monnier P, Van Den Abbeele T. [Infraglottic stricture in newborns]. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac.* 2006 Dec;123(6):296-305.
39. Van Den Abbeele T, François M, Narcy P. Transnasal endoscopic treatment of choanal atresia without prolonged stenting. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002 Aug;128(8):936-40.
40. Roger G, Tran Ba Huy P, Froehlich P, Van Den Abbeele T, Klossek JM, Serrano E, Garabedian EN, Herman P. Exclusively endoscopic removal of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: trends and limits. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002 Aug;128(8):928-35
41. Van Den Abbeele T, Elmaleh M, Herman P, François M, Narcy P. Transnasal endoscopic repair of congenital defects of the skull base in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999 May;125(5):580-4.
42. De Gaudemar I, Contencin P, Van den Abbeele T, Munck A, Navarro J, Narcy P. Is nasal polyposis in cystic fibrosis a direct manifestation of genetic mutation or a complication of chronic infection? *Rhinology.* 1996 Dec;34(4):194-7.

Autres publications (chapitres de livres)

1. EL GHONEIMI A, Minimal Access Surgery in pediatric urology. In: *Pediatric Minimal Access Surgery: a Principal and Evidence-Based Approach.* J. Langer and C.T. Albanese ed. Marcel Dekker, Inc., New York, USA. 2005
2. EL GHONEIMI A Renal dysplasia and cystic diseases. In: *Minimally Invasive Urologic Surgery.* Moore, Bishof, Loening, and Docimo ed. Martin Dunitz, London, UK. 2005
3. CARR M., EL GHONEIMI A. Anomalies and surgery of the ureteropelvic junction in children. In: *Campell-Walsh Urology, Wein, Kavoussi, Novick, Partin, and Peters Eds.,* Saunders Elsevier, Philadelphia, PA, volume IV, pp 3359-82, 2006

4. EL GHONEIMI A. Retroperitoneal laparoscopic pyeloplasty in children. In: Handbook of pediatric laparoscopic surgery; C. Esposito and A Settimi, Eds. Litho Car, Naples- Italy, pp175-88, 2006
5. EL GHONEIMI A. Pediatric laparoscopy. In: Tips and tricks in laparoscopic surgery. U. Kumar and I. Gill Eds. Springer, London, UK, pp201-210, 2006
6. EL GHONEIMI A. Laparoscopic renal surgery in Children, In : Smith Operative Urology, 2006
7. EL GHONEIMI A. Laparoscopic nephrectomy and pyeloplasty, Chapter 31, In: The Kelalis–King. Belman Textbook of Clinical Pediatric Urology. 2006

Annexe II. Interventions mini-invasives 2010-2011 (Robert Debré) susceptibles d'être effectuée par Robot : urologie-gynécologie-viscérale

spé	Acte CCAM	libellé acte CCAM	2010			2011			
			nb séjours	nb jours hospit	DMS	nb séjours	nb jours hospit	DMS	
Urologie	JAF00x	néphrectomies sous coelio	15	262	17,5	13	67	5,2	
	JBFC001	résec.anast bassinét +jonction pyélo-urétérale coelio	22	87	4,0	16	49	3,1	
	JCEA001-002	réimplant. urét.vés par abord direct	22	112	5,1	19	88	4,6	
	JDCA001	Cystostomie cutanée continue, par laparotomie	5	55	11,0	5	32	6,4	
	JDMA001-002	Entérocystoplastie d'agrandissement, par laparotomie	3	31	10,3	7	127	18,1	
	JJFC003	kystectomie ovarienne périt. coelio.				1	3	3,2	
	KEFA002	Surrénalectomie partielle ou totale, par abord direct	1	16	16,0	2	23	11,5	
	KEFC001	surrénalectomie tot. pr phéochr. coelio	1	7	7,0				
	Total			69	570	8,3	63	390	6,2
	Viscéral	FFFC001	splénectomie tot. coelio.	7	34	4,9	14	91	6,5
GFFA00x-GGFC		chirurgie pulmonaire sous thor.scopie	7	42	6,0	10	90	9,0	
GHFA002		exérèse T. médiast. thor.tomie +prépa. thor.scopie	1	4	4,0	2	12	6,1	
HEFC003		exérèse duplication oesoph. thor.scopie	1	43	43,0	2	10	5,0	
HEMA003		chirurgie de l'œsophage (atrésies)	15	434	28,9	11	300	27,3	
HFFC003		chirurgie malformation gastrique (coelioscopie)				3	11		
HFFA		chirurgie malformation gastrique (laparotomie)	2	146	73,0	1	4	4,0	
HFMC00x		Chirurgie du reflux (coelioscopie)	25	1560	62,4	25	546	21,9	
HGFA-HHFA		resection grele ou colique (preparation coelio)	18	201	11,2	16	365	22,8	
HMFA-HFMC		Chirurgie voies bilaires-vésicule	33	153	4,6	43	177	4,1	
JJCC-JJFC	Chirurgie ovarienne	20	233	11,7	24	415	17,3		
Total			141	2943	20,9	162	2532	15,6	
S/S Total			214	3542	16,6	225	2922	13,0	
Gynécologie	JJCC001	Salpingonéostomie ou fimbrioplastie, par coelioscopie	5	13	2,6	1	2	2,0	
	JJFC003	Kystectomie ovarienne intrapéritonéale, par coelioscopie	34	79	2,3	34	76	2,2	
	JKFA006	Hystérectomie totale avec annexectomie, par coelioscopie et abord vaginal				2	10	5,0	
	JKFA018	Hystérectomie totale, par coelioscopie et par abord vaginal	2	8	4,0	5	24	4,8	
	JKFC003	Hystérectomie totale avec annexectomie, par coelioscopie	1	5	5,0	1	4	4,0	
JKFC005	Hystérectomie totale, par coelioscopie	1	3	3,0	1	4	4,0		
TOTAL			43	108	2,5	44	120	2,7	
S/S Total			257	3650	14,2	269	2652	9,9	
Orthopédie	AHCA-AHEA	Sutures nerveuses (membres, tête et cou...)	24	54	2,25	19	35	1,8	
ORL	PZMA	Réparation par lambeau libre avec anastomoses vasculaires				1	68	2,7	
Total			281	3718	13,4	288	2755	9,6	

Annexe III. Valorisation (recettes des GHS) des interventions réalisées en 2011 et susceptibles d'être opérées par robot

spé	nb sej	nb jours hospit	DMS	CA brut (valorisation GHM)			CA (GHM + bornes hautes et basses)			CA (GHM + bornes + journées supp)		
				CA	CA / séjour	CA / journée	CA	CA / séjour	CA / journée	CA	CA / séjour	CA / journée
Urologie	Total	63	6,2	428 227,49 €	6 797,26 €	1 097,75 €	370 839,28 €	5 886,34 €	950,64 €	398 848,67 €	6 330,93 €	1 022,44 €
Digestif	Total	162	15,6	1 716 714,85 €	10 597,01 €	677,99 €	1 825 784,78 €	11 270,28 €	721,06 €	2 627 240,94 €	16 217,54 €	1 037,58 €
S/S TOTAL	Total	225	13,0	2 144 942,34 €	9 533,08 €	734,02 €	2 196 624,06 €	9 762,77 €	751,71 €	3 026 089,61 €	13 449,29 €	1 035,56 €
Gynéco	Total	44	2,7	112 064,25 €	2 546,91 €	933,87 €	111 813,06 €	2 541,21 €	931,78 €			
S/S TOTAL	Total	269	11,3	2 257 006,59 €	8 390,36 €	741,90 €	2 308 437,12 €	8 581,55 €	758,81 €	3 137 902,67 €	11 665,07 €	1 031,47 €
Ortho-ORL	Total	20	2,5	61 387,67 €	3 069,38 €	1 252,81 €	60 796,75 €	3 039,84 €	1 240,75 €	68 020,61 €	3 401,03 €	1 388,18 €
TOTAL	Total	289	10,7	2 318 394,26 €	8 022,13 €	750,00 €	2 369 233,87 €	8 198,04 €	766,45 €	3 205 923,28 €	11 093,16 €	1 037,12 €

Annexe IV. Etude médico-économique du CHRU de Lille-centre Oscar Lambret comparant les coûts moyens de consommables en chirurgie robotisée (données 2008/2009) vs coelioscopie classique et laparotomie (données 2006)

Gynécologie (Lille) Hystérectomie élargie	Laparo/coût 2006	Coelio traditionnelle coût 2006	Coelio robot	Surcout coelio Robot/laparo	Surcout coelio robot/coelio traditionnelle
Coût d'instrumentation 2008 13 patients	411 €	894 €	2207 €	1796 €	1313 €
Coût d'instrumentation 2009 24 patients	411 €	894 €	1731 €	1320 €	837 €